

Ihmisten altistumista pientaajuisille sähkö- ja magneettikentille tutkitaan



Tilannekatsaus: 1/2018 – julkaistu 30. kesäkuuta 2018

Sisältö:

01: Pääkirjoitus

02: Asuinpaikan vaihtuvuus ja lapsuusiän leukemia

03: Mahdollinen selitys ukkosastmalle ja leukemiariskille suurjännitteisten voimajohtojen lähellä

04: Pilottitutkimus enintään 50 milliteslan 60 Hz:n magneettikentän vaikutuksesta vapinaan ja aivosähkökäyrään

05: Äidin kumulatiivisen pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistuksen vaikutus raskauteen ranskalaisessa kohorttitutkimuksessa

06: Pilottitutkimus äidin altistumisesta sähköisten tuotevalvontajärjestelmien magneettikentille ja sen vaikutuksesta raskauden riskeihin

07: Pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien vaikutus mehiläisten kognitiivisiin ja motorisiin taitoihin

08: Työperäinen altistus pientaajuisille magneettikentille ja hematolymfaattiset kasvaimet Sveitsissä

09: Työperäinen altistus pientaajuisille magneettikentille ja ALS-taudin riski – tutkimustulosten systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi

Tiedot tilaamiseen liittyen katsauksen alareunasta.

Nro 01

Pääkirjoitus

Tänä kesänä Bioelectromagnetics Society (BEMS) ja European Bioelectromagnetics Association (EBEA) järjestivät sähkö- ja magneettikenttiin liittyvän vuosittaisen tapaamisensa, BioEM2018-konferenssin Slovenian Piranissa 24.–29.6.2018. ICNIRP (International Commission on Non-Ionising Radiation Protection) esitteli tilaisuudessa luonnoksen uudesta ohjeestaan taajuusalueelle 100 kHz–300 GHz, mutta pientaajuisia kenttiä käsittelevään ohjeeseen ei nyt tullut muutoksia.

Kuten aikaisemmissa tilannekatsauksissa olen todennut, Suomessa on käynnissä säteilylainsäädännön uudistus, ja uusi säteilylaki ja ionisoimattomaan säteilyyn liittyvä asetus ovat edelleen käsittelyssä. STUK järjesti 24.–25.5.2018 Jyväskylässä Säteilyturvallisuuspäivät, joiden aiheena oli perehtyä vuonna 2018 uudistuvaan säteilylainsäädäntöön. Säädökset eivät olleet kuitenkaan vielä valmiit, vaan niiden oletetaan valmistuvan vasta tämän vuoden lopussa tai ensi vuoden alussa. Palaan aiheeseen seuraavissa tilannekatsauksissa.



Olen löytänyt tilannekatsaukseen taas uusia mielenkiintoisia tieteellisiä artikkeleja. Tällä kertaa löysin ja valitsin ehkä vähän erilaisia artikkeleja kuin mitä viime aikoina on ollut. Ajattelin ottaa vaihtelun vuoksi mukaan myös yhden artikkelin mehiläisistä. Tarkoitus on kuitenkin edelleen pitäytyä pääosin ihmisiin liittyvissä tutkimuksissa.

Tilannekatsauksen alussa käsitellään perinteistä aihetta: lapsuusiän leukemiaa. Tällä kertaa ensimmäinen artikkeli liittyy asuinpaikan vaihtuvuuteen ja sen vaikutukseen lapsuusiän leukemiatutkimuksissa. Toisen artikkelin kirjoittaja etsii selitystä ukkosastmalle ja leukemiariskille voimajohtojen lähellä. Ukkosastmalla kirjoittaja tarkoittaa ukkosmyrskyjen aikana havaittuja, runsaan siitepölyn aiheuttamia akuutteja astmakohtauksia.

Kolmannessa artikkelissa on käsitelty kokeellista tutkimusta, jossa vapaaehtoisia koehenkilöitä on altistettu magneettikentälle (enintään 50 mT) ja tutkittu altistuksen yhteyttä vapinaan. Mielenkiintoinen on myös kotimainen pilottitutkimus, joka käsittelee äidin altistumista sähköisten tuotevalvontajärjestelmien välitajuisille magneettikentille ja sen vaikutuksia raskauden riskeihin.

Perinteiseen tapaan tilannekatsaus päättyy työntekijöiden altistumista käsitteleviin artikkeleihin. Kahden viimeisen artikkelin aiheena ovat ALS ja hematolymfaattiset kasvaimet.

Mukavaa lukuhetkeä tilannekatsauksen parissa!

Leena Korpinen, professori
Tilannekatsauksen päätoimittaja

Korpinen työskentelee parhaillaan kliiniseen fysiologiaan ja isotooppilääketieteeseen erikoistuvana lääkärimä Pohjois-Karjalan keskussairaalassa ja on myös Tampereen yliopistossa dosenttina.



Nro 02

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat arvioivat asuinpaikan vaihtuvuuden vaikutusta ympäristöaltistusta ja lapsuusiän leukemiaa käsitelleissä tutkimuksissa käyttäen aiemman kalifornialaisen voimajohtotutkimuksen aineistoa. Tutkijat pitivät epätodennäköisenä selityksenä, että asuinpaikan vaihtuvuus olisi vääristävä tekijä lapsuusiän leukemian ja voimajohtojen magneettikentille altistumisen välisessä havaitussa yhteydessä.

Asuinpaikan vaihtuvuus ja lapsuusiän leukemia

Aiemmissa ympäristöaltistusta ja lapsuusiän leukemiaa käsitelleissä tutkimuksissa ei ole tutkimusryhmän mukaan yleensä huomioitu asuinpaikan vaihtuvuutta, jonka on havaittu olevan potentiaalinen riskitekijä tai vääristävä tekijä tai valintaharhojen ja mittausvirheiden aiheuttaja. Tässä tutkimuksessa tavoitteena oli määrittää ennakoivia tekijöitä lapsuusiän leukemiatapausten asuinpaikan vaihtuvuuteen syntymähetken ja leukemiadiagnoosin välillä, hyödyntää näitä tekijöitä huomioitaessa asuinpaikan vaihtuvuus analyysissä ja arvioida sitä mahdollisena vääristävänä tekijänä.

Tutkimusryhmä käytti aiemman kalifornialaisen CAPS-voimajohtotutkimuksen (California Powerline Study) aineistoa, jossa leukemiatapaukset olivat syntyneet Kaliforniassa ja saaneet diagnoosin vuosina 1988–2008 ja heille oli valittu satunnaisesti parikaltaistetut verrokkit syntymärekisteristä. Tutkimusryhmä analysoi ennakoivia tekijöitä asuinpaikan vaihtoon ja siitä mahdollisesti johtuvia vääristäviä tekijöitä logistisella regressioanalyysillä, analysoimalla pelkkiä tapauksia ja huomioimalla propensiteettipistemäärät.

Tutkimustulokset osoittivat, että asuinpaikkaa vaihtaneet leukemiatapaukset eivät yleensä asuneet omakotitaloissa ja olivat saaneet diagnoosin vanhempana kuin samassa asuinpaikassa pysyneet. Lisäksi heidän äitinsä olivat nuorempia ja sosioekonominen asemansa alhaisempi ja heillä oli vähemmän sisaruksia. Samassa paikassa alle 50 metrin päässä yli 200 kilovoltin voimajohdosta asuneilla lapsilla, joiden laskettu sähkömagneettikenttäaltistuksen taso oli vähintään 0,4 mikrotesslaa, lapsuusiän leukemiaan sairastumisen todennäköisyys oli näiden tutkimustulosten mukaan hieman suurempi kuin aiempien tutkimusten kokonaistuloksissa. Tutkimusryhmän mukaan tämä viittaisi siihen, syntymäkotia saattaisi olla parempi indikaattori näiden lasten altistukselle.

Kun huomioitiin propensiteettipistemäärät kaikista asuinpaikan vaihtuvuutta ennakoivista tekijöistä, leukemian todennäköisyys kasvoi asuttaessa alle 50 metrin päässä yli 200 kilovoltin voimajohdosta ja korkeimmilla lasketuilla sähkömagneettikenttätasoilla. Yksittäisten muuttujien tai propensiteettipistemäärien huomioiminen, lukuun ottamatta asunnon tyyppiä, ei aiheuttanut merkittäviä muutoksia verrattuna aiempien tutkimusten kokonaistuloksiin. Tutkimusryhmä pitikin epätodennäköisenä selityksenä, että asuinpaikan vaihtuvuus olisi vääristävä tekijä lapsuusiän leukemian ja voimajohtojen magneettikentille altistumisen välisessä havaitussa yhteydessä.

Lähde:

Amoon A T, Oksuzyan S, Crespi C M, Arah O A, Cockburn M, Vergara X, Kheifets L. Residential mobility and childhood leukemia. *Environmental Research* 164 (2018) 459–466.

Hakusanat:

lapsuusiän leukemia, sähkömagneettiset kentät, asuinpaikan vaihtuvuus, voimajohdot



Nro 03

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittaja etsii selitystä ukkosastmalle ja leukemiariskille voimajohtojen lähellä. Ukkosastmalla hän tarkoittaa ukkosmyrskyjen aikana havaittuja, runsaan siitepölyn aiheuttamia akuutteja astmakohtauksia. Kirjoittaja kuvaa tapahtumaketjun, joka johtaa ionisoituneiden hiukkasten kerääntymiseen ja varastoitumiseen hengitysteihin ja joka hänen mukaansa voisi selittää sairastumisriskiä molemmissa tapauksissa.

Mahdollinen selitys ukkosastmalle ja leukemiariskille suurjännitteisten voimajohtojen lähellä

Tutkijan mukaan vielä ei täysin ymmärretä ukkosastman tai suurjännitteisten voimajohtojen lähellä asuneiden lasten kohonneen leukemiariskin syitä tai mekanismeja. Tässä tutkimuksessa hän esitteli niille yhdistävän tekijän: sekä ukkosmyrskyt että suurjännitteiset voimajohdot muodostavat ympäristönsä tarpeeksi voimakkaan sähkökentän ionisoimaan läheisiä ilmahiukkasia ja ilman mukana kulkeutuvia hiukkasia.

Ukkosastmaksi kutsutaan ukkosmyrskyjen aikana havaittuja, runsaan siitepölyn aiheuttamia akuutteja astmakohtauksia. Tutkijan hypoteesina on, että tällaiset astmakohtaukset johtuvat pääasiassa ilman mukana kulkeutuvien allergeenien ionisoitumisesta. Salaman iskusta ionisoituneet siitepölyhiukkaset tarttuvat helpommin ja suurempina määrinä keuhkoihin kuin ionisoimattomat hiukkaset, ja niiden sitoutuessa limasoluihin tai fagosyytteihin (syöjäsoluihin) immuunireaktio voimistuu.

Tutkijan mukaan vastaavanlainen kausaalinen yhteys saattaisi olla myös pitkäkestoisen ionisoituneille hiukkasille suurjännitteisten voimajohtojen läheisyydessä altistumisen ja lapsuusiän leukemian välillä. Hänen hypoteesinaan on, että esimerkiksi teollisuudesta peräisin olevat karsinogeenit ionisoituvat ohittaessaan voimajohdon ja kulkeutuvat sitten tuulen mukana asuin- ja liikealueille. Tutkija on löytänyt julkaistuja todisteita lähes kaikista teoriansa vaiheista, mutta niitä ei ole aiemmin julkaistu kokonaisuutena. Sisään hengitettyjä ionisoituja mikrohiukkasia on pidetty akuutin astman selityksenä, mutta niitä ei ole hänen mukaansa aiemmin yhdistetty lapsuusiän leukemian kehittymiseen pidemmällä aikavälillä.

Tutkijan kuvaama tapahtumaketju johtaa ionisoituneiden hiukkasten kerääntymiseen ja varastoitumiseen hengitysteihin ja voisi selittää hänen mukaansa sairastumisriskiä molemmissa tapauksissa – niin lyhyellä aikavälillä akuutin ukkosastman kuin pitkällä aikavälillä voimajohtojen lähellä lapsuusiän leukemian osalta. Hänen mukaansa tämä selitys saa lisätukea myös aiemmista tutkimuksista, joissa on löydetty yhteys sekä lapsuusiän leukemian että lapsuusiän astman ja vilkkaasti liikennöityjen teiden lähellä asumisen väliltä.

Lähde:

Redmayne M. A proposed explanation for thunderstorm asthma and leukemia risk near high-voltage power lines: a supported hypothesis. *Electromagnetic Biology and Medicine* 2018,

Hakusanat:

ukkosastma, lapsuusiän leukemia, ionisoidut hiukkaset, salama, siitepöly, pientaajuiset magneettikentät, voimajohdot



Nro 04

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä tutki magneettikentän mahdollisia vaikutuksia ihmisen neuromotoriseen kontrolliin. He altistivat kymmenen vapaaehtoisen koehenkilön aivokuorta ja mittasivat samanaikaisesti muiden muassa fysiologista vapinaa. Tutkimusryhmä totesi, että altistuksella ei ollut vaikutusta ihmisten motoriseen kontrolliin, mutta tuloksiin on hyvä suhtautua varauksella pienen osallistujamäärän tähden.

Pilottitutkimus enintään 50 milliteslan 60 Hz:n magneettikentän vaikutuksesta vapinaan ja aivosähkökäyrään

Ihmisten päivittäinen, lyhyt- tai pitkäkestoinen ympäristöaltistus verkkotaajuisille (60 Hz Pohjois-Amerikassa) magneettikentille aiheuttaa tutkimusryhmän mukaan elollisiin rakenteisiin sähkökenttiä ja -virtoja, joilla voi olla biologisia vaikutuksia. Tässä pilottitutkimuksessa he tutkivat pientaajuisien magneettikenttien mahdollisia vaikutuksia ihmisen neuromotoriseen kontrolliin yleisesti sekä erityisesti fysiologiseen asentovapinaan ja aivosähkökäyrään (EEG). Koska EEG:n avulla mitattu primaarisen motorisen aivokuoren mu-rytmi (8–12 Hz) on yhteydessä fysiologiseen vapinaan, heidän hypoteesinaan oli, että tälle aivokuoren alueelle kohdistettu 60 Hz:n magneettikenttäaltistus voisi aiheuttaa ihmiselle akuutisti fysiologista vapinaa.

Tutkimuksessa kymmenellä terveellä vapaaehtoisella (keskimäärin 23,8-vuotiaita) oli päässään magneettikuvauksen kanssa yhteensopiva EEG-myssy, kun heidät altistettiin 60 Hz:n magneettikentälle 11 eri voimakkuustasolla (0–50 mT_{rms}). Samaan aikaan heiltä mitattiin fysiologinen vapina vastakkaisen puolen etusormesta ja otettiin EEG-käyrä vastaavilta aivokuoren motorisilta ja somatosensorisilta alueilta.

Tutkimustulokset eivät osoittaneet magneettikenttäaltistuksella olevan merkittävää vaikutusta analysoituihin fysiologisen vapinan ominaisuuksiin. Myöskään EEG-käyrässä ei havaittu merkittävää vaikutusta elektrodeissa C1, C3, C5 ja CP1, mutta tuntoaistimukseen osallistuvaa aivoaluetta mittaavista elektrodeista CP3 ja CP5 sellainen löytyi: magneettivuon tiheyden kasvaessa niissä molemmissa näkyi laskeva mu-rytmin spektri. Parivertailut Bonferronin korjauksella eivät kuitenkaan vahvistaneet tätä. Huomioidessaan sekä EEG-käyrää että vapinaa koskevat löydökset tutkimusryhmä totesi, että magneettikenttäaltistuksella ei ollut vaikutusta ihmisen motoriseen kontrolliin.

Tutkimusryhmän mukaan tuloksiin täytyy suhtautua varauksella pilottitutkimuksen pienen osallistujajoukon vuoksi. Se tarjoaa heidän mukaansa kuitenkin ihmisten altistuksesta korkean mT-tason magneettikentille uutta tutkimustietoa, joka on tarpeellista vaikkapa ICNIRP:lle tai IEEE:lle niiden laatiessa uusia kansainvälisiä standardeja sähkömagneettisille kentille altistumisesta.

Lähde:

Davarpanah Jazi S, Modolo J, Baker C, Villard S, Legros A. Effects of A 60 Hz Magnetic Field of Up to 50 milliTesla on Human Tremor and EEG: A Pilot Study. International Journal of Environmental Research and Public Health 2017, 14, 1446.

Hakusanat:

ihminen, aivosähkö tutkimus, EEG, pientaajuiset magneettikentät, fysiologinen vapina



Nro 05

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat tutkivat äitien raskauden aikaisen magneettikenttäaltistumisen yhteyttä mm. ennenaikaiseen synnykseen ja lapsen kokoon hyödyntämällä Elfe-kohorttia. Tutkijat eivät havainnut merkittävää yhteyttä äidin raskauden aikaisen kumulatiivisen altistuksen ja kohtalaisen ennenaikaisen synnytyksen tai lapsen raskausviikkoihin nähden pienen koon välillä.

Äidin kumulatiivisen pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistuksen vaikutus raskauteen ranskalaisessa kohorttitutkimuksessa

Tutkimusryhmän tavoitteena oli tutkia äidin raskauden aikaisen kumulatiivisen pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistuksen suhdetta kohtalaisen ennenaikaisen synnytyksen (raskausviikoilla 33–37) tai lapsen raskausviikkoihin nähden pienen koon riskiin. He hyödynsivät Elfe-kohorttia, joka sisälsi 18 329 vuonna 2011 Ranskassa syntynyttä lasta.

Tiedot raskausviikosta ja lapsen koosta syntymähetkellä kerättiin potilastiedoista, ja raskausviikkoihin nähden pieni koko määritettiin Ranskan kasvukäyrien mukaan. Äitien työtilannetta raskauden aikana ja ammattia kysyttiin haastattelussa. Työssä käyvien äitien ammatit koodattiin vuonna 1988 laaditun ammattien vakioluokituksen (ISCO 88) perusteella. Tietoihin kirjattiin myös päivämäärä, jolloin he lopettivat työnteon. Kumulatiivinen altistus pientaajuisille magneettikentille raskauden aikana arvioitiin hiljattain päivitetyn työaltistematriisin avulla kaikkien äitien osalta.

Kumulatiivista altistusta tutkittiin kategorisena muuttujana ($< 17,5$, $17,5-23,8$, $23,8-36,2$, $36,2-61,6$ tai $\geq 61,6$ μT -päivä), binaarimuuttujana ($< 44,1$ tai $\geq 44,1$ μT -päivä) ja jatkuvana muuttujana. Altistuksen vaikutuksia raskauteen analysoitiin logistisella regressioanalyysillä huomioiden äidin elämäntapaan liittyvät tekijät, sosiodemografiset tekijät ja joitain äidin sairauksiin liittyviä tietoja raskauden ajalta ja ennen sitä. Analyysiin kelpuutettiin mukaan ainoastaan yksöisraskaudet, joissa tiedot lapsen koosta ja raskausviikoista syntymähetkellä olivat saatavilla. Kumulatiivinen altistus pystyttiin määrittämään 96,0 prosentilta äideistä, joista 37,5 % sijoitettiin $23,8-36,2$ μT -päivän luokkaan. Voimakas altistus oli harvinaista: 1,3 % sijoittui yli $61,6$ μT -päivän luokkaan ja 5,5 % yli $44,1$ μT -päivän luokkaan.

Tutkimusryhmä ei havainnut tässä suuressa populaatiopohjaisessa tutkimuksessa tilastollisesti merkittävää yhteyttä äidin raskauden aikaisen kumulatiivisen altistuksen ja kohtalaisen ennenaikaisen synnytyksen tai lapsen raskausviikkoihin nähden pieneen koon välillä.

Lähde:

Migault L, Piel C, Carles C, Delva F, Lacourt A, Cardis E, Zaros C, de Seze R, Baldi I, Bouvier G. Maternal cumulative exposure to extremely low frequency electromagnetic fields and pregnancy outcomes in the Elfe cohort. *Environment International* 112 (2018) 165–173.

Hakusanat:

pientaajuiset sähkömagneettiset kentät, äidin altistus, työperäinen altistus, raskausviikkoihin nähden pieni koko, ennenaikainen synnytys



Nro 06

Päätoimittajan kommentti: Suomalainen tutkimusryhmä on tehnyt pilottitutkimuksen sähköisten tuotevalvontajärjestelmien lähellä työskentelevien naisten altistumisesta välitaajuisille 8,2 MHz:n magneettikentille ja altistuksen mahdollisesta vaikutuksesta keskenmenoihin, lapsen pieneen syntymäpainoon ja ennenaikaiseen syntymään. Tutkimusryhmä ei havainnut eroa näiden riskissä erityyppisten myymälöiden altistuneen tai altistumattoman kassahenkilökunnan välillä.

Pilottitutkimus äidin altistumisesta sähköisten tuotevalvontajärjestelmien magneettikentille ja sen vaikutuksesta raskauden riskeihin

Tutkimusryhmä teki pilottitutkimuksen kauppojen kassoilla sähköisten tuotevalvontajärjestelmien (EAS) lähellä työskentelevien naisten altistumisesta välitaajuisille magneettikentille ja sen mahdollisesta vaikutuksesta keskenmenon, pienen syntymäpainon, raskausviikkoihin nähden pienen koon ja ennenaikaisen synnytyksen riskiin. Näin he halusivat arvioida laajamittaisen epidemiologisen tutkimuksen toteutuskelpoisuutta.

Tutkimusaineisto koostui 4157 naisesta, jotka työskentelivät vuosina 2008–2015 kassalla sähköisiä tuotevalvontalaitteita hyödyntävissä supermarketeissa (altistuneiden joukko) tai elintarvikemyymälöissä, joissa ei ollut EAS-laitteita (altistumaton joukko). Tutkimusajankohtana nämä naiset saivat 536 lasta ja 38 keskenmeno. Tiedot perustuivat valtakunnalliseen syntymärekisteriin. Tutkimusryhmä myös määrittä kassalla työskentelevien magneettikenttäaltistusta suorittamalla mittauksia kuudessa supermarketissa kassalla, 0,1 metrin päässä EAS-portista ja porttien välissä sekä kuudessa elintarvikemyymälässä kassalla ja paikoissa, joissa portit olisivat olleet.

Tutkimusryhmä havaitsi, että supermarkettien kassahenkilökunta altistui 8,2 MHz:n välitaajuisille magneettikentille voimakkaasti ainoastaan ajoittain kulkiessaan porttien läheltä ja jatkuvasti noin 0,1 mT:n staattisille magneettikentille. He mittasivat myös pientaajuisia magneettikenttiä ja havaitsivat yllätyksekseen niiden olevan voimakkaampia myymälöissä, joissa ei ollut käytössä EAS-järjestelmiä.

Tutkimuksessa ei havaittu eroavuuksia keskenmenon, pienen syntymäpainon tai ennenaikaisen synnytyksen riskissä kummankaan tyyppisten myymälöiden kassahenkilökunnalla. Tutkimusryhmän mielestä mahdollisiin tuleviin tutkimuksiin täytyisi yrittää saada mukaan tutkimuskohteita, jotka työskentelevät lähellä voimakkaampia välitaajuisia magneettikenttätasoa (kHz-taajuuksilla) aiheuttavia EAS-järjestelmiä. Myös altistusta pientaajuisille magneettikentille pitäisi heidän mielestään tutkia mahdollisena vääristäjänä tekijänä.

Lähde:

Khan M W, Roivainen P, Herrala M, Tiikkaja M, Sallmén M, Hietanen M, Juutilainen J. A pilot study on the reproductive risks of maternal exposure to magnetic fields from electronic article surveillance systems. *International Journal of Radiation Biology* 2018.

Hakusanat:

välitaajuiset magneettikentät, sähköinen tuotevalvonta, äidin altistus, keskenmeno, syntymäpaino, raskausviikot



Nro 07

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät sähkömagneettikentille altistumisen vaikutusta mehiläisten hajujen oppimiseen, lentokykyyn, ravinnon hankintaan ja ruokintaan. Heidän mukaansa sähkömagneettiset kentät voivat olla mehiläisille merkittävä ympäristön stressitekijä. Ne voivat vaikuttaa niiden kognitiivisiin ja motorisiin taitoihin, mikä voi mahdollisesti heikentää mehiläisten kykyä pölyttää viljelykasveja.

Pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien vaikutus mehiläisten kognitiivisiin ja motorisiin taitoihin

Voimajohtojen muodostamat pientaajuiset sähkömagneettiset kentät aiheuttavat tutkimusryhmän mukaan monissa eläinlajeissa biologisia vaikutuksia, joita kuitenkin ymmärretään huonosti. Mehiläiset ovat maailmanlaajuisesti tärkeitä pölyttäjiä, jotka lentäessään hankkimaan ravintoa altistuvat voimajohtojen lähellä melko voimakkaille pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien tasoille. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, kuinka akuutti altistuminen 50 Hz:n pientaajuisille sähkömagneettisille kentille tasolta 20–100 μT (maan pinnalla voimalinjan johtimien alapuolella) aina voimakkaimmalle tasolle 1000–7000 μT (1 metrin sisällä johtimista) asti vaikuttaa mehiläisten hajujen oppimiseen, lentokykyyn, ravinnon hankintaan ja ruokintaan.

Mehiläisten oppimiskykyä ja muistia akuutissa magneettikenttäaltistuksessa testattiin niiden imukärsän ulostyöntämisrefleksin avulla. Vaikutusta lentokykyyn testattiin puolestaan lennättämällä niitä lieassa ja analysoimalla sitten muutoksia niiden siiveniskutiheydessä. Vaikutusta ravinnon hankintaan ja ruokintaan tutkittiin lentotunnelissa, jossa mehiläiset saivat lentää vapaasti pesästä syöttölaitteelle, mutta päästäkseen sinne ja takaisin ne joutuivat lentämään magneettikentän muodostavien käämien läpi.

Akuutin pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisen todettiin tässä tutkimuksessa vähentävän säteilyannostuksesta riippuen mehiläisten hajujen oppimiskykyä. Voimakkaille tasoille altistumisen, jota tapahtuu juuri voimajohtojen läheisyydessä, havaittiin muuttavan niiden lentodynamiikkaa lisäämällä siiveniskujen tiheyttä. Maan pinnalla vallitsevien magneettikenttätasojen voimakkuuksien osoitettiin puolestaan vähentävän ravinnonhankintalentojen ja ruokkimisen onnistumista.

Tutkimusryhmän mielestä tulokset osoittavat, että voimajohtojen muodostamat 50 Hz:n pientaajuiset sähkömagneettiset kentät voivat olla mehiläisille merkittävä ympäristön stressitekijä ja vaikuttaa niiden kognitiivisiin ja motorisiin taitoihin. Tämä puolestaan saattaa heikentää niiden kykyä pölyttää viljelykasveja.

Lähde:

Shepherd S, Lima M A P, Oliveira E E, Sharkh S M, Jackson C W, Newland P L. Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields impair the Cognitive and Motor Abilities of Honey Bees. *Scientific Reports* (2018) 8: 7932.

Hakusanat:

pientaajuiset magneettikentät, mehiläiset, kognitiiviset taidot, motoriset taidot



Nro 08

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat tutkivat työperäisen magneettikenttäaltistuksen yhteyttä erityyppisiin hematolymfaattisiin kasvaimiin Sveitsissä. He analysoivat 3,1 miljoonan työntekijän altistumista eritasoisille pientaajuisille magneettikentille mutta eivät löytäneet todisteita kohonneesta hematolymfaattisiin kasvaimiin kuolleisuuden riskistä altistuneilla työntekijöillä. He totesivat ainoastaan, että pitkäkestoisesti voimakkaasti altistuneilla työntekijöillä on kohonnut akuutin myeloosin leukemian riski.

Työperäinen altistus pientaajuisille magneettikentille ja hematolymfaattiset kasvaimet Sveitsissä

Kun leukemian ja lymfaattisten kasvainten riskiä pientaajuisille magneettikentille altistuneilla työntekijöillä on tutkittu aiemmin, hematolymfaattisia kasvaimia on tutkimusryhmän mukaan arvioitu yhtenä luokkana. Joissain analyysissä on kuitenkin saatu viitteitä siitä, että vaikutukset saattavat koskea vain tiettyä leukemian tai lymfooman alatyyppejä, mutta tulokset ovat olleet epäyhteneväisiä.

Tässä tutkimuksessa analysoitiin työperäisen pientaajuisille magneettikentille altistumisen ja erityyppisiin hematolymfaattisiin kasvaimiin kuolleisuuden välistä mahdollista yhteyttä Sveitsin väestössä (Swiss National Cohort -aineistosta) vuosina 1990–2008. Vuosien 1990 ja 2000 väestönlaskentatietoihin kirjattujen ammattinimikkeiden perusteella laskettiin magneettikenttäaltistuksen tasot työaltistematriisia hyödyntäen.

Tutkimusryhmä analysoi 3,1 miljoonan työntekijän altistumista eritasoisille pientaajuisille magneettikentille kolmessa altistusluokassa: joskus voimakkaasti, vain keskinkertaisesti ja vain vähäisessä määrin altistuneet. Magneettikenttäaltistuksen ja hematolymfaattisiin kasvaimiin kuolleisuuden välisen yhteyden arvioinnissa he käyttivät Coxin suhteellisten riskiteheyksien mallia. Koska hematolymfaattisiin kasvaimiin kuuluu erityyppisiä sairauksia, he analysoivat kuolleisuusriskin seuraavista alatyypeistä: akuutti myeloinen leukemia, krooninen myeloinen leukemia, lymfaattinen leukemia, diffuusi suurisoluisen B-solulymfooma, follikulaarinen lymfooma, Waldenströmin makroglobulinemia, multippeli myelooma ja Hodgkinin lymfooma.

Tässä tutkimuksessa ei saatu vakuuttavia todisteita kohonneesta hematolymfaattisiin kasvaimiin kuolleisuuden riskistä pientaajuisille magneettikentille voimakkaasti tai keskinkertaisesti altistuneilla työntekijöillä. Ainoastaan pitkäkestoisesti voimakkaasti altistuneilla työntekijöillä havaittiin kohonnut akuutin myeloosin leukemian riski, mikä on tutkimusryhmän mukaan linjassa aiempien aihetta kartoittaneiden meta-analyyysien kanssa.

Lähde:

Huss A, Spoerri A, Egger M, Kromhout H, Vermeulen R. Occupational extremely low frequency magnetic fields (ELF-MF) exposure and hematolymphopoietic cancers – Swiss National Cohort analysis and updated meta-analysis. *Environmental Research* 164 (2018) 467–474.

Hakusanat:

työperäinen altistus, pientaajuiset magneettikentät, hematolymfaattiset kasvaimet, akuutti myeloinen leukemia, työaltistematriisi



Nro 9

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä kävi läpi aikaisempia tutkimuksia ALS-taudin ja työntekijöiden magneettikenttäaltistuksen välisestä yhteydestä. He suosittavat, että tulevaisuudessa tutkimuksessa altistuksen arviointitapoja pyritään parantamaan.

Työperäinen altistus pientaajuisille magneettikentille ja ALS-taudin riski – tutkimustulosten systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi

Amyotrofisen lateraaliskleroosin eli ALS-taudin riski on tutkimuksissa yhdistetty työperäiseen pientaajuisille magneettikentille altistumiseen sekä sähkötyöntekijöihin, mutta aiemmissa kirjallisuuskatsauksissa yhteydestä ei ole tutkimusryhmän mukaan saatu täysin vakuuttavia todisteita. He päättivät laatia meta-analyysin, johon he sisällyttivät uusia tutkimuksia. He etsivät EMBASE- ja MEDLINE-tietokannoista, EMF-portaalista (www.emf-portal.org) sekä aiempien katsausten lähdeluetteloista epidemiologisia tutkimuksia, joissa analysoitiin ALS-riskin yhteyttä työperäiseen pientaajuisille magneettikentille altistumiseen.

Tutkimusryhmä otti mukaan yhteensä 20 tutkimusta ja määrittäi yhteenvedot suhteellisista riskeistä ja todennäköisyydet satunnaisvaikutusmeta-analyysillä. Tutkimukset luokiteltiin altistuksen mittaustavan mukaan kvantitatiivisiin arvioihin, sähkötyöntekijä-nimikkeeseen nojaviin ja itsearviointeihin perustuviin. Näin haluttiin selvittää, voisiko tutkimustulosten heterogeenisyys johtua eroavuuksista altistuksen mittaus- ja arviointimenetelmissä.

Tutkimusten kokonaistulokset osoittivat, että ALS-riski oli hieman korkeampi pientaajuisille magneettikentille voimakkaasti altistuneilla kuin vähäisessä määrin altistuneilla ja samoin sähkötyöntekijöiksi luokitelluilla. Eri tutkimusten tulosten välillä oli kuitenkin suuria eroja. Kun tutkimuksessa altistustaso oli itse arvioitu tai ammatit oli määritetty kuolintodistuksista, kohonnutta riskiä ei havaittu. Voimakkaimmissa ja pitkäkestoisimmissä altistuksissa havaittiin kohonnut ALS-riski, kun tutkimuksissa oli arvioitu koko ammatillinen historia eikä altistusta vain muutamina ajankohtina (kuten väestönlaskentatiedoista).

Tässä meta-analyysissä tutkimusryhmä havaitsi kohonneen ALS-taudin riskin työntekijöillä, jotka olivat työssään altistuneet pientaajuisille magneettikentille. Tutkimusten tulokset kuitenkin riippuivat altistuksen mittaus- tai arviointitavoista. Tutkimusryhmä suositteli, että tulevaisuudessa tutkimuksissa kiinnitettäisiin huomiota juuri altistuksen arviointitapojen parantamiseen.

Lähde:

Huss A, Peters S, Vermeulen R. Occupational Exposure to Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and the Risk of ALS: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Bioelectromagnetics* 39:156–163 (2018)

Hakusanat:

ALS-tauti, motoneuronitauti, altistuksen arviointi, sähkötyöntekijät, magneettikentät

Tekijät: päätoimittaja Leena Korpinen, toimitusassistentti Sonator Oy, tekninen ja graafinen toteutus Zento Oy. Tilannekatsauksen rahoittaa Fingrid Oyj. Työ- ja elinkeinoministeriö osallistuu johtoryhmätyöskentelyyn.

Seuraava tilannekatsaus julkaistaan talvella 2018. Arkiston löydät osoitteesta www.leenakorpinen.com.

