



www.leenakorpinen.fi

Tämä Tilannekatsaus on luettavissa myös [html-muodossa](#).

Kansainvälisen ionisoimattoman säteilyn toimikunta ICNIRP uudisti ohjearvonsa



Tilannekatsaus: 2 / 2010 - julkaistu 31. joulukuuta 2010

Sisältö:

01: Pääkirjoitus

02: ICNIRP uudisti ohjearvonsa

03: Etelä- Korean konferenssissa esillä muiden muassa artikkeleja väestön altistumisesta magneettikentille

04: Yhteisanalyysi pientaajuisista magneettikentistä ja lapsuusiän aivokasvaimista

05: Ammatillinen altistuminen pientaajuisille magneettikentille ja veren imusolujen luonnolliset tappajasolut

06: Luonnollisten tappajasolujen toiminnan väheneminen työntekijöillä, jotka altistuvat yli 1 μ T:n pientaajuisille magneettikentille

07: Pahanlaatuisten veritautien riski ja voimajohtojen magneettikentille altistuminen: tapaus-verrokkitutkimus kahdessa kaupungissa Pohjois-Italiassa

08: Julkisen terveydenhuollon varautumisstrategia käyttäajuisille magneettikentille altistumisen aiheuttaman mahdollisen lapsuusiän leukemiariskin varalta

09: Altistuminen sähkömagneettisille kentille työpaikoilla ja asuinalueilla sekä aivokasvainriski aikuisilla: tapaus-verrokkitutkimus Girondeissa Ranskassa

10: Asuminen suurjännitteisten voimajohtojen lähellä riskitekijänä lapsuusiän akuutissa lymfaattisessa leukemiassa: tapaus-verrokkitutkimus

11: Altistus-vastesuhteen tutkimus magneettikenttien ja lapsuusiän leukemian osalta

12: Lapsuusiän syöpä ja suurjännitteisten voimajohtojen aiheuttamat magneettikentät Englannissa ja Walesissa: tapaus-verrokkitutkimus

13: Työntekijöiden altistuminen sähkökentille 400 kV sähköasemilla työskenneltäessä erilaisilla hoitotasolla

Tiedot tilaamiseen liittyen katsauksen alareunasta.

Tampereen teknillinen yliopisto. Energia- ja prosessiteknikan laitos.

Tilannekatsaus

ISSN 1799-4594



Nro. 01

Pääkirjoitus

Tätä tilannekatsausta kootessa löytyi oikeastaan yllättävän paljon uusia tutkimuksia aiheista, joita luulin jo tutkitun riittävästi. Ehkä pientaajuisiin kenttiin liittyvät mahdolliset terveysvaikutukset ovat tällä hetkellä vähän enemmän tutkijoiden mielenkiinnon kohteena kuin muutama vuosi sitten.

Varsinainen uutinen on se, että kansainvälisen ionisoimattoman säteilyn toimikunta ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) julkaisi joulukuussa uudet ohjearvonsa. Tällä kertaa niitä myös muutettiin. Biologinen perusta on tavallaan muuttunut, sillä enää ei ohjearvoja esitetä virrantiheyksinä vaan uutena käyttöön on otettu sisäisten jännitteiden arvot. Tarkemmin muutoksista voi lukea katsauksen kohdasta kaksi.

Toiseksi tein katsaukseen tiivistelmän viime kesänä Etelä-Koreassa järjestetystä Bioelectromagnetics Society:n vuosittaisesta konferenssista. Lähinnä esittelin muutamia Tampereen teknillisen yliopiston siellä julkaisemia papereita. Itselleni konferenssista jäi mieleen erityisesti se, miten sähkömagneettisia kenttiä sovelletaan myös tulevaisuuden tekniikoissa. Esimerkiksi MRI- kuvan laatu saadaan selvästi paremmaksi, jos käytetään nykyistä suurempia kenttiä. Toinen mielenkiintoinen sovellus oli hyödyntää linja-autojen energiansaannissa magneettikenttiä. Sähkömagneettisia kenttiä voidaan hyödyntää erilaisissa uusissa teknisissä innovaatioissa. Sellainen kenttiin liittyvä myönteinen puoli helposti unohtuu, kun keskittyy vain tutkimaan niiden mahdollisia haitallisia terveysvaikutuksia.

Katsauksen muut tieteelliset artikkelit keskittyvät varsin paljon magneettikenttien ja lasten leukemian, lasten ja aikuisten aivokasvaimien sekä muiden syöpien väliseen mahdolliseen yhteyteen. Tutkimuksia on tehty muiden muassa Walesissa, Englannissa, Ranskassa ja Iranissa. Mukana on muutamia työntekijöidenkin liittyviä artikkeleja. Niistä kaksi perustuu italialaisiin tutkimuksiin, joissa on tutkittu työntekijöiden perifeerisen veren lymfosyyttejä mahdolliseen karsinogeenisuuteen liittyvän vaikutusmekanismin selvittämiseksi. Näissä tutkimuksissa on tehty mielenkiintoisia havaintoja.

Katsauksen lopussa on tälläkin kertaa oma julkaisuni. Se on jatkoa aikaisemmin julkaistuille 400 kV sähköasemilla tehdyille mittauksille. Aikaisemmin tuloksia käsiteltiin tarkastelemalla sähkökenttien, mitattujen virtojen ja laskettujen virrantiheyksien maksimiarvoja. Nyt hoitotasolla tehtävien töiden osalta on tutkittu keskiarvoja koko mittausajalta eikä vain maksimiarvoja. Tarkemmin tuloksista voi lukea katsauksen viimeisestä kohdasta.

Tähän katsaukseen en vielä saanut tietoa siitä, mikä on EU:n työntekijädirektiivin tilanne. Työntekijöiden altistumiseen liittyvä direktiivi on edelleen valmistelussa ja sen voin olettaa jossakin vaiheessa tulevan säädökseksi Suomeenkin. Sinänsä tilanne on mielenkiintoinen, sillä Suomessa ei ole aikaisemmin ollut säädöksiä, jotka rajoittavat työntekijöiden altistumista pientaajuisille sähkömagneettisille kentille. Väestöaltistukselle suosituksia on ollut jo useamman vuoden. Mielenkiintoista on myös nähdä, minkälaisena direktiivi julkaistaan ja kuinka kauan menee aikaa, jotta direktiivi saadaan sovellettua käytännön tasolle.

Mukavaa lukuhetkeä tilannekatsauksen parissa!

Leena Korpinen, Tilannekatsauksen päätoimittaja
Tampereen teknillinen yliopisto, Ympäristöterveys



Nro. 02

Päätömittajan kommentti: ICNIRP:n ohjearvot uudistuivat. Väestön ja työntekijöiden referenssiarvot magneettikenttien osalta nousivat kaksinkertaisiksi tasoille 200 mikrotesslaa ja 1000 mikrotesslaa. Sähkökenttäärvot pysyivät ennallaan 5 kV/m ja 10 kV/m. Ohjearvoista käytetään käsitteitä perusraajat ja referenssiarvot. Nämä käsitteet eivät ainakaan vielä ole yleisesti käytettyjä, joten niiden soveltaminen voi olla vähän epäselvää.

ICNIRP uudisti ohjearvonsa

ICNIRP:n uudet ohjearvot julkaistiin Health Physics- lehden joulukuun numerossa otsikolla ICNIRP guidelines ”Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)”.

Artikkeli sisältää ensin mm. muutaman sivun kuvauksen pientaajuisten kenttien terveysvaikutuksista ja sen jälkeen tullaan varsinaisiin ohjearvoihin. Ensin kerrotaan perusrajoitukset (basic restrictions). Arvot on jaettu työntekijäaltistukseen ja väestöaltistukseen ja niiden alla vielä päänalueen keskushermoston (CNS tissue of the head) arvoon ja muuhun altistukseen (all tissue of head and body). Näille on annettu omat sisäisen sähkökentän arvot (internal electric fields V/m).

Työntekijöiden osalta 50 Hz sisäisen sähkökentän arvot ovat 0,1 V/m ja 0,8 V/m ja väestön osalta 0,02 V/m ja 0,4 V/m. Pään keskushermoston alueen arvot ovat aina pienempiä kuin muita kudoksia koskevat arvot.

Seuraavaksi on esitetty referenssiarvot (reference levels). Työntekijäaltistuksen osalta 50 Hz sähkökenttäärho on 10 kV/m ja magneettikenttäärho on 1000 mikrotesslaa. Väestöaltistuksen arvot ovat 5 kV/m ja 200 mikrotesslaa. Artikkelissa on myös ohjearvot muille kuin 50 Hz kentille. Lisäksi on oma lukunsa, jossa on kerrottu, miten toimitaan, kun samanaikaisesti altistutaan useille eritaajuisille kentille.

Artikkelin liitteessä on myös varsin kattava sanasto, jossa on määritelty alan termistöä.

Lähde: ICNIRP statement - guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Health Phys.2010; 99(6):818-836.

Hakusanat: ohjearvot, sähkökentät, magneettikentät, työntekijäaltistus, väestöaltistus



Nro. 03

Päätoimittajan kommentti: Kotimaisia tutkimusaineistoja oli esillä Bioelectromagnetics Society:n vuosittaisessa konferenssissa. Mitatut magneettikentät ovat varsin pieniä. Sähkökentille altistumisen mittaamenetelmää on tutkittu työtehtävässä ”lampun vaihto nostokorista” 110 kV sähköasemalla. Suuria eroja ei ole menetelmien välillä.

Etelä- Korean konferenssissa esillä muiden muassa artikkeleja väestön altistumisesta magneettikentille

Kahdessa TTY:n konferenssiartikkelissa oli tutkittu väestön altistumista pientaajuisille magneettikentille Suomessa. Niistä ensimmäisessä vapaaehtoiset koehenkilöt kantoivat mukana pitkäaikaismittareita ML-1. Altistumista tutkittiin kolmessatoista mittauksessa. Suurin mitattu magneettivuon tiheys oli 4,6 μ T, kun henkilö matkusti junalla. Yleensä mittaustulokset olivat alle 1 μ T tasoa ja selvästi alle ohjearvojen.

Toisessa väestöaltistumista käsitelleessä tutkimuksessa keskityttiin erilaisten laitteiden aiheuttamaan yhteisaltistukseen kotona mm. keittiössä työskenneltäessä. Samanaikaisesti oli käytössä useita laitteita, ja niiden yhdessä aiheuttaman altistumisen spektriä tutkittiin erilaisilla mittauksilla. Magneettikentät mitattiin Narda ELT-400 mittarilla (tarkkuus $\pm 4\%$ RMS). Lisäksi näytteiden spektri tallennettiin Sony TCD-D8 DAT nauhurille ja niitä analysoitiin äänianalysointilaitteella B&K2260. Mitatut arvot olivat selvästi alla ohjearvojen. Ainoastaan mikroaaltouunin ja TV:n edestä mitattiin joitakin arvoja, jotka olivat 5 % suurempia väestöaltistuksen ohjearvosta. Aika- ja taajuusanalyysien perusteella voitiin huomata, että mitatut magneettikentät sisälsivät sen verran muita taajuuskomponentteja kuin 50 Hz, että suoraan mitatusta magneettikentästä ei voida päätellä miten lähellä altistus on ohjearvoja.

Kolmannessa TTY:n artikkelissa tutkittiin työntekijän sähkökenttäaltistumista työtehtävässä ”lampun vaihtaminen nostokorista” 110 kV sähköasemalla. Artikkelissa vertailtiin kahta mittaustapaa ja niillä saatuja tuloksia. Mittaukset tehtiin, niin että mittari oli pitkän varren päässä ja mittaaja nostokorissa. Mittaus tehtiin joko sivulta tai alhaalta suhteessa työskentelyalueeseen. Aineiston määrä oli varsin pieni. Tulosten perusteella pääteltiin, että epävarmuus on noin 20 % sisältäen mittaussjärjestelmän epävarmuuden.

Lähde:

Holm A, Korpinen L. Long-term measurement of free time exposure to low frequency magnetic fields in Finland. Bioelectromagnetics Society 32nd Annual Meeting (BEMS), June 14-18, 2010, Seoul, Korea 2 p.

Österholm L, Pääkkönen R, Lehtelä R, Holm A Korpinen L. An example of exposure to magnetic fields in the home. Bioelectromagnetics Society 32nd Annual Meeting (BEMS), June 14-18, 2010, Seoul, Korea 2 p.

Pääkkönen R, Holm A, Korpinen L. Exposure to electric and magnetic fields at 110 kV substation while performing the task ‘Changing a bulb from a man hoist’ in the Tampere region. Bioelectromagnetics Society 32nd Annual Meeting (BEMS), June 14-18, 2010, Seoul, Korea 2 p.

Hakusanat: magneettikentät, ammatillinen altistus, nostokori, 110 kV sähköasema



Nro. 04

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat ovat tehneet aikaisempien tutkimusaineistojen perusteella analyysin pientaajuisten magneettikenttäaltistuksen ja lapsuusiän aivokasvaimien välillä. Tutkijoiden mukaan tuloksista saatiin vain vähän näyttöä pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisen ja lapsuusiän aivokasvaimien välisestä yhteydestä.

Yhteisanalyysi pientaajuisista magneettikentistä ja lapsuusiän aivokasvaimista

Yhteisanalyysit voivat antaa epidemiologisen käsityksen altistuksen ja taudin yhteyksistä. Niissä käytetään tutkimusmateriaalina aiempien tutkimusten raakadataa, jolloin kaikkiin tutkimuksiin voidaan soveltaa samoja analyysijä.

Lapsuusiän leukemiaa ja pientaajuisille magneettikentille (ELF-MF) altistumista käsitteleviä yhteisanalyysijä on tehty, ja niiden tuloksena yhteys on löytynyt. Yhteisanalyysijä lapsuusiän aivokasvaimista ja pientaajuisille magneettikentille altistumisesta ei puolestaan ole laadittu.

Tutkijat laativat yhteisanalyysin, jossa he käyttivät materiaalinaan alkuperäistietoja kymmenestä pientaajuisille magneettikentille altistumisesta ja lapsuusiän aivokasvaimia käsittelevästä tutkimuksesta.

Sen tuloksena lapsuusiän aivokasvainten todennäköisyys pientaajuisten magneettikenttien altistumislukassa $0,1 < 0,2 \mu\text{T}$ oli 0,95; luokassa $0,2 < 0,4 \mu\text{T}$ se oli 0,70 ja luokassa $\geq 0,4 \mu\text{T}$ se oli 1,14 verrattuna aina $< 0,1 \mu\text{T}$:n altistukseen.

Tutkimustuloksista saatiin vain vähän näyttöä pientaajuisille sähkömagneettikentille altistumisen ja lapsuusiän aivokasvainten väliselle yhteydelle.

Leikkauspisteiden muuttaminen, väärin muuttujien lisäsäädöt, tiettyjen tutkimusten poisjättäminen, jako mittauksen tai asuinmuodon mukaan tai epäparametrinen arvio altistusvastesuhteesta eivät tuoneet analyysiin johdonmukaisia, tilastollisesti merkittäviä todisteita lapsuusiän aivokasvainriskin yhteydestä altistumiseen pientaajuisille magneettikentille.

Lähde:

Kheifets L, Ahlbom A, Crespi C. M, Feychting M, Johansen C, Monroe J, Murphy M. F. G, Oksuzyan S, Preston-Martin S, Roman E, Saito T, Savitz D, Schüz J, Simpson J, Swanson J, Tynes T, Verkasalo P and Mezei G. A Pooled Analysis of Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Childhood Brain Tumors. *Am J Epidemiol* 2010;172:752-761

Hakusanat: aivokasvaimet, lapset, sähkömagneettiset kentät, meta-analyysi



Nro. 05

Päätoimittajan kommentti: Artikkelissa on tutkittu pientaajuisille magneettikentille altistuneita työntekijöitä ja heidän NK-solujensa (Natural Killer) toimintaa ja havaittu muutoksia, jotka voisivat selittää pientaajuisten magneettikenttien mahdollista karsinogeenisuutta. Tutkijat toteavat jatkotutkimukset tarpeellisiksi.

Ammatillinen altistuminen pientaajuisille magneettikentille ja veren imusolujen luonnolliset tappajasolut

Pientaajuiset magneettikentät ovat mahdollisia karsinogeneja ihmiselle. Luonnollisilla tappajasoluilla eli NK-soluilla on tärkeä rooli syövän kehittymisen hallinnassa. Pientaajuisten magneettikenttien haittavaikutuksesta NK-solujen toimintaan on esitetty hypoteeseja aiemmissa tutkimuksissa.

Tutkimusryhmä tutki NK-solujen toimintaa 52 työntekijästä, jotka olivat altistuneet pientaajuisille magneettikentille eri tehtävissä eritasoisesti. Henkilökohtaista altistumista mitattiin säteilyannostimareilla kolmen täyden työvuoron ajan päiväkohtaisen vaihtelun huomioimiseksi. Myös ympäristöaltistusta työpaikan ulkopuolella seurattiin.

Työntekijöiden magneettikenttätaso ilmaistiin aikapainotettuna keskiarvona (TWA). NK-solujen toimintaa mitattiin perifeerisen veren lymfosyyteistä. Koko ryhmän aikapainotetun keskiarvon mediaani oli 0,21 μT . Työntekijät jaoteltiin aikapainotettujen keskiarvotasojen mukaan vähän altistuneisiin (26 kohdetta, TWA \leq 0,2 μT) ja enemmän altistuneisiin (26 kohdetta, TWA $>$ 0,2 μT).

Tutkijat havaitsivat laskevan suuntauksen enemmän altistuneiden NK-solujen toiminnassa verrattuna vähän altistuneisiin, mutta ero ei ollut merkittävä. Tutkijat valitsivat eniten altistuneen alaryhmän (12 kohdetta TWA $>$ 1 μT), eivätkä havainneet eroa vähän ja eniten altistuneiden kohteiden henkilökohtaisissa muuttujissa. Kun otettiin huomioon sekä efektorisolujen ja kohdesolujen suhteet 12:1–50:1 että niiden efektorisolujen määrä, jotka tappavat 30 % kohdesoluista (LU), eniten altistuneiden NK-solujen toiminnassa havaittiin merkittävää vähenemistä verrattuna vähän altistuneisiin.

Kun huomioidaan NK-solujen toiminta isäntäpuolustuksena syöpää vastaan, tästä tutkimuksesta saadut tulokset yli 1 μT :n tasoisille pientaajuisille magneettikentille altistuneista työntekijöistä tukevat hypoteesia ja lisäävät tarvetta tutkia aluetta tarkemmin.

Lähde:

Gobba F, Bargellini A, Scaringi M, Bravo G, Borella P. Extremely Low Frequency-Magnetic Fields (ELF-EMF) occupational exposure and natural killer activity in peripheral blood lymphocytes. *Science of the Total Environment* 2009;07:1218–1223

Hakusanat: magneettikentät, työntekijät, henkilökohtainen seuranta, aikapainotettu keskiarvo (TWA), immuunijärjestelmä



Nro. 06

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat saivat mielenkiintoisen tuloksen. Niillä työntekijöillä, jotka altistuvat yli 1 μT :n pientaajuisille magneettikentille, huomattiin NK-solujen toiminnan vähenemistä. Tulos voisi ehkä selittää magneettikentille altistumiseen liitettyjä terveysvaikutuksia.

Luonnollisten tappajasolujen toiminnan väheneminen työntekijöillä, jotka altistuvat yli 1 μT :n pientaajuisille magneettikentille

Tutkimusryhmä havaitsi alustavassa tutkimuksessa luonnollisten tappajasolujen toiminnan perifeerisen veren lymfosyyteissä vähenneen työntekijäryhmällä, joka oli altistunut yli 1 μT :n pientaajuisille magneettikentille. He laativat jatkotutkimuksen vahvistaakseen tämän tuloksen.

Henkilökohtaista altistusta pientaajuisille magneettikentille seurattiin kahden työvuoron ajan 121 työntekijältä, jotka työskentelivät erilaisissa tehtävissä. Altistumistaso laskettiin aikapainotettuna keskiarvona (TWA). Kohteet luokiteltiin vähän altistuneisiin (TWA $\leq 0,2 \mu\text{T}$), keskimääräisesti altistuneisiin (TWA $0,21-0,99 \mu\text{T}$) tai enemmän altistuneisiin (TWA $\geq 1 \mu\text{T}$).

Enemmän altistuneilla työntekijöillä NK-solujen toiminta oli vähentynyt merkittävästi verrattuna vähän altistuneisiin. Keskimääräisesti altistuneilla havaittiin myös vähenemistä, mutta ero ei ollut merkittävä. Myös monimuuttuja-analyysi vahvisti altistuksen ja NK-solujen toiminnan välisen yhteyden.

Aiemmissä tutkimuksissa on esitetty, että pientaajuiset magneettikentät saattaisivat vaikuttaa kasvainten kehittymiseen aiheuttamalla muutoksia immuunijärjestelmässä. Kun huomioidaan NK-solujen toiminta isäntäpuolustuksena syöpää vastaan, tässä tutkimuksessa havaittu vaikutus NK-solujen toimintaan tukee tätä hypoteesia. Lisäksi aiemmissä epidemiologisissa tutkimuksissa on raportoitu hermostoa rappeuttavien tautien kohonnut riski pientaajuisille magneettikentille altistuneilla työntekijöillä. Myös näissä taudeissa on havaittu muutoksia NK-solujen toiminnassa.

Tässä tutkimuksessa saadut tulokset yli 1 μT :n altistuksen vaikutuksesta NK-solujen toimintaan voivat viitata pientaajuisien magneettikenttien vaikutuksen mahdolliseen mekanismiin. Tutkijoiden mukaan tutkimustulos saattaa avata uusia mahdollisuuksia magneettikenttien pitkäaikaisten haittavaikutusten tutkimukseen.

Lähde:

Gobba F, Bargellini A, Bravo G, Scaringi M, Cauteruccio L, Borella P. Natural Killer Cell Activity Decreases in Workers Occupationally Exposed to Extremely Low Frequency Magnetic Fields Exceeding 1 μT . *International Journal of Immunopathology and Pharmacology* 2009;22 (4):779–786

Hakusanat: pientaajuiset magneettikentät, työntekijät, NK-solu, immuunijärjestelmä



Nro. 07

Päätoimittajan kommentti: Tutkimuksessa on keskitytty pohjois-italialaisten lasten altistumiseen voimajohtojen magneettikentille ja niiden yhteyttä leukemiaan sekä muihin veritauteihin. Tulokset tukivat aikaisempia havaintoja mahdollisesta yhteydestä leukemiariskiin. Tutkijat tulivat kuitenkin siihen johtopäätökseen, että altistuneiden lasten määrä tässä tutkimuksessa oli liian vähäinen päätelmien tekoon.

Pahanlaatuisten veritautien riski ja voimajohtojen magneettikentille altistuminen: tapaus-verrokkitutkimus kahdessa kaupungissa Pohjois-Italiassa

Jossain epidemiologisissa tutkimuksissa on esitetty yhteys suurjännitteisten voimajohtojen sähkömagneettikentille altistumisen ja lapsuusiän leukemian välillä. Myös nollatuloksia on saatu, joten on epäilty mittaamattomien väriin muuttujien aiheuttamia harhoja.

Tutkimusryhmä tutki leukemian ja muiden pahanlaatuisten veritautien suhdetta magneettikenttäänaltistukseen Pohjois-Italiassa Modenan ja Reggio Emilian kaupungeissa. He tunnistivat suurjännitteisten voimajohtojen voimajohtopylväät, joiden magneettikenttien laskettu voimakkuus oli kolmessa luokassa: $0,1 < 0,2$, $0,2 < 0,4$ ja $\geq 0,4$ mikroteslaa.

Tutkijat totesivat 64 vastikään diagnosoitua pahanlaatuista veritautitapausta alle 14-vuotiailla lapsilla näissä kaupungeissa vuosilta 1986–2007 ja hankkivat aina kutakin tapausten kohden neljä verrokkia, joiden asuinhistoriasta ja vanhempien sosioekonomisesta taustasta he keräsivät tietoja.

Tutkijat havaitsivat leukemian suhteellisen riskin olevan 3,2, jos sitä oli edeltänyt asuminen alueella, jolla altistus oli $\geq 0,1$ mikroteslaa (riski oli 6,7 kun sosioekonominen tausta huomioitiin). Tämä arvio oli kuitenkin tilastollisesti hyvin epävarma, eikä annos-vastesuhteeseen ollut viittauksia. Akuutin lymfaattisen leukemian suhteellinen riski oli 5,3, kun taas muiden pahanlaatuisten veritautien riski ei ollut lisääntynyt.

Tulokset viittasivat enemmän leukemiariskin kasvuun altistuneiden lasten parissa kuin yhteyden puuttumiseen. Tutkijat tulivat kuitenkin siihen johtopäätökseen, että altistuneiden lasten määrä tässä tutkimuksessa oli liian vähäinen päätelmien tekoon.

Lähde:

Malagoli C, Fabbi S, Teggi S, Calzari M, Poli M, Ballotti E, Notari B, Bruni M, Palazzi G, Paolucci P, Vinceti M. Risk of hematological malignancies associated with magnetic fields exposure from power lines: a case-control study in two municipalities of northern Italy. *Environmental Health* 2010; 9:16

Hakusanat: pahanlaatuiset veritaudit, leukemia, tapaus-verrokkitutkimus, voimajohtot, magneettikentät



Nro. 08

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät, miten tulisi ottaa huomioon pientaajuisille magneettikentille altistumiseen liitetty mahdollinen leukemiariski. Analyysiä on tehty Euroopan komission ennalta varautumisen periaatteen mukaisesti. Tutkijoiden mukaan menetelmä soveltuu pieniin ja epävarmoihin terveysriskeihin, kuten magneettikenttien mahdollisiin terveysvaikutuksiin.

Julkisen terveydenhuollon varautumisstrategia käyttötaajuisille magneettikentille altistumisen aiheuttaman mahdollisen lapsuusiän leukemiariskin varalta

Epidemiologisissa tutkimuksissa on saatu yhä enemmän todisteita lapsuusiän leukemiariskin ja käyttötaajuisille magneettikentille altistumisen välisestä yhteydestä. Ryhmä tutki, tarvitaanko leukemiariskin hallintaan esimerkiksi ICNIRP:n (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) antamien altistussuosituksen lisäksi vielä tiukempia suojatoimenpiteitä.

Tutkimuksessa käytettiin tieteellisten tulosten arvioimiseen Bradford-Hillin kriteereitä, joilla arvioidaan tieteellisten todisteiden kestävyyttä – tässä sen, että altistuminen pientaajuisille magneettikentille saattaa lisätä lapsuusiän leukemiariskiä. Suojatoimenpiteiden soveltuvuutta arvioitiin Euroopan komission tiedonantoon ennalta varautumisen periaatteesta sisältyvällä riskienhallintarungolla, jonka mukaan toimenpiteiden olisi oltava oikeassa suhteessa haluttuun suojan tasoon ja yhtenäisiä aikaisempien samankaltaisten toimenpiteiden kanssa, niitä sovellettaessa olisi noudatettava tasavertaisuutta, niiden pohjaksi olisi tarkasteltava toiminnan tai toimimatta jättämisen etuja ja haittoja, ja niitä pitäisi tarkistaa uusien tieteellisten tietojen perusteella.

Tärkein todiste leukemiariskistä oli useissa tutkimuksissa ja meta-analyyseissä havaittu epidemiologinen yhteys. Voimakkaasti altistuneiden lasten määrä oli kuitenkin pieni, ja yhteys olisi saattanut johtua yhdistelmästä valintaharhoja, vääristäviä tekijöitä ja sattumaa. Vahvistavia koetuloksia oli hyvin vähän.

Varautumisperiaatteen mukaan suositeltiin kustannuksiltaan alhaisia toimenpiteitä altistuksen vähentämiseen sillä oletuksella, että riskin ollessa todellinen sen vaikutus olisi vähäinen. Myös suurten toimenpiteiden välilliset kustannukset otettiin huomioon. Suositus oli ristiriitainen, sillä tietoja voitaisiin tulkita toisinkin, eivätkä kustannuksiltaan pienet toimenpiteet välttämättä vähennä riskiä.

Tutkimus osoitti, miten Euroopan komission ennalta varautumisen periaatetta voidaan soveltaa pieniin ja epävarmoihin terveysriskeihin. Päätöksenteon tulisi perustua todisteisiin, mutta arvot vaikuttavat silti moniin päätöksiin ja tekevät niistä subjektiivisia.

Lähde:

Maslanyj M, Lightfoot T, Schüz J, Sienkiewicz Z, McKinlay A. A precautionary public health protection strategy for the possible risk of childhood leukaemia from exposure to power frequency magnetic fields. *BMC Public Health* 2010;10:673

Hakusanat: ennalta varautumisen periaate, magneettikenttäaltistus, lapsuusiän leukemia



Nro. 09

Päätoimittajan kommentti: Ranskassa on tutkittu sähkömagneettisten kenttien yhteyttä aivokasvaimiin. Tutkijoiden mukaan jotain yhteyttä altistuksen ja aivokasvaimien välillä voisi olla. Mielenkiintoista on nähdä, kiinnostuvatko muut tutkimusryhmät samasta aiheesta, jotta saadaan lisää tietoa aiheesta.

Altistuminen sähkömagneettisille kentille työpaikoilla ja asuin-alueilla sekä aivokasvainriski aikuisilla: tapaus-verrokkitutkimus Gironde Ranskassa

Aivokasvainten syntyprosessi on pitkälti tuntematon. Sähkömagneettisille kentille altistumista on pidetty yhtenä mahdollisena syynä. Tutkimusryhmä analysoi työpaikoilla ja asuinalueilla sähkömagneettisille kentille altistumisen sekä aikuisten aivokasvainriskin välistä yhteyttä.

He suorittivat tapaus-verrokkitutkimuksen Lounais-Ranskassa vuosina 1999–2001. Väestöstä valittiin yhteensä 221 keskushermostokasvainta (105 glioomaa, 67 aivokalvokasvainta ja 33 neurinoomaa) sekä 442 tapauskohtaisesti iän ja sukupuolen mukaan sovitettua verrokkia. Sähkömagneettisille kentille (erikseen pientaajuisille ja suurtaajuisille) altistumista arvioitiin työympäristössä täydelliseen työntalustumatriisiin perustuvilla asiantuntija-arvioilla sekä kotona arvioimalla etäisyys voimajohtoihin paikkatietojärjestelmän avulla.

Väärät muuttujat, kuten koulutus, tuholaismyrkkujen käyttö kotona, asuminen maaseudulla ja ammatillinen altistuminen kemikaaleille, huomioitiin. Glioomat, aivokalvokasvaimet ja akustiset neurinoomat analysoitiin erikseen.

Työpaikalla sähkömagneettisille kentille altistuneilla havaittiin merkityksettömän vähäinen kohonnut riski. Aivokalvokasvaimen osalta riskin kohoaminen oli merkittävää, erityisesti huomioitaessa erikseen pientaajuiset magneettikentät. Aivokalvokasvaimen riski oli kohonnut myös kohteilla, jotka asuivat lähellä voimajohtoja (< 100 m), vaikkakin merkityksettömästi.

Tutkimustulokset viittaavat siihen, että työpaikalla tai asuinalueella pientaajuisille magneettikentille altistumisella saattaa olla vaikutusta aivokalvokasvainten esiintymiseen.

Lähde:

Baldi I, Coureau G, Jaffre A, Gruber A, Ducamp S, Provost D, Lebailly P, Vital A, Loiseau H, Salamon R. Occupational and Residential Exposure to Electromagnetic Fields and Risk of Brain Tumours in adults: a Case-Control Study in Gironde, France. *International Journal of Cancer*. 2010 Nov 12. [Epub ahead of print]

Hakusanat: aivokasvaimet, sähkömagneettiset kentät, aivokalvokasvain, altistuminen työpaikalla, altistuminen asuinalueella



Nro. 10

Päätoimittajan kommentti: Iranissa on tutkittu lapsuusiän akuutin lymfaattisen leukemian (ALL) ja voimajohtojen lähellä asumisen välistä yhteyttä. Tutkimuksen lähtökohtana oli se, että Iranissa vuosittain leukemiaan kuolee lähes kaksinkertainen määrä Ruotsiin verrattuna. Tutkijat saivat näyttöä yhteydestä voimajohtojen lähellä asumisen ja ALL:n välillä.

Mielenkiintoista olisi tietää myös muiden tekijöiden mahdollisuudesta selittää näinkin isoa eroa Iranin ja Ruotsin välillä.

Asuminen suurjännitteisten voimajohtojen lähellä riskitekijänä lapsuusiän akuutissa lymfaattisessa leukemiassa: tapaus-verrokkitutkimus

Tutkimuksessa haluttiin perehtyä suurjännitteisten voimajohtojen lähellä asumisen yhteyteen lapsuusiän akuutin lymfaattisen leukemian (ALL) esiintymisen kanssa Iranissa. Teheranissa 20 % väestöstä asuu lähellä suurjännitteisiä voimajohtoja, ja vuosittain leukemiaan kuolleiden määrä Iranissa on lähes kaksinkertainen Ruotsiin verrattuna.

Tapaus-verrokkitutkimukseen valittiin kaikista syöpäneuvontakeskuksista 300 lasta, jotka olivat 1–18-vuotiaita ja joilla oli todettu ALL. Tutkimuskohteita haastateltiin heidän asumishistoriastaan suurjännitteisten voimajohtojen lähellä vähintään kahden edellisen vuoden aikana, ja heitä verrattiin tapauskohtaisesti sukupuolen ja iän (puolen vuoden tarkkuudella) mukaan sovitettuun 300 verrokkiin. Analyyseissä käytettiin soveltuvuuden mukaan logistista regressiota, khin neliötestiä ja parittaisia t-testejä.

Tapausryhmä asui merkittävästi lähempänä voimajohtoja kuin verrokkiryhmä. Yli puolet tapauksista oli altistunut kahdelle tai kolmelle erityyppiselle voimajohdolle. Logistisen regressioanalyysin avulla saatiin laskettua, että alle 600 metrin päässä lähimmästä voimajohdosta asuvien todennäköisyys sairastua akuuttiin lymfaattiseen leukemiaan oli 2,61-kertainen verrattuna yli 600 metrin päässä asuviin. Sairastumisen todennäköisyys vastaavalla etäisyydellä 123 kV:n johdoista asuvilla oli 9,93, 230 kV:n johdoilla 10,78 ja 400 kV:n johdoilla 2,98.

Akuutin lymfaattisen leukemian todennäköisyys pieneni aina 0,61-kertaiseksi, kun etäisyys lähimpään voimajohtoon kasvoi 600 metrin verran. Tämän tutkimuksen mukaan suurjännitteisten voimajohtojen lähellä asuminen lisäsi ALL-riskiä, ja rakentamista sen lähemmäs voimajohtoja tulisikin rajoittaa.

Lähde:

Sohrabi M-R, Tarjoman T, Abadi A, Yavari P. Living Near Overhead High Voltage Transmission Power Lines as a Risk Factor for Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia: a Case-control Study. *Asian Pacific J Cancer Prev* 2010;11:423-427

Hakusanat: akuutti lymfaattinen leukemia, sähkömagneettinen kenttä, riskitekijä, tapaus-verrokkitutkimus, Iran



Nro. 11

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat yhdistivät tutkimusaineistoja altistus-vastesuhteen selvittämiseksi magneettikenttäältistuksen ja lapsuusiän leukemian osalta. Heidän mielestään mahdollinen kynnsarvo (0,3 tai 0,4 μT) ei vaikuta biologisesti uskottavalta. Analyysien mukaan kynnsarvotyypiset annos-vastesuhteet toimivat vain kohtalaisesti, lineaariset suhteellisen heikosti. Toimivuus parani käytettäessä neliöllisiä suureita tai epälineaarista regressiota.

Altistus-vastesuhteen tutkimus magneettikenttien ja lapsuusiän leukemian osalta

Noin 30 vuoden ajan on epäilty, että esimerkiksi sähkövoimajärjestelmien tuottamilla pientaajuisilla magneettikentillä voisi olla yhteys kohonneen lapsuusiän leukemiariskin kanssa. Epäilyt olivat saaneet tukea epidemiologisista todisteista, jotka tyypillisesti osoittivat kynnsarvoilmiön. Kynnsarvon (usein 0,3 tai 0,4 μT) alapuolella riski ei kasvanut, ja kynnsarvon yläpuolella riskin kasvusta oli tasaisia todisteita.

Tällainen tarkka kynnsarvo oli tutkijoiden mielestä kuitenkin biologisessa mielessä epätodennäköinen. He testasivat kvantitatiivisesti myös vaihtoehtoista, lineaarista annos-vastesuhdetta (annos = altistus). Tutkijat hankkivat tiedot viidestä magneettikenttäältistuksen tutkimuksesta ja sovelsivat niihin kaikkiin useita mahdollisia annos-vastesuhteiden matemaattisia kaavoja. He myös suorittivat regressioanalyysin selvittääkseen, kuinka hyvin annos-vastesuhteet sopivat yhteen kolmen (lapsuusiän leukemiariskiä käsittelevän) epidemiologisen tutkimuksen tietojen kanssa.

Kynnsarvotyypiset annos-vastesuhteet toimivat vain kohtalaisesti. Lineaariset suhteet olivat yleisesti ottaen vielä heikompia. Toimivuus parani, kun tutkijat lisäsivät neliöllisiä suureita tai suorittivat epälineaarisen regression.

Tätä analyysiä rajoittivat käytettävissä olevat tiedot, joita ei ollut kerätty vastaamaan näihin kysymyksiin. Esimerkiksi altistustutkimusten mittauskohteet eivät olleet aina lapsia, jolloin myös aikuisten tulokset jouduttiin yleistämään koskemaan lapsia. Epidemiologisissa tutkimuksissa altistus oli puolestaan tietystä paikasta (esim. makuuhuoneesta) mitattu määrä, eikä todellinen keskimääräinen altistusarvo.

Tämä oli vasta ensimmäinen yritys tutkia magneettikenttien annos-vastesuhdetta aineistopohjaisella, kvantitatiivisella tavalla. Aiheen käsittely tällaisella tavalla voisi tutkijoiden mukaan kuitenkin tulevaisuudessa lisätä ymmärrystä, mahdollistaa parempien laskelmien tekemisen ja siten lopulta vaikuttaa julkiseen päätöksentekoon.

Lähde:

Kheifets L, Afifi A, Monroe J and Swanson J. Exploring exposure-response for magnetic fields and childhood leukemia. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 2010:1–9

Hakusanat: lapsuusiän leukemia, annos-vaste, sähkömagneettiset kentät, päätöksenteko



Nro. 12

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä teki Isossa-Britanniassa tapaus-verrokki-tutkimuksen lapsuusiän syövän ja suurjännitejohtojen aiheuttaman magneettikenttäaltistuksen välisestä yhteydestä. Tutkijat tulivat lopputulokseen, että magneettikenttäaltistus ensimmäisenä elinvuonna ei todennäköisesti ollut ainoa syy lapsuusiän leukemiariskin näennäiseen kasvuun, vaikka he olivat havainneet sitä aikaisemmassa tutkimuksessaan.

Lapsuusiän syöpä ja suurjännitteisten voimajohtojen aiheuttamat magneettikentät Englannissa ja Walesissa: tapaus-verrokkitutkimus

Epidemiologiset todisteet viittaavat siihen, että kroonisella altistumisella pientaajuisille magneettikentille olisi yhteys kohonneeseen lapsuusiän leukemian riskiin. Ei kuitenkaan ole varmaa, että yhteys olisi kausaalinen.

Tutkijat tekivät kansallisen tapaus-verrokkitutkimuksen Englannissa ja Walesissa lapsuusiän syöpäriskin yhteydestä suurjännitteisten voimajohtojen aiheuttamaan keskimääräiseen magneettikenttään lapsen kotiosoitteessa syntymävuoden aikana. Voimajohtojen magneettikenttävoimakkuuksia arvioitiin National Grid -yhtiön tietokoneohjelman avulla.

Tutkijat saivat Ison-Britannian kansallisesta lapsuusiän kasvainten rekisteristä (National Registry of Childhood Tumours) tiedot 28 968 lapsesta, jotka olivat syntyneet Englannissa tai Walesissa vuosina 1962–1995 ja saaneet syöpädiagnoosin Isossa-Britanniassa alle 15-vuotiaana. Tutkijat valitsivat verrokki syntymärekistereistä tapauskohtaisesti sukupuolen, syntymäajan ja syntymärekisterialueen mukaan. Tapausten ja verrokkien ei tarvinnut ottaa osaa tutkimukseen käytännössä.

Tutkijat totesivat leukemian osalta, että magneettikentän voimakkuuden jokaiseen 0,2 μ T:n kasvuun liittyvä arvioitu suhteellinen riski oli 1,14. Keskushermosto-/aivokasvainten osalta vastaava riski oli 0,80 ja muiden syöpien osalta 1,34. Lapsuusiän leukemiariskiarvio muistutti aiempien verrattavissa olevien tutkimusten tuloksia, mutta se ei ollut tilastollisesti merkittävä.

Kun arvioitiin kausaliteettia, syntymävuoden magneettikenttäaltistuksesta johtuva leukemiariski tarkoitti vähemmän kuin yhtä tapausta vuodessa. Tutkimuksen lopputulos oli, että magneettikenttäaltistus ensimmäisenä elinvuonna ei todennäköisesti ollut ainoa syy lapsuusiän leukemiariskin näennäiseen kasvuun, jonka tutkijat havaitsivat aiemmassa tapaus-verrokkitutkimuksessaan syntymäkodin ja voimajohtojen välillä.

Lähde:

Kroll ME, Swanson J, Vincent TJ and Draper GJ. Childhood cancer and magnetic fields from high-voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *British Journal of Cancer* 2010;103:1122–1127.

Hakusanat:

lapsuusiän leukemia, lapsuusiän syöpä, magneettikentät, voimajohdot



Nro. 13

Päätoimittajan kommentti: Kotimainen tutkimus, jossa on selvitetty tarkemmin työntekijöiden altistumista 400 kV sähköasemilla erilaisilla hoitotasolla. Mitatut sähkökentät korreloivat varsin hyvin virrantiheyden ja kontaktivirran kanssa.

Työntekijöiden altistuminen sähkökentille 400 kV sähköasemilla työskennellessä erilaisilla hoitotasolla

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia työntekijöiden altistumista sähkökentille ja laskea virrantiheyden ja kontaktivirran keskiarvoja 400 kV sähköasemien työtehtävissä erilaisilla hoitotasolla. Mukana olivat työtehtävät: päämuuntajan tarkastus paisuntasäiliön huoltotasolta, erottimen ohjaimen käyttö hoitotasolta ja katkaisijan ohjaimen käyttö hoitotasolta. Keskiarvot laskettiin koko mittausajalta (2,5 minuuttia).

Monissa työtehtävissä sähkökentän maksimi-arvot ylittivät EU:n direktiiviehdotuksen 2004/20/EY toiminta-arvon (10 kV/m). Sähkökenttien keskiarvot olivat väliltä 0,2 – 24,5kV/m. Ne olivat vähintään 40 % pienempiä kuin maksimi-arvot. Virrantiheyksien keskiarvot olivat välillä 0,1- 2,3 mA/m² ja kontaktivirtojen keskiarvot olivat välillä 2,0 - 143,2 mA. Direktiiviehdotuksen raja-arvot eivät tutkimuksen perusteella ylittyneet.

Virtojen keskiarvot pään alueella ja kontaktivirrat ovat 16 - 68 % pienempiä kuin maksimi-arvot, kun verrataan kaikkien tapausten keskiarvoja samalla sähköasemalla. Tulevaisuudessa on tärkeä kiinnittää huomiota, että toiminta-arvo ja raja-arvo eroavat merkittävästi. Lisäksi on tärkeää ottaa huomioon, että työntekijöiden sähkökentille altistuminen, virrantiheydet ja kontaktivirrat ovat selvästi alhaisempia, jos käytetään keskiarvoja koko mittausajalta tai jos tarkastellaan vain tilanteita, joissa on mitattu maksimi-arvoja.

Keskiarvojen käyttäminen voi myös kuvata paremmin altistumista kuin maksimi-arvojen käyttö, koska työntekijät ovat eri pituisia. Lisäksi voi olla vaikea löytää maksimipaikkoja ja niiden etsiminen voi aiheuttaa sähköturvallisuusriskiä.

Lähde:

Korpinen L, Elovaara J A and Kuisti HA. Occupational Exposure to Electric Fields and Induced Currents Associated With 400 kV Substation Tasks From Different Service Platforms. *Bioelectromagnetics* 2011; 32(1):79-83.

Hakusanat: sähkökentät, työntekijäaltistus, kontaktivirrat, sähköalan työntekijät

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 kesällä vuonna 2011

Arkiston löydät osoitteesta www.leenakorpinen.fi

Tampereen teknillinen yliopisto. Energia- ja prosessiteknikan laitos.

Tilannekatsaus ISSN 1799-4594