

PUHALLUSKOKEET**Sisällys**

1.	TARVIKKEET	1
1.1	Spirometria ja diffuusiokapasiteetti	1
1.2	Typpioksidi	1
2.	VIITEARVOT	2
3.	ESIVALMISTELU	3
3.1	Puhalluslaitteen tilavuuskalibrointi.....	3
3.2	Puhalluslaitteen kaasukalibrointi	3
3.3	Typpioksidin kalibrointi.....	3
4.	SPIROMETRIA (VTS).....	4
4.1	Tutkimuksen tarkoitus	4
4.2	Valmistautuminen	4
5.	DIFFUUSIOKAPASITEETTI (DL).....	6
5.1	Tutkimuksen tarkoitus	6
5.2	Valmistautuminen	6
6.	TYPPIOKSIDI (NOEX)	7
6.1	Tutkimuksen tarkoitus	7
6.2	Valmistautuminen	7
7.	TUTKIMUKSEN SUORITUS	8
7.1	VC - mittaus.....	8
7.2	VTS – mittaus	8
7.3	BR – mittaus	9
7.4	DL – mittaus	9
7.5	NOEX –mittaus.....	10
8.	TUTKIMUKSEN ARVIOINTI.....	11
8.1	Arvioitavia asioita.....	11
8.2	Käytettävät suureet.....	11
9.	ONGELMATILANTEET.....	12
9.1	Kaasukalibrointi ei mene läpi	12
9.2	Tilavuuskalibrointi.....	12
9.2.1.	Apuviivat kadonneet	12
9.2.2.	Tilavuuskalibrointi herjaa	12
10.	PUHDISTUS JA HUOLTO.....	13
10.1	Ympäristöolosuhteet	13
10.2	Typpioksidikontrollit	13
10.3	Pneumotakojen pesu sekä permapureletkun vaihto	13
10.4	Biologiset kontrollit	13
10.5	Laitevertailut	13
10.6	Typpioksidihuollot.....	14

1. TARVIKKEET

1.1 Spirometria ja diffuusiokapasiteetti

- Jäger Sentriesuite / VyntusOne-laitekokonaisuus
- suukappale (bakteerisuodatin)
- nenäpihdit
- kalibrointipumppu
- ajastin
- keuhkoputkia laajentava lääke ja tilanjatke (LiteAire)
- tarvittaessa diffuusiosuukappale

1.2 Typpioksidi

- Typpioksidilaite: Niox vero -kokonaisuus (kahva + sensori)
- potilaskohtaiset bakteerisuodattimet
- vesilasi

2. VIITEARVOT

Spirometriassa ja diffuusiokapasiteettimittauksessa käytetään **Kainu, GLI, Koillinen, Malmberg, Wasserman, Vilj. TLC** - viitearvoja. Ulkomaalaisille potilaille käytössä ovat GLI - viitearvot.

3. ESIVALMISTELU

3.1 Puhalluslaitteen tilavuuskalibrointi

- Käynnistä tietokone.
- Avaa SentrySuite tietokoneen työpöydältä, ohita lämmitys (jos kone on ollut päällä yli 45min) → laitteen on oltava lämmin pneumotakon kohdalta.
- Paina OK. Muista avata kaasupullo, ei tarvitse ruuvata paljon auki (½ kierrosta riittää).
- Kalibrointi suoritetaan kerran päivässä, ennen tutkimusta.
- Mene SentrySuiten työpöydälle ja alariviltä valitse **kalibrointityökalut**.
- Valitse ensimmäisenä tilavuuskalibrointi ja sen jälkeen kiinnitä kalibrointipumppu puhalluslaitteeseen.
- Pumppaa ensimmäiset pumppaukset hitaasti ja rauhallisesti. Sen jälkeen pumppaa kolmen tason pumppaukset. *(Kone ohjeistaa samalla + näytöllä näkyy apuviivat)*
- Toista tilavuuskalibrointi kaksi kertaa, ja sen jälkeen valitse kalibrointityökaluista / ylhäältä "kaasukalibrointi"

3.2 Puhalluslaitteen kaasukalibrointi

- Kiinnitä suukappaleesta kalibrointiletku koneeseen, CAL -liitäntään → paina **F1** aloita. Kone tekee kaasukalibroinnin itsekseen (kalibrointi kestää n. 4 min)
- PUH2 eli VyntusOne-laitteella muista avata **kaasukalibrointipullo** ennen kalibrointia ja sulkea se kalibroinnin jälkeen.
- PUH4-laitteella kaasukalibroinnin kohdalla täytyy yläriviltä valita "kaikki kaasut" -kohdasta **CO/CH4 (MS-PFT)**

3.3 Typpioksidin kalibrointi

- Ota Niox vero -kone ulos omasta säilytyslaukustaan
- Vasemmalla puolella kyljessä on ON/OFF vipu, laita vipu ON kohtaan
- Laite tekee itsekseen kalibroinnin, joka kestää alle minuutin
- Mikäli laite herjaa vikakoodia, katso vikakoodin merkitys NioXVERO-ohjekirjasta.

4. SPIROMETRIA (VTS)

4.1 Tutkimuksen tarkoitus

Spirometria on tutkimus, jolla selvitetään keuhkojen tilavuutta ja ilman virtausta keuhkoputkissa. Se kertoo, kuinka paljon potilas voi hengittää ilmaa keuhkoihin (tilavuus) ja kuinka nopeasti hän pystyy tyhjentämään keuhkonsa (virtaus). Spirometriassa mitataan keuhkojen tuuletuskykyä eli ventilaatiota ja selvitetään mahdollisen toimintahäiriön luonnetta.

Spirometrian avulla saadaan selville, onko potilaalla hengitystoiminnan vajausta, ja johtuuko se keuhkoputkien ahtautumisesta (**obstruktio**) keuhkoputkissa vai keuhkojen tai rintakehän jäykkyydestä (**restriktio**). Samalla tutkitaan, millainen on ongelman vaikeusaste.

Testiä voi käyttää muun muassa keuhkohtaumataudin, astman ja keuhkokudoksen sairauden diagnoosin osana. Keuhkohtaumataudissa keuhkoputkien ahtautuminen on pysyvää, mutta astmassa se on vaihtelevaa. Astmassa spirometrialöydös voi olla myös normaali.

4.2 Valmistautuminen

Ennen tutkimusta täytyy olla:

- **4 tuntia** ilman kahvia, teetä, kolajuomia ja muita piristäviä aineita sekä ilman raskasta ateriaa, ei kuitenkaan ravinnotta
- **2 tuntia** tupakoimatta
- **1 vrk** ilman alkoholia
- **2 tuntia** ennen tutkimusta on vältettävä voimakasta fyysistä rasitusta

Tutkimusta edeltävät lääkitysohjeet riippuvat siitä, miksi tutkimus tehdään. Jokaisen potilaan pitäisikin saada omat ohjeensa. Potilaan vointi ja aikaisemmat hoitotoimenpiteet vaikuttavat siihen, milloin tutkimus voidaan tehdä. Jos potilaalla on ollut hengityselintulehdus, tutkimus tehdään vasta kaksi viikkoa sen jälkeen, kun infektio on parantunut. Jos potilaalle on tehty hengitysteitä ärsyttävä toimenpide (esim. keuhkoputkien täyhystys), voidaan koe suorittaa vasta kolme päivää toimenpiteen jälkeen.

5. DIFFUUSIOKAPASITEETTI (DL)

5.1 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksella selvitetään hapen kulkeutumista keuhkokudoksesta verenkiertoon ja sairauden mahdollisesti aiheuttamia häiriöitä.

5.2 Valmistautuminen

Ennen tutkimusta täytyy olla:

- **4 tuntia** ilman kahvia, teetä, kolajuomia ja muita piristäviä aineita sekä ilman raskasta ateriaa, ei kuitenkaan ravinnotta
- **2 tuntia** tupakoimatta
- **2 tuntia** ilman alkoholia
- **2 tuntia** ennen tutkimusta on vältettävä voimakasta fyysistä rasitusta

6. TYPPIOKSIDI (NOEX)

6.1 Tutkimuksen tarkoitus

Typpioksidimittaus on puhalluskoe, jolla mitataan hengitysteiden typpioksidin määrää uloshengityksessä ja mahdollista tulehduksellista tilaa. Uloshengityksen typpioksidipitoisuus kuvastaa epäsuorasti keuhkoputkiston eosinofiilisen (astmatyyppisen) tulehduksen astetta. Tutkimuksen avulla voidaan siksi tutkia astmatyyppisen tulehduksen määrää keuhkoputkistossa ja arvioida astmalääkityksen tehoa.

6.2 Valmistautuminen

Ennen tutkimusta täytyy olla:

- **4 tuntia** ilman kahvia, teetä, kolajuomia ja muita piristäviä aineita sekä ilman raskasta ateriaa, ei kuitenkaan ravinnotta
- **2 tuntia** tupakoimatta
- **1 vrk** ilman alkoholia

7. TUTKIMUKSEN SUORITUS

7.1 VC - mittaus

- Ylhäältä valitse "uusi potilas" → täytä tiedot → mittaa pituus ja paino (max. 3 kk vanhat mitat käyvät vielä)
- Kiinnitä pneumotakoon potilaskohtainen bakteerivirussuodatin.
- Asettele potilas ryhdikkäästi suukappaleen eteen.
- Puhallusasennossa selkä suorana sekä jalat tukevasti maassa.
- Käy läpi VC-mittauksen kulku.
- Potilaalle suukappale suuhun, nenäpihdit nenälle.
- Aloita painamalla F1 → lepohegitys → kun tulee katkoviiva, keuhkot omaan tahtiin mahdollisimman täyteen, rauhasa ulospuhallus niin pitkään kun potilas pysyy ja sen jälkeen uudestaan keuhkot täyteen.
- Voit myös aloittaa mittauksen aikaisemmin painamalla F2, jolloin katkoviivat tulevat heti näkyviin.
- VC:stä riittää kaksi rinnakkaista tulosta. Tulosten ero max. 150 ml.

7.2 VTS - mittaus

- Hitaan spirometrian kohdasta vasemmasta yläkulmasta valitaan Virtaustila-vuusspirometria.
- Käy potilaalle läpi tutkimuksen kulku
- Suukappale suuhun, nenäpihdit nenälle.
- Hyvä ja ryhdikäs istuma-asento.
- Aloita painamalla F1 → lepohegitys → käskä potilaan vetää keuhkot nopeasti täyteen ilmaa ja puhalttaa ilmat pihalle niin nopeasti ja lujaa kuin pystyy (PEF) → terävän ulospuhalluksen jälkeen uloshengitys pitäisi jatkua vähintään 6 sek ajan → paine- ja spirokäyrän tarkkailu: kun näyttää tasaiselta, keuhkot ovat tyhjät. → Lopussa potilas vetää keuhkot vielä reippaasti täyteen (PIF).
- Hoitajan kannustus tärkeää nopeassa puhalluksessa.
- Puhalluksissa vähintään 3 rinnakkaista tulosta, FVC ja FEV1 max. ero 150 ml, PEF max. ero 10 %

- HUOM! Jos FVC on alle 1 l, sallittu ero enintään 100 ml.

7.3 BR – mittaus

- Tehdään, jos tutkimus on pyydetty bronkolyytillä.
- Ensiksi tehdään vts-puhallukset **pre-sivulle** ilman lääkettä.
- Annetaan potilaalle keuhkoputkia avaava lääke.
- Potilas puhalttaa keuhkot tyhjäksi → vetää kerta-annossäililön (LiteAire) kautta yhden suihkauksen sumutetta (Ventoline evohaler 0,1 mg). Sisäänhengityksen tulee tapahtua alle 5 s:n kuluttua lääkkeen suihkutuksen jälkeen. Rauhallinen sisäänhengitys → hengittämättä 5 s → uloshengitys. **Toista menettely ½-1 min:n kuluttua. → Lääkettä yhteensä 0,1 mg x 4**
- Kirjaa ylös kommentteihin annettu annos ja lääke.
- Annetaan lääkkeen vaikuttaa 10-15 min
- Avaa ” **uusi post** ” ja tee vts-puhallukset uudestaan samalla tavalla.

7.4 DL – mittaus

- **HUOM! DIFFUUSIOKAPASITEETTIA EI TEHDÄ RASKAANA OLEVILLE!**
- Mittausta ennen täytyy olla VC tehtynä.
- DL – mittauksen voi tehdä joko ennen spirometriaa ja bronkolyyttiä tai sen jälkeen.
- Käy potilaalle läpi tutkimuksen kulku-
- **F1** kone käyntiin ja nollaus, potilas ei saa vielä tässä vaiheessa koskea laitteeseen.
- Nollauksen jälkeen potilas käy istumaan ryhdikkäästi, asettaa nenäpihdit nenälle ja ottaa suukappaleen tiiviisti suuhun.
- Potilas hengittää alkuun normaalisti ja rauhallisesti. → hengittelyn jälkeen kehoita potilasta vetämään keuhkoihin vähän ilmaa ja puhaltamaan rauhassa mahdollisimman tyhjäksi keuhkot. HUOM! Spirokäyrä mahdollisimman tasaiseksi, ilmavirtaus minimiksi → Rauhallisen ulospuhalluksen aikana hoitaja painaa space-näppäintä / F1, jolloin mittaus aktivoituu ja tämän jälkeen ainut sisäänhengitys saa olla nopea! Muuten painelukko menee kiinni ja tutkimus epäonnistuu. → Rauhallisen ulospuhalluksen jälkeen potilas vetää nopeasti ja reippaasti keuhkot täyteen ja tämän jälkeen pidättää hengitystä n. 10sek ajan. Tärkeää huomioida, ettei ilma vuoda suupielistä.

- Hengityksen pidätyksen jälkeen potilas puhalttaa rauhassa ilmat pihalle, mahdollisimman pitkään, kunnes spirokäyrä näyttää tasaiselta.
- **HUOM! ÄLÄ paina F3 lopetus, vaan mittaus lopettaa automaattisesti itse. → jos painat F3 lopetus, niin koko mittaus katoaa.**
- Kahden DL-mittauksen välinen ero max 0,7 mmol.
- Jos VIN yli 1,5 l → SV vähintään 0,7 l
- Jos VIN alle 1,5 l → SV riittää 0,5 l

7.5 NOEX -mittaus

- Kiinnitä Niox-kahvaan potilaskohtainen bakteerivirussuodatin.
- Käy potilaalle läpi mittauksen kulku. Voit myös näyttää demon tutkimuksen kuluksa, laitteen näytöltä.
- Potilas ottaa kahvan omaan käteensä. Hyvä ja ryhdikäs istuma-asento.
- Potilas puhalttaa keuhkot rauhassa tyhjäksi huoneilmaan → suu tiiviisti kahvan suukappaleen ympärille ja keuhkot täyteen kahvan kautta → sisäänvedon jälkeen potilas puhalttaa voimakkaasti ja rauhallisesti kahvan läpi ilman laitteeseen → näytöllä musta ”piikki” liikkuu puhalluksen voimakkuudesta → puhalluksen pitäisi olla tarpeeksi voimakas pysymään vihreällä alueella → puhalluksen täytyy pysyä mittausalueella, eli vihreällä viivalla, n. 10 sekunnin ajan → kone päästää äänimerkin kun mittaus on onnistunut tai epäonnistunut
- Max. 10 puhallusyritystä.
- Jos potilaan tulos on yli 40 ppb → tehdään toinen, ”varmistusmittaus” ja lasketaan niiden keskiarvo tulokseksi.

8. TUTKIMUKSEN ARVIOINTI

8.1 Arvioitavia asioita

- Potilas on noudattanut tutkimuksen valmistautumisohjeita.
- Potilas on mitattu ja punnittu.
- Viitearvot → henkilötiedot oikein.
- Potilaan omien lääkkeiden käyttö on kirjattu.
- Tutkimuksen aikaiset huomiot on kirjattu, esim. flunssa, yskittäminen, huono kooperaatio (käytä mahdollisimman paljon valmiita kommentteja).
- Potilaan motivaatio tutkimuksen aikana.
- Tulosten kriittinen seuranta: rinnakkaisuus sekä toistettavuus.
- Laitteen toimivuus ja luotettavuus (esim. huolto/ biologinen kontrolli/ kalibroinnit).
- Koulutettu henkilökunta.

8.2 Käytettävät suureet

- VC = hidas vitaalikapasiteetti
- FVC = nopea vitaalikapasiteetti
- FEV1 = uloshengityksen sekuntikapasiteetti
- PEF = uloshengityksen huippuvirtaus
- MMEF = uloshengityksen keskivaiheen virtausnopeus
- MEF50 = uloshengityksen puolivälin virtausnopeus

Tutkimusten rinnakkaisuuksien arvioinnissa seurataan FVC-, FEV1- ja PEF-arvoja. FVC- ja FEV1-eroavaisuus max. 150 ml puhallusten välillä. PEF-arvot oltava 10 % sisällä.

- DLCO-SB = kokonaisdiffuusiokapasiteetti
- DLCOc = hemoglobiinikorjattu diffuusiokapasiteetti
- SV = näytetilavuus diffuusiokapasiteettimittauksessa
- DV = hylätty näytetilavuus dl-mittauksessa
- VIN = Sisäänhengitettävä tilavuus

Mittausten välinen ero max. 0,7 mmol.

9. ONGELMATILANTEET

9.1 Kaasukalibrointi ei mene läpi

- Tarkista kaasuletku, kaasupullon paine (bar) sekä tarkista onko venttiili auki.
- Kalibroitikaasu valittu oikein.
- Voi joskus vaatia kaksi kalibrointia, mikäli permasureletku on ”tyhjä”.

9.2 Tilavuuskalibrointi

9.2.1. Apuviivat kadonneet

- Avaa kalibroitityökalut
- Valitse tilavuuskalibrointi
 - Seis (lopetä kalibrointi)
- Yläreunasta avaa asetukset
 - Ohjelma-asetukset
- Asetuksissa täytyy olla valittuna:
 - Autom. käynn
 - 3-virtaustilavuuskalibrointi
 - Lyhyt protokolla
 - Automaattinen varmistus

9.2.2. Tilavuuskalibrointi herjaa

- Tee tilavuuskalibrointi uudestaan.
- Varmista, ettei pneumotakossa ole haljenneita osia.
- Varmista, että pneumotako on lämmin. Kylmä pneumotakon osa on rikkinäinen, ja se täytyy vaihtaa. Rikkinäisen voi heittää roskeen.
- Tarkista kalibroitipumpun bakteerisuodatin, ettei se ole liian vanha.
- Katso että kalibroitipumppu on tiiviisti kiinnitettynä pneumotakoon.

10. PUHDISTUS JA HUOLTO

Vuosihuollon tekee siihen valtuutettu henkilö. (Timik Oy). Kalibrointipumppu kalibroidaan Timik Oy:n toimesta vuoden välein. Hoitajat vaihtavat kalibrointipumpun suodattimen perjantaisin.

10.1 Ympäristöolosuhteet

- Jokaisen viikon viimeisenä päivänä kirjataan ylös ympäristöolosuhteet huonekohtaisiin kansioihin (*klfys: PUHALLUSASIAT*). Ympäristöolosuhteiden kirjaamisesta vastuussa on sen päivän laitteiden kalibroinnin suorittava hoitaja (Puh1).

10.2 Typpioksidikontrollit

- Laitteiden kalibroinnit tekevä hoitaja tekee lisäksi typpioksidilaitteelle kontrollit.

10.3 Pneumotakojen pesu sekä permasureletkun vaihto

- Laitehuollot tehdään 3 kuukauden välein ja huollot kirjataan huonekohtaisiin kansioihin. Huoltoon kuuluu pneumotakon sekä permasureletkun vaihto. Näiden jälkeen kone uudelleenlämmitetään (45min) ja kalibroidaan.
- Likaiset pneumotakot lähetetään välinehuoltoon, tekemällä välinehuoltotilaus.
- Laitteiden huollosta ja pesusta löytyy ohjeet *klfys*→*PUHALLUSASIAT* -kansioista.

10.4 Biologiset kontrollit

- Biologisilla kontrolleilla tarkoitetaan puhtaan ja likaisen pneumotakon vertailua. Sama henkilö puhaltaa spirometrian ja diffuusiokapasiteetin ”likaisella” eli käytössä olevalla pneumotakolla, ja huollon jälkeen ”puhtaalla” pneumotakolla. Näin selvitetään ovatko tulokset edelleen samoja. Koehenkilöllä olisi suotavaa olla terveet keuhkot, eli ei astmaa eikä muita keuhkosairauksia.
- Pneumotakojen vaihto sekä biologiset kontrollit kirjataan tietokoneelle ylös laitekohtaisiin kansioihin, *klfys*→*PUHALLUSASIAT*→*PUH1, PUH2, PUH4 ja VÄLITILA*.

10.5 Laitevertailut

- Laitevertailulla tarkoitetaan kahden eri spirometrialaitteen vertailua. Sama henkilö (jolla ei keuhkosairauksia) puhaltaa kahdella erillisellä laitteella ja tuloksia verrataan. Tulokset kirjataan ylös, *klfys*→*PUHALLUSASIAT*→*laitevertailut*.

10.6 Typpioksidihuollot

- Typpioksidilaitteen huollot kirjataan tietokoneelle ylös,
klfys→PUHALLUSASIAT→NioX perjantaikontrolli.
- Huoltoon kuuluu joko sensorin tai kahvan vaihto, tai molemmat.