



www.leenakorpinen.fi

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

Sähkö- ja magneettikentille altistumisen mahdollisia vaikutuksia sekä lapsiin että aikuisiin tutkitaan



Tilannekatsaus: 1 / 2013 - julkaistu 18. kesäkuuta 2013

Sisältö:

01: Pääkirjoitus

02: Lapsuusiän leukemia suurjännitteisten voimajohtojen lähellä – Geocap-tutkimus vuosilta 2002–2007

03: Aikuisten syövät suurjännitteisten voimajohtojen lähellä

04: 50 Hz:n magneettikentille altistumisen pitkäaikaiset vaikutukset terveiden miesten immuunijärjestelmään ja veriarvoihin

05: Altistuminen sähkömagneettisille kentille ja miesten rintasyöpä: tilastollinen meta-analyysi 18 tutkimuksesta

06: Pientaajuiset magneettikentät sähkö- ja bensiinikäyttöisissä ajoneuvoissa

07: Pientaajuisien sähkömagneettikenttien vaikutukset ajoneuvoteollisuuden työntekijöiden terveyteen

08: Työperäinen altistuminen pientaajuisille magneettikentille ja hermostoa rappeuttavat sairaudet: tilastollinen meta-analyysi

09: Analyysi ihmisten aivojen altistumisesta pientaajuisille magneettikentille: sähkökenttien spatiaalisen keskiarvon ja altistusrajojen laskennallinen arviointi

Tiedot tilaamiseen liittyen katsauksen alareunasta.

Tampereen teknillinen yliopisto. Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan laitos

Tilannekatsaus ISSN 1799-4594

Nro. 01

Pääkirjoitus

Kuten on tullut jo tavaksi, aloitan pääkirjoituksen valmistelussa olevalla direktiivillä, joka käsittelee terveyttä ja turvallisuutta koskevia vähimmäisvaatimuksia työntekijöiden suojelemiseksi altistumiselta fysikaalisista tekijöistä (sähkömagneettiset kentät) aiheutuville riskeille. Tietääkseni asia on mennyt edelleen eteenpäin ja odotan, että valmis direktiivi julkaistaan muutaman kuukauden sisällä. Valmistuvasta direktiivistä pidettiin viime viikolla BioEMF2013 -konferenssissa Thessalonikissa oma sessionsa, mutta virallisesti direktiiviä ei ole vielä julkaistu. Valmistumisen jälkeen jäsenmaissa alkaa sen täytäntöönpano, joten työ ei pääty varsinaisesti direktiivin valmistumiseen, vaan sen jälkeen sitä jatketaan mm. Suomessa.



BioEM2013 -konferenssin lisäksi viimeisen puolen vuoden aikana on järjestetty muitakin sähkömagneettisiin kenttiin liittyviä tilaisuuksia. Helmikuussa Euroopan komissio järjesti riskikommunikaatioon liittyvän workshopin otsikolla ”Workshop on risk communication – electromagnetic fields and human health”. Suomen riskikommunikaatiosta oli myös Säteilyturvakeskuksen esitys. Tilaisuuden aineisto löytyy Internetistä. Myös Suomessa on järjestetty joitakin aihepiiriin liittyviä seminaareja. Lisäksi EMF-neuvottelukunta avasi 4.6.2013 Mobiili ja terveys –sivuston, joka kertoo mm. sähkömagneettisten kenttien vaikutuksista ihmiseen.

Olen löytänyt tähän katsaukseen taas uusia mielenkiintoisia tieteellisiä lehtiartikkeleja. Tällä kertaa mukana on tavallista enemmän työntekijöiden altistumista käsitteleviä artikkeleja, sillä niitä ja yleensä aikuisiin liittyviä artikkeleja oli tarjolla tavallista enemmän. Ajattelin myös, että uuden direktiivin näkökulmasta työaltistus on nyt tavallista kiinnostavampi aihe.

Aloitin kuitenkin katsauksen lasten leukemiaa käsittelevällä artikkelilla. Tällä kertaa tutkimusta on tehty Ranskassa ja ilmeisesti aihetta aiotaan siellä jatkaa edelleen. Lapsista siirryn aikuisten syöpiin liittyvään tutkimukseen, jossa on etsitty yhteyttä voimajohtojen aiheuttaman altistuksen ja aikuisten syöpien välille. Seuraavat kaksi artikkelia käsittelevät miehiin liittyviä tutkimuksia. Ensimmäisessä on selvitetty pitkäaikaisen magneettikenttäaltistuksen vaikutuksia terveiden miesten immuunijärjestelmään sekä veriarvoihin ja jälkimmäisessä on tehty meta-analyysiä miesten rintasyövän ja kenttäaltistuksen välisestä yhteydestä.

Autojen aiheuttama magneettikenttäaltistus on ollut myös tutkijoiden kiinnostuksen kohteena, joten valitsin katsaukseen myös pari autoihin liittyvää artikkelia. Ensimmäinen vertailee sähkö- ja bensiinikäyttöisten ajoneuvojen aiheuttamaa magneettikenttäaltistusta, ja jälkimmäinen keskittyy ajoneuvoteollisuudessa tapahtuvaan työntekijöiden altistumiseen. Sähköautossa magneettikentät näyttävät olevan varsin pieniä, mutta kuitenkin vähän suurempia kuin bensiinikäyttöisissä ajoneuvoissa.

Katsauksen lopuksi on vähän tavallista teoreettisempi artikkeli, jossa on tehty analyysiä ihmisten aivojen altistumisesta pientaajuisille magneettikentille. Ajattelin, että artikkelista voi itse kukin huomata, miten perusteellisesti altistumisen laskentaa tehdään nykyään. Laskennasta saadaan tukea mm. standardointiin ja säädösten valmisteluun.

Mukavaa lukuhetkeä tilannekatsauksen parissa!

Leena Korpinen,
Tilannekatsauksen päätoimittaja
Tampereen teknillinen yliopisto, Ympäristöterveys



Nro. 02

Päätoimittajan kommentti: Ryhmä on tutkinut lapsuusiän leukemian yhteyttä voimajohdon lähellä asumiseen Ranskassa. Kirjoittajien mielestä heidän tuloksensa tukivat aiempia kansainvälisiä löydöksiä, joissa akuutin leukemian tapaukset ovat lähellä suurjännitteisiä voimajohtoja vähän yleisempiä kuin muualla. Jatkossa he aikovat käyttää laskentamalleja, joissa huomioidaan voimajohtojen vuosittainen virtakuormitus ja paikalliset erityispiirteet.

Lapsuusiän leukemia suurjännitteisten voimajohtojen lähellä – Geocap-tutkimus vuosilta 2002–2007

Suurjännitteiset voimajohdot muodostavat pientaajuisia magneettikenttiä, jotka kansainvälinen syöväntutkimuslaitos IARC on luokitellut mahdollisiksi lapsuusiän leukemian riskitekijöiksi. Tässä tutkimuksessa testattiin hypoteesia, olisiko akuutti leukemia yleisempää suurjännitteisten 225–400 ja 63–150 kV:n voimajohtojen lähellä asuvilla lapsilla.

Tämä valtakunnallinen Geocap-tutkimus Ranskassa käsitti 2779 diagnosoitua lapsuusiän (alle 15 vuotta) akuutin leukemian tapausta vuosilta 2002–2007 ja 30 000 samanikäistä väestöverrokkia. Tapausten osoitteet diagnoosihetkellä ja verrokkien osoitteet tutkimuksen alkaessa muutettiin paikkatiedoksi, ja niiden etäisyys lähimmästä suurjännitejohdosta määritettiin tarkasti tarkimpien mahdollisten paikalliskarttojen ja Ranskan siirtoverkkoyhtiön voimajohtotietokannan sijaintitietojen perusteella.

Tilastollisen analyysin tuloksena havaittiin, että akuutin leukemian esiintymisen todennäköisyys kasvoi [OR = 1,7 (0,9–3,6)], kun lapsi asui korkeintaan 50 metrin etäisyydellä jännitetasojen 225–400 kV voimajohdoista. Sitä vastoin asumisella tätä kauempana ei ollut yhteyttä akuuttiin leukemiaan, kuten ei myöskään asumisella korkeintaan 50 metrin etäisyydellä jännitetasojen 63–150 kV voimajohdoista.

Tutkimuksen rakenteessa kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, että vältettäisiin valinta- ja luokitusharhat. Tämän ensimmäisen ranskalaisen tutkimuksen tulokset tukivat aiempia kansainvälisiä löydöksiä, joissa akuutin leukemian tapaukset ovat yleisempiä lähellä jännitetasojen 225–400 kV voimajohtoja.

Tutkijat aikovat jatkaa hypoteesin tutkimista Geocapin seuraavassa vaiheessa, jossa Ranskan siirtoverkkoyhtiö laskee lähellä suurjännitteisiä voimajohtoja asuvien tutkimuskohteiden yksilölliset altistusarvot sokkona tapaus- tai verrokkiasemalle. Laskentamalleissa huomioidaan voimajohtojen vuosittainen kuormitusvirta ja paikalliset erityispiirteet.

Lähde:

Sermage-Faure C, Demoury C, Rudant J, Goujon-Bellec S, Guyot-Goubin A, Deschamps F, Hemon D, Clavel J. Childhood leukaemia close to high-voltage power lines – the Geocap study, 2002–2007. *British Journal of Cancer* (2013) 108: 1899–1906.

Hakusanat:

lapsuusiän leukemia, epidemiologia, tapaus, tapaus-verrokki, suurjännitteiset voimajohdot, paikkatiedot



Nro. 03

Päätoimittajan kommentti: Tällä kertaa tutkimuksen kohteeksi otettiin aikuisten syövät ja tutkittiin niiden yhteyttä voimajohtoihin. Tutkimuksessa oli mukana leukemiatapauksia, aivo- tai keskushermoston syöpätapauksia, naisten rintasyöpätapauksia ja pahanlaatuisia melanoomatapauksia. Tutkimusryhmän mukaan tulokset eivät tukeneet aikuisten syöpien ja asuinpaikan lähellä olevista voimajohdoista johtuvan magneettikenttäaltistuksen välistä epidemiologista yhteyttä.

Aikuisten syövät suurjännitteisten voimajohtojen lähellä

Pientaajuiset magneettikentät on määritetty mahdollisiksi karsinogeneiksi ihmiselle perustuen epidemiologiseen yhteyteen lapsuusiän leukemian kanssa, mutta todisteet yhteyksistä aikuisten syöpiin ovat olleet ristiriitaisia.

Tässä tapaus-verrokkitutkimuksessa tutkittiin aikuisten syöpien riskien yhteyttä suurjännitteisten voimajohtojen muodostamiin pientaajuisiin magneettikenttiin ja asuinpaikan etäisyyteen voimajohdosta. Tutkimus pohjautui Englannin ja Walesin valtakunnallisen syöpärekisterin tietoihin vuosilta 1974–2008.

Tutkimus käsitti 7823 leukemiatapausta, 6781 aivo- tai keskushermoston syöpätapausta, 9153 pahanlaatuisia melanoomatapauksia ja 29 202 naisten rintasyöpätapausta ja 79 507 verrokkia, jotka oli poimittu vastaamaan tapausta diagnoosivuoden ja alueen suhteen, mutta joiden syöpää ei ollut liitetty magneettikenttiin. Tutkittavat olivat 15–74-vuotiaita ja asuivat enintään 1000 metrin etäisyydellä suurjännitteisestä voimajohdosta.

Tutkijat eivät löytäneet selkeitä viitteitä syöpien riskien kohoamisesta voimajohdon etäisyyden pienentyessä. Kun mahdolliset sekoittavat tekijät oli huomioitu, lähimpänä voimajohtoja (0–49 m) asuvien suhteelliset riskit vaihtelivat pahalaatuisen melanooman arvosta 0,82 aivosyövän / keskushermoston syövän arvoon 1,22 verrattuna 600–1000 metrin etäisyydellä asuviin.

Tutkijat eivät havainneet neljän tutkitun syövän osalta merkittävästi kohonnutta riskiä suhteessa magneettikentän voimakkuuteen. Tarkistetuissa analyyseissä todennäköisyydet vaihtelivat korkeimmissa magneettikenttien voimakkuuksissa ≥ 1000 nT pahanlaatuisen melanooman arvosta 0,68 naisten rintasyövän arvoon 1,08 verrattuna alle 100 nT:n voimakkuuksiin.

Tutkimusryhmän mukaan nämä tulokset eivät tukeneet aikuisten syöpien ja asuinpaikan lähellä olevista suurjännitteisistä voimajohdoista johtuvan magneettikenttäaltistuksen välistä epidemiologista yhteyttä. Schüz kyseenalaisti artikkelissaan tämän tutkimuksen rakenteen ja piti päärajoitteena eri syöpätyyppien luokittelua tapauksiksi ja verrokeiksi vähäisten todisteiden perusteella.

Lähteet:

Elliott P, Shaddick G, Douglass M, de Hoogh K, Briggs D J, Toledano M B. Adult Cancers Near High-voltage Overhead Power Lines. *Epidemiology* 24 (2013): 184–190

Schüz J. Power Lines and Cancer in Adults. Settling a Long-standing Debate? *Epidemiology* 24 (2013), 191–192.

Hakusanat:

aikuisten syövät, pientaajuiset magneettikentät, suurjännitteiset voimajohdot, leukemia, aivosyöpä, keskushermoston syöpä, pahanlaatuinen melanooma, naisten rintasyöpä



Nro. 04

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat ovat tutkineet 50 Hz:n magneettikentille 1–20 vuoden ajan altistuneita sähkötyömiehiä seuraamalla veriarvojen yöllisiä profiileja. Aineisto on ollut varsin pieni vain; 15 työntekijää ja saman verran verrokkeja. Altistustasot ovat myös olleet varsin vaatimattomia. Kirjoittajien mukaan tulokset viittaavat siihen, että magneettikentillä ei ole kumulatiivisia vaikutuksia immuunijärjestelmään ja veriarvoihin.

50 Hz:n magneettikentille altistumisen pitkäaikaiset vaikutukset terveiden miesten immuunijärjestelmään ja veriarvoihin

50 Hz:n magneettikentille altistumisen ja ihmisen terveyden välinen suhde on tutkimusryhmän mukaan kiinnostanut tutkijoita yhä enenevässä määrin siitä lähtien, kun yhteyksiä aikuisiän aivosyöpään ja lapsuusiän leukemiaan on löytynyt. Tässä tutkimuksessa he tutkivat magneettikenttäältistuksen kroonisia (jopa 20 vuotta työperäistä altistusta) vaikutuksia ihmisissä.

He tutkivat kroonisesti ja päivittäin sekä töissä että kotona 1–20 vuoden ajan 50 Hz:n magneettikentille altistuneen 15 sähkötyömiehen seuraavien veriarvojen yöllisiä profiileja: veren punasolut, hemoglobiini, hematokriitti, verihiutaleet, verihiutaleiden keskimääräinen määrä, valkosolujen kokonaismäärä, lymfosyytit, monosyytit, eosinofiilit, basofiilit, neutrofiilit, vasta-aineet (IgA, IgM, IgG), suhteelliset määrät CD3, CD4, CD8, luonnolliset tappajasolut, B-solut, kokonaismäärät CD28, CD8+ CD28+, aktivoituneet T-solut, interleukiini (IL)-2 ja IL-6 ja IL-2-reseptori.

Yksilöllistä magneettikenttäältistusta mitattiin annosmittarilla viikon ajan 30 sekunnin välein, ja yksilöiden viikoittaisen altistuksen geometrinen keskiarvo vaihteli välillä 0,1 ja 2,6 mikrotreslaa. Näitä tuloksia verrattiin verrokkiryhmään, jonka muodostivat 15 töissään magneettikentille altistumatonta samanikäistä miestä. Verrokkiryhmässä yksilöllinen magneettikenttäältistus vaihteli 0,004–0,092 mikrotreslaan. Verinäytteet otettiin sairaalassa suoritettussa 12 tunnin tutkimuksessa kerran tunnissa klo 20:00–08:00. Näytteidenottomenettelmät ja tutkittaville sallitut fyysiset aktiviteetit näytteidenottopäivänä vastasivat tapausryhmää.

Tutkimustulokset osoittivat, että pitkäaikainen päivittäinen altistus 50 Hz:n magneettikentille ei aiheuttanut muutoksia terveiden miesten veri- ja immuunijärjestelmän toiminnoissa tai profiileissa – ainakaan tutkituissa muuttujissa. Tutkimusryhmän mukaan tulokset viittaavat siihen, että magneettikentillä ei ole kumulatiivisia vaikutuksia näihin toimintoihin.

Lähde:

Touitou Y, Djeridane Y, Lambrozo J, Camus F, Selmaoui B. Long-term (up to 20 years) effects of 50-Hz magnetic field exposure on immune system and hematological parameters in healthy men. *Clinical Biochemistry* 46 (2013): 59–63.

Hakusanat:

magneettikentät, hematologia, veritaudit, immunologia, vasta-aineet, lymfosyyttien alaluokat, sytokiinit



Nro. 05

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat tutkivat miesten rintasyövän mahdollista yhteyttä sähkömagneettisille kentille altistumiseen. He kokosivat yhteen 18 tutkimusta ja tekivät meta-analyysin. Heidän johtopäätöksensä meta-analyysin perusteella oli, että pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisella on yhteys miesten rintasyöpäriskin kohoamiseen. Kuitenkin he pitivät laadukkaita epidemiologisia lisätutkimuksia tarpeellisena, jotta voidaan tehdä vahvempia johtopäätöksiä.

Altistuminen sähkömagneettisille kentille ja miesten rintasyöpä: tilastollinen meta-analyysi 18 tutkimuksesta

Tutkijat ovat jo pitkään keskustelleet mahdollisuudesta, saattaisiko altistuminen sähkömagneettisille kentille lisätä miesten rintasyövän riskiä. Aiempia tutkimuksia on kritisoitu siitä, että niiden heikko laatu, esimerkiksi pienet tutkimusmäärät tai kehittymättömät altistumismittausmenetelmät, olisivat saattaneet johtaa tilastollisesti merkittäviin tuloksiin sattuman tai tutkimusharhojen kautta. Lisäksi viimeisen kymmenen vuoden aikana tehtyjen tutkimusten ristiriitaisia tuloksia ei ollut aiemmin koottu järjestelmällisesti yhteen.

Tutkimusryhmä suoritti tilastollisen meta-analyysin järjestelmällisellä hakustrategialla saadakseen vahvistusta miesten rintasyövän ja sähkömagneettikenttäaltistuksen väliselle mahdolliselle yhteydelle. He löysivät kaikkiaan seitsemän tapaus-verrokkitutkimusta ja yksitoista kohorttitutkimusta. Tärkeimpänä mittayksikkönä tutkimuksessa käytettiin yhteenlaskettuja todennäköisyysarvoja. Tutkimusten tiedot poimittiin vakio-meta-analyysimenetelmällä, ja ne ryhmiteltiin tutkimusrakenteen, kynnysarvon, altistuksen arviointimenetelmän, säätömallin (iän huomiointi) ja altistusmallin mukaan.

Tutkijat määrittivät yhteisanalyysin perusteella, että sähkömagneettisille kentille altistuminen lisää tilastollisesti merkittävästi miesten rintasyövän riskiä (yhteenlaskettu todennäköisyys 1,32). Vastaavia tuloksia osoittivat myös analyysit tietyistä tutkimusten alaryhmistä, kuten altistuksen arviointi ammatin perusteella ja työperäinen altistus. Tutkijat testasivat meta-analyysinsa laatua, mahdollisia tutkimusharhoja ja tulosten heterogeenisyyden vaikutusta erilaisilla lisäanalyysillä ja saivat näin tilastollisesti päteviä tuloksia.

He tekivät tämän meta-analyysin perusteella sen johtopäätöksen, että pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisella oli yhteys miesten rintasyöpäriskin kohoamiseen, vaikka muunlaisiakin väitteitä oli esitetty aiempien tutkimusten tulosten ja luotettavuuden perusteella. He pitivät kuitenkin laadukkaita epidemiologisia lisätutkimuksia tarpeellisena, jotta voidaan tehdä vakaampia johtopäätöksiä.

Lähde:

Sun J-W, Li X-R, Gao H-Y, Yin J-Y, Qin Q, Nie S-F, Wei S. Electromagnetic Field Exposure and Male Breast Cancer Risk: A Meta-analysis of 18 Studies. *Asian Pacific J Cancer Prev* (2013) 14 (1): 523–528

Hakusanat:

sähkömagneettiset kentät, miesten rintasyöpä, meta-analyysi



Nro. 06

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat ovat verranneet magneettikentille altistumista sähkö- ja bensiinikäyttöisissä ajoneuvoissa. Molemmista autotyypeissä mitatut altistustasot ovat varsin pieniä, mutta sähkökäyttöisissä ajoneuvoissa mitatut altistukset olivat vähän suurempia. Seitsemässä sähköautossa kaikkien mittausten geometrinen keskiarvo oli 0,095 μT , joka on yleisesti ottaen varsin pieni altistustaso.

Pientaajuiset magneettikentät sähkö- ja bensiinikäyttöisissä ajoneuvoissa

Tutkimusryhmä teki pilottitutkimuksen, jossa he vertasivat sähköajoneuvojen magneettikenttätasoa bensiinikäyttöisten ajoneuvojen tasoihin. He myös loivat menetelmän, jolla voidaan saada päteviä tietoja tulevia arviointeja varten.

Otanta käsitti 14 ajoneuvoa, jotka oli valmistettu tammikuun 2000 ja huhtikuun 2009 välisenä aikana. Näistä kuusi oli erityyppisiä bensiinikäyttöisiä ajoneuvoja ja kahdeksan sähköajoneuvoja. Tutkitusta kahdeksasta mallista kolmesta oli bensiinikäyttöisen mallin lisäksi vähintään yksi sähköajoneuvomalli, mikä mahdollisti mallikohtaisen vertailun.

Mittausta varten ajoneuvot varustettiin kuudella laajakaistaisella EMDEX Lite -mittarilla (kaistanleveys 40–1 000 Hz). Ajoneuvoilla ajettiin 16,3 kilometrin testimatka, jonka aikana magneettikentästä otettiin näyte neljän sekunnin välein. Sähköajoneuvojen arvoja verrattiin bensiinikäyttöisten ajoneuvojen arvoihin tilastollisella vakiotestillä, jossa keskityttiin geometriseen keskiarvoon ja geometriseen vakiopoikkeamaan. Tämä menetelmä valittiin sillä perusteella, että autokorrelaatiokerroin vaimeni nopeasti ajan kuluessa, ts. korkeimmilla geometrisilla keskiarvoilla oli taipumus vaimeta nopeammin.

Seitsemässä sähköautossa kaikkien mittausten geometrinen keskiarvo oli 0,095 μT ja geometrinen vakiopoikkeama 2,66, kun taas neljässä bensiinikäyttöisessä autossa geometrinen keskiarvo oli 0,051 μT ja vakiopoikkeama 2,11. Vertailun pohjana käytettiin tietoja aiemmasta altistumistutkimuksesta, jossa tutkittiin magneettikenttäaltistusta asuinpaikassa kahdeksalla maantieteellisellä alueella Yhdysvalloissa. Sähköajoneuvoista mitatut magneettikentät asettuivat samalle taajuusalueelle kuin kyseisessä tutkimuksessa kirjatut henkilökohtaiset altistustasot.

Kaikki mitatut kentät kaikissa ajoneuvoissa olivat reilusti kansainvälisen ionisoimattoman säteilyn toimikunnan ICNIRP:n ja IEEE:n (Institute of Electrical and Electronics Engineers) määrittämien altistusrajojen alapuolella. Tässä tutkimuksessa oli mukana melko pieni ajoneuvo-otanta, jota pitäisi tutkimusryhmän mielestä laajentaa tulevissa tutkimuksissa. Näin saataisiin suurempi läpileikkaus erityyppisistä sähkökäyttöisistä ajoneuvoista.

Lähde:

Tell R A, Sias G, Smith J, Sahl J, Kavet R. ELF Magnetic Fields in Electric and Gasoline-Powered Vehicles. *Bioelectromagnetics* 34 (2013):156-161.

Hakusanat:

sähköajoneuvot, sähkömagneettiset kentät, altistusmittaus



Nro. 07

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä selvitti työntekijöiden altistumista sähkömagneettisille kentille ajoneuvoteollisuudessa. Varsinainen tutkittavien ryhmä kerättiin hitsausosastolta ja heidän verrokkiryhmänsä stanssausosastolta. Tutkijoiden mielestä pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisella saattaisi olla vaikutusta ajoneuvotehtaan työntekijöiden hermo-, sydän-, verisuoni- ja verijärjestelmään sekä maksan toimintaan. Tulokset kaipaavat kuitenkin vielä lisävahvistuksia, kuten kirjoittajat itsekin toteavat.

Pientaajuisten sähkömagneettikenttien vaikutukset ajoneuvoteollisuuden työntekijöiden terveyteen

Tässä tutkimuksessa oli tavoitteena tutkia pientaajuisten sähkömagneettikenttien vaikutuksia ajoneuvoteollisuuden työntekijöihin. Tutkimuskohteeksi otettiin erään ajoneuvotehtaan kahden osaston 704 työntekijää, joista 374 hyväksyttiin mukaan. Kriteereinä olivat 20–40-vuotiaat miehet, jotka olivat altistuneet sähkömagneettisille kentille vähintään kahden vuoden ajan. Tutkittavat jaettiin kahteen ryhmään: hitsausosastolla työskentelevät altistusryhmäksi ja stanssausosastolla lievemmin altistuneet verrokkiryhmäksi.

Pientaajuisten sähkömagneettikenttien voimakkuus mitattiin sähkökenttämittarilla EFA-300 (valmistaja Narda, Pfullingen, Saksa), ja melu integroivalla äänenvoimakkuusmittarilla AWA5610D (Hangzhou Aihua Instruments Co., Ltd, Hangzhou, Kiina). Kyselylomakkeella kerättiin taustatietoja tutkittavien terveydestä ja elämäntilanteesta sekä heidän itse havaitsemistaan altistusoireista. Tutkimukseen liittyi myös sairaalassa tehty lääkärintarkastus, jossa tutkittiin hermo-, sydän-, verisuoni- ja verijärjestelmää ja maksan toimintaa. Kaikki tiedot syötettiin SPSS17.0-tilasto-ohjelmaan (SPSS Inc, Chicago, USA), jolla suoritettiin asianmukaiset tilastolliset analyysit.

Altistusryhmässä sähkömagneettisten kenttien voimakkuus oli merkittävästi suurempi kuin verrokkiryhmässä, mutta melutasossa ei näiden kahden osaston välillä ollut eroa. Kyselylomakkeilla kerätyt tiedot osoittivat, että altistusryhmässä esiintyi hiusten lähtöä huomattavasti enemmän kuin verrokkiryhmässä. Näiden kahden ryhmän välillä havaittiin merkittäviä eroja myös sydän-, verisuoni- ja verijärjestelmän ja maksan tutkituissa muuttujissa.

Tutkijoiden kyselyn ja terveystarkastuksen perusteella saamat tiedot antavat viitteitä siitä, että pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisella saattaisi olla vaikutusta ajoneuvotehtaan työntekijöiden hermo-, sydän-, verisuoni- ja verijärjestelmään sekä maksan toimintaan. Löydökset kaipaavat kuitenkin vielä lisävahvistuksia.

Lähde:

Liu X, Zhao L, Yu D, Ma S, Liu X. Effects of extremely low frequency electromagnetic field on the health of workers in automotive industry. *Electromagnetic Biology and Medicine* (2013), Early Online: 1–9

Hakusanat:

ajoneuvoteollisuus, sydän- ja verisuonijärjestelmä, pientaajuiset sähkömagneettiset kentät, verijärjestelmä, maksan toiminta



Nro. 08

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat ovat tehneet meta-analyysin työntekijöiden magneettikenttäaltistuksen ja hermostoa rappeuttavien sairauksien (mm. Alzheimerin taudin ja motoneuronitautien) välisestä yhteydestä. He havaitsivat heikon yhteyden työperäisen magneettikenttäaltistuksen ja Alzheimerin taudin sekä motoneuronitautien välillä. Kuitenkin heidän mielestään altistuksen arviointimenetelmät vaativat parannuksia, ennen kuin voidaan tehdä johtopäätöksiä potentiaalisista riskeistä.

Työperäinen altistuminen pientaajuisille magneettikentille ja hermostoa rappeuttavat sairaudet: tilastollinen meta-analyysi

Aiemmissa tieteellisissä tutkimuksissa on raportoitu yhteys työperäisen sähkö- ja magneettikentille altistumisen ja hermostoa rappeuttavien sairauksien välillä. Näissä tutkimuksissa tulokset ovat vaihdelleet riippuen siitä, mitä altistuksen arviointimenetelmää on käytetty, esimerkiksi todellisia magneettikenttämittauksia, asiantuntijan tekemiä altistusarvioita tai erityyppisiä ammattinimikkeisiin perustuvia arviointeja.

Tässä tutkimuksessa laadittiin tilastollinen meta-analyysi aiemmista työperäisen magneettikenttäaltistuksen ja hermostoa rappeuttavien sairauksien välistä yhteyttä käsitelleistä tutkimuksista, joissa pääpaino oli ollut Alzheimerin taudissa ja motoneuronitaudeissa. Tutkijat löysivät kirjallisuushaun perusteella 42 vertaisarvioitua julkaisua, ja he keskittyivät analyysissään tutkimusten ominaispiirteisiin, altistuksen mittaustapoihin ja julkaisuharhoihin.

Tutkimusryhmä havaitsi heikon yhteyden työperäisen magneettikenttäaltistuksen ja Alzheimerin taudin sekä motoneuronitautien mutta ei muiden hermostoa rappeuttavien tautien välillä. Kohonnut motoneuronitautien riski havaittiin ammattinimikkeitä hyödyntäneissä tutkimuksissa, kun taas kohonnut Alzheimerin taudin riski löydettiin arvioituja magneettikenttätasoa hyödyntäneissä tutkimuksissa, tosin näissä he epäilivät julkaisuharhojen osuutta. Tulokset vaihtelivat tutkimusrakenteen mukaan, mutta vaihtelu ei ollut samanlaista eri tautien kesken. Tulosten heterogeenisuus johtui tutkijoiden mielestä tutkimusmetodien eroista.

Tutkijoiden mukaan tulokset eivät antaneet tukea sille olettamukselle, että magneettikentille altistuminen selittäisi ammattinimikkeiden ja motoneuronitautien välisen yhteyden. Tautien väärinluokitus, erityisesti Alzheimerin taudin kohdalla, ja epätarkat altistuksen arviointimenetelmät olivat heidän mielestään vaikuttaneet kaikkiin tämän meta-analyysin pohjana olleisiin tutkimuksiin. Heidän mielestään altistuksen arviointimenetelmät vaativat parannuksia, ennen kuin voidaan tehdä johtopäätöksiä potentiaalisista riskeistä.

Lähde:

Vergara X, Kheifets L, Greenland S, Oksuzyan S, Cho Y-S, Mezei G. Occupational Exposure to Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Neurodegenerative Disease. A Meta-Analysis. JOEM (2013) 55 (2): 135–146.

Hakusanat:

pientaajuiset magneettikentät, työperäinen altistus, hermostoa rappeuttavat sairaudet, motoneuronitaudit, Alzheimerin tauti, meta-analyysi, altistuksen arviointimenetelmä



Nro. 9

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat ovat tutkineet magneettikentille altistumista laskennallisten mallien avulla. Tutkimusta voidaan hyödyntää standardien kehittämisessä.

Analyysi ihmisten aivojen altistumisesta pientaajuisille magneettikentille: sähkökenttien spatiaalisen keskiarvon ja altistusrajojen laskennallinen arviointi

Tässä tutkimuksessa testattiin IEEE:n (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ja ICNIRP:n (kansainvälinen ionisoimattoman säteilyn toimikunta) esittämien altistumisen numeeristen arviointimenetelmien kelpoisuutta pientaajuisten magneettikenttien ihmisen aivoihin indusoimien sähkökenttien osalta. Tavoitteena oli tutkia dosimetristen arviointien tulosten riippuvuutta käytettyjen laskentamenetelmien yksityiskohdista.

Dosimetrisessä laskennassa ihmiskehon malli koostuu pienistä kolmiulotteisista elementeistä, ns. vokseleista (kolmiulotteinen vastine kaksiulotteisten kuvien pikseleille), joiden avulla pyritään kuvaamaan ihmiskehon sähköjohtavuuden ja indusoituneen sähkökentän paikallinen vaihtelu. Mainitut vokselit mahdollistavat vain likimääräisen (porrasmaisen) ihmisen anatomian kuvaamisen, sillä ne eivät voi olla äärettömän pieniä. Tästä aiheutuu laskentatuloksiin ns. diskreetointiepävarmuutta.

Lisäksi IEEE:n ja ICNIRP:n ehdottamat menetelmät kehon sisäisen sähkökentän vokselikohtaisten keskiarvojen laskentaan poikkeavat toisistaan. Tutkijat selvittivät ensin aivojen sisäisen sähkökentän laskennallisen maksimiarvon, kahdella eri tavalla laskettujen vokselikohtaisten keskiarvojen maksimiarvojen sekä ICNIRP:n menetelmällä laskettujen vokselikohtaisten keskiarvojen jakauman 99 %:n pisteen riippuvuutta vokselien koosta. Sitten he tutkivat laskennallisesti ICNIRP:n ja IEEE:n esittämien perusrajoitusten ylittymistä ulkoisen magneettikentän referenssiarvoilla, kun vokselien sähkökentät laskettiin ICNIRP:n tai IEEE:n mukaan keskiarvottaen. Vertailu ICNIRP:n perusrajoitukseen tehtiin lisäksi käyttäen em. 99 %:n pistettä.

Tutkijoiden yhtenä johtopäätöksensä oli, että 0,5 mm kokoiset tai pienemmät vokselit mahdollistavat stabiilit laskentatulokset, kun tehdään arvojen vokselikohtainen keskiarvotus. Mikäli lasketaan vokselikohtaisten keskiarvojen jakauman 99 %:n piste, saadaan stabiili laskentatulos suuremmallakin vokselikoolla, mutta tällainen menettely saattaa johtaa altistuksen merkittävään aliarvioimiseen. Muina johtopäätöksinä oli, että kudosten johtavuuksien taajuusriippuvuus tulee ottaa laskennassa huomioon ja että pään olettaminen johtavuudeltaan homogeeniseksi antaa todennäköisesti liian pienen arvon suurimmalle sisäiselle sähkökentälle. Lisäksi tutkijat päättelivät, että IEEE-standardin (2002) mukaan laskettu sisäinen sähkökenttä voi ylittää moninkertaisesti ko. standardin perusrajoituksen, vaikka ulkoinen magneettikenttä on referenssiarvon suuruinen. Koska referenssiarvon alittumisen nimenomaan tulisi taata myös perusrajoituksen alittuminen riittävällä marginaalilla, tutkijat suosittelevat standardin altistusrajojen uudelleenarvioimista.

Lähde:

Chen X-L, Benkler S, Chavannes N, De Santis V, Bakker J, van Rhoon G, Mosig J, Kuster N. Analysis of Human Brain Exposure to Low-Frequency Magnetic Fields: A Numerical Assessment of Spatially Averaged Electric Fields and Exposure Limits. *Bioelectromagnetics* 2013: 1–10.

Hakusanat:

pientaajuinen magneettikenttä, aivojen altistus, numeerinen dosimetria, laskennallinen altistuksen arviointi, anatominen malli



Tekijät:

Päätoimittaja: Leena Korpinen

Toimitusassistentti: Sonator Oy

Tekninen ja graafinen toteutus: Zento Oy

Tilannekatsauksen rahoittaa Fingrid Oyj.

Seuraava tilannekatsaus julkaistaan talvella 2013. Arkiston löydät osoitteesta www.leenakorpinen.fi

Tampereen teknillinen yliopisto. Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan laitos, Tilannekatsaus ISSN 1799-4594