

## Kotimainen säädös työntekijöiden altistumisesta sähkö- magneettisille kentille tuli voimaan – vaikutukset vähäisiä



### **Tilannekatsaus: 1/2016 – julkaistu 1. lokakuuta 2016**

#### Sisältö:

01: Pääkirjoitus

02: Voimajohdot ja lapsuusiän syöpä Isossa-Britanniassa – epidemiologisen tutkimuksen uudet analyysit

03: Pientaajuisille magneettikentille altistuminen ja lapsuusiän leukemia – riskin arviointi ARIMMORA-projektin perusteella

04: Lapsuusiän leukemia ja voimajohtojen läheisyys – populaatiopohjainen tapaus-verrokkitutkimus Kaliforniasta

05: Suurtaajuisiin jännitehuippuihin liittyvien epidemiologisten ja altistustutkimusten systemaattinen katsaus

06: Psykologiset oireet ja terveyteen liittyvä elämänlaatu sähkömagneettisille kentille yliherkillä henkilöillä

07: Verkkoataajuisille magneettikentille altistumisen vaikutukset hedelmällisyyteen ja raskauteen – katsaus tutkimustuloksiin ja uusia tutkimussuosituksia

08: Pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistuneiden henkilöiden geneettiset vauriot

09: Vanhempien työperäinen altistuminen pientaajuisille magneettikentille ja lapsuusiän leukemian riski

Tiedot tilaamiseen liittyen katsauksen alareunasta.

---

Nro 01

### **Pääkirjoitus**

Työntekijädirektiiviin ”Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2013/35/EU terveyttä ja turvallisuutta koskevista vähimmäisvaatimuksista työntekijöiden suojelemiseksi altistumiselta fyysikaalisista tekijöistä (sähkömagneettiset kentät) aiheutuville riskeille” liittyvä valtioneuvoston asetus (388/2016) tuli voimaan 1.7.2016. Aiheesta on julkaistu myös Käytännön opas sähkömagneettisten kenttien aiheuttamien vaarojen hallintaan työpaikoilla.



Asetuksessa on määritelty erilaisia arvoja, esimerkiksi (1) altistumisraja-arvot, (2) terveysvaikutusraja-arvot, (3) aistimusraja-arvot ja (4) toimenpidetasot. Sähkö- ja magneettikentille on esitetty matalat ja korkeat toimenpidetasot. Käytännössä altistuksia verrataan yleensä toimenpidetasoihin. Sähköjärjestelmän osalta sähkökentän (50 Hz) matala toimenpidetaso on 10 kV/m ja korkea toimenpidetaso 20 kV/m. Magneettikentille (50 Hz) arvot ovat 1 000  $\mu$ T ja 6 000  $\mu$ T.

Kesä on ollut myös vilkasta konferenssiaikaa. Kesäkuussa järjestettiin BioEM2016-konferenssi Gentissä Belgiassa. Yhtenä keskustelun aiheena oli työntekijädirektiivin soveltaminen eri maissa. Keskustelujen perusteella vaikutti, että Euroopassa on vielä melko paljon avoimia kysymyksiä. Vie ilmeisesti jonkin aikaa, että tarvittavat standardit ja mahdolliset ohjeet on saatu valmiiksi. Oman käsitykseni mukaan sähköjärjestelmän sähkö- ja magneettikentät täyttävät yleisesti ottaen säädöksen vaatimukset hyvin eikä laajoja selvityksiä tarvitse tulevaisuudessa tehdä.

Olen taas kerran löytänyt tähän katsaukseen mielenkiintoisia tieteellisiä artikkeleja. Kuten monesti ennenkin katsauksen alussa on artikkeleja, jotka liittyvät kentille altistumiseen ja lapsuusiän leukemiaan. Mukana on myös artikkeli Euroopan komission rahoittamasta ARIMMORA-projektista. Odottelen projektista tulevan myöhemminkin mielenkiintoisia artikkeleja.

Yhdessä artikkelissa käsitellään henkilöitä, jotka kokevat itsensä herkiksi sähkömagneettisille kentille. Tutkimuksessa tarkasteltiin muun muassa heidän kokemaansa elämänlaatua. Toivottavasti tutkijat löytävät keinoja oireita kokevien hoitamiseen. Tilannekatsauksen viimeisenä artikkelina on meta-analyysi vanhempien työperäisen pientaajuisille magneettikentille altistumisen ja lapsuusiän leukemian riskin yhteydestä.

Lopuksi haluan vielä kertoa, että kyseessä on ensimmäinen tilannekatsaus, joka on tuotettu Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) ulkopuolella. Löysin mielenkiintoisia uusia haasteita yliopiston ulkopuolelta, mutta muutoksesta huolimatta tilannekatsauksia jatketaan edelleen.

Mukavaa lukuhetkeä tilannekatsauksen parissa!

Leena Korpinen, professori  
Tilannekatsauksen päätoimittaja

Leena Korpinen työskentelee kliiniseen fysiologiaan ja isotooppilääketieteeseen erikoistuvana lääkärimä Pohjois-Karjalan keskussairaалassa ja toimii myös Tampereen yliopistossa dosenttina.



Nro 02

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat esittelevät uusia analyyseja Isossa-Britanniassa tehdystä epidemiologisesta tapaus-verrokkitutkimuksesta, jolla selvitettiin voimajohtojen läheisyydessä sijaitsevan syntymäpaikan ja lapsuusiän syöpien välistä yhteyttä. He analysoivat tuloksia monesta näkökulmasta, mutta tulokset eivät olleet heidän mukaansa riittävän luotettavia pitävien johtopäätösten tekemiseksi. He arvioivat, että voimajohtojen mahdollisen vaikutuksen lapsuusiän leukemiaan selittää jokin yhteys voimajohtojen sekä sosioekonomisten ja demografisten tekijöiden välillä.

## ***Voimajohdot ja lapsuusiän syöpä Isossa-Britanniassa – epidemiologisen tutkimuksen uudet analyysit***

Tässä julkaisussa esiteltiin uusia analyyseja Isossa-Britanniassa tehdystä epidemiologisesta tapaus-verrokkitutkimuksesta, jolla pyrittiin selvittämään voimajohtojen läheisyydessä sijaitsevan syntymäpaikan ja lapsuusiän syöpien välistä yhteyttä. Tutkimuksessa havaittiin alun perin kohonnut lapsuusiän leukemian riski voimajohtojen läheisyydessä. Maanalaisiin kaapeleihin ei näyttänyt liittyvän vastaavaa riskiä, minkä katsottiin viittaavan siihen, etteivät magneettikentät voi olla ainakaan ainoa vaikuttava tekijä. Riskin havaittiin myös pienenneen 1960-luvulta alkaneella tarkasteluajanjaksolla niin, ettei se ollut enää lainkaan koholla 2000-luvulle tultaessa.

Uusissa analyyseissa keskityttiin vain voimajohtoihin. Selvittääkseen syytä sairastumisriskin pienenemiseen ajan myötä tutkijat tekivät syntymä- ja diagnoosivuoteen sekä voimajohtojen ikään perustuvia analyyseja. Ne antoivat viitteitä siitä, että syntymä- tai diagnoosivuodella olisi merkittävämpi yhteys riskiin kuin lähettyvillä olevan voimajohdon iällä. Näin ollen esimerkiksi uuden voimajohdon rakentamiseen ei liittynyt kohonnutta riskiä eikä havaittu kohonnut riski tarkastelujakson alussa liittynyt siihen, että voimajohtoja rakennettiin paljon 1950–60-luvuilla.

Kun tutkitut jaettiin kolmeen ikäryhmään sen mukaan, missä iässä syöpädiagnoosi oli tehty, riski näytti suurenevan vanhimpaa ikäryhmää kohti mentäessä, kunnes 1990-luvulle tultaessa se ei ollut koholla enää missään ryhmässä. Kun sairastumisriskiä tarkasteltiin nimenomaan leukemioiden osalta alueellisesti, eroja löytyi, mutta selvää kaavaa ei ollut havaittavissa. Myelooisen leukemian riski vaikutti lymfaattisen leukemian riskiä suuremmalta.

Analyysien tulokset eivät olleet tutkijoiden mukaan riittävän luotettavia pitävien johtopäätösten tekemiseksi. Heidän arvionsa on, että voimajohtojen mahdollisen vaikutuksen lapsuusiän leukemiaan selittää jokin yhteys voimajohtojen sekä sosioekonomisten ja demografisten tekijöiden välillä.

Lähde:

Bunch K J, Swanson J, Vincent T J, Murphy M F G. Epidemiological study of power lines and childhood cancer in the UK: further analyses. *Journal of Radiological Protection* 36 (2016) 437–455. DOI:10.1088/0952-4746/36/3/437.

Hakusanat:

voimajohto, magneettikenttä, sähkömagneettinen kenttä, lapsuusiän syöpä, lapsuusiän leukemia, epidemiologia



Nro 03

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat kertovat tuloksia Euroopan komission rahoittamasta ARIMMORA-projektista, jonka tarkoituksena oli selvittää sähkömagneettisten kenttien ja organismien välisiä vuorovaikutusmekanismeja. Heistä magneettikentille altistumisen ja lapsuusiän leukemian välinen suhde on projektin perusteella ennallaan ja karsinogeenisuuden mahdollisuus olemassa.

## ***Pientaajuisille magneettikentille altistuminen ja lapsuusiän leukemia – riskin arviointi ARIMMORA-projektin perusteella***

Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos IARC on arvioinut pientaajuiset magneettikentät mahdollisesti karsinogeenisiksi ihmisille, sillä ne on yhdistetty kohonneeseen lapsuusiän leukemiariskiin epidemiologisissa tutkimuksissa. Tässä tutkimuksessa riskiä arvioitiin ennen maaliskuuta 2015 julkaistun tieteellisen tutkimusaineiston perusteella. Lisäksi tarkasteltavaan aineistoon sisältyi uusia tutkimustuloksia Euroopan komission rahoittamasta ARIMMORA-projektista, jonka tarkoituksena oli selvittää sähkömagneettisten kenttien ja organismien välisiä vuorovaikutusmekanismeja.

ARIMMORA-projektissa käytettiin ensimmäistä kertaa hiirtä siirtogeenisenä eläinmallina yleisimmän lapsuusiän leukemiatyyppin kehittymisen jäljittelemiseen. Uusista patogeenisista mekanismeista saatiin viitteitä, mutta tutkijoiden mukaan varmempien johtopäätösten tekeminen vaatii vielä lisää tutkimustietoa. Eri eläinkannoilla tehdyissä kokeissa havaittiin CD8 $\beta$ -T-solujen vähentyvän pientaajuisille magneettikentille altistuttaessa, mutta kokeilla ei voitu vahvistaa vaikutusta syövän syntymiseen. Altistuksen ei havaittu aiheuttavan suoranaisia DNA-vaurioita.

ARIMMORA-projektin kokonaistulosten perusteella tutkijat totesivat IARC:n luokittelua käyttäen, että pientaajuisten magneettikenttien syöpää aiheuttavista vaikutuksista on saatu ihmisiin kohdistuneissa tutkimuksissa rajallista näyttöä, koe-eläimiin kohdistuneissa tutkimuksissa riittämätöntä näyttöä ja mekanistisissa tutkimuksissa heikkoa näyttöä. Projektin tuottamat uudet altistustulokset vahvistavat tutkijoiden mukaan aiemmat arviot, joiden mukaan Euroopassa todetuista lapsuusiän leukemiatapauksista enimmillään 2 % saattaa olla pientaajuisista magneettikentistä johtuvia, mikäli syy-yhteys on olemassa.

ARIMMORA-tulosten valossa magneettikentille altistumisen ja lapsuusiän leukemian välinen suhde on siis tutkijoiden mielestä ennallaan ja karsinogeenisuuden mahdollisuus olemassa. ARIMMORA-kokeet tarjoavat heidän mukaansa myös uutta mekanistista tietoa, jonka avulla jatkotutkimuksissa on mahdollista päästä riskin arvioinnissa loikka eteenpäin.

Lähde:

Schüz J, Dasenbrock C, Ravazzani P, Rösli M, Schär P, Bounds P L, Erdmann F, Borkhardt A, Cobaleda C, Fedrowitz M, Hamnerius Y, Sanchez-Garcia I, Seger R, Schmiegelow K, Ziegelberger G, Capstick M, Manser M, Müller M, Schmid C D, Schürmann D, Struchen B, Kuster N. Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Risk of Childhood Leukemia: A Risk Assessment by the ARIMMORA Consortium. *Bioelectromagnetics* 37 (2016) 183–189. DOI: 10.1002/bem.21963.

Hakusanat:

riskin arviointi, riskin määrittäminen, sähkömagneettiset kentät, haittavaikutukset, lapset, leukemia



Nro 04

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät tapaus-verrokkitutkimuksella lapsuusiän leukemian riskiä Kaliforniassa lähellä voimajohtoja asuvassa väestössä hyödyntäen syntymä- ja syöpärekistereitä. Mukana oli 5 788 lapsuusiän leukemiatapausta ja vertailun vuoksi 3 308 lapsuusiän keskushermostosyöpätapausta sekä verrokkit. Tutkijoiden mukaan tulokset antoivat korkeintaan heikkoa näyttöä kohonneen lapsuusiän riskin ja voimajohdon lähietäisyydellä sijaitsevan syntymäpaikan yhteydestä.

## **Lapsuusiän leukemia ja voimajohtojen läheisyys – populaatiopohjainen tapaus-verrokkitutkimus Kaliforniasta**

Joissain tutkimuksissa on todettu lapsuusiän leukemian riskin saattavan olla suurempi asuttaessa lähellä suurjännitteisiä voimajohtoja, vaikka etäisyyttä johdoista olisi sen verran, että magneettikentät ovat merkityksettömän vähäisiä. Tällä laajalla, syntymä- ja syöpärekistereitä hyödyntävällä tapaus-verrokkitutkimuksella selvitettiin lapsuusiän leukemian riskiä Kaliforniassa lähellä voimajohtoja asuvassa väestössä.

Tutkimuksessa oli mukana 5 788 lapsuusiän leukemiatapausta ja vertailun vuoksi 3 308 lapsuusiän keskushermostosyöpätapausta, jotka olivat syntyneet ja saaneet diagnoosin Kaliforniassa vuosina 1986–2008, sekä iältään ja sukupuoleltaan vastaavat verrokkit. Syntymäkodin osoite geokoodattiin, ja etäisyys voimajohdoista määritettiin paikkatietojärjestelmien, ilmakuvioiden sekä lähimpänä voimajohtoja sijaitsevien leukemiatapausten ja heidän verrokkiensa osalta tarkoilla mittauksilla paikan päällä.

Tulokset osoittivat, että leukemiatapauksia ja tutkijoiden odotusten vastaisesti myös keskushermostosyöpätapauksia oli hieman enemmän yli 200 kV:n voimajohtojen läheisyydessä magneettikenttien vaikutusalueella eli kun etäisyys voimajohdosta oli enintään 50 metriä. Riski ei vaikuttanut olevan koholla silloin, kun etäisyyttä oli yli 50 m tai kun voimajohdon jännite oli matalampi. Joissain aiemmissa tutkimuksissa raportoitua kohonnutta riskiä jopa 600 metrin etäisyydellä ei siten tässä tutkimuksessa havaittu.

Tutkijoiden mielestä tulokset antoivat korkeintaan heikkoa näyttöä siitä, että kohonnut lapsuusiän leukemian riski olisi yhteydessä suurjännitteisen voimajohdon lähietäisyydellä sijaitsevaan syntymäpaikkaan. Esimerkiksi yhteys kohonneeseen keskushermostosyöpäriskiinkin saattaa heidän mielestään olla merkki tutkimusharhasta. Liikkuvuuden on arveltu olevan yksi mahdollinen sekoittava muuttaja, ja tässä tutkimuksessa verrokin asuinpaikka tapauksen diagnoosihetkellä ei ollut tiedossa. Tutkijat suunnittelevatkin selvittävänsä myös asuinpaikan vaihtumisen mahdollista vääristävää vaikutusta riskin arvioimiseen.

Lähde:

Crespi C M, Vergara X P, Hooper C, Oksuzyan S, Wu S, Cockburn M, Kheifets L. Childhood leukaemia and distance from power lines in California: a population-based case-control study. *British Journal of Cancer* 115 (2016) 122–128. DOI: 10.1038/bjc.2016.142.

Hakusanat:

lapsuusiän keskushermostosyöpä, aivosyöpä, lapsuusiän leukemia, suurjännitteiset voimajohdot, magneettikentät



Nro 05

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat ovat kiinnostuneita yli 50/60 hertsin jännitehuippujen eli ns. likaisen sähköön haitallisista vaikutuksista. He tekivät katsauksen saatavilla oleviin vertaisarvioituihin tutkimuksiin, joissa oli selvitetty likaisen sähköön terveyshaittoja. Molemmat tutkijat kävivät kaikki julkaisut läpi erikseen. Heidän päätelmänsä oli, ettei tällä hetkellä ole tieteellisesti kestäviä todisteita siitä, että likaiselle sähkölle altistumisella olisi terveysvaikutuksia.

## ***Suurtaajuisiin jännitehuippuihin liittyvien epidemiologisten ja altistustutkimusten systemaattinen katsaus***

Sähkömagneettisille kentille altistumisen terveyshaittoja selvittävässä epidemiologisissa tutkimuksissa on päädytty osin ristiriitaisiin tuloksiin. Haittojen mahdolliseksi aiheuttajaksi on esitetty myös suurtaajuisia, yli 50/60 hertsin jännitehuippuja eli ns. likaista sähköä, jota ei yleensä mitata. Sen on arveltu vaikuttavan terveyteen ja hyvinvointiin monin eri tavoin, ja markkinoilla on yhä enemmän erilaisia likaisen sähköön mittareita ja suodattimia.

Tässä tutkimuksessa käytiin läpi saatavilla olevat vertaisarvioituidut tutkimukset, joissa oli selvitetty likaisen sähköön terveyshaittoja. Käytetyt tietokannat olivat Cochrane-kirjasto, PubMed, Web of Science ja Google Scholar, ja lisäksi julkaisuja haettiin lähdeluetteloista ja harmaasta kirjallisuudesta. Haku tuotti 25 julkaisua, joista 16 sisälsi primaarista epidemiologista ja/tai altistustietoa. Julkaisuista osa sisältyi tutkimuksen toisen tekijän aiempaan katsaukseen. Molemmat tutkijat kävivät kaikki julkaisut läpi erikseen.

Likaista sähköä oli tutkimuksissa mitattu eri tavoin, eikä mielekäs vertailu ollut tutkijoiden mukaan mahdollista. Turvallisen altistumisen rajana joissain tutkimuksissa käytetty 50 Graham/Stetzer-yksikköä (GS) vaikutti heidän mielestään mielivaltaiselta, sillä sille ei löytynyt tieteellistä pohjaa. Epidemiologinen näyttö likaisen sähköön terveysvaikutuksista perustui lähinnä tapauskuvauksiin, jotka olivat lisäksi usein muista julkaisuista lainattuja. Kvantitatiivinen näyttö koostui tutkittavien itsensä sokkouttamattomissa olosuhteissa ilmoittamista terveysvaikutuksista, ekologisista korrelaatioista ja yhdestä syöpäriskin poikittaiskohorttitutkimuksesta, jossa ei havaittu syy-yhteyttä likaiseen sähköön.

Tällä hetkellä ei siis tutkijoiden mukaan ole tieteellistä tarkastelua kestäviä todisteita siitä, että likaiselle sähkölle altistumisella olisi terveysvaikutuksia.

Lähde:

de Vocht F, Olsen R G. Systematic Review of the Exposure Assessment and Epidemiology of High-Frequency Voltage Transients. *Frontiers in Public Health* 4:52 (2016).  
DOI: 10.3389/fpubh.2016.00052.

Hakusanat:

likainen sähkö, handsfree, epidemiologia, altistuksen arviointi, suurtaajuiset sähkömagneettiset kentät

---



Päätoimittajan kommentti: Tutkijoiden tavoitteena oli selvittää kyselylomakkeiden avulla prosessia, joka saa aikaan yliherkkyyden sähkömagneettisille kentille. He tarkastelivat yliherkiksi itsensä kokevien henkilöiden psykologisia oireita ja terveyteen liittyvää elämänlaatua. Tutkittavana oli noin sata yliherkkyydestä kärsivää henkilöä ja saman verran verrokkeja. Tutkijoiden mukaan yliherkkyys sähkömagneettisille kentille on yhteydessä erilaisiin psykologisiin oireisiin ja heikkoon elämänlaatuun.

## ***Psykologiset oireet ja terveyteen liittyvä elämänlaatu sähkömagneettisille kentille yliherkillä henkilöillä***

Sähköyliherkkyys on melko yleinen ongelma: esimerkiksi Ruotsissa 13,5 % väestöstä kokee erään tutkimuksen mukaan näytöt ja loistevalot häiritseviksi. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli valaista prosessia, joka saa aikaan yliherkkyyden sähkömagneettisille kentille. Sitä varten tarkasteltiin yliherkiksi itsensä kokevien henkilöiden psykologisia oireita ja terveyteen liittyvää elämänlaatua.

Tutkimuksen kohteena oli 114 yliherkkyydestä kärsivää henkilöä ja 104 henkilön populaatiopohjainen verrokkiotanta. Menetelminä käytettiin Symptom Checklist 90 kyselylomakkeesta (SCL-90) kuutta eri osa-aluetta psykologisten oireiden arviointiin ja Short Form 36 Health Survey -kyselylomakkeen (SF-36) kaikkia kahdeksaa osa-aluetta elämänlaadun arviointiin.

Yliherkillä henkilöillä ilmeni huomattavasti verrokkeja enemmän pakko-oireisia häiriöitä, sosiaalista yliherkkyyttä, vihamielisyyttä, ahdistuneisuushäiriöitä ja fobioita sekä vainoharhaisia ajatuksia. Myös psykotismin osalta saatiin viitteitä samansuuntaisesta eroavaisuudesta ryhmien välillä. Elämänlaatukin oli yliherkillä verrokkeja huonompi niin fyysisen ja psyykkisen toimintakyvyn, fyysisen ja psyykkisen roolitoiminnan, koetun terveyden, tarmokkuuden, kivuttomuuden kuin psyykkisen hyvinvoinnin osa-alueilla. Useiden SCL-90:n ja SF-36:n osa-alueiden välillä havaittiin merkittävää korrelaatiota ja kohtalaisesta voimakkaaseen vaihtelevia vaikutuskokoja.

Tulosten perusteella tutkijat esittävät, että yliherkkyys sähkömagneettisille kentille on yhteydessä erilaisiin psykologisiin oireisiin ja heikkoon elämänlaatuun. Kliinisestä näkökulmasta katsottuna tutkimus tarjoaa tekijöiden mukaan teoreettista lisänäyttöä kognitiivisen psykoterapian hyödyllisyydestä sähköyliherkkyyden hoidossa. Lisäksi tulokset viittaavat heidän mielestään siihen, että terapiassa tulisi suunnata huomiota huonommuuden tunteisiin, hankaluuksiin toimia sosiaalisissa suhteissa sekä kiukkuun, vihamielisyyteen ja halveksuntaan muita ihmisiä kohtaan, joskin tämä vaatii lisää tutkimusta.

### **Lähde:**

Kjellqvist A, Palmquist E, Nordin S. Psychological symptoms and health-related quality of life in idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields. *Journal of Psychosomatic Research* 84 (2016) 8–12. DOI: 10.1016/j.jpsychores.2016.03.006.

### **Hakusanat:**

ympäristösairaus, sähkömagneettiset kentät, sähkömagneettisen yliherkkyyden kokemus, elämänlaatu, oireisto



Nro 07

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat pyrkivät selvittämään, voiko verkkotaajuisille magneettikentille altistuminen olla yksi syy hedelmällisyyteen ja raskauteen liittyviin ongelmiin. Artikkelin on yleiskatsaus ja analyysi vertaisarvioituista epidemiologisista tutkimuksista, jotka on julkaistu vuoden 2002 ja heinäkuun 2015 välillä. Tekijöiden mukaan tuloksissa oli epäyhteneväisyyttä, ja heidän mielestään tarvitaan lisää epidemiologisia tutkimuksia aiheesta.

## ***Verkkotaajuisille magneettikentille altistumisen vaikutukset hedelmällisyyteen ja raskauteen – katsaus tutkimustuloksiin ja uusia tutkimussuosituksia***

Hedelmällisyyteen ja raskauteen liittyvät ongelmat ovat yleisiä kaikkialla maailmassa. Jo yli 35 vuoden ajan on pyritty selvittämään, voisiko verkkotaajuisille magneettikentille altistuminen olla yksi syy niihin. Aiheeseen liittyvistä vertaisarvioituista tutkimuksista ei kuitenkaan ole tehty asiantuntevaa katsausta lähes 15 vuoteen.

Tämä tutkimus on yleiskatsaus ja kriittinen analyysi vertaisarvioituista epidemiologisista tutkimuksista, jotka on julkaistu vuoden 2002 ja heinäkuun 2015 välillä. Tekijät löysivät niitä PubMed-tietokannasta yhteensä 13, ja niissä oli selvitetty magneettikentille altistumisen mahdollisia prenataalisia, neonataalisia ja miehen hedelmällisyyteen liittyviä haittavaikutuksia (keskenmeno, ennenaikainen synnytys, syntymäviat, huono siemennesteen laatu jne.).

Joissain tutkimuksissa yhteyksiä havaittiin, mutta toisissa ei. Katsauksen tekijöiden mukaan epäyhtenevät tulokset saattoivat johtua tutkimusrakenteisiin liittyvistä rajoituksista. He korostavat esimerkiksi tarkoituksenmukaisen tapauspopulaation tärkeyttä ja suosittelivat altistuksen mittaamista prospektiivisesti sekä mittauksen ulkopuolelle jätetyn fyysisen aktiivisuuden sekoittavan vaikutuksen huomioimista. Lisäksi he nostivat esiin informaatioharhan mahdollisuuden altistusmittauksissa esimerkiksi liian lyhyen mittausjakson tai epätarkoituksenmukaisen mittaustiheyden takia.

Katsauksen tekijöiden mielestä on myös tärkeää pyrkiä selvittämään mahdolliset biologiset mekanismit magneettikentille altistumisen ja sen lisääntymisriskiväilylle aiheuttamien haittojen takana, jotta osattaisiin käyttää oikeita mittareita altistuksen määrittämiseen. Lopuksi he pohtivat naisen ja miehen henkilökohtaisten altistustietojen keskinäistä korrelointia tutkimustulosten tulkinnassa. Heidän mukaansa tarvitaan lisää epidemiologista tutkimusta kaikki edellä mainitut seikat huomioon ottaen, koska verkkotaajuisille magneettikentille altistutaan lähes kaikkialla.

Lähde:

Lewis R C, Hauser R, Maynard A D, Neitzel R L, Wang L, Kavet R, Meeker J D. Exposure to Power-Frequency Magnetic Fields and the Risk of Infertility and Adverse Pregnancy Outcomes: Update on the Human Evidence and Recommendations for Future Study Designs. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 19 (2016) 29–45. DOI: 10.1080/10937404.2015.1134370.

Hakusanat:

verkkotaajuiset magneettikentät, pre- ja neonataaliset haittavaikutukset, miehen hedelmällisyys, epidemiologinen tutkimus, yleiskatsaus





Nro 08

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat arvioivat 22 artikkelia, jotka käsittelivät sytogeneettiseen biomonitorointiin perustuvia tutkimuksia. He halusivat selvittää sähkömagneettisille kentille altistuneiden henkilöiden mahdollisia geneettisiä vaurioita. Heidän mukaansa tutkimuksissa oli erilaisia puutteita. Toisaalta vain viidessä tutkimuksessa ei havaittu lainkaan sytogeneettisiä vaurioita altistuneissa henkilöissä, minkä tähden tutkimuksia ei voida heidän mielestään jättää myöskään kokonaan huomiotta.

## ***Pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistuneiden henkilöiden geneettiset vauriot***

Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos IARC on luokitellut pientaajuiset magneettikentät mahdollisesti syöpää aiheuttaviksi (luokka 2B). Arvio perustuu lähinnä epidemiologiseen näyttöön, joka viittaa kentille altistumisen ja lapsuusiän leukemian mahdolliseen yhteyteen. In vitro- ja in vivo -tutkimuksissa syy-yhteyttä ei edelleenkään ole pystytty vahvistamaan lukuisista yrityksistä huolimatta.

Tässä tutkimuksessa arvioitiin sytogeneettiseen biomonitorointiin perustuvia tutkimuksia, joita oli julkaistu 22. Valtaosassa sähkömagneettisille kentille altistuminen oli ollut työperäistä, ja tarkasteltuja päätepisteitä olivat yleisesti kromosomipoikkeavuudet, geneettisen materiaalin vaihtuminen kromosomipuolikkaiden välillä (SCE) ja mikrotumat. Useimmissa tutkimuksissa havaittiin geneettisten vaurioiden lisääntymistä valkosoluissa ja bukkaalisissa soluissa. Sytogeneettisten soluvaurioiden tiedetään olevan yhteydessä kohonneeseen syöpäriskiin.

Arvioijat totesivat kuitenkin tarkasteltujen tutkimusten olevan niin selvästi puutteellisia, ettei niiden perusteella voida tehdä pitäviä päätelmiä. Esimerkiksi altistuminen oli määritelty epätarkasti, tutkittavat altistuivat myös muulle ionisoimattomalle säteilylle tai tulokset eivät olleet tilastollisesti luotettavia. Lisäksi sytogeneettisiä vaurioita havaittiin monissa sellaisissa tutkimuksissa, joissa altistustasot olivat todennäköisesti paljon matalampia kuin pääosin päinvastaisia tuloksia tuottaneissa in vitro- ja in vivo -tutkimuksissa. Tutkijat eivät siten pitäneet todennäköisenä, että kaikki todetut sytogeneettiset vaikutukset olisivat aiheutuneet pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisesta.

Koska toisaalta vain viidessä tutkimuksessa ei havaittu lainkaan sytogeneettisiä vaurioita altistuneissa henkilöissä, tutkimuksia ei voida heidän mielestään jättää myöskään kokonaan huomiotta. Varovaisuusperiaatteen noudattaminen olisi siis tietyssä määrin paikallaan. Heidän mukaansa olisi tarvetta perusteellisemmille ja hallitummille lisätutkimuksille, joissa on tarkasteltavana riittävä määrä henkilöitä ja soluja sekä oikeat päätepiisteet.

Lähde:

Maes A, Verschaeve L. Genetic damage in humans exposed to extremely low frequency electromagnetic fields. Archives of Toxicology 2016. DOI 10.1007/s00204-016-1769-9.

Hakusanat:

pientaajuiset magneettikentät, sytogeneettiset vauriot, lymfosyytit, bukkaaliset solut, työssä altistuminen



Nro 09

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajien mukaan vanhempien työperäistä altistumista pientaajuisille magneettikentille ja sen yhteyttä lapsen leukemiariskiin selvittävässä tutkimuksessa on saatu epäyhteneviä tuloksia. Sen tähden he tekivät kvantitatiivisen meta-analyysin yhteyden arvioimiseksi. Tulosten mukaan kummankaan vanhemman työperäinen altistuminen ei vaikuta lapsen leukemiariskiin.

## ***Vanhempien työperäinen altistuminen pientaajuisille magneettikentille ja lapsuusiän leukemian riski***

Vanhempien työperäistä altistumista pientaajuisille magneettikentille ja sen yhteyttä lapsen leukemiariskiin selvittävässä tutkimuksessa on toistaiseksi saatu epäyhteneviä tuloksia. Tässä tutkimuksessa tehtiin kvantitatiivinen meta-analyysi yhteyden arvioimiseksi. Tapaus-verrokki- ja kohorttitutkimuksia haettiin systemaattisesti pääasiassa PubMed-tietokannasta, ja haku ulottui syyskuuhun 2015. Tutkimukset arvioitiin tapausten ja verrokkien edustavuuden ja vertailtavuuden sekä altistuksen määrittämisen suhteen. Lopulliseen analyysiin valikoitui 11 tapaus-verrokkitutkimusta ja yksi kohorttitutkimus.

Tulosten perusteella kummankaan vanhemman työperäinen altistuminen ei vaikuta lapsen leukemiariskiin. Isän altistumisella näytti olevan merkittävä yhteys kohonneeseen riskiin, kun tarkasteltiin pelkästään tutkimuksia, joissa tutkittuja tapauksia oli vähän tai joiden laatu oli heikko väriiden muuttujien riittämättömän hallinnan vuoksi. Yhteydelle ei kuitenkaan saatu vahvistusta tapausmäärältään suurempien tai laadultaan parempien tutkimusten yhteisanalyyseissä. Samoin kohorttitutkimus antoi viitteitä siitä, että isän altistumisella olisi yhteys kohonneeseen riskiin, mutta tapaus-verrokkitutkimusten yhteisanalyysi ei tuottanut tilastollisesti merkittävää tukea tälle tulokselle.

Analyysinsa rajoituksiksi tutkijat mainitsivat ensinnäkin sen, että analysoiduissa tutkimuksissa pientaajuisille magneettikentille altistuminen oli arvioitu useimmiten ammattinimikkeen perusteella. Vain muutamissa uudemmissa tutkimuksissa altistuminen oli määritelty tarkemmin mittauksilla. Heidän mielestään jatkotutkimuksissa olisi syytä pyrkiä altistuksen kvantitatiiviseen arvioimiseen ja annosvaikutuksen tarkastelemiseen. Toinen tutkijoiden mainitsema rajoitus oli se, ettei lasten iälle asetettu kriteereitä tutkimusten valinnassa. Esimerkiksi yhdessä tutkimuksessa tiedossa oli vain tutkittavien keski-ikä, jolloin mukana saattoi olla myös aikuisia. Herkkyysanalyyseissä selvisi kuitenkin, etteivät tulokset muuttuneet, kun tällainen tutkimus jätettiin tarkastelusta pois.

Lähde: Su L, Fei Y, Wei X, Guo J, Jiang X, Lu L, Chen G. Associations of parental occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields with childhood leukemia risk. *Leukemia & Lymphoma* 2016. DOI: 10.3109/10428194.2016.1165812.

Hakusanat: lapsuusiän leukemia, pientaajuiset magneettikentät, meta-analyysi, vanhempien työperäinen altistuminen

---

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 2016, Arkiston löydät osoitteesta [www.leenakorpinen.fi](http://www.leenakorpinen.fi)

