

Sisäilmaongelmat huolettavat tutkijoita

Home vaikuttaa hermostoon

■ Pilaantunut sisäilma voi vaikuttaa kognitiivisiin kykyihin ja aiheuttaa motorisia ongelmia, osoittavat tuoreet tutkimukset. Sisäilman haittekkijöiden on havaittu aiheuttavan aivosolujen tuhoutumista myös matalina pitoisuuksina.

Katja Pulkkinen

Hiiri polskii pyöreässä vesisammiossa, jossa veden alle piilotettu laituritarjoaa väsyneelle uimarille levähdyspaikan. Terveellisistä oloista liikkeelle lähtenyt, edellisinä päivinä tehtävää harjoitellut jyrsijä löytää turvapaikan nopeasti.

Kuolleille homeitiöille koepäivinä altistettu hiiri sen sijaan jatkaa uimista. Se ei ymmärrä, missä laiturion, vaikka on harjoitellut yhtä lailla.

Kyse on Morrisin uimasuunnistustestistä, jota käytetään yleisesti spatiaalisen hahmottamisen ja oppimisen tutkimiseen.

Yhdysvaltalainen tutkijaryhmä selvitti testin avulla, vaikuttaako homealojen mikrobeille altistuminen hiirten toimintakykyyn. Lisäksi ryhmä mittasi muun muassa eläinten aivojen tulehdustilaa.

Tutkijat esittelivät tuoreiden tutkimustensa tuloksia Neuroscience 2014 -konferenssissa, joka järjestettiin marraskuussa Washingtonissa.

Heidän mukaansa homeitiöitä hengittäneet hiiret kärsivät aivojen infektiosta ja pärjäsivät tehtävissä verrokkeja huonommin. Lisäksi mikrobeille altistuneiden hiirten paino nousi, mikä myös korreloi hahmotusvaikeuksien kanssa.

”Osoitimme tutkimuksessamme, että myös kuolleet, tyhjät itiöt aiheuttavat voimakasta aivotulehdusta

Sisäilmasairaajat kertovat usein kärsivänsä muistihäiriöistä, sekavuudesta ja ”aivosumusta”. Uudet tutkimukset viittaavat siihen, että home voi vahingoittaa aivojen hermosoluja.

Enemmän aiheesta

- Brewer, J. ym. Detection of Mycotoxins in Patients with Chronic Fatigue Syndrome. *Toxins* 2013, 605.
- Guo P. ym. Sick building syndrome by indoor air pollution in Dalian China 2013. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2013, 1489.
- Inamdar A.A. ym. Fungal-derived semiochemical 1-octen-3-ol disrupts dopamine packaging and causes neurodegeneration. *PNAS* 2013, 19561.
- Jedrychowski W. ym. Cognitive function of 6-year old children exposed to mold-contaminated homes in early postnatal period. Prospective birth cohort study in Poland. *Physiology and Behavior*. 2011, 989.
- Karunasena, E. ym. Building-associated neurological damage modeled in human cells: a mechanism of neurotoxic effects by exposure to mycotoxins in the indoor environment. *Mycopathologia* 201, 377.
- Sahlberg B. Indoor Environment in dwellings and sick building syndrome (SBS): longitudinal studies. *Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Medicine* 2012, 783.
- Takigawa T. ym. A longitudinal study of aldehydes and volatile organic compounds associated to sick building syndrome in new dwellings in Japan. *The science of the total environment* 2012, 417–418: 61.
- Harding, C.F. ym. Mold inhalation, brain inflammation, and behavioral dysfunction. *Esitelmä Neuroscience 2014 -konferenssissa*.
- Liao D. ym. Environmental mold exposure leads to spatial memory deficits. *Esitelmä Neuroscience 2014 -konferenssissa*.
- Page K. ym. Mold-induced changes in microglial morphology: A method for quantifying dimensions. *Esitelmä Neuroscience 2014 -konferenssissa*.

ja käytöshäiriöitä, eivät siis pelkästään toksineja tuottavat elävät homeet. Itiöt myös vähentävät hermosolujen uusiutumista”, kertoo tutkija **Cheryl Harding** New Yorkin Hunter Collegesta.

Kaksiteräinen miekka

Merkkejä huonolaatuisen sisäilman vaikutuksesta aivoihin on viime aikoina havaittu muissakin tutkimuksissa.

Virginian teknillisen yliopiston tutkija **Enusha Karunasena** kollegoineen paneutui vaurioihin, joita satratoksiini H -niminen mikrobi-myrryky aiheuttaa elimistössä. Satratoksiinit ovat *Stachybotrys chartarum* -homesienen tuottamia myrkyllisiä aineenvaihduntatuotteita eli mykotoksiineja.

Tutkimuksessa selvisi, että satratoksiinille altistuminen voi vahingoittaa aivo-veriesterettä, aivoja monilta myrkyiltä suojaavaa rakennetta. Mallinnus osoitti rakenteen konkreettisesti reikiintyvän.

Tutkijat mallinsivat vaurioita paitsi aivo-veriesteressä myös solujen viestintäjärjestelmissä. Mallinnukset tehtiin ihmissoluilla.

Satratoksiini H:n ohella soluja altistettiin bakteeriperäisille lipopolysakkarideille ja oksidatiiviselle stressille, jotka myös ovat kosteusvaurioihin liittyviä, tulehdusta aiheuttavia tekijöitä.

”Havaitsimme, että lieväkin altistus vahingoitti pitkään jatkuessaan aivo-veriesterettä ja aktivoi tulehdusmekanismeja ja solukuoleman vaikutusreitit astroosyyteillä eli hermojärjestelmän tukisoluilla. Hermosoluille altistus oli tappava”, Karunasena kertoo.

Karunasenan mukaan kyse on elimistön puolustusjärjestelmän normaalista reaktiosta. Puolustautuminen on kuitenkin kaksiteräinen miekka.



Sisäilman haitallisille mikrobeille altistuneiden lasten älykkyysosamäärä oli selvästi matalampi kuin verrokkilapsilla.

►►►

”Immuunijärjestelmä yrittää torjua satratoksiinia. Jatkuva matala-asteinenkin altistus pitää elimistön jatkuvassa tulehdustilassa ja solukuolemekanismien pysyvästi aktiivisena, mikä johtaa koko ajan kasvaviin vaurioihin terveissä aivosoluissa.”

Tutkimuksessa todetut solutason vaikutusmekanismit saattavat osaltaan selittää sen, miksi kosteusvaurioille altistunut ihminen saa erilaisia hermostollisia oireita ja vakaviakin keskushermostosairauksia.

Sisäilmasairaat kertovat usein kärsivänsä muistihäiriöistä, sekavuudesta ja ”aivosumusta”. Karunasenan tutkimuksen mukaan ne voivat olla seurausta konkreettisesta solutuhosta.

Sairaista löytyi myrkkijä

Kolmannessa amerikkalaistutkimuksessa selvitettiin kroonisesta väsymysoireyhtymästä kärsivien ihmisten homealtistushistoriaa ja mitattiin mikrobiksiinien pitoisuuksia heidän virtsanäytteistään.

Useiden yliopistojen, lääkärikeskusten ja laboratorioiden yhteistutkimusta veti lääkäri ja tutkija **Joseph Brewer** Plaza Infectious Disease -klinikasta.

Krooninen väsymysoireyhtymä ilmenee vammauttavana uupumuksena, tiedonkäsittelyn häiriönä, päänsärkinä, lihaskipuina, suolistovaivoina ja monenlaisina hermoston ongelmina. Maailman terveysjärjestön WHO:n tautiluokituksessa oireyhtymä kuuluu hermostollisten sairauksien luokkaan.

Oireet ovat pitkälti samanlaisia kuin sisäilmasairailla. Krooninen väsymysoireyhtymä puhkeaa usein hometalossa asuneilla.

”Homemyrkyistä valitsimme mitattaviksi makrosykliset trikotekeenit, aflatoksiinit ja okratoksiini A:n, koska nämä testit olivat kaupallisesti saatavilla tutkimuskäyttöön”, Brewer kertoo.

Tulokset olivat selviä: toksiineja

Lasten älykkyys laski

Lasten älykkyysosamäärä voi laskea huomattavasti, jos he altistuvat varhaislapsuudessaan pitkiä aikoja sisäilman mikrobeille.

Asia havaittiin Puolassa toteutetussa kuusivuotisessa seurantatutkimuksessa, jossa oli mukana lähes 300 lasta.

Sisäilman kosteusvauriomikrobeille altistuneiden lasten älykkyysosamäärä oli selvästi verrokkilapsia matalampi. Altistus peräti kolminkertaisti riskin alhaiseen tulokseen ÄO-testeissä.

”Halusimme tällä tutkimuksella

löytyä lähes jokaiselta 112 potilaalta. Kolmasosalla havaittiin useampia kuin yhtä tutkituista toksiineista. Yleisin löydös oli okratoksiini A.

Selvityksessä kävi ilmi, että potilaista 90 prosenttia asui tai oli asunut hometalossa. Kun heidän nykyiset asuntonsa tutkittiin, useimmista löytyi toksiinintuottokykyisiä mikrobilajeja.

Verrokkeina tutkimuksessa olivat terveet, kosteusvaurioille altistumat-

tomia sisäilman homeiden mahdollisia haittoja lasten kognitiiviselle kehitykselle ja ylipäänsä ympäristötekijöiden merkitystä tässä kehityksessä”, sanoo tutkimusta johtanut professori **Wieslaw Jedrychowski** krakovalaisesta Jagellon yliopistosta.

”Toivon tutkimuksemme rohkaisevan tiedeyhteisöä tutkimaan edelleen ympäristötekijöiden roolia pikkulasten kognitiivisessa kehityksessä, sillä kognitiivisten toimintojen häiriintyminen voi olla yksi herkkä, varhainen mittari altistumisesta haitallisille ympäristötekijöille.”

tomat ihmiset, joiden virtsanäytteet analysoitiin samassa laboratoriossa samoin menetelmin. Verrokeilta ei tehty toksiinilöydöksiä.

Brewer pitää toksiinien mittaamista hyödyllisenä menetelmänä, kun jäljitetään sairauden alkuperää. Sen lisäksi, että tulokset auttavat tutkijoita ja lääkäreitä ymmärtämään paremmin sisäilmaperäisiä sairauksia, ne voivat tarjota uusia keinoja sairauksien diagnostiikkaan ja hoitoon.

Työterveyslaitos tutkii psykoterapiaa sisäilmasairaiden hoidossa

Sisäilmatekijöihin liittyvien oireiden tutkimus Suomessa on keskittynyt lähinnä astmaan ja ohimeneviin ärsytysoireisiin. Pysyvä oireilu, hermostolliset häiriöt ja erilaisten kroonisten sairauksien puhkeaminen ovat jääneet vähemmälle huomiolle.

Työterveyslaitos TTL tutkii parhaillaan sitä, kuinka erityyppiset psykoterapiat toimivat sisäilmaongelman aiheuttamista pitkittyneistä oireista kärsivien potilaiden hoidossa.

TTL:n *Toiminnalliset oireet ja työkyvyn tuki sisäilmaongelmissa* -tutkimushankkeessa selvitetään kognitiivisen käyttäytymisterapian, rentouttavan ryhmäterapiapian ja psykoedukaation mahdollisuuksia

sisäilmasta sairastuneen kuntoutuksessa.

Psykoedukaatio on etenkin mielen terveyden häiriöissä käytetty työskentelytapa, jonka tavoitteena on lisätä kuntoutujan ja hänen läheistensä ymmärrystä sairaudesta ja sen hallinnasta.

”Hankkeen tavoitteena on objektiivisen tiedon lisääminen, jotta terveydenhuollossa voitaisiin paremmin ja kokonaisvaltaisemmin tukea pitkittyneitä ympäristöön liitettyjen oireiden hallintaa”, kertoo Työterveyslaitoksen tutkija, erikoislääkäri **Aki Vuokko**.

Vuosina 2013–2016 toteutettavaa projektia rahoittavat Kela ja Työsuojelurahasto.

”Mallimme voisi tiivistää niin, että home- ja mykotoksiinialtistus aiheuttaa solujen mitokondrioiden toimintahäiriöitä, mistä seuraa sairaus. Jos mykotoksiineja on elimistössä pysyvästi, seurauksena on krooninen sairaus.”

Kannattaa yksilöidä

Sisäilmassa terveyshaittojen aiheuttajina eivät toimi pelkästään mikrobit vaan myös erilaiset kemikaalit, joita voi haihtua rakennusmateriaaleista huomattaviakin määriä. Mate-

riaaleista vapautuu ilmaan päästöjä aina, mutta kosteusrasituksessa päästöt kiihtyvät.

Japanilaisen Juntendon yliopiston tutkijan **Peng Guon** johtamassa usean yliopiston yhteistutkimuksessa selvitettiin sisäilman materiaalipäästöjen yhteyttä erilaisiin oireisiin Kiinassa, jossa sisäilmaoireilusta on viime vuosina tullut iso terveysongelma.

Etenkin sisäilmaan liittyviä hermostollisia ja keuhko-oireita raportoidaan Kiinasta huomattavia määriä, tutkijat kertovat.

Tutkimuksen aineistona oli reilut sata henkeä, jotka asuvat koilliskiinalaisessa Dalianin suurkaupungissa. Tutkitut asunnot ovat betonikerrostaloja.

Tutkittujen kiinalaisten oireita olivat esimerkiksi pahoinvointi, unihäiriöt, suhteettoman voimakas väsymys ja päänsärky.

Sairastuneiden kodeista mitattiin huomattavasti suuremmat päästö-
pitoisuudet muun muassa styreeniä, 1,1,1,-trikloorietaania, butanolia ja formaldehydia kuin verrokkien asunnoista. Yhdisteiden määrä ja laatu olivat yhteydessä oireiden kirjoon.

Toisessa tuoreessa, Okayaman yliopiston **Tomoko Takigawan** koordinoimassa japanilaistutkimuksessa selvitettiin uusien rakennusten sisäilman aldehydejä ja alifaattisia hiilive-

» » »



Jättivaltio Kiinasta raportoidaan ulkoilman saasteiden lisäksi yhä useammin myös sisäilman ongelmista. Dalianin kaupungissa tehty tutkimus paljasti yhteyden asuntojen kemikaalipäästöjen ja sairastuneiden oireiden välillä.



Scanstockphoto

Parkinsonin tauti on etenevä neurologinen sairaus, joka muun muassa hidastaa liikkumista. Kosteusvauriomikrobit saattavat olla yksi tautia aiheuttavista ympäristötekijöistä.

► ► ►

tyjä. Myös tässä tutkimuksessa havaittiin korrelaatio terveyshaittojen ja löydösten välillä.

Tutkijoiden mukaan olisi tärkeä tietää tarkkaan, mitä aineita etsiä ja mitata. Syyllisiä ei saada kiinni hakuammunnalla.

Samansuuntaista viestiä kiirii naapurista. Ruotsalainen **Bo Sahlberg** Uppsalan yliopiston lääketieteellisestä tiedekunnasta tutki väitöskirjassaan mikrobi- ja rakennusmateriaalipestäisten VOC-päästöjen soveltuvuutta sisäilmasta sairastuneiden oireiden selittäjiksi. Päästöjen kokonaismäärä ei kuitenkaan osoittautunut toimivaksi mittariksi sairastumisille.

Sahlbergin mukaan tuloksellisempaa olisi tarkastella yksittäisten päästöjen tasoja. Terveyshaitat liittyvät nimenomaan tiettyihin mikrobien tuottamiin yhdisteisiin, kuten 2-pentanoliini, 2-heksanoniini, 2-pentyylifuraaniin ja 1-okten-3-oliini, hän sanoo.

Yhteys parkinsonismiin?

1-okten-3-oli eli sienialkoholi, jota kosteusvauriomikrobit tuottavat, nousi esiin myös New Jersey valtionyliopiston ja Atlantan Emory-yliopiston tutkimuksessa, jota johti professori **Joan Bennett**.

PNAS-julkaisussa ilmestyneessä

tutkimuksessa etsittiin mahdollisia luonnollista alkuperää olevia ympäristötekijöitä, jotka saattavat aiheuttaa Parkinsonin tautia.

Tähän mennessä tutkimustietoa Parkinsonia aiheuttavista ympäristö-

tekijöistä on lähinnä torjunta-aineiden osalta.

Bennettin ryhmä selvitti useiden kosteusvauriomikrobien tuottamien myrkkujen vaikutuksia pikkuruisten *Drosophila*-kärpästen hermostoon.

Krooninen väsymysoireyhtymä on usein seurausta hometalossa asumisesta.

Home- ja kosteusvauriosairauksille Käypä hoito -suositukset

Home- ja kosteusvauriosairauksille on vastikään alettu laatia Käypä hoito -suosituksia.

Käypä hoito -suositukset ovat kansallisia hoitosuosituksia, jotka toimivat terveydenhuollon henkilöstön ohjenuorana potilaiden hoidossa. Suosituksia laaditaan kansanterveydellisesti merkittäville sairauksille ja terveyteen liittyville kysymyksille.

Päätoimittaja **Jorma Komulainen** Lääkärisseura Duodecimin Käypä hoito -toimituksesta kertoo, että pohja hoitosuosituksille on tarkoitus saada valmiiksi vuoden 2015 aikana. Lausuntokierrokset toteutettaisiin vuonna 2016.

Tulevatko hoitosuosituksukset sisältämään myös hermostollisia oireita ja niiden hoitoa, nähdään Komulaisen mukaan vasta myöhemmin.

Sisäilman kemikaalien aiheuttamia terveysongelmia hoitosuosituksissa ei todennäköisesti käsitellä, vaan niissä keskitytään homeiden aiheuttamiin terveyshaittoihin.

”Sisäilmakysymys kokonaisuudessaan on liian laaja käsiteltäväksi yhdessä hoitosuosituksessa. Tässä vaiheessa työryhmä keskittyykin käytännön suosituksiin rakennusten kosteusvaurioista oireilevien henkilöiden tunnistamisessa ja hoidossa.”



1-okten-3-olille altistettujen karpästen dopamiiniaineenvaihdunnassa tapahtui selviä muutoksia, ja niiden kuolleisuus oli huomattavasti muita suurempaa. Tulokset toistettiin ihmisolulinjoilla. Myös aiemmin ihmisillä tehdyt lyhyet altistuskokeet viittaavat samaan.

Bennett pitää löydöstä merkittävänä.

”Todistimme geneettisillä, biokemiallisilla ja immunologisilla tutkimuksilla, että 1-okten-3-oli aiheuttaa dopamiinineuronin tuhoutumista. Aineisto havainnollistaa, että 1-okten-3-oli on myrkyllistä nimenomaan siksi, että se sekoittaa dopamiinitasapainon.”

Tutkijoiden mukaan 1-okten-3-oli saattaa olla yksi parkinsonismin luonnollisista aiheuttajista.

”Tulos auttaa mahdollisesti ymmärtämään myös homeille ja niiden tuottamille yhdisteille altistuneiden raportoitua liikehäiriötä.” □

Kirjoittaja on vapaa toimittaja ja Homepakolaiset ry:n sihteeri. Hän työskentelee viime keväänä käynnistyneessä kolmivuotisessa hankkeessa, jossa etsitään ratkaisuja sisäilmasta sairastuneiden työssäkäynti- ja opiskelumahdollisuuksien parantamiseen.
pulkkinen.katja@gmail.com

Sisäympäristön muutos näky sairauskentässä

Kemikaalien käyttö rakennusmateriaaleissa on viime vuosikymmeninä lisääntynyt räjähdysmäisesti. Tavallisesta talosta voi löytyä hormonaalisesti vaikuttavia, syöpävaurioitavia sekä hermoston ja immuunijärjestelmän toimintaa vaurioittavia kemikaaleja.

Märkärakentaminen on nykyisin enemmän sääntö kuin poikkeus. Lainsäädännössämme ei ole vaatimusta kuivasta rakennustavasta. Homevauriot ovat hyvin yleisiä.

Nykyään suositut rakennusmateriaalit voivat homehtuessaan olla perinteisiä vaarallisempia, sillä kasvualusta vaikuttaa mikrobin myrkyntuottokykyyn. Esimerkiksi kemikaaleilla kyllästetyssä eristevillassa kasvava *Penicillium*-home voi erittää satoja kertoja myrkyllisempiä toksiineja kuin puulla kasvava *Penicillium*-kollegansa.

Sisäilmasairauksien yleistymisen on luonnollinen seuraus rakennuskulttuurissamme tapahtuneesta muutoksesta.

Viime vuosina ymmärrys sisäilman homeiden ja kemikaalien haittamekanismista on lisääntynyt huomasti, ja tutkimusmenetelmät ovat kehittyneet.

Sen sijaan, että yhteiskunnan varoja Suomessa ohjataan psykoterapioiden tutkimiseen, tulisi tutkia sisäilmasta sairastuneilta erilaisia elimistön häiriötilojen merkkiaineita sekä selvittää nykyistä tehokkaammin, millaisia mikrobeja ja kemikaaleja heidän elimistössään ja käyttämässään sisätiloissa on.

Vain asianmukaisen diagnoosin pohjalta päästään menestyksellisesti ratkomaan niin ihmisen kuin rakennuksenkin terveysongelmia.

Katja Pulkkinen

Tilaa nyt työpaicallesi Työ Terveys Turvallisuus



ttt

TYÖ TERVEYS TURVALLISUUS

Työhyvinvoinnin suosittu erikoislehti

”TTT-lehdessä on sellaista luettavaa, jota ei muista lehdistä löydy.”

”Laadukasta lukemista tärkeistä aiheista.”

TTT-lehden lukijatutkimus 2014, vastaajia 762.

**Lisätietoja: www.tttlehti.fi
tilaukset@tttlehti.fi
Puhelin: 03 4246 5370**