

<https://helda.helsinki.fi>

---

Spirometrian suorittaminen ja tulkinta : uudet suomalaiset ja monikansalliset viitearvot käyttöön - Suomen Kliinisen Fysiologian yhdistyksen ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistyksen suositus 2015

Sovijärvi, Anssi R. A.

2016

---

Sovijärvi , A R A , Kainu , A , Malmberg , P , Guldbbrand , 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 ' , Suomen lääkärilehti , Vuosikerta. 71 , Nro 23 , Sivut 1673-1681 . < <http://www.fimnet.fi/cl/laakarilehti/pdf/2016/SLL232016-1673.pdf> >

---

<http://hdl.handle.net/10138/230002>

---

publishedVersion

---

*Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository.*

*This is an electronic reprint of the original article.*

*This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.*

*Please cite the original version.*

**ANSSI R. A. SOVIJÄRVI**  
LKT, kliinisen fysiologian  
ja isotooppilääketieteen  
erikoislääkäri, kliinisen fysiologian  
emeritusprofessori  
Helsingin yliopisto

**ANNETTE KAINU**  
LT, keuhkosairauksien  
erikoislääkäri, osastonylilääkäri  
HUS, Peijaksen sairaala,  
keuhkosairauksien yksikkö

**PEKKA MALMBERG**  
LT, kliinisen fysiologian  
erikoislääkäri, kliinisen fysiologian  
dosentti, osastonylilääkäri  
HUS Iho- ja allergiasairaala,  
kliinisen fysiologian yksikkö

**ANNA GULDBRAND**  
bioanalytiikko  
HUS-Kuvantaminen, Meilahden  
sairaala, kliinisen fysiologian  
yksikkö

**KIRSI TIMONEN**  
LT, kliinisen fysiologian  
ja isotooppilääketieteen  
erikoislääkäri,  
ympäristöfysiologian dosentti,  
ylilääkäri  
Keski-Suomen keskussairaala,  
kliinisen fysiologian yksikkö

**PÄIVI PIIRILÄ**  
LKT, kliinisen fysiologian ja  
keuhkosairauksien erikoislääkäri,  
kliinisen fysiologian dosentti,  
osastonylilääkäri  
HUS-Kuvantaminen, Meilahden  
sairaala, kliinisen fysiologian  
yksikkö

## Spirometrian suorittaminen ja tulkinta – uudet suomalaiset ja monikansalliset viitearvot käyttöön

– Suomen Kliinisen Fysiologian yhdistyksen ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistyksen suositus 2015

- Hiljattain on julkaistu uudet suomalaiset aikuisten spirometrian viitearvot, joiden mittaukset kattavat myös vanhusväestön 84 vuoden ikään asti.
- Uusien arvojen tulkinnassa otetaan käyttöön mitatun arvon poikkeaman määrä viitearvopopulaation keskiarvosta z-yksikköinä (sama kuin SD). Muutoksen vaikeusaste arvioidaan z-arvon mukaan.
- Normaalin variaation alaraja on kliinisissä tutkimuksissa kaikille spirometriamuuttujille sama (z-arvona -1,65). Terveistä 95 % asettuu tämän rajan yläpuolelle.
- Syntyperältään ulkomaalaisten lasten ja aikuisten tutkimuksissa suositellaan käytettäväksi uusia kansainvälisiä GLI2012-viitearvoja.
- Suomalaisien lasten tutkimuksissa suositellaan käytettäväksi edelleen vanhoja suomalaisia viitearvoja, mutta niiden kliinisessä soveltamisessa suositellaan nyt z-arvojen käyttöä.
- Aikuisten vanhat suomalaiset viitearvot eivät ole perustuneet todellisiin mittaustuloksiin yli 64-vuotiailla. Vanhojen arvojen käyttö on aiheuttanut todennäköisesti hengitystieobstruktion yli diagnostiikkaa vanhemmissa ikäryhmissä.

Spirometria on yleisin keuhkojen toimintakoe. Sillä saadaan mitattua tärkeimmät keuhkojen tilavuudet ja keuhkojen tuuletuskapasiteetti. Astman ja keuhkohtaumataudin diagnostiikka perustuu pääosin spirometrialöydöksiin (1,2). Myös keuhkoperäisen hengenahdistuksen diagnostiikassa spirometria on keskeinen tutkimus. Suomessa tutkimuksia tehdään vuosittain yli 500 000. On erittäin tärkeää, että tämä tutkijan ja potilaan hyvää yhteistoimintaa vaativa tutkimus on luotettavasti toteutettu. Tutkimuksen

misesta (3,4) sekä tutkimuksen tulkinnan päälinjoista (5).

### Miksi uudet viitearvot?

Tutkimuksen tulkinnan kannalta on oleellista, että käytettävissä on mahdollisimman luotettavat viitearvot, jotka perustuvat mittauksiin riittävän suuresta määrästä terveitä tupakoimattomia henkilöitä samasta etnisestä ryhmästä kuin henkilöt, joiden arviointiin mittauksia käytetään. Suomalaisien aikuisten spirometrioissa on vuodesta 1982 lähtien käytetty Viljasen ym. (6) virtaus-tilavuusspirometrian viitearvoja, jotka perustuivat 18–64-vuotiaille terveille tupakoimattomille tehtyihin mittauksiin. Yli 64-vuotiaista ei ollut lainkaan mittaustuloksia, joten viitearvot jouduttiin tälle ikäryhmälle ekstrapoloimaan. Ekstrapolointi johti erityisesti miehillä iän mukana suurenevaan vääristymään yli 55-vuotiaiden tutkittavien uloshengityksen sekuntikapasiteetin ja nopean vitaalikapasiteetin suhteen ( $FEV_1/FVC$ ) viitearvoissa. Tämä näyttää johtaneen obstruktiivisen ventilaatiohäiriön yli diagnostiikkaan (Kainu ym., julkaisematon

*Väestön antropometriset muutokset voivat vaikuttaa pituuteen suhteutettuihin keuhkotilavuuksiin.*

vakiointiin ja toistettavuuskriteereihin on kansainvälisestikin kiinnitetty entistä suurempaa huomiota. Tässä suosituksessa noudatetaan Euroopan keuhkolääkäriyhdistyksen (ERS) ja American Thoracic Societyn (ATS) ohjeita spirometriatutkimuksen suorittamisesta ja vakio-

## Virtaus-tilavuus-spirometrian tavallisimmat suureet

VC = hidas vitaalikapasiteetti

FVC = nopea vitaalikapasiteetti

FEV<sub>1</sub> = uloshengityksen sekuntikapasiteetti

FEV<sub>0,5</sub> = ulos hengitetyn ilman tilavuus 0,5 sekunnin kuluttua puhalluksen alusta

FEV<sub>6</sub> = ulos hengitetyn ilman tilavuus 6 sekunnin kuluttua puhalluksen alusta

FEV<sub>1</sub>/VC = sekuntikapasiteetin ja vitaalikapasiteetin suhde

FEV<sub>1</sub>/FVC = sekuntikapasiteetin ja nopean vitaalikapasiteetin suhde

PEF = uloshengityksen huippuvirtaus

MMEF = uloshengityksen keskivaiheen virtaus (kaksi keskimmäistä tilavuusneljänneistä FVC:stä)

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

havainto). Viljasen ym. aineiston mittausarvoihin on aiheuttanut epätarkkuutta myös mitauksissa käytetty vanhanaikainen kuivamäntä-spirometri ja digitaalisen mittaustekniikan puute. Myös väestön antropometriset muutokset 40 vuoden aikana, esimerkiksi keskipituuden suurentuminen 5 cm:llä, voivat vaikuttaa pituuteen suhteutettuihin keuhkotilavuuksiin.

Näiden ongelmien korjaamiseksi on hiljattain julkaistu uudet suomalaiset Kainun ym. (7) spirometrian viitearvot aikuisille. Ne perustuvat 1 000 terveen ja tupakoimattoman 18–84-vuotiaan suomalaisen mittauksiin neljällä eri paikkakunnalla (Helsinki, Kemi, Kuopio ja Tampere). Viljasen ym. viitearvoihin verrattuna ne ovat FVC:n osalta keskimäärin 1 % suuremmat ja FEV<sub>1</sub>:n osalta 2–3 % pienemmät. Tästä johtuu, että uudet FEV<sub>1</sub>/FVC:n viitearvot ovat keskimäärin noin 3 % pienemmät kuin vanhat. Erot eivät ole keskimäärin suuria, mutta ne ovat painottuneet nuoriin ikäryhmiin ja keski-ikäni ylittäneisiin ikäryhmiin, joissa erot ovat olleet selvästi suuremmat. Viljasen viitearvoissa uloshengitystilavuuden puolivälin ja loppuneljänneksen virtauksien viitearvot (MEF<sub>50</sub> ja MEF<sub>25</sub>) ovat olleet kaikissa ikäryhmissä liian korkeita (7).

Vuonna 2012 julkaistiin uudet monikansalliset spirometrian viitearvot (GLI2012) (8), jotka perustuvat 74 000:n iältään 3–94-vuotiaan henkilön mittauksiin eri puolilta maailmaa; näistä 57 000 on valkoihoisia. GLI2012-yhtälöiden mukaan laskettuihin valkoihoisten arvoihin verrattaessa suomalaisilta mitatut keuhkojen tilavuusarvot (FVC) ovat keskimäärin 5–6 % suuremmat. Erot ovat suurimmat vanhemmissa ikäryhmissä. GLI2012-mittausaineisto ei sisällä tuloksia suomalaisista. Myös lasten spirometrian GLI2012-viitearvot poikkeavat merkittävästi aikaisemmin julkaistuista suomalaisten lasten viitearvoista (9), jotka ovat FEV<sub>1</sub>:n osalta keskimäärin 5–6 % korkeammat.

Systemaattisten erojen vuoksi suositusryhmämme katsoo, että GLI2012-arvot eivät sovi riittävän hyvin syntyperäisten suomalaisten spirometrian viitearvoiksi. Muiden kuin suomalaisten spirometriatulosten arviointiin GLI2012-arvot tuovat kuitenkin huomattavan parannuksen. Epätarkoilta korjaustermeiltä välttyään GLI2012-arvoja käytettäessä; näitä jouduttiin käyttämään sovellettaessa vanhoja keskieuropalaisia viitearvoja (ECSC) (10) muiden kuin

eurooppalaista syntyperää olevien henkilöiden mitauksissa (11). ECSC-arvoihin nähden Kainun ym. (7) FVC-arvot ovat peräti 6–17 % suuremmat.

## Spirometriatutkimuksen aiheet ja vasta-aiheet

Spirometriatutkimuksen tavallisimpia aiheita ovat hengitykseen liittyvien oireiden, kuten hengenahdistuksen, pitkäkestoisen yskän ja hengityksen vinkumisen syiden selvittely. Astman ja keuhkohtaumataudin (COPD) diagnostiikassa spirometrialla on keskeinen merkitys. Myös

TAULUKKO 1.

### Suosittelut lääketauko ennen diagnostista spirometriatutkimusta vaikuttavan lääkeaineen mukaan ryhmiteltyinä.

Lääkeaine	Tauon pituus	
<b>Antikolinergit</b>		
Lyhytvaikutteiset	1 vrk	
Aklidiniumbromidi	2 vrk	
Umeklinium	3 vrk	
Tiotropium	4 vrk	
Glykopyrrooniumbromidi	12 vrk	
<b>Fenyylipropanoliamiini</b>		12 t
<b>Glukokortikoidit</b>		4 vk
<b>Leukotrieni-antagonistit</b>		3 vrk
<b>Natriumkromoglikaatti</b>		12 t
<b>Nedokromiili</b>		1 vrk
<b>Roflumilasti</b>		5 vrk
<b>Sympatomimeetit</b>		
Lyhytvaikutteiset		12 t
Formoteroli ja salmeteroli		2 vrk
Vilanteroli		3 vrk
Indakateroli		7 vrk
Olodateroli		7 vrk
<b>Teofylliinit</b>		3 vrk
<b>Yhdistelmävalmisteet</b>		
Glukokortikoidit ja pitkävaikutteinen sympatomimeetti		48 t tai 4 vk, jos halutaan sulkea pois myös kortikosteroidivaikutus
<b>Antikolinergi ja sympatomimeetti</b>		
lyhytvaikutteiset		1 vrk
indakateroli ja glykopyrrooniumbromidi		12 vrk
vilanteroli ja umeklinium		3 vrk
<b>Yskänlääkkeet</b>		3 vrk

## KIRJALLISUUTTA

- 1 Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Keuhkolääkäriyhdistys ry:n, Suomen Lastenlääkäriyhdistys ry:n ja Suomen Kliinisen Fysiologian Yhdistys ry:n asettama työryhmä. Astma. Käypä hoito -suositus 24.9.2012. www.kaypahoito.fi
- 2 Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistys ry:n asettama työryhmä. Keuhkohtaumatauti. Käypä hoito -suositus 13.6.2014. www.kaypahoito.fi
- 3 Miller MR, Hankinson J, Brusasco V ym. ATS/ERS Task Force: Standardisation of lung function testing. Standardisation of spirometry. Eur Respir J 2005;26:319–38.
- 4 Miller MR, Crapo R, Hankinson J ym. ATS/ERS Task Force: General considerations for lung function. Eur Respir J 2005;26:153–61.
- 5 Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V ym. ATS/ERS Task Force. Inoperative strategies for lung function tests. Eur Respir J 2005;26:948–68.
- 6 Viljanen AA, Halttunen PK, Kreus K-E, Viljanen BC. Spirometric studies in non-smoking, healthy adults. Scand J Clin Lab Invest 1982;159 suppl:5–20.
- 7 Kainu A, Timonen KL, Toikka J ym. Reference values of spirometry for Finnish adults. Clin Physiol Funct Imaging, verkossa ensin 27.3.2015. doi: 10.1111/cpf.12237.
- 8 Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ ym. The ERS Global Lung Function Initiative. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3–95 yr age range: the global lung function 2012 equations. Eur Respir J 2012;40:1324–43.
- 9 Koillinen H, Vanne O, Niemi V, Laakkonen E. Terveiden suomalaisten lasten spirometrian ja uloshengityksen huippuvirtauksen viitearvot. Suom Lääkäril 1998;53:395–402.
- 10 Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE ym. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. Eur Respir J 1993;6 suppl 16:5–40.
- 11 Piirilä P, Lindqvist A, Ryttilä P, Välimäki P, Sovijärvi A. Mitä viitearvoja tulisi käyttää Suomeen muuttaneiden ulkomaalaisten spirometriatutkimuksia arvioitaessa? Suom Lääkäril 2001;56:4487–92.
- 12 Sovijärvi ARA, Kainu A, Malmberg P, Guldbbrand A, Timonen K, Piirilä P. Spirometria- ja PEF-mittausten suoritus ja tulkinta, 13. painos. MOODI 2015; 3b:119–42.
- 13 Quanjer PH, Pretto JJ, Drazzale DJ, Boros PW. Grading the severity of airways obstruction: new wine in new bottles. ERJ 2014;43:505–12.

muiden keuhkojen ja hengityselimistöön vaikuttavien sairauksien, kuten keuhkokudoksen ja neuromuskulaaristen sairauksien diagnostiikassa ja obstruktiivisten keuhkosairauksien fenotyypin arvioinnissa, tutkimuksella on merkitystä. Muita kliinisiä spirometrian aiheita ovat riskiryhmien seulonta (esim. tupakoitsijat, työperäiset altistukset), keuhkolääkityksen vaikutusten arviointi ja sairauden kulun seuranta keuhkosairauksissa (esim. keuhkohtaumatauti, astma ja keuhkoparenkymisairaudet), työkyvyn ja haitta-asteen arviointi sekä toimenpide- ja leikkausriskin arviointi keuhkosairauksissa.

Spirometrian harkinnanvaraisia vasta-aiheita ovat tuore sydäninfarkti (alle 1 kk), epästabiili angina pectoris, rinta- tai vatsakipu mistä syystä tahansa, vaikeat sydämen rytmihäiriöt, keuhkotuberkuloosi (yskösvärjäys positiivinen), ilmairinta, keuhkotoimenpiteen välitön jälkitila (alle 1 vrk, esim. pleurabiopsia), dementia tai sekaavuus, suu- tai kasvokipu, joka häiritsee tutkimusta, pakkoinkontinenssi ja loppenaikaisen synnytyksen riski raskauden loppuvaiheessa. Spirometriatutkimusta ei suositella tehtäväksi, ennen kuin kaksi viikkoa on kulunut hengityselin-

tulehduksen, kuten flunssan, kliinisestä paranemisesta.

## Lääkitys ennen spirometriaa

Spirometrian oikean tulokannalta on tärkeää, että keuhkolääkitys on kysymysasetteluun nähden oikea. Jos kyseessä on diagnositivinen tutkimus (esim. astman diagnostiikka), tulee tutkittavan olla ilman keuhkoputkiin vaikuttavaa lääkitystä.

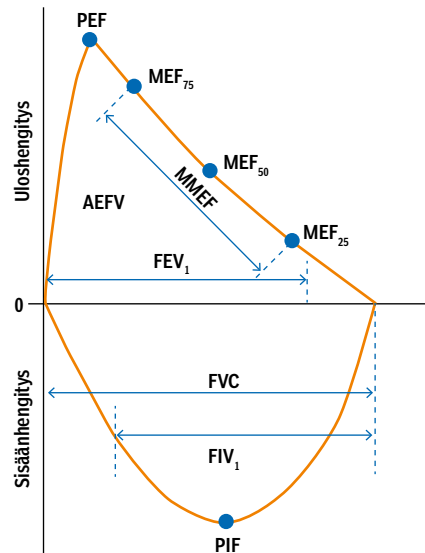
Suosittelua lääketauko ennen diagnostista tutkimusta on tavallisen lyhytvaikutteisen sympatomeetin, kuten salbutamolien käyttäjille 12 tuntia (taulukko 1). Jos halutaan tutkia tilannetta ilman astman hoidossa käytettyjen yhdistelmävalmisteiden (kortikosteroidi ja pitkävaikutteinen sympatomeetti) vaikutusta, on lääkityksen oltava tauolla vähintään neljä viikkoa. Jos taas halutaan tutkia tilannetta vain ilman yhdistelmävalmisteen sympatomeettivaikutusta, on suositeltu tauko tavallisesti 48 tuntia. Keuhkoputkiin vaikuttavien lääkkeiden lääketaukosuositukset on esitetty tarkemmin toisaalla (12).

## Nautintoaineet, ruokailu ja rasitus ennen spirometriaa

Ennen spirometriatutkimusta tutkittavan tulee olla vähintään kaksi tuntia tupakoimatta ja vähintään neljä tuntia ilman kahvia, teetä, kola-juomia ja muita piristäviä aineita ja lisäksi tulee välttää raskasta ateriaa (4,12). Jotta yhteistyö tut-

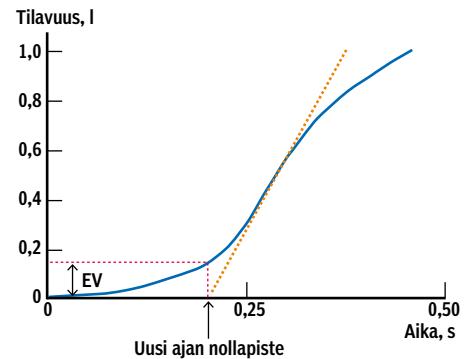
KUVIO 1.

Virtaus-tilavuusspirometrian mallikäyrä sisään- ja ulospuhalluksessa (12).



KUVIO 2.

Ekstrapoloidun tilavuuden (EV) ja puhalluksen uuden alkuketken määrittäminen (3).



kimuksen suorittamisessa sujuisi ilman alkoholin aiheuttamia ongelmia, tutkittavan tulee olla ilman alkoholijuomia vuorokauden ajan.

Voimakasta fyysistä rasitusta tulee välttää kahden tunnin ajan ennen spirometriaa.

### Henkilötiedot ja antropometriset suureet

Tutkittavan ikä on kirjattava spirometriatutkimusta koskevaan tiedostoon vuosissa yhden desimaalin tarkkuudella viitearvojen laskemista varten. Pituus tulee aina mitata ennen tutkimusta yhden senttimetrin tarkkuudella. Myös tutkittavan paino on syytä mitata (kg:n tarkkuudella) ja kirjata painoindeksiin laskemista varten. Vaikka painoa ei käytetä viitearvon laskemisessa, tiedolla on suuri merkitys tuloksen tulkinnassa erityisesti silloin, kun tutkittava on ylipainoinen. Oikean viitearvoston valitsemista varten on kirjattava etninen syntyperä. Jos vanhemmat ovat etniseltä taustaltaan erilaisia, tulee asia kirjata tiedostoon.

#### TAULUKKO 2.

##### Spirometriatutkimuksen virhelähteitä.

###### LAITEVIRHEET

Ilmavuodot mittausjärjestelmässä  
Anturivirheet  
Ohjelmavirheet  
Piirturivirheet  
Laskentayksikön ja tietokoneen virheet

###### TUTKIMUKSEN SUORITTAJAN VIRHEET

Virheellinen kalibrointi  
Virheelliset esitiedot (sukupuoli, ikä, pituus)  
Potilaan käyttämää lääkitystä ei ole varmistettu  
Huono potilaan ohjaus ja kannustus puhalluksissa  
Potilaalta puuttuu nenänsuljin  
Potilaan puhallusasento on väärä  
Pneumotakografi (virtausanturi) kostunut tai likaantunut  
Hyväksyttävien käyrien väärä valinta  
Väärin viitearvojen valinta (aikuiset/lapset/syntyperä)

###### POTILAASTA JOHTUVAT VIRHEET

Huono yhteistyöhalukkuus tai -kyky  
Virheellinen puhallustekniikka  
Ilmavuoto suupielistä  
Käsi tai sormi peittää anturin takaseinämää tai paineletkua  
Kieli tai pureminen ahtauttaa suukappaletta  
Löysä hampasproteesi  
Puhallusta häiritsevät oireet (esim. yskä, rintakipu)  
Lääkitys ei ole ohjeen mukainen

###### TULOSTEN TULKITSIJAN VIRHEET

Spirometriatutkimuksen esitiedostoon on kirjattava käytössä oleva keuhkolääkitys ja viimeisen lääkeannoksen ottoajankohta (lääketauko diagnostisissa tutkimuksissa). Esitiedostoon on kirjattava myös tiedot nykyisestä ja aikaisemmasta tupakoinnista (tupakoinnin määrä ja kesto, josta saadaan laskettua ns. askivuodet). Tieto auttaa tuloksen kliinisessä tulkinnassa.

### Spirometriatutkimuksen muuttujat

Virtaus-tilavuusspirometriarekisteröinnin muuttujat on esitetty maksimaalisen ulos- ja sisäänhengityksen mallikäyrässä (kuvio 1).

### Spirometriatutkimuksen suoritus

Spirometriatutkimuksen yksityiskohtaiset suoritusohjeet on esitetty toisaalla (12). Periaatteenä on, että luotettavan tuloksen saamiseksi tutkittavan on puhallettava vähintään kolme lähes yhdenmukaista virtaus-tilavuuskäyrää. Tutkimus edellyttää tutkittavalta hyvää yhteistointia ja tutkimuksen suorittajalta riittävää koulutusta.

Puhallusten aikana tutkittava istuu selkä suorana siten, että ryhti ja kaulan asento eivät oleellisesti muutu. Puhallusten ajaksi tutkittavalle on asetettu nenänsuljin. Tutkittavan on pidettävä spirometrin suukappale tiiviisti suussa hampaiden välissä puhallusten ajan siten, että huulet painautuvat tiiviisti suukappaleen ympärille. Ennen ulospuhallusta tutkittavaa pyydetään vetämään keuhkot aivan täyteen ilmaa (totaalikapasiteettitaso, TLC-taso) ja alle yhden sekunnin tauon jälkeen hengittämään ulos niin nopeasti kuin mahdollista ja keuhkot niin tyhjiksi kuin mahdollista. Minimitavoitteena on saada rekisteröidyksi vähintään kolme lähes yhteneväistä käyrää. Yhden tutkimuskerran aikana ei kuitenkaan suositella yli kahdeksaa peräkkäistä puhallusta.

Hitaan vitaalikapasiteetin (VC) mittaamisesta on hyötyä sekä obstruktion että restriktion diagnostikassa. VC:n mittaus tehdään ennen FVC-puhalluksia kolme kertaa siten, että lepo hengityksen jälkeen tutkittavaa pyydetään puhaltamaan keuhkot hitaasti niin tyhjiksi kuin mahdollista (jäännöstilavuustaso, RV-taso) ja heti sen jälkeen vetämään keuhkot täyteen ilmaa (TLC-taso). Mittaus voidaan tehdä myös siten, että lepouloshengityksen jälkeen vedetään keuhkot täyteen ilmaa (TLC-taso) ja sen jälkeen puhalletaan keuhkot tyhjiksi (RV-taso). Par-

## SIDONNAISUUDET

Anssi R. A. Sovijärvi: Luento- ja konsultaatiopalkkioita (GlaxoSmith-Kline, Helsingin Funktiotest Oy, Orion Pharma), kirjoituspalkkio (Labquality Oy).

Annette Kainu: Luentopalkkioita (AstraZeneca, Mediutiset, Orion), kirjoituspalkkio (Labquality Oy), laadunarviointikierroksen asiantuntija (Labquality Oy).

Anna Guldbrand: Ei sidonnaisuuksia. Kirsi Timonen: Luentopalkkio (Boehringer Ingelheim).

Pekka Malmberg: Asiantuntijalausunto (Labquality Oy). Päivi Piirilä: Luentopalkkioita (AstraZeneca, Boehringer Ingelheim, Novartis), kongressimatka (Boehringer Ingelheim).

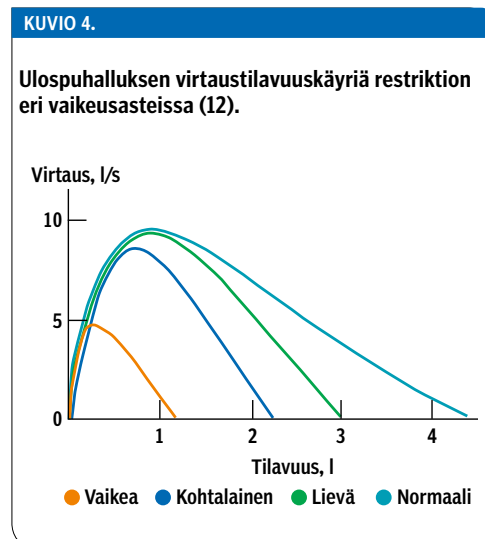
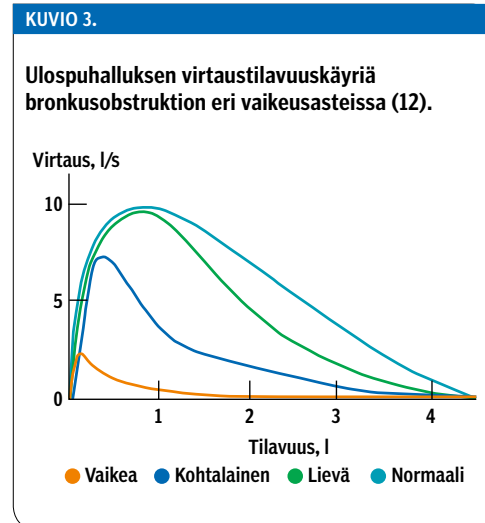
haaksi katsotaan se puhallustekniikka, jolla saadaan suurin VC-arvo.

Puhallusten hyväksymiskriteerien (3) noudattaminen on tutkimuksen luotettavuuden perusta.

### Yhden puhalluksen hyväksymiskriteerit

#### 1) Käyrässä ei saa olla artefakteja:

- ei yskäisyn aiheuttamaa virtauspiikkiä ulospuhalluksen ensimmäisen sekunnin aikana eikä MMEF-mittauksen virtausalueella
- ei kurkunpään sulkeutumisesta johtuvaa virtauksen katkeamista
- ei ilmapuotoa suupielistä tai muualta



– ei suukappaleen ahtauttamisesta johtuvaa virtauksen estymistä

– ei virtausanturin kostumisesta tai likaantumisenesta johtuvaa virtausarvojen suurenemista tai anturin taakse työntyneen sormen aiheuttamaa virtauksen kasvua (pneumotakografain paine-eron kasvu)

2) Käyrän tulee olla yhteneväisesti etenevä (maksimaalinen puhallusvoima koko ajan).

3) Puhalluksen alun tulee olla riittävän nopea ja voimakas:

– PEF saavutetaan nopeasti ja käyrän huippu on melko terävä (kuvio 1).

– Ekstrapoloitu tilavuus (EV) puhalluksen laskennallisessa aloituskohdassa (uusi nollapiste) on alle 5 % FVC:stä tai alle 150 ml (kuvio 2).

4) Puhalluksen kesto (forced expiratory time, FET) on riittävän pitkä:

– aikuisilla ja yli 10-vuotiailla vähintään 6 sekuntia ja alle 10-vuotiailla vähintään 3 sekuntia

– Puhalluksen lopussa tilavuus saa muuttua enää 25 ml viimeisen sekunnin aikana; tämän kriteerin saavuttamiseksi potilas, jolla on bronksubstruktio, joutuu puhaltamaan usein huomattavasti pitempään kuin 6 sekuntia.

Spirometriatutkimuksen virhelähteitä on esitelty tarkemmin tämän suositusartikkelin sähköisessä versiossa ja toisaalla (12).

### Tuloksen toistettavuuskriteerit

1)  $FEV_1$  ja FVC: kahden suurimman mitatun arvon ero saa olla korkeintaan 150 ml (jos arvo on alle yhden litran, sallittu ero on korkeintaan 100 ml) (3).

2) VC: kahden suurimman arvon ero ei saa olla yli 150 ml (3).

3) PEF ja PIF: kahden suurimman arvon ero saa olla korkeintaan 10 % pienempään arvoon verrattuna (10).

Spirometriasuureiden valinta käyrästä tulostukseen

1) Tulostukseen valitaan suurin  $FEV_1$  ja suurin FVC mistä tahansa onnistuneesta käyrästä.

2) Tulostukseen valitaan suurin  $FEV_6$  ja suurin  $FEV_{0,5}$  mistä tahansa onnistuneesta käyrästä.

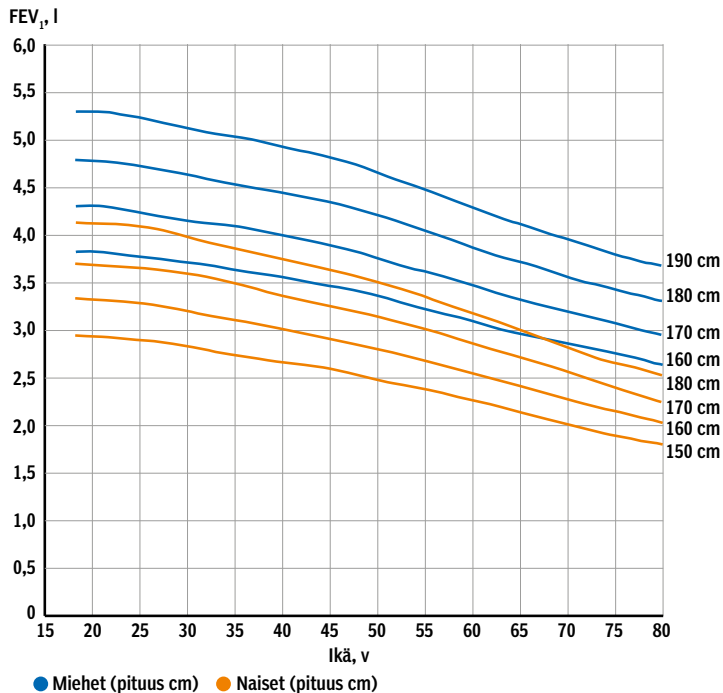
3)  $FEV_1/FVC$  lasketaan suurimpien  $FEV_1$ - ja FVC-arvojen perusteella.

4)  $FEV_1/VC$  lasketaan suurimpien  $FEV_1$ - ja VC-arvojen perusteella.

5) Kaikki uloshengityksen virtausarvot, kuten PEF,  $MEF_{50}$  ja MMEF tulostetaan siitä käyrästä, jossa  $FEV_1$ - ja FVC-arvojen summa on suurin.

KUVIO 5.

FEV<sub>1</sub>-viitearvonomogrammit 18–80-vuotiailla Kainun ym. (7) viitearvojen mukaan. Käyrät edustavat kukin pituuskohortin keskiarvoa (12).



6) Sisäänhengityksen huippuvirtauksen (PIF) arvoksi tulostetaan suurin mitattu arvo.

7) Restriktion ja obstruktion arvioinnissa käytetään suurinta vitaalikapasiteettia (FVC tai VC) ja pienintä FEV<sub>1</sub>:n ja vitaalikapasiteetin suhdetta (FEV<sub>1</sub>/FVC tai FEV<sub>1</sub>/VC).

8) MEF<sub>25</sub>-arvoa ei enää suositella käytettäväksi spirometriatutkimuksen arvioinnissa sen suurin vaihtelevuuden vuoksi.

#### Spirometriatutkimuksen virhelähteet

Spirometriatutkimuksessa on useita erilaisia virhelähteitä (taulukko 2) (12). Tavallisin ongelma tutkimuksessa on huono yhteistoiminta potilaan kanssa: potilas ei pysty käyttämään maksimaalista lihasvoimaa tai nopeutta puhalluksen aikana. Usein myös yskä häiritsee puhalluksia, jolloin virtauspiikit voivat pilata tuloksia. FEV<sub>1</sub> voidaan kuitenkin hyväksyä, jos

yskäpiikki osuu vasta ulospuhalluksen ensimmäisen sekunnin jälkeiseen vaiheeseen.

Vajaaksi jäänyt sisäänhengitys (ei saavuta TLC-tasoa) ennen nopeaa ulospuhallusta aiheuttaa virheellisiä, yleensä liian pieniä, virtaus- ja tilavuuslukuja. Virtausanturin vastuksen suurentuminen esimerkiksi kostumisen tai yskösliman vuoksi kasvattaa keinotekoisesti virtaus- ja tilavuusarvoja.

Väärin viitearvojen valinta on suuri virhe, joka voi vääristää tuloksen patologiseksi (esim. suomalaisten arvojen käyttö ulkomaalaista tutkittaessa).

Täsmällinen tieto mahdollisen astmalääkityksen tauon kestosta on aivan oleellinen silloin, kun tehdään diagnostinen spirometriatutkimus. Jos asianmukaisesta lääkityksestä tai sen tuottamisesta ei ole huolehdittu, spirometriatutkimuksesta ei saada luotettavaa vastausta kysymyksenasetteluun (hoidon tehon arviointi tai diagnostiikka).

#### Spirometriatuloksen arviointi

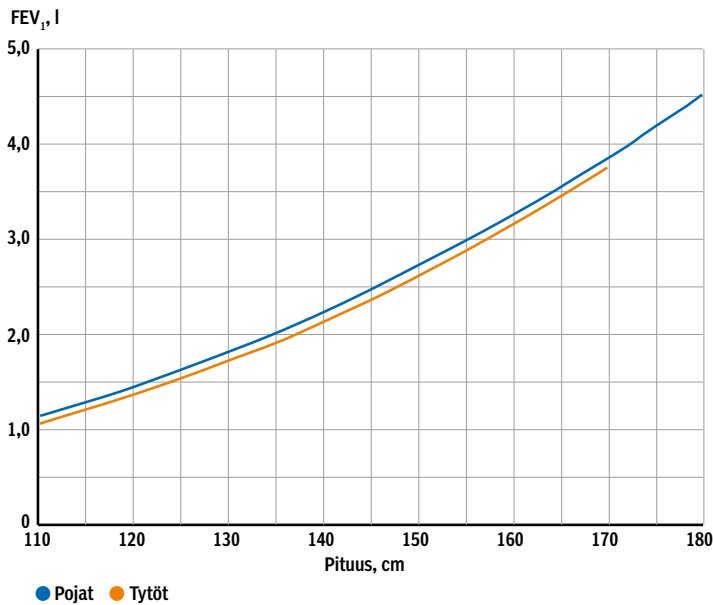
Aluksi arvioidaan spirometriatuloksen luotettavuus. Sen jälkeen tulosta arvioidaan vertaamalla mittaustuloksia viitearvoihin ja tutkimalla käyrien muotoa. Perifeerisessä bronkusobstruktiassa virtaus-tilavuuskäyrän muoto on usein sitä koverampi, mitä vaikeammasta obstruktiosta on kysymys, samalla kun keskimääräiset virtausarvot pienenevät (kuvio 3). Keuhkojen tilavuuden rajoittumisen (restriktion) vaikeutuessa virtaus-tilavuuskäyrät eivät yleensä ole koveria, vaan käyrien virtaustasot alkavat pienentyä erityisesti ulospuhalluksen loppuvaiheessa virtauksen saavuttaessa nollatason normaalia aikaisemmin, jolloin FVC pienentyy (kuvio 4).

Suomalaisten ja saamelaisten aikuisten spirometriatulosten arvioinnissa suositellaan käytettäväksi Kainun ym. (7) viitearvoja (kuvio 5) ja syntyperältään muunmaalaisten (aikuisten ja lapsien) tuloksien arvioinnissa monikansallisia GLI2012-viitearvoja (8). Suomalaisten lasten spirometriatulosten arviointiin suositellaan edelleen suomalaisia Koillisen ym. (9) viitearvoja (kuvio 6).

Kun verrataan keskipituisten henkilön viitearvoja laskettuina Kainun ym. (7) viitearvomateriaalista ja GLI2012-aineiston (8) valkoihoiden ryhmän mukaan, suomalaiset FVC-arvot ovat keskimäärin 5–6 % ja FEV<sub>1</sub>-arvot 3–4 % suuremmat kuin kansainvälisen aineiston

KUVIO 6.

Lasten (6–16 v) FEV<sub>1</sub>-viitearvojen keskiarvot pituuden funktiona Koillisen ym. (9) mukaan (12).



(kuvio 7). Erot ovat vanhemmissa ikäryhmissä suuremmat kuin nuorissa.

Nyt suositeltavia spirometrian viitearvoja (7,8,9) käytettäessä arviointiperusteet ovat aikaisempaan nähden oleellisesti muuttuneet. Mittaustulosta verrataan viitearvoon z-arvon avulla. Se ilmaisee mitatun tuloksen poikkeaman sukupuolen, iän (0,1 vuoden tarkkuudella) ja pituuden (1 cm:n tarkkuudella) mukaan lasketusta viitearvosta viitearvoaineiston ikäryhmän mittaustulosten keskihajonnan (SD) kerrannaisena. Kliinisessä aineistossa mittaustuloksen z-arvo  $-1,65$  tulkitaan normaalin variaation alarajaksi, koska vain alle 5 %:lla terveistä havaitaan tätä pienempiä tuloksia (kuvio 6). Tätä rajaa käytetään kaikkien spirometriamuuttujien arvioinnissa, kun kyseessä on kliininen kysymyksenasettelu. Epidemiologisissa ja seulontatyyppisissä tutkimuksissa voidaan käyttää normaalin alarajana z- arvoa  $-1,96$ , jolloin terveiden henkilöiden aineistosta 2,5 % saa tämän alle sijoittuvia tuloksia eli ”väärää positiivisia” (8).

TAULUKKO 3.

Ventilaatiokapasiteetin heikkenemisen asteen luokittelu FEV<sub>1</sub>-arvon perusteella kansainvälisten kriteerien mukaan (5,13).

Muutoksen vaikeusaste	FEV <sub>1</sub> (z)	
	alaraja	yläraja
Normaali	$-1,65$	
Lievä	$-2,00$	$-1,66$
Kohtalainen	$-2,50$	$-2,01$
Kohtalaisen vaikea	$-3,00$	$-2,51$
Vaikea	$-4,00$	$-3,01$
Erittäin vaikea		$-4,01$

Kuviossa 8 on esitetty tuloksen poikkeavuuden alarajan määräytyminen viitearvopopulaation mittaustulosten jakautumassa z-arvoa käytäen. Samassa kuviossa on myös määritelty todetun ventilaatiohäiriön vaikeusasteen rajat FEV<sub>1</sub>(z)-arvojen perusteella.

Vaikeusaste määritellään nyt viisiportaisella asteikolla aikaisemman neliportaisen asteikon sijasta (taulukko 3). Jos FEV<sub>1</sub>(z)-arvo on  $-2,0$ :n ja  $-1,65$ :n välillä, ventilaatiokapasiteetin alenema on lievä, ja FEV<sub>1</sub>(z)-arvon ollessa alle  $-4,0$  ventilaatiokapasiteetti on erittäin vaikeasti laskenut.

#### Tuloksen tulkinta

Kuviossa 9 on esitetty suositeltava spirometrian tulkintakaavio z-arvoja käyttäen.

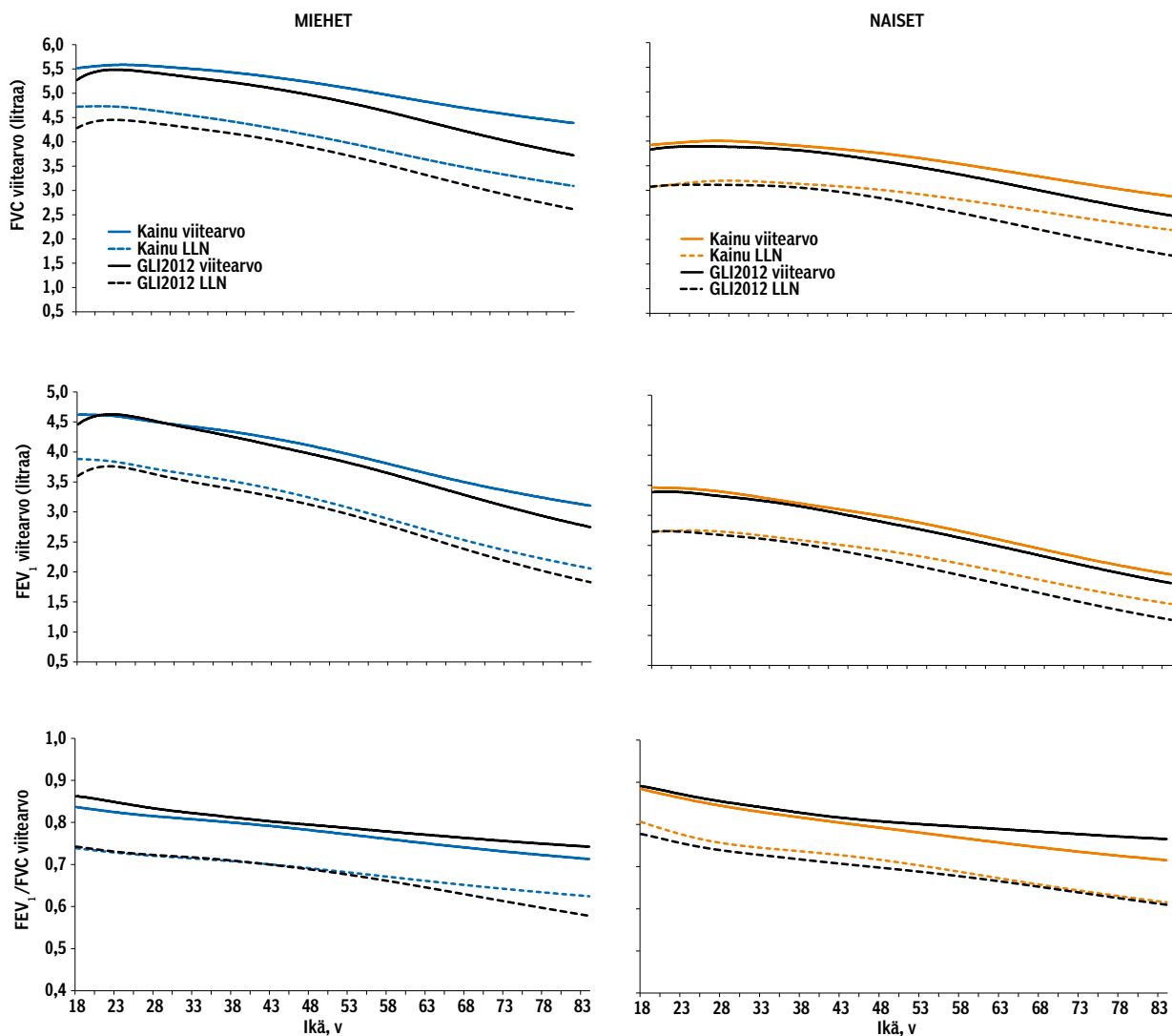
Jos yhdenkään spirometriatutkimuksessa mitatun muuttujan z-arvo ei ole alle  $-1,65$ , eli kaikki mitatut arvot ovat viitealueella, ei ventilaatiohäiriötä ole todettavissa ja tulos on siis normaali. Mikäli yhdenkin mitatun muuttujan arvo on alle  $-1,65$ , kyseessä on poikkeava tulos eli ventilaatiohäiriö.

Ventilaatiohäiriö tulkitaan obstruktiiviseksi, kun FEV<sub>1</sub>/FVC(z) tai FEV<sub>1</sub>/VC(z) on alle  $-1,65$ . Jos ainoastaan jokin mitatuista virtausarvoista PEF, MEF<sub>50</sub> tai MMEF on viitealueen alapuolella (z-arvo alle  $-1,65$ ), on kyseessä obstruktion viittaava löydös, esimerkiksi lievä pienten hengitysteiden obstruktio (MEF<sub>50</sub>(z)  $< -1,65$  tai MMEF(z)  $< -1,65$ ) tai sentraalisten hengitysteiden obstruktio (PEF(z)  $< -1,65$ ). Tällöin siis FVC:n tai VC:n tulee olla normaalialueella.



KUVIO 7.

FVC:n ja FEV<sub>1</sub>:n ja FEV<sub>1</sub>/FVC:n keskimääräinen viitearvo ja normaalin alaraja (LLN) Kainun ym. (7) ja GLI2012-viitearvojen (8) perusteella laskettuna 18–84-vuotiailla.



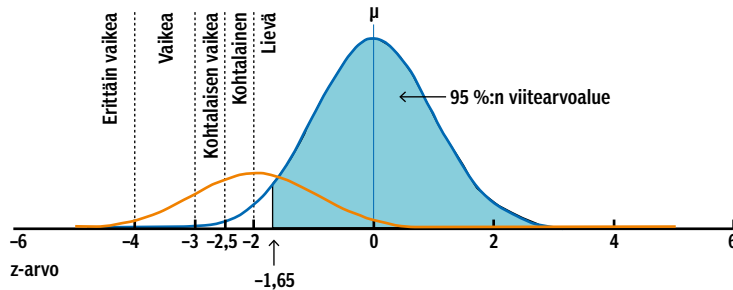
Uloshengityslihasten heikkous voi myös pienentää PEF-arvoa. Monikansallisissa GLI2012-viitearvoissa ei ole PEF:n viitearvoa eikä MEF<sub>50</sub>:n viitearvoa, mutta kylläkin MMEF:n viitearvo. Etniseltä taustaltaan ulkomaalaisten henkilöiden sentraalisen obstruktion arviointi jää PEF:n viitearvon puuttuessa käyrän muo-

don tarkastelun varaan (puhalluksen alkuvaiheen virtaus tasomaisesti rajoittunut).

Ventilaatiohäiriö tulkitaan restriktiiviseksi, jos sekä VC että FVC ovat viitealueen alapuolella (z-arvo alle -1,65). Kainun ym. (7) aineistosta ei vielä ole julkaistu VC:n viitearvoja. Myöskään monikansallisissa GLI2012-viite-

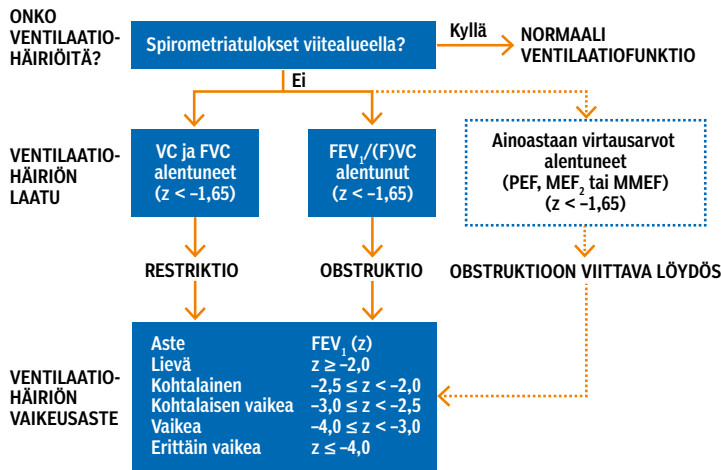
KUVIO 8.

Viitearvopopulaation spirometriatuloksen hajontaan perustuva ventilaatiohäiriön vaikeusasteen luokittelu  $FEV_1(z)$ -arvon mukaan (12).



KUVIO 9.

Spirometrian tulkintakaavio tuloksen z-arvojen perusteella.  $FEV_1/(F)VC$  tarkoittaa sekä  $FEV_1/VC$ - että  $FEV_1/FVC$ -arvoa (12).



arvoissa ei ole VC:n viitearvoa. Koska terveillä VC ja FVC eivät poikkea merkittävästi toisistaan, suositellaan VC:n viitearvona käytettäväksi FVC:n viitearvoa.

Jos  $FEV_1/(F)VC$  on pienentynyt samanaikaisesti kuin FVC ja VC, on kyseessä restriktion lisäksi obstruktiivinen häiriö. Bronkusobstruktiossa FVC usein pienenee (kuvio 3) pienissä hengitysteissä esiintyvän ilmasalpauksen vuoksi.

si. Tällöin tilannetta kutsutaan dynaamiseksi restriktioksi. Näissä tapauksissa FVC saattaa olla selvästi pienempi kuin VC, jonka mittaamisessa ei käytetä keuhkoputkiin dynaamista kompressiota aiheuttavaa uloshengityslihasten maksimaalista voimaa, kuten FVC:n mittauksessa. Todellinen keuhkojen tilavuusrestriktio (pienentynyt keuhkojen totaalikapasiteetti, TLC) voidaan selvittää tilavuusspirometrialla (esim. kaasulaimennosmenetelmä) tai kaikkein luotettavimmin keuhkopletysmografialla.

Kuviossa 9 on esitetty todetun ventilaatiohäiriön vaikeusasteen luokittelu  $FEV_1(z)$ -arvojen perusteella (12). ATS/ERS-suosituksen mukaan kaikki ventilaatiohäiriöt luokitellaan  $FEV_1$ -arvon perusteella (5). On huomattava, että jos jonkin mitatun muuttujan z-arvo on ollut alle  $-1,65$ , on häiriö luokiteltava lieväasteiseksi, jos  $FEV_1(z)$  on  $-2,0$  tai suurempi.  $FEV_1$  voi siis olla normaalialueella, vaikka kyseessä olisi ventilaatiohäiriö (lievä).

Yli 50-vuotiailla ja alle 10-vuotiailla mittaustulosten hajonta viitearvopopulaatioissa alkaa kasvaa, jolloin normaalivariaation laskennallinen hajontaan perustuva alaraja ( $z < -1,65$ ) suhteessa samanikäisten ja -pituisten ja samaa sukupuolta olevien henkilöiden viitearvoaineiston keskiarvoon laskee. Esimerkiksi 70-vuotiailla naisilla normaalin  $FEV_1$ -arvon alaraja on tasolla 73 % viitearvosta ja miehillä tätä hieman matalampi (kuvio 10). Kainun ym. (7) viitearvoaineistossa ilmiö on samankaltainen.

Aikaisempia viitearvoja (6) käytettäessä viitearvomittausten ikäkohtaisia hajontoja ei voitu laskea yli 64-vuotiaille. Esimerkiksi  $FEV_1$ -arvon alaraja oli kaikissa ikäryhmissä 80 % viitearvosta eli vanhoissa ikäryhmissä todelliseen hajontaan nähden liian korkealla. Tämä on tärkeä syy siihen, että vanhemmassa väestössä Viljasen ym. (6) viitearvot ovat johtaneet ventilaatiohäiriöiden yli diagnostiikkaan.

### Spirometrian viitearvosuositukset suomalaisille ja ulkomaalaisille

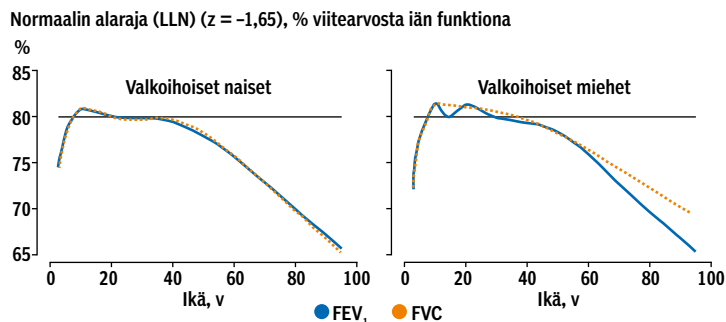
#### Suomalaiset ja saamelaiset aikuiset

Syntyperältään suomalaisille ja saamelaisille yli 17-vuotiaille suositellaan käytettäväksi uusien Kainun ym. (7) viitearvojen, kun arvioidaan ulospuhalluksessa mitattuja virtaus-tilavuusspirometrian arvoja ja hidasta vitaalikapasiteettia (VC).

Sisäänhengityksen huippuvirtauksen (PIF) viitearvoksi suositellaan edelleen Viljasen ym.

KUVIO 10.

**FEV<sub>1</sub>- ja FVC-arvojen normaalin variaation alaraja (LLN, z-arvo = -1,65) prosentteina viitearvosta eri-ikäisillä valkoihoisilla naisilla ja miehillä GLI2012-viitearvoaineistossa (8).**



(6) viitearvoa, jonka arvioinnissa käytetään tuloksen prosenttiosuutta viitearvosta; Viljasen arvoista z-rajaa ei ole määritettävissä eri-ikäisille. Saamelaisille ei ole validoitu viitearvoja, mutta suosittelemme käytettäväksi syntyperäisten suomalaisten arvoja.

#### Suomalaiset ja saamelaiset lapset

Suosittelimme käytettäväksi entiseen tapaan suomalaisia Koillisen ym. viitearvoja (9).

#### Ulkomaalaiset aikuiset ja lapset

Suosittelimme käytettäväksi monikansallisia GLI2012-viitearvoja (8) ja käyttämään rodun mukaisia sovelluksia seuraavilla etnisillä ryhmillä:

a) Valkoinen rotu (Caucasian): kaikki eurooppalaista alkuperää olevat väestöt Euroopassa, Lähi-idässä, Pohjois- ja Etelä-Amerikassa sekä Australiassa

b) Musta rotu (Black): mustarotuiset amerikkalaiset, Saharan eteläpuolinen Afrikka kokonaan. (Malli perustuu mustarotuisien amerikkalaisten mittauksiin.)

c) Eteläisen Aasian rodut (South East Asian): eteläinen Aasia Kiinan keskiosaan asti eli Huaihe-joen ja Qinling-vuoriston eteläpuolinen vyöhyke.

d) Pohjoinen Itä-Aasia (North East Asian): Huaihe-joen ja Qinling-vuoriston muodostamasta vyöhykkeestä pohjoiseen kaikki aasialaiset (Kiina ja Korea). Japanilaisille voidaan käyt-

tää omia viitearvoja, mikäli ne ovat saatavissa (japanilaisilla pienet keuhkotilavuudet pituuteen nähden).

e) Muut (Other): edellä mainittuihin ryhmiin kuulumattomat ja etniseltä taustaltaan näiden yhdistelmät (ei-suomalaiset).

GLI2012-viitearvoissa ei ole inspiratorisen spirometrian viitearvoja (esim. PIF). Ulkomaalaisten henkilöiden inspiratorista spirometriaa tulee arvioida käyrän muodon perusteella sekä mitattujen PEF- ja PIF-arvojen suhteita tarkastelemalla.

#### Suomalaisen ja ulkomaalaisen vanhemman jälkeläinen

Jos tutkittavan toinen vanhemmista on suomalainen ja toinen edustaa muuta etnistä alkuperää, suositellaan pääsääntöisesti käytettäväksi suomalaisia viitearvoja. Rajatapauksissa voidaan vertailussa käyttää myös monikansallisia GLI2012-viitearvoja. Jos muuta etnistä alkuperää oleva toinen vanhempi on valkoihoinen, voidaan käyttää valkoisen rodun viitearvoja. Muiden etnisten ryhmien tutkimuksissa suositellaan Muut-ryhmän viitearvojen käyttöä.

Tulkinta perustuu yksilölliseen harkintaan, ja tuloksia raportoitaessa on selkeästi ilmoitettava käytetty viitearvo ja etninen ryhmä.

#### Bronkodilataatiokoe

Bronkodilataatiokoe on spirometrian lisätutkimus, jolla selvitetään keuhkoputkien obstruktion palautuvuutta lyhytvaikutteisen keuhkoputkia avaavan lääkkeen ( $\beta_2$ -sympatomimeetti tai antikolinergi) vaikutuksesta. Ohimenevä obstruktio on astmalle tyypillistä. Tutkimus on suositeltavaa tehdä aina, jos perusvaiheen spirometrian tai lähetetietojen perusteella tutkimuksen aihe on ilmeinen. Normaalin rajoissa oleva spirometrialöydös ei sulje pois merkittävää bronkodilataatiovastetta, joten diagnostiikassa selvittelyissä bronkodilataatiokoe on syytä tehdä varsin herkästi, ellei kokeelle ole vasta-aiheita.

#### Bronkodilataatiokokeen aiheet peruspuhallusten mukaan

A. Obstruktiolöydös spirometriassa

1) FEV<sub>1</sub>/FVC tai FEV<sub>1</sub>/VC on pienentynyt (z-arvo alle -1,65)

2) MEF<sub>50</sub> tai MMEF on pienentynyt (z-arvo alle -1,65), kun FVC tai VC on normaali

TAULUKKO 4.

**Astman diagnostiikassa merkitsevän bronkodilataatiovasteen raja-arvot (5,14). Bronkodilataatiovaste on merkitsevä, kun sekä prosentuaalinen että absoluuttinen muutos ylittävät raja-arvot.**

Suure	Suhteellinen muutos, % lähtöarvosta	Absoluuttinen muutos, erotus lähtöarvosta
<b>DIAGNOSTISEN MUUTOKSEN RAJAT</b>		
FVC	+12	+0,20 l
FEV <sub>1</sub>	+12	+0,20 l
<b>VIITTEELLISEN MUUTOKSEN RAJAT</b>		
PEF	+23	+1,0 l/s
MMEF	+33	+0,4 l/s
MEF <sub>50</sub>	+36	+0,5 l/s
AEFV	+25	

B. Epäily astmasta tai keuhkohtaumataudista ja kun spirometriasuureiden z-arvot ovat alle seuraavien rajojen:

- FEV(z) < -1,0 ja/tai
- FVC(z) < -1,65
- PEF(z) < -1,65
- MEF<sub>50</sub>(z) < -1,65
- MMEF(z) < -1,65

C. Erikseen pyydettyä, vaikka edellä esitetyt kriteerit eivät täytyisikään. Tällainen varsin yleinen tilanne on esimerkiksi astmalääkityksen riittävyden arviointi.

#### Bronkodilataatiokokeen suoritus

Bronkodilataatiokokeen suoritus on yksityiskohtaisesti kuvattu muualla (12). Tavallisin bronkodilataatiokokeessa käytetty lääke on salbutamoliaserosoli. Peruspuhallusten jälkeen tutkittavalle annetaan normaalisti 0,2 mg salbutamoliaserosolia kaksi kertaa peräkkäin annostelukammiota käyttäen; kokonaisannos salbutamoliaserosolia on siis 0,4 mg. Alle 10-vuotiaille lapsille suositeltu annos on 0,2–0,3 mg. Salbutamoliaserosolia-inhalaation jälkeen tehdään uusi spirometriatutkimus 10–15 minuutin kuluttua.

Salbutamoliaserosolia sijasta voidaan käyttää sympatomimeettinä myös terbutaliinia, jonka kokonaisannos aikuisille on 1,0 mg.

Bronkodilataatiokoe voidaan tehdä myös lyhytvaikutteisilla antikolinergillä käyttäen (ipratropiumbromidi). Suositeltava annos bronkodilataatiokokeessa on aikuisille 80 µg (4 x 20 µg).

Koska lääke vaikuttaa hitaammin, uusi spirometria on syytä tehdä vasta 30 minuutin kuluttua lääkkeen annosta.

#### Merkitsevä bronkodilataatiovaste

Merkitsevän bronkodilataatiovasteen rajat ovat samat kuin aikaisemmassa suosituksessa (taulukko 4). FEV<sub>1</sub>:n ja FVC:n paranemisen raja-arvot, +12 % ja +200 ml lähtöarvosta ovat myös astman diagnostiset raja-arvot bronkodilataatiokokeessa (1,5). Muiden spirometriamuuttujien, kuten PEF:n, MMEF:n ja MEF<sub>50</sub>:n raja-arvot ylittävä bronkodilataatiovaste on astman suhteen vain viitteellinen, ja usein se antaa aiheen diagnostiin jatkotutkimuksiin, kuten PEF-vuorokausivaihtelun mittaamiseen tai keuhkoputkien supistumisherkkyden mittaamiseen histamiini- tai metakoliinialtistuskokeella. On huomattava, että merkitsevä muutos edellyttää sekä suhteellisen että absoluuttisen muutoksen raja-arvon ylittämistä.

Pitemmän aikavälin seurannassa (esim. 2–3 viikon hoitokoe astmalääkityksellä) merkitsevä ja astmalle diagnostinen FEV<sub>1</sub>:n muutos on +15 % ja +200 ml lähtöarvosta.

#### Spirometriatutkimuksen tulostus

Spirometriatutkimuksen graafisissa tulosteissa tulee näkyä kriteerien mukaan valittu paras onnistunut käyrä (käyrä jossa summa FEV1 + FVC on suurin) ennen ja jälkeen bronkodilataattorin annon samassa akselistossa. Erillisellä sivulla tulee esittää lisäksi kaikkien yksittäisten puhallusten käyrät. Tutkimuksen numeerisissa tulostuksissa suositellaan käytettäväksi peruspuhallustuloksista seuraavia sarakkeita: viitearvo, mitattu arvo, z-arvo, % viitearvosta.

Bronkodilataatiokokeen mittaustuloksista suositellaan tulostettavaksi mitattu arvo, z-arvo, % viitearvosta, absoluuttinen muutos ja prosentuaalinen muutos.

Tulosteissa tulee näkyä myös jokaisen yksittäisen puhalluksen tulokset.

#### Lopuksi

Uudet suomalaiset ja kansainväliset viitearvot parantavat suuresti spirometriatutkimuksen diagnostista luotettavuutta. Kainun ym. (7) viitearvot ja niiden laskemiseksi käytetty matemaattinen mallinnus tarkentavat erityisesti vanhempien ikäryhmien tulosten arvioinnin luotettavuutta. Vanhojen suomalaisten viitearvojen

käyttö on todennäköisesti johtanut hengitystieobstruktion tai muun ventilaatiohäiriön yli-diagnostiikkaan vanhemmissa ikäryhmissä, ja tästä on voinut seurata väärää keuhkohtaumatautidiagnooseja ja mahdollisesti myös turhia astman lisätutkimuksia. Uudet monikansalliset spirometrian viitearvot tuovat suuren parannuksen ulkomaalaisten aikuisten ja lasten spirometriatutkimusten arviointiin.

Uusien tilastopohjaisten arviointimenettelyjen saaminen käyttöön edellyttää laajaa koulu-

tuskierrosta sekä hoitajille että lääkäreille. Laitevalmistajien toivotaan ripeästi asentavan uudet arvot laitteistoihin. Laitevalmistajilta saamiemme tietojen ja uusien ohjelmistojen kokeilukäytön perusteella uskomme, että uudet viitearvot – sekä suomalaiset että kansainväliset – voidaan ottaa käyttöön kesän 2016 aikana. Vertailuissa viitearvoihin suositellaan käytettäväksi sekä z-arvoja että prosentteja viitearvosta; jälkimmäisiä tarvitaan erityisesti haitta-asteen ja toimenpideriskien arvioinnissa. ●

**English summary** | [www.laakarilehti.fi](http://www.laakarilehti.fi) | in english

Interpretation of spirometry – implementation of new Finnish and global reference values – A recommendation of the Finnish Society of Clinical Physiology and the Finnish respiratory society

ANSSI R. A. SOVIJÄRVI,  
ANNETTE KAINU,  
PEKKA MALMBERG,  
ANNA GULDBRAND,  
KIRSI TIMONEN,  
PÄIVI PIIRILÄ

# Interpretation of spirometry – implementation of new Finnish and global reference values

– A recommendation of the Finnish Society of Clinical  
Physiology and the Finnish respiratory society

New Finnish reference values for spirometry have recently been published. They also cover elderly people (age 18-84 years). Interpretation of spirometry using the new values is based on the statistical distribution of values measured in healthy non-smoking people of the same age and sex as the subject to be evaluated. The deviation of the measured value from the mean reference value is calculated as z-score (SD units). The lower limit of normal variation as z-score is  $-1.65$  for all spirometric variables. This means that 95% of healthy non-smoking people will be over that limit. The severity of changes in spirometry will be evaluated by using the z-score as well. People whose ethnic background is other than Finnish will be evaluated by using new global GLI2012 reference values for spirometry. For Finnish children the Finnish reference values are recommended.