

Tieliikenteen melun ja ilmansaasteiden vaikutukset sydänterveeseen

Tieliikenteen jatkaessa kasvuaan ja kaupungistumisen edetessä yhä useampi meistä altistuu merkittävässä määrin ajoneuvoliikenteen päästöille. Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat pitkäaikaisen altistumisen liikenteestä peräisin oleville hiukkasille olevan ennakoituakin haitallisempaa terveydelle. Kroonisten sydänsairauksien yleisyyden vuoksi hiukkasten vaikutuksilla sydämen ja verenkiertoelimistön toimintaan on suuri kansanterveydellinen merkitys. Tieliikenne on paitsi ilmansaasteiden myös melun merkittävä lähde. Liikennemelua on pitkään pidetty ennen kaikkea viihtyisyyshaittana, mutta melualtistuminen on todennäköisesti yhteydessä myös sydänsairauksiin. Melun vaikutusten erottaminen hiukkasten vaikutuksista on kuitenkin vaikeaa.

Ilmansaasteista aiheutuva henkilökohtainen riski ei yleensä ole suuri, mutta altistumisen yleisyyden vuoksi ilmansaasteista on muodostunut merkittävä kansanterveydellinen ongelma. Ulkoilman pienhiukkasten on arvioitu aiheuttavan Suomessa vuosittain 1800 ennen aikaista kuolemaa (Hänninen ym. 2010); lievempien haittojen määrä on moninkertainen. Hiukkasten hengittämisen on tiedetty jo pitkään vaikuttavan haitallisesti hengityselimistön toimintaan. Viimeisten 10 vuo-

den aikana on varmistunut hiukkasten haitallisuus myös sydänterveydelle (Brook ym. 2010). Lyhytaikaisen altistumisen ajoneuvoliikenteestä peräisin oleville hiukkasille on osoitettu lisäävän esimerkiksi sydäninfarktin ja aivohalvauksen riskiä myös Suomessa (Lanki ym. 2006, Kettunen ym. 2007). Pitkäaikainen, vuosia kestävä altistuminen on kuitenkin erityisen haitallista. Uudet tutkimukset viittaavat siihen, että myös pitkäaikainen altistuminen liikennemelulle voi johtaa sydänterveiden

heikkenemiseen. Verrattuna ilmansaasteisiin on melun vaikutuksia sydämen ja verenkiertoelimistön toimintaan kuitenkin tutkittu vähän.

Vilkasliikenteisellä alueella asuminen terveystaitat

Asuinalueen liikennetiheys on työolosuhteiden ohella tärkeimpiä pitkäaikaista hiukkas- ja melu-altistumista määrääviä tekijöitä. Esimerkiksi Helsingissä on alle 100 metrin etäisyydellä vilkkaasta (> 10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa) tiestä asuvien todettu altistuvan noin 50 % suuremmille nokipitoisuuksille kuin etäämpänä asuvien (Lanki ym. 2006). Yli 200 000 helsinkiläisen on arvioitu asuvan alueella, jossa vuorokaudenajan mukaan painotettu päivittäinen melutaso on yli 55 dBA; ylitysten syynä on useimmiten ajoneuvoliikenne, selvästi harvemmin rautatie- tai lentoliikenne (Lahti ym. 2007). Liikenteen päästöt laimenevat varsin nopeasti etäännyttäessä tiestä, joten teiden varsilla on havaittavissa kohonnut melu- ja hiukkas- ja melutaso. Yhteisen päästölähteen vuoksi pitkäaikaiset hiukkas- ja melutasot ovat alueellisesti korreloituneita, vaikka päästöjen leviämiseen

vaikuttavat tekijät ovatkin osin erilaiset. Tästä syystä hiukkasille ja melulle altistumisen terveyshaittojen erottaminen toisistaan on vaikeaa.

Vilkasliikenteisen tien lähellä asuminen on havaittu lukuisissa epidemiologisissa tutkimuksissa olevan yhteydessä heikentyneeseen sydänterveyteen. Lähellä (< 150 m) vilkasliikenteisiä teitä asuvilla on Saksassa havaittu sepelvaltimotaudin olevan lähes kaksi kertaa yleisemmän kuin kauempana asuvilla, kun muut sydänsairauksien riskitekijät on huomioitu (Hoffman ym. 2006). Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa jokainen kodin läheisyydessä (< 100 m) oleva kilometri pääteitä oli yhteydessä 4 % kasvaneeseen sydäninfarktiin riskiin (Tonne ym. 2007). Asuminen tien lähellä on yhdistetty myös sydänsairautta ennakoiviin muutoksiin fysiologiassa kuten verisuonien seinämien kalkkeutumiseen (Hoffman ym. 2007). Sydänsairauksien lisäksi liikenteen läheisyys on viime aikoina yhdistetty esimerkiksi astmaan ja diabetekseen.

Näyttö liikennemelun vaikutuksista sydänterveyteen

Tien läheisyyden haitallisuudelle on kaksi



Vilkasliikenteisen tien lähellä asuminen on havaittu lukuisissa epidemiologisissa tutkimuksissa olevan yhteydessä heikentyneeseen sydänterveyteen.

ilmeistä selittäjää: hiukkasmaiset ilmaansaasteet ja melu. Yhdyskuntailman hiukkasten haitallisuudesta sydänterveydelle ei ole epäilystä (Brook ym. 2004), joskin epidemiologinen näyttö on vahvin lyhytaikaisvaikutuksille. Tutkimuksia melun vaikutuksista sydänterveyteen on suhteessa vähän, ja monissa vanhemmissa tutkimuksissa on metodologisia ongelmia. Todisteet tieliikennemelun ja sydänsairauksien välisestä yhteydestä ovat kaiken kaikkiaan jääneet riittämättömiksi vanhemmissa tutkimuksissa. Suurimpana ongelmana tutkimuksissa on ollut se, ettei samanaikaista altistumista liikenteen hiukkaspäästöille ole huomioitu.

Muutamissa viime vuosien aikana raportoidussa tutkimuksessa on vihdoin huomioitu myös hiukkaset. Ruotsalaisessa tapaus-verrokkitutkimuksessa altistuminen yli 50 dBA keskimääräisille liikennemelutasoille oli yhteydessä 1,2-kertaiseen sydäninfarktin riskiin (Selander ym. 2009). Hiukkasaltistumisen huomioiminen ei kirjoittajien mukaan juurikaan vaikuttanut tulokseen. Laajassa hollantilaisessa kohorttitutkimuksessa raportoitiin vasta yli 65 dBA melutasoille altistumisen olevan yhteydessä sydänterveyteen – tässä tapauksessa sydämen vajaatoiminnasta aiheutu-neisiin kuolemiin (Beelen ym. 2009). Viitteitä oli alun perin myös melun vaikutuksista sepelvaltimotautiin, mutta vaikutus hävisi kun hiukkaspitoisuudet huomioitiin analyseissä. Toisessa hollantilaisessa tutkimuksessa verenpainetauti oli yhteydessä tieliikennemeluun, mutta vain 45–54 vuotiaissa (Kluizenaar ym. 2007). Vaikutuksen puuttuminen täysin muissa ikäryhmissä korostaa sattuman mahdollisuutta tuloksen selittäjänä.

Suuressa tanskalaisessa kohorttitutkimuksessa liikennemelulle altistuminen oli yhteydessä yli 60 dB (yö-ilta-painotetuilla) melutasoilla aivohalvauksen ilmaantuvuuteen (Sørensen ym. 2010). Kymmenen desibelin lisäys melussa oli yhteydessä 1,15-kertaiseen aivohalvauksen riskiin. Hiukan yllättäen liikenteen ilmaansaasteiden yhteys aivohalvaukseen hävisi kun melu huomioitiin. Liikenteen hiukkasia ei kuitenkaan

mallinnettu suoraan, vaan niiden indikaattorina käytettiin typen oksidien pitoisuutta. Rautatiemelua ei tutkimuksessa ollut yhteydessä aivohalvauksiin. Rautatiet eivät ole yhteydessä hiukkaspäästöihin, joten tulos ei ainakaan vähennä todennäköisyyttä sille että osa tieliikennemeluun yhdistyneistä vaikutuksista on johtunut hiukkasista.

Lentomelun ja hiukkasaltistumisen välinen korrelaatio on oletettavasti huomattavasti vähäisempi kuin hiukkasten ja liikennemelun. Siten tulosten tarkastelu on hyödyllistä myös yritettäessä ymmärtää tieliikenteen terveyshaittoja. Lentomelu on tosin luonteeltaan toisentyypistä kuin tieliikennemelu, mikä johtaa muun muassa suurempaan koettuun kiusallisuuteen. Ruotsalaisessa kohorttitutkimuksessa yli 50 dBA vuorokausimelutasolle altistuminen oli yhteydessä 1,2-kertaiseen verenpainetaudin riskiin (Eriksson ym. 2007). Jättimäisessä (4,6 milj. osallistujaa) sveitsiläisessä kohorttitutkimuksessa yli 50 dBA (yöpainotetuille) melutasoille altistuminen oli yhteydessä 1,5-kertaiseen sydäninfarkti-kuoleman riskiin suhteessa altistumiseen alle 45dBA tasolle (Huss ym. 2010). Kaiken kaikkiaan näyttö lentomelun vaikutuksista sydänterveyteen on jopa vahvempi kuin liikennemelun.

Melun ja hiukkasten vaikutusmekanismit

Hiukkasten pääasiallisena vaikutusmekanismina pidetään tällä hetkellä tulehdusta: sisäänhengitetty hiukkanen aiheuttaa keuhkoissa hapettavaa stressiä, joka johtaa paikalliseen tulehdukseen (Lanki ja Pekkanen 2008). Paikallinen tulehdus voi edelleen levitä veressä tulehdusvälittäjäaineiden avulla systeemiseksi tulehdukseksi ja aiheuttaa verisuonten sisäseinämien toiminnan häiriintymisen. Tämän seurauksena tulehdusprosessit kiihtyvät valtimoissa, veren hyytymistäipumus kasvaa, ja seinämät paksuuntuvat. Valtimonkovettumatautia luonnehtii matalatasoinen tulehdus; vuosia kestävä ilmaansaasteille altistuminen voi nopeuttaa sairauden etenemistä ylläpitämällä

tulehdusta. Valtimonkovettumataudille tyyppilinen suonien seinämien plakkimuodostuma voi puhjeta esimerkiksi äkillisen stressin tai ilmansaaste-episodin aiheuttaman akuutin tulehduksen vuoksi. Pahimmillaan seurauksena on suonien tukkeutuminen kokonaan ja sydäninfarkti.

Lyhytaikaisen hiukkasaltistuksen on osoitettu vaikuttavan myös sydämen autonomisen hermotuksen toimintaan, minkä seurauksena rytmihäiriöiden riski voi lisääntyä. Keuhkoista refleksejä välittävien hermocytyiden reseptorit voivat aktivoitua hiukkasten kemiallisten ainesosien vaikutuksesta tai epäsuorasti hapettavan stressin ja paikallisten tulehdusreaktioiden kautta. Todennäköisesti ilmansaasteiden vaikutusmekanismit toimivat vuorovaikutuksessa, sillä autonominen hermosto voi käynnistää tulehdusvälittäjäaineiden tuoton ja toisaalta tulehdus voi alentaa autonomisen hermoston aktivoitumiskykyä.

Melun vaikutukset käynnistyvät aina elimistön stressireaktiolla: sympaattisen hermoston toiminta kiihtyy ja hypotalamus-aivolisäke-lisämunuais-akseli aktivoituu, mikä voidaan havaita syljen kortisoli-pitoisuuden nousuna. Stressitila vaikuttaa myös immuunijärjestelmän toimintaan. Yhteisten välivaiheiden vuoksi on mahdollista, että samanaikainen ilmansaasteille ja melulle altistuminen on erityisen haitallista sydänterveydelle. Tutkimuksissa on pystytty yleensä arvioimaan vain melun lyhytaikaisvaikutuksia, joten on vielä epäselvää johtavatko toistuvat stressireaktiot myös pysyvämpään ja siten haitalliseen stressitilaan. Linkki meluallistuksesta fysiologisen stressin kautta sydänsairauksiin on joka tapauksessa biologisesti uskottava: stressi kohottaa verenpainetta ja sydämen sykettä ja kiihdyttää tulehdusprosesseja, jotka ovat kaikki sydänsairauksien riskitekijöitä. On lisäksi uskottavaa, että äkillinen melu voi johtaa sydänsairauden akuuttiin pahenemiseen, vaikka tästä ei tutkimuksia olekaan.

Stressireaktio on pitkälti tiedostamaton. Stressiä voi kuitenkin lisätä tietoisempi kokemus melun kiusallisuudesta. Toisin kuin ilmansaasteille altistuminen, melul-

le altistuminen yleensä havaitaan. Melun kiusalliseksi kokeminen riippuu vain osin äänen voimakkuudesta ja laadusta, tärkeitä selittäjiä ovat myös kuulijan persoona ja suhde melulähteeseen sekä aika ja paikka. Tiedostettu, kiusalliseksi koettu melu voi vaikuttaa henkiseen hyvinvointiin pitkällä tähtäimellä jos altistumista ei ole mahdollista välttää. Ehkä yllättäen melun ja psyykkisten sairauksien yhteyttä ei ole juurikaan tutkittu. Jos yhteys on olemassa, voi melun vaikutus sydänsairauksiin välittyä myös tätä kautta, sillä esimerkiksi masennuksen on havaittu olevan yhteydessä sydäninfarkttien ilmaantuvuuteen.

Melun vaikutuksia unen laatuun on tutkittu jo pitkään. On selvää että korkeat yölliset melutasot voivat johtaa heräämiseen, mutta tietoisia heräämisiä lienee eurooppalaisilla tieliikennemelutasoilla kohtuullisen harvoin. Yleisempiä melun vaikutuksia ovat unitilojen suhteelliset muutokset ja tiedostamaton kehon reagointi, minkä on lähinnä laboratoriotutkimuksissa havaittu näkyvän esimerkiksi kehon lisääntyneenä liikehdintänä ja pieninä muutoksina verisuonten supistuneisuudessa. Pitkäaikainen univaje voi olla riski sydänsairauksille suoraan ja heikentyneen psyykkisen terveyden kautta, mutta on epäselvää kuinka melututkimuksissa havaitut varsin vähäiset unen aikaiset fysiologiset muutokset vaikuttavat sydänterveyteen.

Sydänvaikutuksille herkät ryhmät

Hiukkasten ja melun sydämeen ja verenkierroelimistöön kohdistamille vaikutuksille ovat luonnollisesti erityisen herkkiä kroonisesti sydänsairaavat, jos vaikutusten mittana käytetään niiden vakavuutta: hiukkasille ja ilmeisesti myös melulle altistuminen voi pahentaa sydänsairautta ja johtaa jopa kuolemaan. Myös muut tulehduksellisen komponentin omaavat sairaudet kuten diabetes voivat ilmeisesti vahvistaa hiukkasten sydänvaikutuksia. Uusimman tutkimustiedon perusteella yksilölliset erot hapettavan stressin sietokyvyssä voivat myös aiheuttaa

eroja herkkyydessä ilmansaasteiden vaikutuksille. Hapettavan stressin sietokyky on osin perinnöllistä, mutta siihen vaikuttaa myös esimerkiksi ravitsemus. Heikompi ravitsemus saattaisi osaltaan selittää havainnot alhaisen sosioekonomisen aseman ilmansaasteiden haittoja lisäävästä vaikutuksesta.

Osa meistä kokee melun äänekkäämpänä ja epämiellyttävämpänä kuin ihmiset keskimäärin. Tyypillisesti 20–40 % kyselyihin vastaajista ilmoittaa olevansa meluherkkiä. Meluherkkyys on ainakin osin perinnöllistä, mutta meluherkkyudessa voi tapahtua myös muutoksia: esimerkiksi ikääntyminen ja kuulon aleneminen lisäävät meluherk-

kyyttä. On luultavaa, että meluherkkyys voimistaa melun vaikutuksia sydänterveyteen. Meluherkkyuden, melutasojen ja sydänsairauksien yhteyttä ei kuitenkaan ole tutkittu pitkittäistutkimuksissa, joita tarvitaan sen selvittämiseksi puhkeaisiko sairaus meluherkällä myös ilman merkittävää meluallistumista. Meluherkkyys itsessään on yhdistetty suomalaisessa tutkimuksessa kohonneeseen sydänkuoleman riskiin (Heinonen-Guzejev ym. 2006). Meluherkkä reagoi usein muihinkin ärsykkeisiin kuin meluun voimakkaasti, mikä voi osaltaan selittää meluherkkien alttiutta esimerkiksi psyykkisille sairauksille ja inihäiriöille.

Tieliikenteen terveyshaittojen vähentäminen

Tieliikenteestä aiheutuvan melun ja hiukkasten terveyshaittoja voidaan vähentää periaatteessa yksinkertaisesti: vähennetään liikennemääriä ja erotetaan asuinalueet ja vilkkaat tiet toisistaan. Käytännössä liikenteen määrän vähentäminen on osoittautunut tähän asti mahdottomaksi, ja toisaalta ilmastomuutoksen torjunnan (ja liikennemäärien vähentämisen) edellyttämä yhdyskuntarakenteen tiivistäminen johtaa ajoittain paineeseen rakentaa pääväylätkin entistä lähemmäs asutusta. Ongelmallisimmilla alueilla saataisiin vaikutuksia nopeasti aikaan nopeusrajoituksilla ja alueelle pääsyn rajoittamisella; yleinen mielipide kuitenkin harvoin tukee näitä keinoja.

Terveyshaittoja voidaan vähentää myös rakennusteknisillä ratkaisuilla. Suomessa rakennukset ovat jo nyt tiiviimpiä kuin esimerkiksi Keski-Euroopassa (ja ikkunat monilasisia), mikä vähentää varsinkin sisämelua ja jossain määrin myös hiukkaspitoisuuksia sisällä. Liikennealueilla soisi tehokkaan ottoilman hiukkassuodatuksen yleistyvän, mutta tehokkuuden pitäisi ulottua myös energiataloudellisuuteen. Rakennusten ulkokuoren ääneneristävyyttä on mahdollista parantaa edelleen. Ongelmaksi muodostunee se, että liikenteen äänen peittovaikutuksen poistuessa alkavat esimerkiksi kerrostaloissa naapureiden



Ongelmallisimmilla alueilla saataisiin vaikutuksia nopeasti aikaan nopeusrajoituksilla ja alueelle pääsyn rajoittamisella; yleinen mielipide kuitenkin harvoin tukee näitä keinoja.

aiheuttamat arkiset äänet kuulua entistä selvemmin.

Meluvälleillä voidaan jossain määrin vähentää melualtistumista vilkasliikenteisillä alueilla, mutta hiukkasaltistumista ne eivät vähennä. Hiljaisten päällysteiden laajamittaisempi käyttö vähentäisi melusaastetta, mutta varsinkin nastarenkaiden aiheuttaman kuluman vuoksi katupölypäästöt saataisivat kasvaa. Altistumista molemmille vähentäisi nastarenkaiden käytön rajoittaminen, kuten on jo tehty useammassa maassa. Melulle altistuminen vähentyisi kahta tietä: vierintämelun vähenisi, ja hiljaiset päällysteet yleistyisivät niiden kestävyuden parantuessa. Liikenteen päästöistä aiheutuvien haittojen yleisyyden ja vakavuuden vuoksi tulisi hiukkaset ja melu joka tapauksessa huomioida ja torjuntakeinot soviittaa yhteen kaikessa kaupunkisuunnittelussa ja rakentamisessa.

Viitteet

- Beelen R, Hoek G, Houthuijs D, ym. The joint association of air pollution and noise from road traffic with cardiovascular mortality in a cohort study. *Occup Environ Med* 2009; 66:243-50.
- Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA ym. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease. An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2010;121:2331-78.
- Eriksson C, Rosenlund M, Pershagen G, ym. Aircraft noise and incidence of hypertension. *Epidemiology* 2007; 18:716-21.
- Heinonen-Guzejev, Vuorinen HS, Mussalo-Rauhamaa H, ym. The association of noise sensitivity with coronary heart and cardiovascular mortality among Finnish adults. *Sci Tot Environ* 2007; 372:406-12.
- Hoffmann B, Moebus S, Stang A, ym. Residence close to high traffic and prevalence of coronary heart disease. *Eur Heart J* 2006;27:2696-702.
- Hoffmann B, Moebus S, Möhlenkamp S ym. Residential exposure to traffic is associated with coronary atherosclerosis. *Circulation* 2007;116:489-96.
- Huss A, Spoerri A, Egger M, ym. Aircraft noise, air pollution, and mortality from myocardial infarction. *Epidemiology* 2010; 21:829-36.
- Hänninen O, Leino O, Kuusisto E ym. Elinympäristön altisteiden terveystaikutukset Suomessa. *Ympäristö ja Terveys* 2010; 3:12-35.
- Kettunen J, Lanki T, Tiittanen P ym. Associations of fine and ultrafine particulate air pollution with stroke mortality in an area of low air pollution levels. *Stroke* 2007;38:918-22.
- de Kluizenaar Y, Gansevoort RT, Miedema HME, de Jong PE. Hypertension and road traffic noise exposure. *J Occup Environ Med* 2007; 49:484-92.
- Lahti T, Gouatarbés B, Markkula T. Helsingin kaupungin meluselvitys 2007. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2007.
- Lanki T, Pekkanen J. Kaupunki-ilman hiukkaset ja sydänsairaudet. *Suomen Lääkärilehti* 2008; 63:1059-65.
- Lanki T, Ahokas A, Alm S ym. Determinants of personal and indoor PM_{2.5} and absorbance among elderly subjects with coronary heart disease. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2007;17:124-33.
- Lanki T, Pekkanen J, Aalto P ym. Associations of traffic related air pollutants with hospitalization for first acute myocardial infarction. The HEAPSS study. *Occup Environ Med* 2006;63:844-51.
- Tonne C, Melly S, Mittleman M, ym. A case-control analysis of exposure to traffic and acute myocardial infarction. *Environ Health Perspect* 2007; 115:53-7.
- Selander J, Nilsson ME, Bluhm G, ym. Long-term exposure to road traffic noise and myocardial infarction. *Epidemiology* 2009; 20:272-9.
- Sørensen M, Hvidberg M, Andersen ZJ ym. Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *Eur Heart J* 2010, doi:10.1093/eurheartj/ehq466. ■