



# Ilmastonmuutos ja anestesia

**Jokaiselle vähemminkin valveutuneelle ihmiselle lienee varsin selvää, miten pitäisi elää, jotta ”maapallo pelastuu”. Mutta miten voimme työssämme ottaa maapallon huomioon? Tämä artikkeli keskittyy siihen.**

**E**lämme virallisesti geologista holoseenikautta, joka alkoi viimeisen jääkauden jälkeen n. 11 700 vuotta sitten. Joidenkin tutkijoiden mielestä olemme kuitenkin siirtyneet jo seuraavaan kauteen, antroposeeniin, ihmisen aikakauteen. Ihminen on muokannut ja muokkaa edelleen toiminnallaan voimakkaasti elinympäristöään ja myös muiden eliölajien elinmahdollisuuksia. Käynnissä oleva kuudes sukupuuttoaalto ja ilmastonmuutos ovat ihmisten aikaansaannosta. (1).

Kasvihuoneilmiö tarkoittaa sitä, että maapallon ilmakehä muodostaa ikään kuin kasvihuoneen lasikaton, joka päästää auringon lämpöenergian sisään ja toisaalta estää lämpösäteilyä karkaamasta suoraan avaruuteen. Sinänsä kasvihuoneilmiö on maapallon elämälle suotuisa ja itseasiassa välttämätön ilmiö. Ilman kasvihuoneilmiötä maapallon keskilämpötila olisi -18 astetta, mutta ilmiön vuoksi se on noin +14 astetta. Mutta ihmisen toiminta tuottaa liikaa kasvihuonekaasuja, jotka pidättävät lämpöä maapallolla. (2).

Maapallon keskilämpötila on noussut 0,85 astetta vuodesta 1880 ja Suomessa nousu on ollut kaksinkertainen, koska pohjoiset alueet lämpenevät enemmän. Suomessa lämpeneminen on voimakkainta talvella, ja myös sademäärät nousevat nimenomaan talvella. Sään ääri-ilmiöt (esimerkiksi myrskyt, tulvat, helteet) voimistuvat ilmastonmuutoksen myötä aiheuttaen moninai-

sia ongelmia. Ilmaston ja merien lämmetessä sekä napa-alueiden ja vuoristojen jäätikköjen sulaessa ilmaantuu –ja on jo osin ilmaantunut– monia ongelmia. Kun osa nykyään asutuista alueista muuttuu asuinkelvottomiksi, on seurauksena muuttoaaltoja, köyhyyttä ja konflikteja. Myös terveydellisiä ongelmia on odotettavissa: kuumuudesta aiheutuvat ongelmat, aliravitsemus, ripulitaudit, keuhko- ja sydänsairaudet, vektorivälitteiset infektiot, ihosyövän lisääntyminen ja mielenterveydenongelmat muutamia mainitakseni. Yhtenä isona ongelmana tulee olemaan myös jäätikköiden sulamisesta ja kuivumisesta johtuva makean veden puute. (2, 3).

Terveydenhuollon osuus valtion hiilijalanjäljestä on keskimäärin 5,5 % (5). Jos globaali terveydenhuolto olisi maa, se olisi viidenneksi suurin hiilenlähde maailmassa (4). Kansainvälisen ilmastopaneelin (IPCC) mukaan meillä on alle kahdeksan vuotta aikaa vähentää huomattavasti kasvihuonekaasupäästöjä, jotta ilmaston lämpeneminen jää 1,5 asteeseen (3).

Tärkein luonnollinen kasvihuonekaasu on vesihöyry, joka selittää puolet maapallon luonnollisesta kasvihuoneilmiöstä. Tämä ei kuitenkaan aiheuta ongelmia. Seuraavaksi tärkeimmät kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi, metaani ja dityppioksidi eli ilokaasu ja näitä ihminen tuottaa ylen määrin. (2).

Hiilidioksidi on merkittävin ihmisen tuottama kasvihuonekaasu. Sitä syntyy fossiilisten

>>

Käynnissä oleva kuudes sukuputtoaalto ja ilmastonmuutos  
ovat ihmisten aikaansaannosta.

polttoaineiden (kivihiili, öljy, maakaasu) polttamisesta ja maankäytön muuttumisen seurauksena. Kun metsiä raivataan pelloiksi tai laidunmaiksi, hiilinielut pienenevät. Hiilidioksidipitoisuus ilmakehässä on noussut esiteolliselta ajalta 40 % ja nousu jatkuu edelleen. Hiilidioksidipäästöt myös häviävät ilmakehästä hitaasti. (2).

Metaania syntyy luonnostaan siellä, missä eloperäistä ainesta hajoaa hapettomissa oloissa, esimerkiksi riisipelloilla, märehittöitten suolistossa ja kaatopaikoilla sekä luonnossa kosteikoilla, soilla ja vesistöjen pohjakerroksissa. Ihmisen tuottama metaani syntyy maakaasupäästöistä, kaivostoiminnasta ja (märän) puun polttamisesta. Luonnollisen metaanin osuus on noin 1/3 metaanipäästöistä. Metaani hajoaa auringonvalon vaikutuksesta hiilidioksidiksi ja vedeksi ja sen elinikä ilmakehässä on lyhyt, noin 12 vuotta. Merien pohjakerroksissa ja ikirouta-alueiden maaperässä on suuria määriä metaania sitoutuneena kiinteään olomuotoon, niin sanottuina metaanihydraatteina. Ilmaston lämpenemisen seurauksena nämä metaanivarastot voivat vapautua ilmakehään. (2).

Dityppioksidia muodostuu maaperässä nitraattien, muun muassa typpilannoitteiden hajo- tessa. 1/3 päästöistä on ihmisen toiminnan aiheut- tamia. Dityppioksidin pitoisuus on noussut noin 20 % teollistumisen aikana. Ongelmana on dityppioksidin pitkä elinikä ilmakehässä, noin 110 vuotta. Tällä hetkellä dityppioksidi on myös vastuussa suurimmasta osasta otsonikatoa. (2).

Halogenoidut hiilivedyt ovat hyvin voimak- kaita kasvihuonekaasuja, joilla on erittäin suuri

kyky imeä lämpösäteilyä. Ne ovat hiilivetyjä, joissa osa tai kaikki vetyatomeista on korvattu fluorilla ja/tai kloorilla. Osa niistä tuhoaa myös otsonikerrosta. Ongelmana on myös niiden pitkä elinikä ilmakehässä. Miltei kaikki halogenoidut hiilivedyt ovat ihmisen tuottamia yhdisteitä. Suurimmat päästölähteet ovat kylmäkoneet ja teollisuus, mutta myös kaikki anestesiakaasut ilokaasua ja xenonia lukuun ottamatta ovat ha- logenoituja hiilivetyjä. (2).

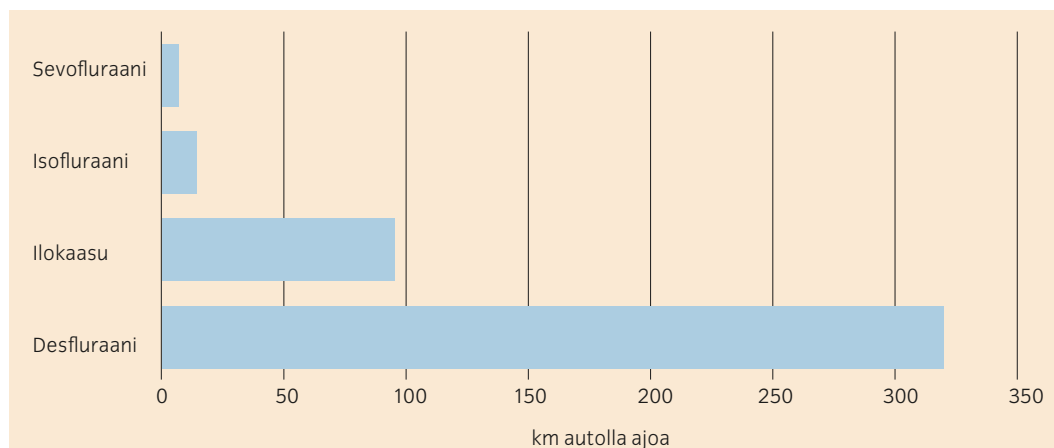
Anestesiakaasut eivät juurikaan metaboloitu ihmisessä, vaan ne poistuvat muuttumattomina uloshengitysilman mukana ja tämä uloshengitysil- ma yleensä poistetaan kaasunpoistojärjestelmän kautta suoraan ilmakehään. Anestesiakaasupitoi- suuksia on mitattu ilmakehästä viimeksi 2016. Halotaanin ja isofluraanin pitoisuudet laskevat, sevofluraanin pitoisuus on vakaa ja desfluraanin pitoisuus on nousussa. (4).

Nykyisin käytössä olevista anestesiakaasuista desfluraani on ehdottomasti haitallisin ilmaston kannalta. Se on vastuussa 80 %:sta anestesia- kaasujen aiheuttamasta kasvihuoneilmästä (4). Yhden tunnin desfluraanianestesia on ilmaston kannalta 26 kertaa haitallisempi kuin saman pituinen sevofluraanianestesia. Myös ilokaasu lisää kaasuanestesian haitallisuutta ilmastolle. Ilokaasun lisääminen sevofluraanin kanssa lisää haitallisuutta 590 %. (5). Oheisessa taulukossa on vertailtu kaasuanestesiaa eri aineilla polttomoot- toriauton päästöihin (taulukko 1) (4).

Miten sitten välttää anestesiologina tuhoa- masta maapalloa? Useimmat asiantuntijat ovat

>>

### Yhden tunnin anestesia 1 MAC:n pitoisuudella 1 l/min tuorekaasuvirtauksella vertautuu auton hiilidioksidipäästöön seuraavasti



Taulukko 1. Anestesiakaasujen hiilidioksidipäästöt verrattuna polttomootoriauton hiilidioksidipäästöihin (4)

sitä mieltä, että ilokaasua ja desfluraania tulisi välttää. Mikäli kaasuanestesiaa halutaan käyttää, tulee anestesiajärjestelmän olla mahdollisimman suljettu, ja kaasuja ei tuprutella leikkaussaliin, jos hengityskoneen letkusto irrotetaan intubaatioputkesta esimerkiksi siirron yhteydessä. Maski-induktiossa tulisi käyttää kaasua imevää maskia. Myös tuorekaasuvirtaus tulee pitää mahdollisimman pienenä, sevofluraania käytettäessä maksimissaan 2 l/min, ja jos desfluraania halutaan käyttää, maksimissaan 0,5–1 l/min. (6).

Myös kaasun tuhoamis- ja talteenottomenetelmiä on kehitetty (4). Baxterilla on myynnissä tuote, joka anestesiakoneeseen yhdistettynä ottaa ulohengitysilmaasta talteen sevofluraanin ja desfluraanin. Tarkoitus on, että kun luvat ovat kunnossa, nämä kaasut voitaisiin kierrättää uudelleen käyttöön, mikä olisikin järkevää. (7). Ainakin Ortonissa tuote on kokeilussa (8). Ruotsissa taas joissakin sairaaloissa tuhotaan ilokaasua UV-valon avulla (4).

Xenon on toki alkuaineena ympäristöystävällinen anestesiakaasu. Toisaalta sen tuottaminen ainakin nykyään on vielä kallista ja energiaa vievää, joten maapallon pelastajaksi siitä tuskin toistaiseksi on. Lisäksi xenon on voimakkaan emetogeeninen, joten ideaalinen anestesiakaasu se ei senkään suhteen ole. (9).

Propofolin ilmastoa lämmittävä vaikutus on 1 % sevofluraanin vastaavasta vaikutuksesta. Toki ruiskuista ja letkuista syntyy muovijätettä. Lisäksi propofolin muut ympäristövaikutukset ovat epäselviä; syntyykö esimerkiksi propofolin tuotannosta vesikontaminaatiota? Propofolin hävittäminen oikein on erityisen tärkeää. Missään tapauksessa propofolijätettä ei saa kaataa viemäriin. (4, 6).

Toki leikkaussaleissa syntyy muitakin hiilipäästöjä kuin anestesiakaasuista johtuvat. Suurimmat päästöt syntyvät leikkaussalien lämmityksestä, tuuletuksesta ja ilmastoinnista. Jos anesteettina on sevofluraani, 84 % päästöistä tulee lämmityksestä, tuuletuksesta ja ilmastoinnista, 12 % kirurgisista tarvikkeista ja 4 % sevofluraanista. Jos taas anestesia-aineena käytetään desfluraania, sen hiilipäästöt ovat suuremmat kuin kirurgisten laitteiden ja tarvikkeiden sekä leikkaussalin lämmityksen, tuuletuksen ja ilmastoinnin hiilipäästöt yhteensä. Teho-osastoilla suurin osa hiilijalanjäljestä tulee laitteista, lämmityksestä, tuuletuksesta ja ilmastoinnista. Tämän vuoksi iso merkitys on sillä, millä tavalla energia tuotetaan. (4).

Silläkin on merkitystä mitä ja miten erilaisia leikkaussalissa tai teho-osastolla tarvittavia välineitä ja tarvikkeita käytetään. Monikäyttöiset tuotteet ovat pääsääntöisesti ympäristöystävällisempiä kuin kertakäyttöiset (esimerkiksi leikkausaset), mutta toisaalta monikäyttöisten välineiden pesuun saattaa kulua enemmän vettä kuin kertakäyttöisten tuottamiseen. (4).

Mitään ei tietenkään pidä käyttää turhaan. Ilmastointi, anestesiakoneet, monitorit, kaasunpoisto ynnä muut sellaiset sammutetaan, kun niitä ei käytetä. Hengityskoneen letkuja ei vaihdeta joka potilaan välillä, ja tarvikkeita ei avata steriileistä pakkauksista varmuuden vuoksi. Ylipäänsä tehdään vain tarpeellisia asioita oikeille potilaille. Turhat tutkimukset, leikkaukset, tehoadmissiot ja lääkitykset aiheuttavat inhimillistä kärsimystä, mutta ovat myös ympäristön kannalta haitallisia. Noin 25 % leikkaussalin ja 15 % teho-osaston jätteestä voisi kierrättää. (4). Väitän, että tämä ei joka sairaalassa toimi vielä optimaalisesti.

Se, onko yleisanestesian ja varsinkin kaasuanestesian vaikutus ilmastoon lämpenemiseen pieni vai suuri, riippuu katsantokannasta. Maailmassa annetaan kuitenkin yli 200 miljoonaa anestesiaa vuosittain, mikä ei ole aivan vähäinen määrä. On laskettu, että jos anestesia-ääkäri hoitaa kaikki anestesiaansa desfluraanilla, 0,5 l/min tuorekaasu virtauksella, 50/50 hapella/ilmalla, ilman hukka-kaasun keräysjärjestelmää, tämä vastaa yhtä transatlanttista lentoa per työviikko (10). Ei kuulosta kovin vähäiseltä päästöltä. Ainakin itse haluan tehdä kaikkeni, jotta maapallo säilyisi elinkelpoisena vielä tulevillekin sukupolville. Sydän verta vuotaen olenkin luopunut suosikkianesteeteistani, ilokaasusta ja desfluraanista, jollei näiden käytölle ole erityisen painavaa syytä. ■

## Viitteet

1. McGain F, Muret J, Lawson C, Sherman JD. Environmental sustainability in anaesthesia and critical care. *Br J Anaesth*. 2020 Nov; 125(5): 680–692.
2. Gaya da Costa M, ym. Inhaled Anesthetics: Environmental Role, Occupational Risk, and Clinical Use. *J Clin Med*. 2021 Mar 22; 10(6): 1306.
3. Varughese S, Ahmed R. Environmental and occupational considerations of anaesthesia: A narrative review and update. *Anesth Analg*. 2021 Oct 1; 133(4): 826–835.
4. Baxter – Contrafluran. <https://www.baxterhealthcare.co.uk/healthcare-professionals/surgical-care/contrafluran-anaesthetic-gas-capture-system>. Viitattu 7.3.2022
5. Leikkaussalien hiilijalanjälki pienemmäksi – nukutuskaasut talteen. <https://www.orton.fi/leikkaussalien-hiilijalanjalki-pienemmaksi-nukutuskaasut-talteen>. Viitattu 7.3.2022
6. Law L, Lo E, Gan T. Xenon anaesthesia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesth Analg*. 2016 Mar; 122(3): 678–697.
7. White S, Shelton C. Abandoning inhalation anaesthesia. *Anaesthesia* 2020, 75, 451–454.