

Päivi Piirilä, Päivi Hytönen ja Pekka Malmberg

Toiminnalliset hengityshäiriöt (dysfunktionaalinen hengitys)

Toiminnallisista hengityshäiriöistä eli dysfunktionaalisesta hengityksestä ei ole selkeää konsensusta tai luokittelua, vaikka aiheesta on kansainvälisessä kirjallisuudessa keskusteltu pitkään. Toiminnalliset hengityshäiriöt ovat tilanteeseen ja kaasujenvaihdunnan tarpeisiin nähden epätarkoituksenmukaista tai epätasapainoista hengitystä, johon voi liittyä hengitysvaikeutta, hengenahdistusta tai muita oireita, ja taustalta on suljettu pois elimelliset syyt. Keuhkosairauksien yhteydessä ne voivat lisätä subjektiivista oireilua, vaikka sairaus toimintakokeiden perusteella vaikuttaisi olevan tasapainossa.

Yleisimmin kuvattuja toiminnallisia hengityshäiriöitä ovat hyperventilaatio ja kurkunpään toimintahäiriöt, jotka voivat liittyä muihinkin toiminnallisiin häiriöihin, joiden yleisyydestä on vähemmän tietoa. Toiminnalliset hengityshäiriöt on tärkeää tunnistaa, jotta hoidetaan hengitysoireiden oikeaa syytä. Selkeää luokittelua häiriöistä ei vielä ole (1).

Erään luokittelun mukaan toiminnalliset hengityshäiriöt jaetaan ylempien ja alempien hengitysteiden häiriöihin, joihin sisältyy myös joitakin rakenteellisia ongelmia, kuten trakeomalasia (2). On myös esitetty jaottelua, joka perustuu selvemmin alempien hengitysteiden ongelmiin, ja jotka ovat puhtaammin toiminnallisia (3). Sovellamme tässä katsauksessa kumpaakin luokitteluehdotusta omien kliinisten kokemustemme pohjalta.

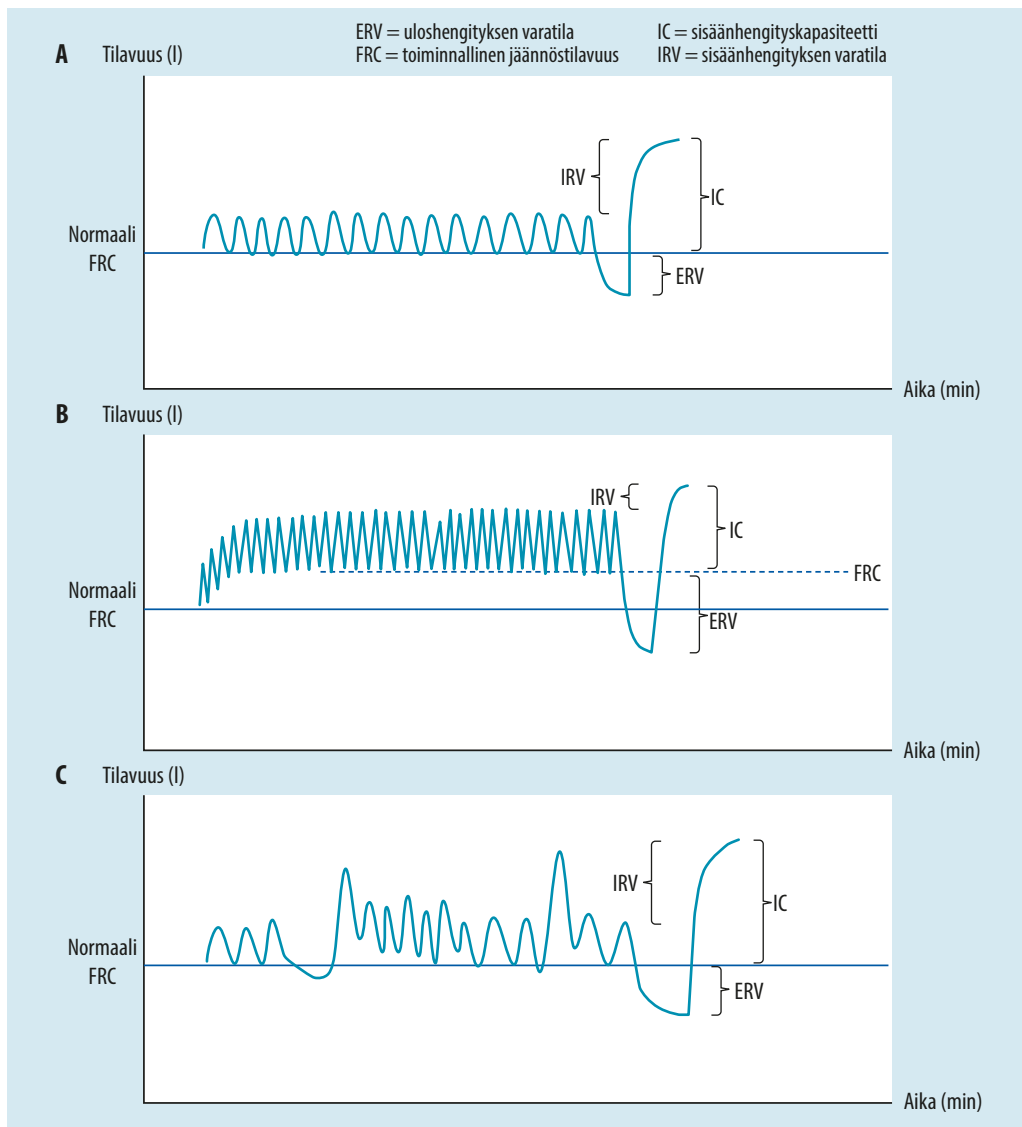
Tasapainoinen hengitystapa

Luonnollinen hengitys on vaivatonta ja mukautuu joustavasti erilaisiin tilanteisiin, kuten rasitukseen ja lepoon. Ajatukset, tunteet, koettu trauma, kipu ja kehon reaktiot vaikuttavat myös hengittämiseen. Hengitystoiminnasta huolehtivat kylkivälilihakset sekä pallean ja vatsan lihakset, jotka työskentelevät tavallaan erillisinä osioina, mutta rintakehä ja vatsa liikkuvat normaalisti synkronoidusti ja laajentuvat ja supis-

tuvat samanaikaisesti suurentaen ja pienentäen keuhkotilavuutta (4). Lepohengitys on makuuasennossa yleensä abdominaalista, pystyasennossa torakaalista.

Kylkiluuvälien hengityslihakset hoitavat nopeat hengitysmuutokset, pallea ja vatsalihakset tekevät hitaampaa hengitysliikettä. Kylkivälilihakset ja vatsalihakset optimoivat pallean mekaanista tasapainoa, ja uloshengityksen ja sisäänhengityksen varatilat antavat hengitykselle ”liikkumatilaa” lepouloshengityksen eli toiminnallisen jäännöstilavuuden (FRC) tasolta maksimaalisiin ulos- ja sisäänhengityksiin (5). Tasapainoisen hengitystavan avulla valtimoveren happo-emästasapaino ja hyvä happeutuminen säilyvät ([KUVA 1 A](#) ja [INTERNETKUVA](#)).

Sekä astmassa että keuhkohtaumataudissa FRC pyrkii obstruktion vuoksi suurenemaan. Samalla sisäänhengityksen varatila (IRV) ja inspiratorinen kapasiteetti (lepouloshengitystasolta täyteen sisäänhengitykseen, IC) pienevät ([INTERNETKUVA](#)) (6,7). Voimakas ilman salpaantuminen tai emfyseema-alueet voivat tehdä ventilaation epätasaiseksi. Lihavuuden yhteydessä FRC-arvon pieneneminen muuttaa hengitysmekaniikkaa ([INTERNETKUVA](#)) (8,9). Tämänkaltaiset hengitystavan muutokset liittyvät edellä mainittujen tilojen patofysiologiaan, mutta ne voivat myös altistaa toiminnallisille hengityshäiriöille.



KUVA 1. Hengitystavat spirometriatutkimuksessa mitattuna. **A.** Normaalipainoisen terveen henkilön normaali lepo hengitys. **B.** Hyperventilaatioon liittyviä hengitystapoja, kun lepo hengitystaajuus on suuri. **C.** Periodinen syvä hengittely lepo hengityksessä.

Hyperventilaatio

Tunnetuin toiminnallinen hengityshäiriö on hyperventilaatio eli liikahengitys, joka on kuvattavissa hengittämisenä yli kaasujenvaihdunnan tarpeen (10,11). Kuka tahansa voi hyperventiloida hetkellisesti esimerkiksi erilaisten tunnetilojen tai sairauksien, kuten keuhkoveritulpan, sepelvaltimotaudin, astman tai neurologisten sairauksien yhteydessä, mutta hyperventilaatio voi olla myös ahdistuneisuus- tai paniikkihäiriön oire.

Hyperventilaatiosta tulee ongelma, jos se yleistyy esimerkiksi tietynlaisten tilanteiden yhteydessä, on jatkuvaa, ilmenee ilman elimellistä syytä tai on toistuvaa. Kun siihen liittyy tyypillisiä oireita, kuten hengenahdistusta, ilmannälkää, käsien pistelyä ja puutumista, vapinaa tai huimausta, puhutaan usein hyperventilaatio-oireyhtymästä. Oireyhtymän esiintyvyydeksi on esitetty 6–10 % yleisväestössä (12). Esiintyvyyden arviointi on perustunut yleensä niin kutsuttuun Nijmegen-kyselyyn (**TAULUK-**

TAULUKKO 1. Nijmegen-kyselyssä on 16 kysymystä, jotka painottuvat hyperventilaatio-oireyhtymän löytämiseen: seitsemän hengitysoireiden kartoittamiseen sekä neljä ventilaation kiihtymiseen ja viisi hypokapniaan liittyvien neuraalisten tuntemuksien ja oireiden kartoittamiseen (14,15). Oirepisteiden skaalautuessa välille 0–4 enimmäispistemäärä on 64, ja hyperventilaation rajana on pidetty 23/64 pistettä. Kyselylomakkeen suomennus: Päivi Piirilä.

Oire	Ei koskaan 0	Harvoin 1	Joskus 2	Usein 3	Hyvin usein 4
Rintakipu					
Jännittyneisyyden tunne					
Näön hämärtäminen					
Huimaus					
Sekavuuden tai ulkopuolisuuden tunne					
Nopeutunut tai syventynyt hengitys					
Hengästyminen					
Rinnassa tuntuu tiukalta					
Vatsassa turvotuksen tunnetta					
Sormissa kihelmöintiä					
Syvään hengittäminen ei onnistu					
Jäykät sormet tai käsivarret					
Kireyttä suun ympärillä					
Kylmät kädet tai jalat					
Sydämentykytystä					
Ahdistustuntemuksia					

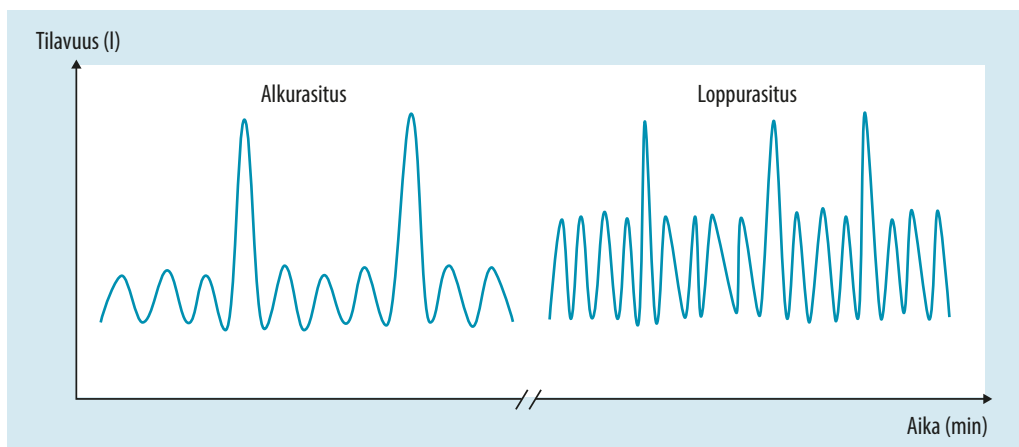
KO 1 (13). Kyselyä on validoitu hyperventilaatio-oireista kärsivien potilaiden ja oireettomien henkilöiden vastausten perusteella sekä lievää astmaa sairastavilla, ja suuria tarkkuus- ja herkkyysosuuksia on saatu (14,15).

Diagnosointi. Hyperventilaation fysiologisenä merkinä on pidetty valtimoveren hypokapniaa ja respiratorista alkaloosia (10). Hyperventilaation oireet, kuten ilman lop-pumisen tunne, raajojen puutuminen ja sydämen tykytys on yhdistetty hypokapnian aiheuttamiksi. Hypokapniaan liittyvä vaskonstriktio aiheuttaa usein myös heikotusta tai tajunnan hämärtymistä, mitä korostaa alkaloosiin liittyvä hemoglobiinin huonompi kyky luovuttaa happea kudoksiin (11,16). Toisaalta eräissä tutkimuksissa transkutaanista hiilidioksidin osapaineen (PCO_2) mittausta käytettäessä oireet vaikuttivat edeltävän hypokapnian kehittymistä tai esiintyvistä siitä riippumatta, mikä viittaisi siihen, että hyperventilointi olisi pikemminkin seurausta esimerkiksi paniikkioireyhtymään liittyvästä reagoitavasta kuin oireiden syy (3,17,18). Lievän hy-

pokapnian ajallisen yhteyden toteaminen on kuitenkin voinut olla epävarmaa tutkimuksissa käytetyn transkutaanisen mittauksen vuoksi tai jos diagnoosi on perustunut pelkästään kyselylomakkeeseen (17,19,20).

Jos valtimoveren PCO_2 -arvo suurenee esimerkiksi vähentyneen ventilaation tai metaboli- sen asidoosin yhteydessä, aivorungon kemoreseptorien aktivaatio saa aikaan ventilaation kiihtymisen ja PCO_2 :n pienenemisen. Hyperventilaatio voikin kehittyä hyvin helposti ja nopeasti. Pelkkä maskin asettamisen kasvoille on todettu pienentävän hyperventilaatiopotilaiden PCO_2 -arvoa (10,21,22). Elimistö on ensi sijassa ohjelmoitu poistamaan eikä lisäämään hiilidioksidia, joten PCO_2 :n normalisoituminen hyperventilaation jälkeen on hidasta (23).

Hengitystavat hyperventilaatiossa. Hyperventilaatiopotilailla on yleistä nopea ja pinnallinen hengitys, jolloin hengitys on tasaista, mutta FRC-arvo pyrkii suurenemaan ja loppu- uloshengityksen CO_2 -pitoisuus pienenee (**KUVA 1 B**) (3). Hyperventilaatio voi olla myös huokailevaa syvää periodista hengittelyä, jossa



KUVA 2. Potilastapauksessa 1 potilaan hengitystapa oli selvästi poikkeava, siihen liittyi satunnaisesti esiintyviä poikkeavan suuria yksittäisiä (yli kolmen litran) sisäänhengityksiä, ikään kuin huokauksia. Poikkeava hengitystapa esitetään kaavamaisena tilavuus- ja aika-akselissa. Kyseessä oli toiminnallinen hengityshäiriö (huokailutaipumus), jossa oli rasituskokeen alkuvaiheessa lieviä viitteitä hyperventilaatiosta.

hengitystaajuus on rauhallisempi mutta tyypillistä on sisään- ja uloshengityksien syvyyksien vaihtelu ääriarajojen välissä, jopa kolme kertaa kertahengitystilavuuden suuruisina (21). Rauhallisen huokailun lisäksi todetaan vaihtelua huokauksista nopeisiin pinnallisiin hengityksiin ja lyhyisiin hengitystaukoihin (**KUVA 1 C**) (3,18,20–22). **POTILASTAPAU 1** on esimerkki huokailevasta hengitystavasta, jossa on mukana lievää hyperventilaatiota (**KUVA 2**).

Eri hengitystavat voivat olla habituaalisia tai kehittyneet sairauden pohjalta. Eräässä tutkimuksessa toiminnallisia hengityshäiriöitä oli tunnistettu tutkijoiden itse kehittämällä pisteytyksellä (20). Nijmegen-kyselyvastausten perusteella he sitten arvioivat, että hengityshäiriöistä kärsineistä 56 %:lla olisi hyperventilaatiota, kun osuus astmaa sairastavista olisi 20 %. Hyperventilaatiota liittyy todennäköisesti myös muihin dysfunktionaalisiin hengitystapoihin, joskaan kattavaa selvitystä asiasta ei ole käytettävissä (17,23). Esimerkiksi huokailua on raportoitu esiintyvän sekä astman yhteydessä että terveillä ja sen olevan yleistä esimerkiksi keuhkojen yläosaan painottuvassa hengityshäiriössä (24).

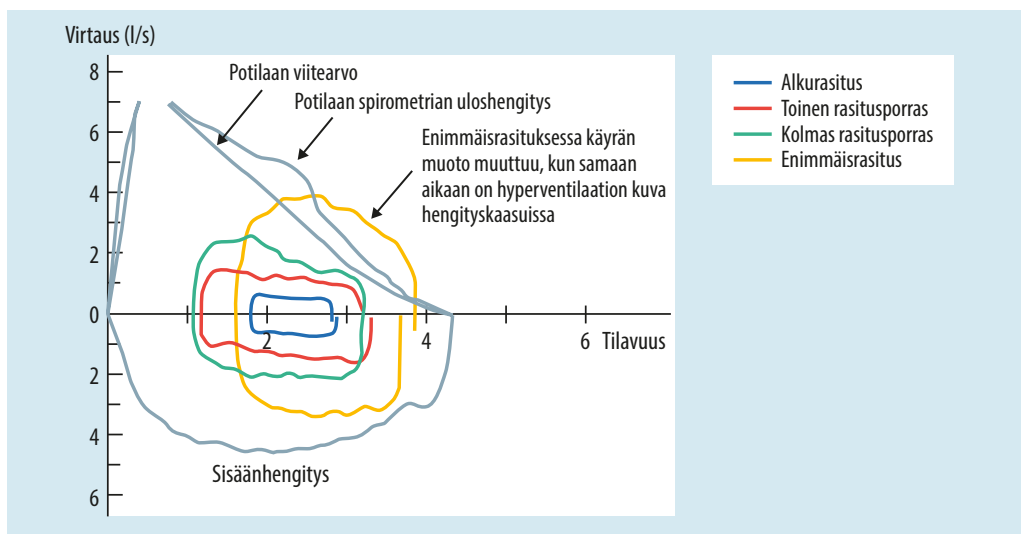
Rasitushyperventilaatio. Rasituksen aiheuttamassa hyperventilaatiossa potilaille tulee usein hengenahdistusta tai ilman loppumisen tunnetta, vaikka heille ei kehittyisi esimerkiksi bronkusobstruktiota eikä oire helpottaisi beeta-

sympatomimeettilääkityksellä, kuten astman yhteydessä. Kaasujenvaihduntaa seuraamalla voidaan todeta, että tyypillisesti minuuttiventilaation ja CO_2 -tuoton suhde ($\dot{V}'\text{E}/\dot{V}'\text{CO}_2$, hiilidioksidiekvivalentti) on suurentunut, mutta uloshengityskaasussa todetaan hypokapnia (FetCO_2 eli loppu-uloshengityksen CO_2 -osuus pienenee). Oirerajoitteinen suorituskky voi jäädä hyperventiloinnin vuoksi heikoksi (25).

POTILASTAPAU 2 on esimerkki enimmäisrasituksessa alkavasta hyperventilaatiosta (**KUVA 3**). Hyperventilointi rauhoittuu yleensä noin kymmenen minuutin kuluessa rasituksen jälkeen, mutta joskus suurentunut ventilaatio jatkuu, ja valtimoveressä voidaan havaita respiratorinen alkaloosi (10). Tästä voi pahimmillaan kehittyä hyperventilatorinen tetania, kohtauksenomainen tärinä ja ahdistus (24,26). **KUVASSA 4** esitetään hyperventilaation mekanismeja (27).

Muut toiminnalliset hengityshäiriöt

Rintakehän yläosiin painottuvaa hengitystapaa (torakaalinen dominantti hengitys) on joskus pidetty hyperventilaatiolle tyypillisenä (**KUVA 5 A**) (24). Tämä hengitystapa voi liittyä pystyasentoon nousuun, äkillisesti suurentuneeseen ventilaation tarpeeseen, nopeaan sisäänhengitykseen tai syystä tai toisesta lisääntyneeseen tuuletustarpeeseen (28,29). Tällöin



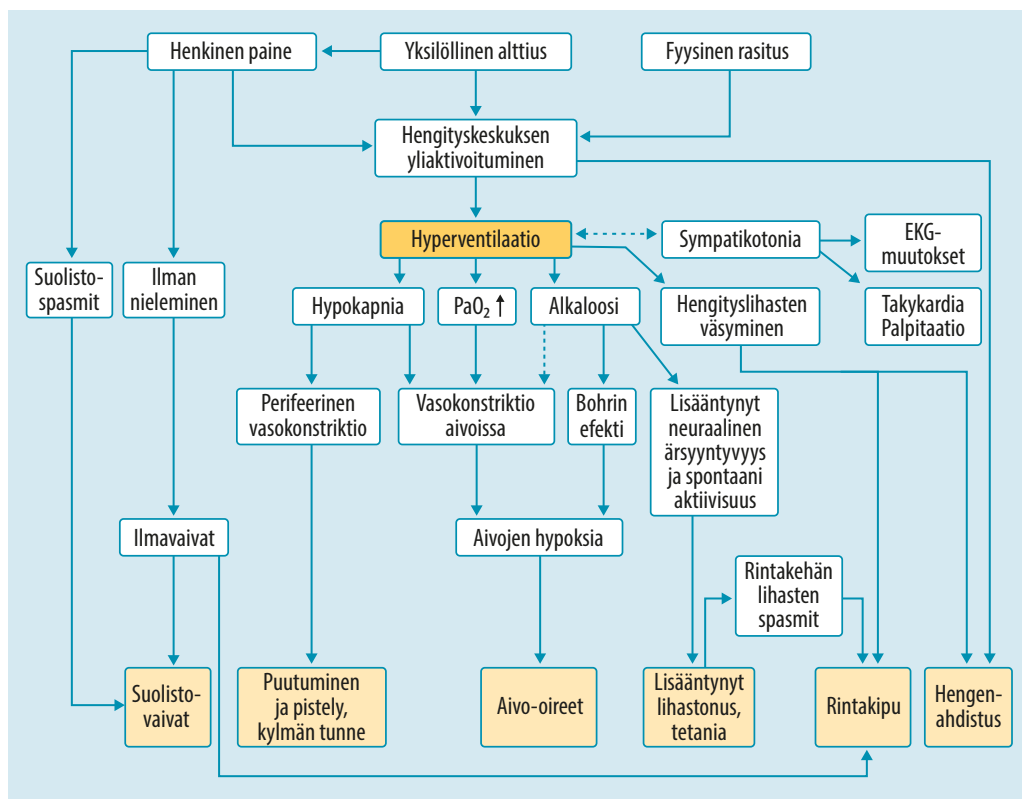
KUVA 3. Potilaan 2 virtaus-tilavuussilmukka eri kuormitusportilla. Rasituskokeen aikana rekisteröidään joka portaalla kertahengityssilmukka rasituksen aikaisen hengitysmekaniikan arvioimiseksi. Kolmen ensimmäisen kuormitusportaan aikana hengitystilavuus suurenee normaalisti rasituksen lisääntyessä (sininen, punainen ja vihreä silmukka), mutta enimmäisvaiheessa hengitystapa muuttuu täysin (kellertävä silmukka) ja enimmäisvirtaus myös leikkaa spirometriakäyrää, mikä sopii hyperventilaatioon. Uloshengityksen lopputilavuus (EELV) ei kuitenkaan rasituksessa suurene kuten **KUVAN 1 B** lepomittauksessa. Subjekttiivinen rajoittava tekijä oli hengästyminen tai hengenahdistus ja huimaus. Rasitushypoksemiaa, astmaan viittaavaa tai sydänlihaskemiamia ei todettu.

Potilastapaus 1. Viisikymmentäviisivuotiaalla miehellä oli esiintynyt hengenahdistusta sekä sisäänhengitysvaikeuden ja -tarpeen tunnetta kolmen vuoden ajan sekä levossa että rasituksessa. Spirometrian ja metakoliinialistuksen löydökset olivat normaalit, joten hänet lähetettiin spiroergometriatutkimukseen. Suorituskyky ja enimmäishapenkulutus olivat rasituskokeessa normaalialueella, eikä rasitus-EKG:ssä todettu poikkeavaa. Spirometriamittauksissa rasituksen jälkeen ei havaittu astmaan eikä toiminnalliseen äänihuulisalpaukseen viittaavia muutoksia.

Oireena oli kuitenkin rasituksen alusta lähtien ilmannälkkää ja syvään hengittämisen tarvetta, joka ei muuttunut rasitusta lisättäessä. Rasitus keskeytyi yleiseen väsymiseen. Kapnografiseurannassa todettiin alkuvaiheessa pienentyneitä PetCO_2 -arvoja, mutta rasituksen aikana arvot normalisoituivat. Minuuttiventilaatio VE oli alkuvaiheessa tarpeettoman suuri CO_2 -tuotantoon ($\text{V}'\text{CO}_2$) nähden, mutta rasituksen aikainen ventilaatio lisääntyi odotusarvojen mukaisesti, joten rasituksen aikana ei esiintynyt merkittävää hyperventilointia. Hengitystapa oli kuitenkin selvästi poikkeava (**KUVA 2**).

Potilastapaus 2. Kolmekymmentäviisivuotiaan potilaan rasituksensieto oli heikentynyt, ja hänellä oli esiintynyt voimakasta hengästymistä tai ahdistusta ja huimausta rasituksessa. Kardiologian poliklinikasta hänet lähetettiin spiroergometriaan, koska EKG:ssä, sydämen kaikukuvauksessa tai keuhkojen toimintakokeissa ei todettu oireita selittävää.

Spiroergometriassa suorituskyky oli 100 % viitearvosta ja myös enimmäishapenkulutus oli normaali, 90 % viitearvosta. Hemodynaaminen vaste oli normaali. Hengitystaajuus oli levossa 10/min ja tiheni rasituksen viimeisen minuutin aikana nopeasti lukemaan 37–51/min, kertahengitystilavuus oli 0,8–2,2 litraa. Samanaikaisesti hengityskaasuseurannassa FetCO_2 -arvo oli pienentynyt lepoarvosta (5,5 %) rasituksen lopussa arvoon 3,6 %. Hengitysekvivalentti VE/VCO_2 , joka oli levossa 19, oli enimmäisrasituksessa 51 eli suurentunut, hengityskaasuanalysimuutokset sopivat hyperventilaatioon. Rasituksen aikaista hengitysmekaniikkaa arvioitiin kertahengityssilmukan avulla eri kuormitusportilla (**KUVA 3**).



KUVA 4. Hyperventilaation mekanismeja Kliinisen fysiologian oppikirjan mukaisesti (27).

hengitys tapahtuu keuhkojen yläosissa, jolloin rintalastan yläosa nousee, mutta lateraalisesti tai thoraxin alaosan tai vatsan kohdalla ei nähdä merkittävää laajenemista (5,24). Hengitystapa voi olla seurausta astmaan tai keuhkoastmatautiin liittyvästä dynamisesta hyperinflaatiosta tai sitä voi esiintyä sairaalloisen lihavilla henkilöillä, kun vatsan alueen komplianssi vähenee rasvakertymien vuoksi (3,28).

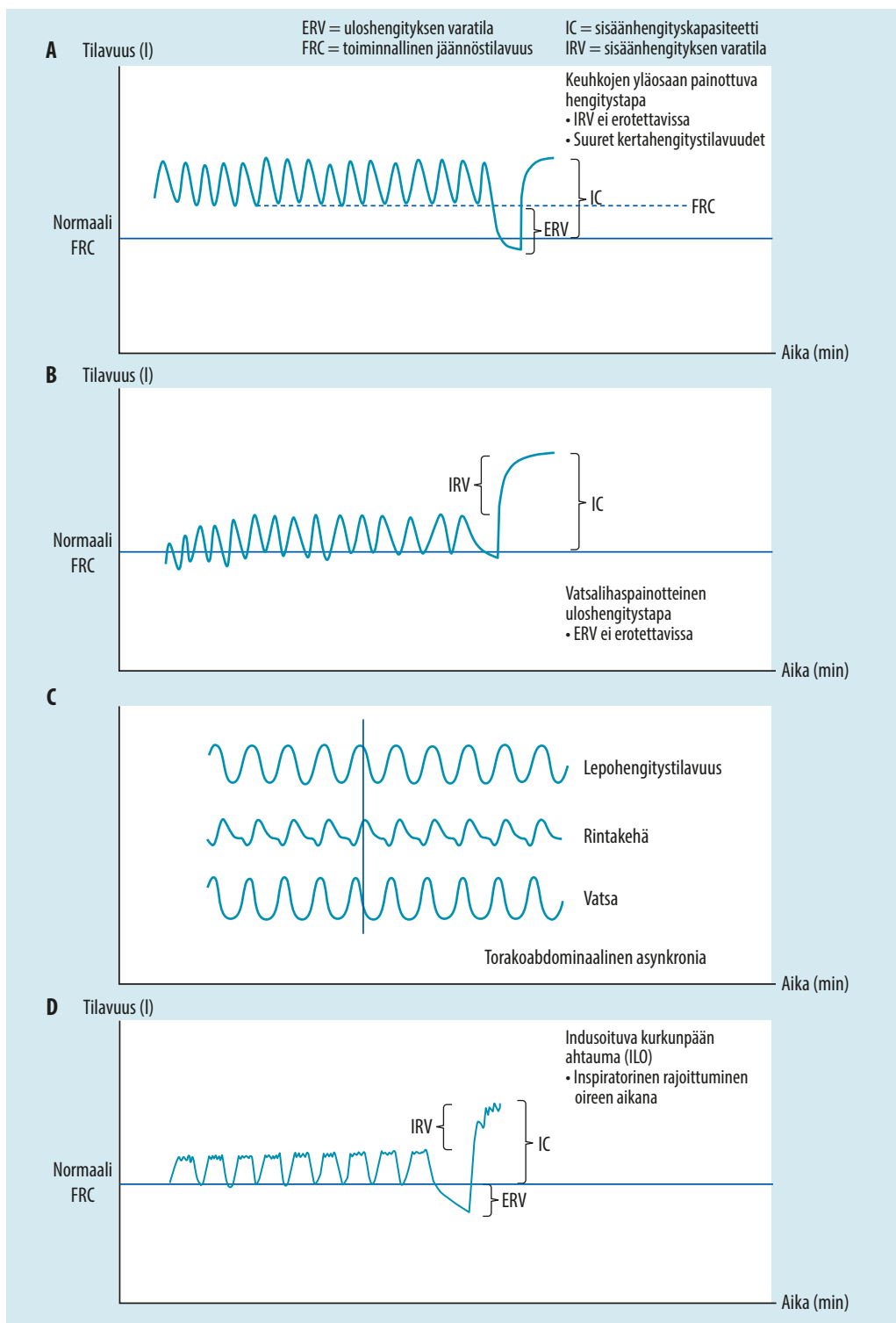
Vatsalihakspainotteista uloshengitystapaa esiintyy usein keuhkoastmatautiin sairastavilla potilailla (**KUVA 5 B**) (30). Ahtaumaa sairastavien vatsalihakset supistuvat poikkeavan voimakkaasti, millä pyritään auttamaan uloshengitystä. Tämä saattaa olla keuhkojen hyperinflaatiosta kärsivien potilaiden normaalia fysiologista mukautumista tilanteeseensa (30,31). Vatsalihakspainotteista uloshengitystä voidaan todeta myös sairaalloisen lihavilla, joiden uloshengitysvaihe on pidentynyt, FRC pienentynyt ja rintakehän komplianssi suurentunut (32).

Torakoabdominaalisessa asynkroniassa vatsan ja rintakehän hengitysliike eivät ajallises-

ti ole samassa vaiheessa (**KUVA 5 C**). Ääritapauksissa, kun rintakehä ja vatsa hengittävät sisään ja ulos täysin vastakkaisilla ajoituksilla, hengitystapaa on nimitetty paradoksaaliseksi hengitykseksi. Tämä hengitystapa johtuu viiveestä rintakehän ja vatsalihasten supistumisten välillä, jolloin hengitys on heikkotehoista.

Torakoabdominaalista asynkroniaa havaitaan joskus keuhkoastmataudin yhteydessä ilmeisesti sekundaarisena voimakkaan ilman-salpauksen seurauksena ja joskus fysiologisenä vasteena ylempien hengitysteiden obstruktiolle, sekä neuromuskulaarisissa häiriöissä tai äkillisessä hengitysvajauksessa (3,32–34). Terveillä henkilöillä tämä hengitystapa voi liittyä heikkoon yleisvointiin (34) tai tiedostettuun tai tiedostamattomaan yleistyneeseen vatsalihasten jännittämiseen, mikä voi liittyä esimerkiksi ulkonäköasioihin, kiputiloihin tai ahdistaviin tilanteisiin tai tunteisiin (fysioterapeuttin kokemus).

Toiminnallisessa äänihuulisalpauksessa äänihuulet liikkuvat paradoksaalisesti toisi-



KUVA 5. Muita toiminnallisiin hengityshäiriöihin liittyviä tilanteita lepoehengitystasolla. **A.** Keuhkojen yläosaan painottuva hengitystapa. **B.** Vatsalihaspainotteinen uloshengitystapa. **C.** Torakoabdominaalinen asynkronia. **D.** Indusoituva kurkunpään ahtautuma (ILO) tai toiminnallinen äänihuulisalpaus.

Ydinasiat

- ▶ Toiminnalliset hengityshäiriöt ovat poikkeavia hengitystapoja, jotka voivat kehittyä sekä terveille että keuhkosairauden lisäksi.
- ▶ Hengityshäiriö on tärkeää tunnistaa, jotta säästytään turhilta tutkimuksilta ja hoidoilta.
- ▶ Hengityshäiriötä arvioidaan oireselvityksellä, toiminnallisilla mittauksilla sekä tarvittaessa psykologisilla arvioinneilla.
- ▶ Hyperventilaatiotaipumuksen tunnistamiseen käytetään aktiivista ortostaattista koetta sekä kliinistä rasituskoetta hengityskaasuanalyysin aikana.

aan kohti sisäänhengityksen aikana (**KUVA 5 D**) (35). Myös muut supraglottiset kurkunpään rakenteet voivat hengityksen aikana liikkua ja ahtauttaa hengitystä. Häiriötä kutsutaan toiminnalliseksi kurkunpään ahtautumiseksi (inducible laryngeal obstruction, ILO) (36). Oireilu liittyy usein fyysiseen rasitukseen (rasituksen aiheuttama kurkunpään ahtautuma, exercise induced laryngeal obstruction, EILO), mutta häiriötä kuvataan esiintyvän myös levossa erilaisten ärsyttävien tekijöiden vaikutuksesta (tuoksut, pölyt, psyykkiset tekijät tai mahan sisällön happoärsytys).

Toiminnallinen kurkunpään ahtautuminen on tärkeä astman erotusdiagnoosissa, sillä oireet voivat muistuttaa astmaa (35). Tyypillistä on hengityksen vinkuminen (stridor) kohtauksen aikana, mutta astmasta poiketen yleensä sisäänhengitykseen painottuvasti, joskin ekspiratorinen komponentti on mahdollinen. Oireena voi esiintyä tukehtumisen tunnetta, äänen käheytymistä ja yskää. Toiminnallinen kurkunpään ahtautuminen on yleensä äkillinen ja laukeaa usein yhtä äkillisesti. On kuitenkin raportoitu myös pitkittyneitä kohtauksia, joissa on ajaututtu intubaatioon tai trakeostomiaan. Suuria, jopa yli 20 %:n ILO:n tai EILO:n esiintyvyyssuhteita on raportoitu erityisesti nuorilla urheilijoilla, jotka kärsivät rasitukseen liittyvistä

hengitysoireista. Vähemmän valikoituneissa aineistossa yleisyydeksi on arvioitu 2–10 % (37).

Toiminnalliset hengityshäiriöt lisäämässä hengityselintaudin oireita

Poikkeavia hengitystapoja voi esiintyä sekä ilman elimellistä sairautta että sekundaarisena ilmiönä keuhko- tai sydänsairauksissa, vaikka sairaus olisi hoidettu lääkityksellä tasapainoon (3,38).

Astman yhteydessä on tärkeää pyrkiä erottelemaan astman oireet toiminnallisista hengitystieoireista. Nijmegen-kyselyyn perustuneessa tutkimuksessa hyperventilaatiota todettiin 29 %:lla niistä astmaa sairastavista, joiden astma oli epätasapainossa ja 8 %:lla niistä, joiden astma oli tasapainossa (38). Astmaa sairastamattomien joukossa luku oli 5–10 %. Naispuolisista astmapotilaista hyperventilaatiota esiintyi jopa 35 %:lla, miehistä noin 20 %:lla (39). Lievää astmaa sairastavilla on todettu esiintyvän rasitukseen liittyvää hyperventilaatiota, jolla ei ole ollut korrelaatiota rasituksen aiheuttamaan bronkusobstruktion, mutta joka on aiheuttanut ylimääräistä hengenahdistusta (40).

Eräiden tutkimuksien mukaan astmaa sairastavien hyperventilaatio ilmenisi usein keuhkojen yläosien hengitystavalla todennäköisesti obstruktion ja siihen liittyvän FRC:n suurenmisen takia (29). Obstruktion liittyvä paikallinen hyperinflaatio voi aiheuttaa myös vajavaista neuromekaanista säätelyä, mikä altistaa torakoabdominaaliselle asynkronialle, joka puolestaan voi heikentää astman hoitotasapainoa ja vaikuttaa autonomisen hermoston säätelyyn ja sitä kautta myös sykkeen vaihteluun (34,41).

Toiminnallisten hengityshäiriöiden diagnostiikka

Ennen kuin voidaan puhua toiminnallisesta hengityshäiriöstä, on oireiden taustalta suljettava pois mahdolliset elimelliset sairaudet, esimerkiksi keuhkosairaudet, keuhkoveritulppa, sydänsairaudet ja neurologiset sairaudet. Hengityshäiriötä epäiltäessä tulee selvittää oireet ja niiden esiintymisyhteydet. Hengitystavassa voi kiinnittää huomiota esimerkiksi hengitystaa-

TAULUKKO 2. Potilaan tutkiminen epäiltäessä toiminnallista hengityshäiriötä. Mikäli potilaalla on keuhkosairaus ennestään, keuhkosairauden tasapainottaminen on tärkeää.

Tutkimus	Tulkinta, lisätutkimukset tai toimenpiteet
Perustutkimukset	Astman, keuhkohtaumataudin ja muiden keuhkosairauksien sekä lihas-sairauksien ja metabolista asidoosia aiheuttavien tilojen poissulkeminen, spirometria, metakoliinialtistus ym.
Hengitysvaikeuden arviointi	Inspiratorinen tai ekspiratorinen, nopeataajuinen tai huokaileva, normaali tai torakaalinen jne. Jos on astma tai keuhkohtaumatauti ennestään, ilmeneekö oire diagnoosille tyypillisenä? Miten oire ilmenee ajallisesti esim. rasitukseen nähden?
Aktiivinen ortostaattinen koe hengityskaasuseurannassa (43)	Hyperventilaation toteaminen yleisesti
Kapnografia erillisellä laitteella	Uloshengityksen hiilidioksidimäärän ja hypokapnian havainnointi reaaliajassa ja erilaisissa toiminnoissa Saadaan tietoa hengityksen nopeudesta, rytmistä, sisään- ja uloshengityksen vuorottelusta ja hengityksen tasapainosta Kapnografi auttaa etsimään sopivia keinoja kohti tasapainoista virtaavaa hengitystä (42)
Spiroergometria eli rasiuskoe hengityskaasuseurannassa	Suorituskyky, erotusdiagnoosiikka, hengitysmekaniikka, hyperventilaation toteaminen hengityskaasuista
Valtimoverinäyte	Hypokapnian ja respiratorisen alkaloosin toteaminen
Spirometria ennen rasitusta ja välittömästi sen jälkeen	EILO-oire tulee yleensä esiin enimmäisrasituksessa ja häviää rasituksen jälkeen, mutta joskus voi ehtiä dokumentoida variaabelin ekstratorakalisen obstruktion löydöksen inspiratorisella spirometrialla
Rasitusvideolaryngoskopia (35,36)	ILO- tai EILO-diagnostiikka

EILO = rasituksen aiheuttama kurkunpään ahtauma (exercise induced laryngeal obstruction); ILO = indusoituva kurkunpään ahtauma (inducible laryngeal obstruction)

juuteen ja syvyyteen. Fyysiset ja psykologiset seikat tulee huomioida ja pyytää myös henkilön omaa arviota oireista.

Hyperventilaatiotaipumuksen tunnistamista varten on käytössä aktiivinen ortostaattinen koe hengityskaasuseurannassa (43). Kliininen rasiuskoe hengityskaasuanalyysin aikana on pitkään ollut käytössä kliinisen fysiologian yksiköissä eri paikkakunnilla Suomessa. Rasituksen aikana hengitystä seurataan levosta alkaen koko rasituksen ajan, ja rekisteröinnin avulla voidaan havaita mahdollinen huokailutaipumus ja hengitystaajuuden vaihtelu, voimakas ventilaation lisääntyminen, hengitysekvivalenttien suureneminen ja FetCO₂-arvon pieneminen (26,40). Vaihtoehtoisesti voidaan rasituksen yhteydessä seurata uloshengityksen CO₂-arvoa erillisellä laitteella (kapnografia) (TAULUKKO 2) (42). Voluntaarista hyperventilaatiokoetta ei pidetä enää luotettavana menetelmänä hyperventilaatiotaipumuksen osoittamiseksi (19). Nijmegen-kyselylomaketta on usein käytetty oireiston arvioinnissa, mutta sillä etsitään

ensisijaisesti hyperventilaatioon ja paniikkioireistoon liittyviä oireita.

ILO tai EILO saattaa pahentaa oirekuvaavaa jopa puolella vaikeaa astmaa sairastavista rasisuoroisista potilaista (37). Toiminnallista häiriötä on siis epäiltävä, jos hengitysoireilu jatkuu tehostetusta hoidosta huolimatta. Astman ahtauma tulee yleensä esiin tyypillisesti 4–10 minuuttia rasituksen jälkeen, kun taas ILO yleensä alkaa rasituksessa ja loppuu nopeasti rasituksen jälkeen. ILO:n ja EILO:n diagnosointiin on kehitetty erityismenetelmiä, joiden avulla esimerkiksi rasiuskokeen aikana kurkunpäästä tarkkaillaan nenän kautta asetetun fiberoskoopin kautta (36,44). Nämä tutkimukset vaativat laryngologista erityisosaamista ja monialaista yhteistyötä.

Tasapainoisen hengitystavan saavuttaminen

Astmaa sairastavien, joilla on hyperventilaatiotaipumus, oireita on saatu vähenemään

fysioterapian avulla. Astmalääkkeet tehoavat paremmin, kun oikein toiminnallista komponenttia saadaan vähennetyksi. Samoin vähenee potilaan pelko, mutta hänen oma toimijuutensa ja keinonsa oikein säätelyyn lisääntyvät. Pallea-hengityksen merkitystä on korostettu tasapainoisen hengityksen saavuttamiseksi, mutta on varottava kehittämästä uutta väärää toiminnallista tapaa (39).

Pitkittyneiden ja vaikeaoireisten toiminnallisten kurkunpään häiriöiden hoito edellyttää yleensä moniammatillista yhteistyötä, ja tästä aiheesta on aikaisempia katsauksia ja tapauselostuksia (35,36,44). Myös EILO- ja ILO-tyyppisiä oireita varten on saatavissa hoito-ohjeita (45). Toiminnallisen hengityshäiriön kuntoutuksessa keskeistä on vapaasti virtaavan ja vaivattoman hengitystavan löytäminen tai palauttaminen potilaan arkeen. Keinoina voi-

daan käyttää hengityksen havainnoivaa harjoittelua erilaisissa tilanteissa (42).

Lopuksi

Toiminnalliset hengityshäiriöt ovat todennäköisesti hyvinkin yleisiä, joskin arviot esiintyvyydestä eri potilasryhmissä vaihtelevat. Toiminnalliset hengityshäiriöt voivat aiheuttaa vaikeitakin oireita ilman orgaanista taustasairautta ja myös pahentaa keuhkosairauksia sairastavien hengitysoireita, vaikka heidän sairautensa olisi-kin tasapainossa. On tärkeää tunnistaa toiminnallinen hengityshäiriö ja ohjata hoito oireiden syyn poistamiseen – näin voidaan välttää myös tarpeetonta perussairauden yllääkitystä. Kliinisen fysiologian alan tutkimuksista voi saada apua toiminnallisten hengityshäiriöiden tunnistamiseen. ■

KIRJALLISUUTTA

- Louis R, Satia I, Ojanguen I, ym. European Respiratory Society guidelines for the diagnosis of asthma in adults. *Eur Respir J* 2022;60:2101585.
- Barker N, Everard ML. Getting to grips with 'dysfunctional breathing'. *Paediatr Respir Rev* 2015;16:53–61.
- Boulding R, Stacey R, Niven R, ym. Dysfunctional breathing: a review of the literature and proposal for classification. *Eur Respir Rev* 2016;25:287–94.
- Konno K, Mead J. Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. *J Appl Physiol* 1967;22:407–22.
- Sharp JT, Goldberg NB, Druz WS, ym. Relative contributions of rib cage and abdomen to breathing in normal subjects. *J Appl Physiol* 1975;39:608–18.
- O'Donnell DE, Bertley JC, Chau LK, ym. Qualitative aspects of exertional breathlessness in chronic airflow limitation: pathophysiologic mechanisms. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:109–15.
- O'Donnell DE, Guenette JA, Maltais F, ym. Decline of resting inspiratory capacity in COPD: the impact on breathing pattern, dyspnea, and ventilatory capacity during exercise. *Chest* 2012;141:753–62.
- Jones RL, Nzekwu MM. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest* 2006;130:827–33.
- Kreivi H-R, Piirilä P, Mazur W, ym. Lihavuus vaikeuttaa keuhkosairauksia. *Suom Lääkäril* 2022;77:e31846.
- Gardner WN, Meah MS, Bass C. Controlled study of respiratory responses during prolonged measurement in patients with chronic hyperventilation. *Lancet* 1986;2:826–30.
- Kerr WJ, Gliebe PA, Dalton JW. Physical phenomena associated with anxiety states: the hyperventilation syndrome. *Cal West Med* 1938;48:12–6.
- Thomas M, McKinley RK, Freeman E, ym. The prevalence of dysfunctional breathing in adults in the community with and without asthma. *Prim Care Respir J* 2005;14:78–82.
- Van Doorn P, Colla P, Folgering H. Control of end-tidal PCO₂ in the hyperventilation syndrome: effects of biofeedback and breathing instructions compared. *Bull Europ Physiopath Resp* 1982;18:829–36.
- van Dixhoorn J, Duivenvoorden HJ. Efficacy of Nijmegen Questionnaire in recognition of the hyperventilation syndrome. *J Psychosom Res* 1985;29:199–206.
- Grammatopoulou EP, Skordilis EK, Georgoudis G, ym. Hyperventilation in asthma: a validation study of the Nijmegen Questionnaire – NQ. *J Asthma* 2014;51:839–46.
- Tavel ME. Hyperventilation syndrome: why is it regularly overlooked? *Am J Med* 2021;134:13–5.
- Hornsveld HK, Garssen B, Dop MJ, ym. Double-blind placebo-controlled study of the hyperventilation provocation test and the validity of the hyperventilation syndrome. *Lancet* 1996;348:154–8.
- Hornbrey J, Jacobi MS, Patil CP, ym. CO₂ response and pattern of breathing in patients with symptomatic hyperventilation, compared to asthmatic and normal subjects. *Eur Respir J* 1988;1:846–51.
- Howell JB. The hyperventilation syndrome: a syndrome under threat? *Thorax* 1997;52:S30–4.
- Hagman C, Janson C, Emtner M. A comparison between patients with dysfunctional breathing and patients with asthma. *Clin Respir J* 2008;2:86–91.
- Tobin MJ, Chadha TS, Jenouri G, ym. Breathing patterns. 1. Normal subjects. *Chest* 1983;84:202–5.
- Wilhelm FH, Gevirtz R, Roth WT. Respiratory dysregulation in anxiety, functional cardiac, and pain disorders. Assessment, phenomenology, and treatment. *Behav Modif* 2001;25:513–45.
- Han JN, Stegen K, Simkens K, ym. Unsteadiness of breathing in patients with hyperventilation syndrome and anxiety disorders. *Eur Respir J* 1997;10:167–76.
- Lum LC. Hyperventilation: the tip and the iceberg. *J Psychosom Res* 1975;19:375–83.
- Mendes NBS, Plachi F, Guimarães A, ym. Cardiopulmonary exercise testing to indicate increased ventilatory variability in subjects with dysfunctional breathing. *Clin Physiol Funct Imaging* 2023;43:305–12.
- Ionescu MF, Mani-Babu S, Degani-Costa LH, ym. Cardiopulmonary exercise testing in the assessment of dysfunctional breathing. *Front Physiol* 2021;27:620955.
- Sovijärvi A, Salorinne Y, Malmberg P. Hengityselimistön fysiologiaa ja patofysiologiaa. Kirjassa: Sovijärvi A, Hartiala J, Knuuti J, ym, toim. Kliinisen fysiologian ja isotooppiäläketieteen perusteet. Helsinki: Kustannus oy Duodecim 2018, s. 14–31.
- Courtney R, van Dixhoorn J, Greenwood KM, ym. Medically unexplained dyspnea: partly moderated by dysfunctional (thoracic dominant) breathing pattern. *J Asthma* 2011;48:259–65.
- Lougheed MD, Fisher T, O'Donnell DE. Dy-

- namic hyperinflation during bronchoconstriction in asthma: implications for symptom perception. *Chest* 2006;130:1072–81.
30. Bianchi R, Gigliotti F, Romagnoli I, ym. Patterns of chest wall kinematics during volitional pursed-lip breathing in COPD at rest. *Respir Med* 2007;101:1412–8.
 31. Coutinho Myrrha MA, Vieira DSR, Moraes KS, ym. Chest wall volumes during inspiratory loaded breathing in COPD patients. *Respir Physiol Neurobiol* 2013;188:15–20.
 32. Aliverti A, Quaranta M, Chakraborti B, ym. Paradoxical movement of the lower ribcage at rest and during exercise in COPD patients. *Eur Respir J* 2009;33:49–60.
 33. Chien JY, Ruan SY, Huang YC, ym. Asynchronous thoraco-abdominal motion contributes to decreased 6-minute walk test in patients with COPD. *Respir Care* 2013;58:320–6.
 34. Upton J, Brodie D, Beales D, ym. Correlation between perceived asthma control and thoraco-abdominal asynchrony in primary care patients diagnosed with asthma. *J Asthma* 2012;49:822–9.
 35. Aaltonen L-M, Sovijärvi ARA. Toiminnallinen äänihuulisalpaus – huonosti tunnettu hengenahdistuksen syy. *Duodecim* 2005;121:2624–6.
 36. Halvorsen T, Walsted ES, Bucca C, ym. Inducible laryngeal obstruction: an official joint European Respiratory Society and European Laryngological Society statement. *Eur Respir J* 2017;50:1602221.
 37. Hull JH, Walsted ES, Pavitt MJ, ym. High prevalence of laryngeal obstruction during exercise in severe asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 2019;199:538–42.
 38. Thomas M, McKinley RK, Freeman E, ym. Prevalence of dysfunctional breathing in patients treated for asthma in primary care: cross sectional survey. *BMJ* 2001;322:1098–100.
 39. Thomas M, McKinley RK, Freeman E, ym. Breathing retraining for dysfunctional breathing in asthma: a randomised controlled trial. *Thorax* 2003;58:110–5.
 40. Kinnula VL, Sovijärvi AR. Hyperventilation during exercise: independence on exercise-induced bronchoconstriction in mild asthma. *Respir Med* 1996;90:145–51.
 41. Courtney R, Cohen M, van Dixhoorn J. Relationship between dysfunctional breathing patterns and ability to achieve target heart rate variability with features of “coherence” during biofeedback. *Altern Ther Health Med* 2011;17:38–44.
 42. McLaughlin L. Capnografia assessment. Kirjassa: Recognizing and treating breathing disorders, a multidisciplinary approach. Lontoo: Churchill Livingstone, Elsevier 2014, s. 147–53.
 43. Malmberg LP, Tamminen K, Sovijärvi AR. Hyperventilation syndrome. *Thorax* 2001;56:85–6.
 44. Ansaranta M, Kauppi P, Ämmälä A-J, ym. Henkeä ahdistaa – tunnistaako toiminnallisen äänihuulisalpauksen? *Suom Lääkäril* 2015;70:2689–93.
 45. Johnston KL, Bradford H, Hodges H, ym. The Olin ELOBI Breathing Techniques: description and initial case series of novel respiratory retraining strategies for athletes with exercise-induced laryngeal obstruction. *J Voice* 2018;2:698–704.

PÄIVI PIIRILÄ, LKT, kliinisen fysiologian ja keuhkosairauksien erikoislääkäri, emeritaprofessori
HUS, Puistosairaalan kliinisen fysiologian yksikkö

PÄIVI HYTÖNEN, fysioterapeutti AMK
HUS, iho- ja allergiasairaala

PEKKA MALMBERG, LKT, kliinisen fysiologian erikoislääkäri, professori h.c.

VASTUUTOIMITTAJA
Perttu Lindsberg

SIDONNAISUUDET

Päivi Piirilä: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Labquality, Timik Oy), luottamustoimet (Valvira, Tukija, eettisen toimikunnan varajäsen; Valvira, kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen asiantuntijalääkäri)

Päivi Hytönen: Ei ilmoitusta sidonnaisuuksista

Pekka Malmberg: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Orion, Chiesi, Labquality/Aurevia), muut sidonnaisuudet (Orion, lääketutkimus)