

Tutkimuksia pientaajuisille sähkö- ja magneettikentille altistumisesta – erilaisia altistuslähteitä



Tilannekatsaus: 2/2017 – julkaistu 20. joulukuuta 2017

Sisältö:

- 01: Pääkirjoitus
- 02: Eläminen sähkö- ja magneettikenttien kanssa
- 03: Asuinpaikassa altistuminen magneettikentille ja lapsuusiän leukemian riski – populaatiopohjainen tapaus-verrokkitutkimus Kaliforniassa
- 04: Vertailevat analyysit lapsuusiän leukemiaa sekä magneettikenttien säteilyä ja radon- ja gammasäteilyä käsittelevistä tutkimuksista
- 05: Miten tiedonsaanti maanalaisista suurjännitteisistä kaapeleista vaikuttaa väestön hyväksyntään ja suhtautumiseen?
- 06: 24 tunnin henkilökohtainen seurantatutkimus nuorten altistumisesta verkkotaajuisille magneettikentille Israelissa
- 07: Mitä yhtäaikainen aivosähkötkutkimus ja funktionaalinen magneettikuvaus kertovat ihmisten altistuksesta verkkotaajuisille magneettikentille?
- 08: Kaksoisokkotutkimus yksilöllisen altistuksen vaikutuksesta itse arvioituun sähköyliherkkyyteen ja herkkyteen havaita sähkömagneettisia kenttiä
- 09: Sähkömagneettiset kentät vastasyntyneiden happikaapeissa – syitä varovaisuuteen

Tiedot tilaamiseen liittyen katsauksen alareunasta.

Nro 01

Pääkirjoitus

Kesän jälkeen on järjestetty muutama mielenkiintoinen kansainvälinen workshop, esimerkiksi COST EMF-MED järjesti lokakuussa sellaisen Wienissä. Yhtenä aiheena oli lääketieteellisten, esteettisten ja kosmettisten EMF-laitteiden turvallisuus. Tilaisuudessa esitettiin arvio, että kehon muotoiluun liittyvien sähkömagneettisia kenttiä hyödyntävien laitteiden (body contouring & energy devices) käyttö kasvaa huomattavasti tulevaisuudessa.



Saksan säteilyturvakeskus (Bundesamt für Strahlenschutz) järjesti 12–14 joulukuuta Münchenissä kansainvälisen workshopin neurodegeneratiivisten sairauksien ja magneettikentille altistumisen välisestä suhteesta (The international workshop: relationship between neurodegenerative diseases and magnetic field exposure). Aiheesta on ollut aikaisemmissa tilannekatsauksissa artikkeleja, ja seuraan aihetta myös jatkossa.

Suomessa on käynnissä edelleen säteilylainsäädännön uudistus. Uusi säteilylaki ja ionisoimatonta säteilyä koskeva asetus ovat yhä valmistelussa, ja niiden arvioidaan tulevan voimaan vuoden 2018 aikana.

Olen löytänyt tähän katsaukseen mielenkiintoisia tieteellisiä artikkeleja. Otin mukaan myös lähinnä CIGRE:n (Council on Large Electric Systems) kannanottoartikkelin, jossa on kerrottu näkemyksiä sähkö- ja magneettikenttätutkimuksista. CIGRE on sähkövoimajärjestelmiin keskittyvä kansainvälinen voittoa tuottamaton järjestö, joka seuraa aktiivisesti kenttien terveysvaikutuksia omalla alallaan. Artikkelin laatijoiden mielestä tutkimuksia on tehty jo niin paljon, ettei ole syytä huoleen.

CIGRE-artikkelin jälkeen kahdessa artikkelissa käsitellään magneettikenttien ja lapsuusiän leukemian välistä yhteyttä. On havaittu esimerkiksi että magneettikentille altistumisen arvioinnissa asuinpaikan tiheä vaihtuminen voi aiheuttaa tutkimusharjoja (eli virhettä) ja sama näkyy myös tutkittaessa ionisoivaa säteilyä.

Viides tiivistelmä käsittelee, miten tiedonsaanti maanalaisten suurjännitteisten kaapeleiden rakentamisesta vaikuttaa väestön hyväksyntään ja suhtautumiseen niitä kohtaan. Sillä, mitä tietoa on käytettävissä, näyttää olevan merkitystä. Artikkelin havaintoja voi ehkä soveltaa käytäntöönkin.

Tilannekatsauksen loppupuolella käsitellään muiden muassa nuorten altistumista magneettikentille Israelissa ja sähköyliherkkyyden tutkimista siirrettävillä laitteilla kotiolosuhteissa. Viimeiseksi artikkeliksi valitsin keskoskaappeja käsittelevän artikkelin. Aihe on herättänyt jonkin verran tutkijoiden kiinnostusta viime vuosina, joten mielestäni siitäkkin on hyvä kertoa.

Mukavaa lukuhetkeä tilannekatsauksen parissa!

Leena Korpinen, professori
Tilannekatsauksen päätoimittaja

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



Nro 02

Päätoimittajan kommentti: Artikkeleihin on tiivistetty CIGRE:n (Council on Large Electric Systems) näkemyksiä sähkö- ja magneettikenttätutkimuksista. CIGRE on sähkövoimajärjestelmiin keskittyvä kansainvälinen voittoa tuottamaton järjestö. Kirjoittajien mukaan sähkö- ja magneettikenttien terveysvaikutuksia on tutkittu jo yli 40 vuotta ja yli 400 tutkimuksessa. He pitävät kausaalista yhteyttä erilaisiin sairauksiin hyvin epätodennäköisenä. CIGRE kuitenkin jatkaa aiheen seuraamista edelleen.

Eläminen sähkö- ja magneettikenttien kanssa

Verkkotaajuisten sähkö- ja magneettikenttien terveysvaikutuksia on artikkelin laatijoiden mukaan tutkittu maailmanlaajuisesti jo yli 40 vuoden ajan yli 400 tutkimuksessa ja tuhansilla laboratorioskokeilla. Heidän mukaansa CIGRE on aina kokenut aiheen tärkeäksi sähkötyöntekijöiden ja koko väestön terveyden ja turvallisuuden kannalta, joten CIGRE:n hallintoneuvostolla on lääkäreistä, tiedemiehistä ja insinööreistä koostuva asiantuntijaryhmä pitämässä hallintoneuvostoa ajan tasalla.

Vaikka kansainvälisissä tutkimuksissa on artikkelin laatijoiden mukaan tuotettu poikkeuksellisen suuri määrä tietoa, niissä ei ole onnistuttu osoittamaan kausaalista yhteyttä minkään tietyn sairauden, kuten lapsuusiän leukemian, muiden syöpien, sydän- ja verisuonisairauksien tai hermostoa rappeuttavien tautien, ja sähkö- tai magneettikentille altistumisen välillä. Siksi he pitävät yhteyttä hyvin epätodennäköisenä.

Heidän mielestään tutkimuksista saadun tieteellisen näytön perusteella ei ole syytä huoleen. Koska ihmisten altistustasot ovat myös hyvin alhaisia, heistä varotoimenpiteet eivät ole tarpeen päivittäisessä altistumisessa verkkotaajuisille sähkö- ja magneettikentille. Riittävän suojan tarjoavat heidän mielestään kansainvälisten organisaatioiden tällä hetkellä suosittelemat altistusrajat, kuten ICNIRP:n suositukset väestöaltistukselle (200 μ T) ja työperäiselle altistukselle (1 000 μ T).

Artikkelin laatijat eivät usko, että tutkimalla pientaajuisille magneettikentille altistumista kodeissa tai sähkölaitteiden lähellä saadaan enää uusia merkittäviä tuloksia. Heidän mielestään pitäisi sen sijaan tutkia enemmän ihmisten altistumista erittäin korkeille magneettikenttätasojille, joiden tiedetään vaikuttavan keskushermostoon (esim. tuottavan magnetofosfeeneja), sillä kansainvälisten organisaatioiden suosittelemat altistusrajat perustuvat näihin vaikutuksiin. Heidän mukaansa CIGRE seuraa aiheen uusia tutkimuksia ja päivittää tarvittaessa näkökantansa.

Lähde:

Plante M, Arnera P, Brown D A, Bulcao J A, Lambrozo J, Nakasono S, Souques M, Tripp H. Living with electric and magnetic fields (EMF). ELECTRA nro 292, kesäkuu 2017.

Hakusanat:

verkkotaajuiset sähkö- ja magneettikentät, työperäinen altistus, terveyshaitat, CIGRE



Nro 03

Päätoimittajan kommentti: Tutkijoiden tavoitteena oli saada aiempaa varmempia tuloksia magneettikentille altistumisen ja lapsuusiän leukemian välisestä yhteydestä vähentämällä harhojen, väärinluokitusten ja sattumien vaikutusta. Kirjoittajien mukaan heidän tutkimuksensa lapsuusiän leukemiasta Kaliforniassa ei itsessään antanut selkeitä todisteita siitä, että voimakkaampi altistuminen voimajohtojen magneettikentille olisi yhteydessä leukemiariskiin.

Asuinpaikassa altistuminen magneettikentille ja lapsuusiän leukemian riski – populaatiopohjainen tapaus-verrokkitutkimus Kaliforniassa

Tutkimusryhmän mukaan lapsuusiän leukemian riskiä asuinpaikassaan pientaajuisille magneettikentille altistuneilta lapsilta on tutkittu aiemmin yli 35 epidemiologisessa tutkimuksessa. Kolmessa yhteisanalysissä on havaittu kohonnut riski melko voimakkaiksi arvioituilla altistustasoilla, mutta väärinä tekijöitä ei ole voitu sulkea pois. Tässä tutkimuksessa oli tavoitteena saada aiempaa varmempia tuloksia vähentämällä harhojen, väärinluokitusten ja sattumien vaikutusta.

Tutkimusryhmä suoritti laajan väestörekisteripohjaisen tapaus-verrokkitutkimuksen lapsuusiän leukemian riskin ja voimajohtojen magneettikentille altistumisen välisestä yhteydestä Kaliforniassa. Tutkimuksessa oli mukana 5 788 lapsuusiän leukemiatapausta (syntyneet ja saaneet diagnoosin Kaliforniassa vuosina 1986–2008) ja kaltaistetut verrokkit. Tutkimusryhmä laski lasten syntymäosoitteiden magneettikentätasot paikkatietojärjestelmien, ilmakuvioiden sekä voimajohtojen kuormien ja vaiheiden historiatietojen avulla ja vierailemalla paikan päällä.

Tutkimuksessa huomioitiin ehdottomalla logistisella regressioanalyysillä iän, sukupuolen, rodun / etnisen taustan ja sosioekonomisen aseman vaikutuksen tuloksiin. Tutkimusryhmä selvitti herkkyysanalyysillä mm. geokoodattujen syntymäosoitteiden altistustasotietojen tarkkuuden vaikutuksen ja käytti tutkimuksessaan perustason tarkkuutta (katu-osion mukaan). He havaitsivat kahdessa keskimmaisessa altistustasoryhmässä ($\geq 0,1 - < 0,2 \mu\text{T}$ ja $\geq 0,2 - < 0,4 \mu\text{T}$) verrokkiryhmään verrattuna hieman alhaisemman leukemiariskin ja voimakkaimman altistustason ryhmässä ($\geq 0,4 \mu\text{T}$) hieman kohonneen leukemiariskin.

Tutkimusryhmän mukaan heidän tapaus-verrokkitutkimuksensa lapsuusiän leukemiasta Kaliforniassa ei itsessään antanut selkeitä todisteita siitä, että voimakkaammalla altistumisella voimajohtojen magneettikentille olisi yhteys leukemiariskiin. Tulos oli heidän mielestään kuitenkin yhtenevä aiempien tutkimusten kanssa, joissa on raportoitu kohonneesta riskistä.

Lähde:

Kheifets L, Crespi C M, Hooper C, Cockburn M, Amoon A T, Vergara X P. Residential magnetic fields exposure and childhood leukemia: a population-based case-control study in California. *Cancer Causes Control* 28 (2017) 1117–1123. DOI 10.1007/s10552-017-0951-6.

Hakusanat:

lapsuusiän leukemia, tapaus-verrokkitutkimus, sähkömagneettiset kentät, magneettikentät, geokoodaus



Nro 04

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä analysoi lapsuusiän leukemiaa käsitteleviä epidemiologisia tutkimuksia maista, joissa oli tutkittu altistumista erityyppisille säteilylähteille, esimerkiksi pientaajuisia magneettikenttiä ja/tai asuinpaikan etäisyyttä suurjännitteisistä voimajohdoista, radonsäteilyä asuinpaikassa ja gammasäteilyä ja/tai asuinpaikan etäisyyttä ydinvoimaloista. Heidän mukaansa asuinpaikan tiheällä vaihtuvuudella oli monitahoinen vaikutus, joka saattoi ilmetä valintaharhana, vääristävänä tekijänä tai suurena mittausvirheenä. Vaihtuvuus itsessään saattoi olla myös mahdollinen riskitekijä. Heidän mielestä pelkkä etäisyys voimajohdoista tai ydinvoimaloista ei yksinään riitä riskiarvoihin.

Vertailevat analyysit lapsuusiän leukemiaa sekä magneettikenttien säteilyä ja radon- ja gammasäteilyä käsittelevistä tutkimuksista

Tässä tutkimuksessa vertailtiin lapsuusiän leukemiaa käsitteleviä epidemiologisia tutkimuksia maista, joissa oli tutkittu samantyyppisestä tutkimusjoukosta vähintään kahta seuraavista: pientaajuiset magneettikentät ja/tai asuinpaikan etäisyys suurjännitteisistä voimajohdoista, radonsäteily asuinpaikassa ja gammasäteily ja/tai asuinpaikan etäisyys ydinvoimaloista. Tutkimusryhmän mielestä monet metodologiset haasteet, kuten harhat ja vääristävät tekijät, olivat samoja niin ionisoimatonta (pientaajuisia magneettikenttiä) kuin ionisoivaa säteilyä koskeneissa tutkimuksissa.

He kävivät systemaattisesti läpi tutkimuksia kymmenestä eri maasta, joissa oli selvitetty useampaa kuin yhdenlaista altistusta. He ottivat mukaan vertailuunsa 33 varsinaista ja 35 lisätutkimusta ja vertailivat rekisteripohjaisia (altistustasot laskennallisia) ja osallistumista edellyttäneitä (altistustasot mitattuja) tutkimuksia. Vertailemalla tutkimusten välisiä yhtäläisyyksiä ja eroja DAG-graafien (suunnattujen syklittömien verkkojen) avulla he analysoivat, missä määrin harhat ja vääristävät tekijät tai muut metodologiset ongelmat saattoivat vaikuttaa tutkimuksiin.

Tutkimusryhmä havaitsi viitteitä tutkimusharhoista, vaikkakaan tulokset eivät olleet selkeitä. He löysivät hyvin vähän todisteita vääristävien tekijöiden merkittävästä vaikutuksesta tuloksiin. Asuinpaikan tiheällä vaihtuvuudella oli heidän mukaansa tutkimuksiin ja niiden tulkintoihin monitahoinen vaikutus, joka saattoi ilmetä valintaharhana, vääristävänä tekijänä tai suurena mittausvirheenä, tai vaihtuvuus itsessään saattoi olla myös mahdollinen riskitekijä.

Tutkimusryhmän mielestä pelkkä etäisyys voimajohdoista tai ydinvoimaloista ei yksinään riitä riskiarvoihin, vaan pitäisi tutkia muitakin liittyviä tekijöitä. He myös toivoivat tulevilta tutkimuksilta täydellisempää ja yhdenmukaisempaa tulosten raportointia, jotta eri tutkimusten välisistä vertailuista saataisiin enemmän tietoa ja tulokset voitaisiin yhdistää paremmin.

Lähde:

Kheifets L, Swanson J, Yuan Y, Kusters C, Vergara X. Comparative analyses of studies of childhood leukemia and magnetic fields, radon and gamma radiation. *Journal of Radiological Protection* 37 (2017) 459–491. <https://doi.org/10.1088/1361-6498/aa5fc7>.

Hakusanat:

ydinvoimalat, voimajohdot, gammasäteily, radon, magneettikentät, lapsuusiän leukemia



Nro 05

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät maanalaisten suurjännitekaapelien ja voimajohtojen hyväksyttävyyden eroa. Heidän mukaansa kaapelit ovat yleisesti hyväksytympiä kuin avojohdot. Tutkimusryhmälle kerrottiin enemmän tietoja kuin verrokkiryhmälle, jolloin se koki kaapelit vähemmän hyväksyttävänä ja liitti niihin vähemmän etuja ja positiivisia tunteita sekä suurempia riskejä kuin verrokkiryhmä. Tutkijoiden mielestään ihmisten onkin tarpeen saada tietoa maanalaisten kaapeleiden mahdollisista haitoista.

Miten tiedonsaanti maanalaisista suurjännitteisistä kaapeleista vaikuttaa väestön hyväksyntään ja suhtautumiseen?

Fukushiman ydinonnettomuuden seurauksena Sveitsin hallitus on päättänyt sulkea viisi toimivaa ydinvoimalaansa vuoteen 2050 mennessä ja korvata niiden tuottaman osuuden sähköstä uusiutuvalla energialla. Tämä energiajärjestelmän muutos edellyttää tutkimusryhmän mukaan sähköjakeluverkoston laajennuksia, jotka usein herättävät vastustusta väestössä.

Tutkimusryhmän mukaan maanalaiset suurjännitteiset kaapelit ovat yleisesti hyväksytympiä kuin ilmajohdot. Niillä on kuitenkin haittapuolia, joista kaikki eivät ole tietoisia: niiden asennus voi jättää jälkiä maan pintaan ja niiden sähkömagneettiset kentät aiheuttavat säteilyä. Koska nämä näkökohdat ovat tärkeitä suurjännitteisten voimajohtojen hyväksynnän kannalta, tutkimusryhmä halusi selvittää, vaikuttaisiko tieto niistä ihmisten suhtautumiseen.

Tutkimukseen osallistui 637 vastaajaa, jotka jaettiin satunnaisesti kahteen ryhmään. Verrokkiryhmä sai pelkästään yleistietoa suurjännitteisistä ilmajohdoista ja maanalaisista kaapeleista, kun taas tutkimusryhmä sai myös lisätietoa maakaapeleiden vaikutuksesta säteilyyn ja maaston ulkonäköön. Tekstien lukemisen jälkeen molemmat ryhmät vastasivat kysymyksiin, jotka kertoivat heidän tunnereaktioistaan, hyväksynnästä sekä kokemistaan riskeistä ja eduista.

Tutkimustulokset osoittivat, että lisätietoja saanut ryhmä koki maanalaiset kaapelit vähemmän hyväksyttävänä ja liitti niihin vähemmän etuja ja positiivisia tunteita sekä suurempia riskejä kuin verrokkiryhmä. Vaikka maanalaiset kaapelit olivat edelleen hyväksytympiä kuin ilmajohdot, tutkimusryhmän mukaan lisätietojen saanti haitoista vähensi tekniikoiden välillä koettuja eroja. Heidän mukaansa tulokset osoittivat myös, että maanalaisten kaapeleiden herättämät tunnereaktiot vaikuttivat epäsuorasti niiden hyväksyntään. Heidän mielestään ihmisten onkin tarpeen saada tietoa maanalaisten kaapeleiden mahdollisista haitoista, jotta he voivat tehdä perustellumpia päätöksiä sähköverkon laajennuksien yhteydessä.

Lähde:

Lienert P, Sütterlin B, Siegrist M. Public acceptance of high-voltage power lines: The influence of information provision on undergrounding. *Energy Policy* 112 (2018) 305–315.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.025>.

Hakusanat:

maanalainen kaapeli, väestön hyväksyntä, sähköverkon laajennus, tiedonsaanti, energiajärjestelmän muutos



Nro 06

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä keräsi tietoa nuorten altistumisesta magneettikentille siten, että nuoret kantoivat 24 tunnin ajan mittareita. Kaikkien osallistujien päivittäisen aikapainotetun keskimääräisen altistuksen geometrinen keskiarvo oli 0,059 μT , ja alle 4 prosentilla osallistujista aikapainotettu keskimääräinen altistus ylitti 0,2 μT . Tulokset vastasivat muissa maissa raportoituja tuloksia.

24 tunnin henkilökohtainen seurantatutkimus nuorten altistumisesta verkkotaajuisille magneettikentille Israelissa

Tutkimusryhmän tavoitteena oli kerätä henkilökohtaisella seurantatutkimuksella tietoa nuorten altistumisesta verkkotaajuisille (50 Hz) magneettikentille Israelissa, jotta saataisiin luotettavaa tietoa kansallisen toimintalinjan kehittämistä varten. Tutkimuksessa 84 nuorta (n. 12–16-vuotiaita) kantoi 24 tunnin ajan mukanaan EMDEX II -mittaria, joka mittasi magneettikentän 1,5 sekunnin välein. Nuoret tallensivat mittariin kulloisenkin mikroympäristönsä, kuten asunto (valveilla vai nukkuessa), koulu, muu sisätila, liikenneväline tai julkinen ulkoalue.

Kaikkien osallistujien päivittäisen aikapainotetun keskimääräisen altistuksen geometrinen keskiarvo oli 0,059 μT , joka on vastaava kuin brittiläisissä (0,042–0,054 μT) mutta alhaisempi kuin yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa (0,089–0,134 μT). Alhaisimmat magneettikenttätasot mitattiin koulussa (geometrinen keskiarvo 0,033 μT), ja keskimäärin altistus oli ulkona voimakkaampaa kuin sisätiloissa. 3,6 prosentilla osallistujista aikapainotettu keskimääräinen altistus oli yli 0,2 μT .

Yli 0,2 μT :n altistuksessa vietetty aika vaihteli tyypillisesti muutamista minuuteista muutamiin tunteihin. Yli 0,4 μT :n altistuksessa vietettiin paljon vähemmän aikaa, noin 1–15 minuuttia, ja yli 1 μT :n altistuksessa muutamasta sekunnista 2 minuuttiin. Suurimmat hetkelliset altistushuiput vaihtelivat 0,35–23,6 μT .

Tutkimusryhmän mukaan nuorten magneettikenttäläisyys Israelissa vastasi muissa maissa raportoituja tuloksia eli keskimääräinen altistus oli suurimmalla osalla alle 0,1 μT ja hyvin harvalla yli 0,2 μT . Eri mikroympäristöistä laadittuja yksityiskohtaisia analyysejä voidaan tutkimusryhmän mukaan hyödyntää kehitettäessä kustannustehokkaita ja kohtuudenmukaisia keinoja altistuksen vähentämiseksi.

Lähde:

Eliyahu I, Hareuveny R, Riven M, Kandel S, Kheifets L. 24-h personal monitoring of exposure to power frequency magnetic fields in adolescents – results of a national survey. *Environmental Research* 158 (2017) 295–300. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2017.06.027>.

Hakusanat:

verkkotaajuiset magneettikentät, pientaajuiset magneettikentät, altistus, henkilökohtainen seurantatutkimus



Nro 07

Päätoimittajan kommentti: Tutkijoiden tavoitteena oli tutkia, miten akuutti altistus verkkotaajuisille (60 Hz) magneettikentille vaikuttaa ihmisen aivotoimintaan. He suorittivat yhtä aikaa aivosähkötutkimuksen (EEG) ja funktionaalisen magneettikuvauksen. He eivät havainneet mitään vaikutuksia EEG-käyrällä tai muutoksia veren happipitoisuudessa funktionaalisissa magneettikuviissa. Verrattuaan tuloksia aiempiin löydöksiin he päättelivät, että magneettikenttäaltistus alhaisella tasolla (< 10 mT) saattaa vaatia pidempikestoisen altistuksen, jotta vaikutuksia esiintyisi.

Mitä yhtäaikainen aivosähkötutkimus ja funktionaalinen magneettikuvaus kertovat ihmisten altistuksesta verkkotaajuisille magneettikentille?

Suorittamalla yhtä aikaa aivosähkötutkimuksen (EEG) ja funktionaalisen magneettikuvauksen (fMRI) tutkimusryhmä tarkasteli, miten akuutti altistus verkkotaajuisille (60 Hz Pohjois-Amerikassa) magneettikentille vaikuttaa ihmisen aivotoimintaan. EEG sopi heidän mielestään erinomaisen aikatarkkuutensa ansiosta hyvin aivokudoksen akuuttien reaktioiden tarkasteluun, mutta sen rajoituksina olivat avaruudellinen erotuskyky ja kykenemättömyys mitata toimintaa aivojen syvillä alueilla. Näiden puutteiden kompensoimiseksi he hyödynsivät myös funktionaalista magneettikuvausta.

Tutkimukseen osallistui 25 tervettä vapaaehtoista, jotka saivat todellista tai lumealtistusta magneettikuvauslaitteen gradienttikäämin muodostamille sinimuotoisille 60 Hz:n magneettikentille. Altistusjaksoja oli kaksi: 10 sekuntia 3 mT:n tasolla (12 toistoa) ja 2 sekuntia 7,6 mT:n tasolla (100 toistoa). EEG:n spektri mitattiin takaraivolta alfataajuudella (8–12 Hz, kirjallisuudessa raportoitu magneettikenttäaltistukselle herkimmäksi) magneettikenttäaltistuksella ja ilman altistusta. Aivotoiminnan aktivoitumista tutkittiin funktionaalisella magneettikuvauksella veren happipitoisuuden muutoksista (BOLD-signaaleista).

Tutkimusryhmä ei havainnut mitään vaikutuksia EEG-käyrällä altistuksen aikana tai sen jälkeen kummassakaan altistusjaksossa. He eivät myöskään todenneet funktionaalisissa magneettikuviissa veren happipitoisuuden muutoksia. Tutkimusryhmän mukaan akuutti altistuminen (2–10 s) 60 Hz:n magneettikentille 3–7,6 mT:n tasolla (30 000–76 000 kertaa keskimääräinen väestöaltistuksen taso) ei aiheuta havaittavia muutoksia EEG-käyrällä tai BOLD-signaaleissa. Verrattuaan tuloksia aiempiin löydöksiin, joissa näkyi vaikutuksia BOLD-signaaleissa tunnin kestäneen 3 mT:n tasoisen altistuksen jälkeen, he päättelivät, että magneettikenttäaltistus alhaisella tasolla (< 10 mT) saattaa vaatia pidempikestoisen altistuksen, jotta vaikutuksia esiintyisi.

Lähde:

Modolo J, Thomas A W, Legros A. Human exposure to power frequency magnetic fields up to 7.6 mT: an integrated EEG/fMRI study. *Bioelectromagnetics* 38 (2017) 425–435. DOI: 10.1002/bem.22064.

Hakusanat:

pientaajuiset magneettikentät, verkkotaajuiset magneettikentät, 50 ja 60 Hz, ihminen, aivosähkötutkimus, EEG, funktionaalinen magneettikuvaus, fMRI, raja-arvot



Nro 08

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät, tunnistaivatko koehenkilöt sähkömagneettisille kentille altistumisen ja vaikuttaisiko palautteen saanti yksilöllisen kokeen tuloksista heidän omaan arvioonsa herkkyydestään sähkömagneettisille kentille. Tutkijat käyttivät kannettavia altistuslähteitä, joiden avulla kaksoissokkoaltistus voitiin tehdä yksilöllisin asetuksin koehenkilöiden kotona tai jossain muussa heidän valitsemassaan ympäristössä. Tutkijoiden mielestä tulokset viittasivat siihen, että tietty ihmisryhmä hyötyy osallistumisesta yksilölliseen koemenettelyyn.

Kaksoissokkotutkimus yksilöllisen altistuksen vaikutuksesta itse arvioituun sähköyliherkkyyteen ja herkkyyteen havaita sähkömagneettisia kenttiä

Tutkimusryhmän mukaan sähköyliherkkyydestään itse raportoineille henkilöille tehtyjä kokeita on aiemmin kritisoitu siitä, että osallistujien on täytynyt matkustaa koepaikoille (stressaavaa) ja etteivät he ole voineet valita sellaista koesignaalia (esim. 50 Hz:n sinimuotoinen aalto), jolle he ovat ilmoittaneet reagoivansa. Nyt tutkimusryhmä käytti kannettavia altistuslähteitä, joiden avulla kaksoissokkoaltistus voitiin tehdä yksilöllisin asetuksin (signaalin tyyppi, voimakkuus ja kesto) koehenkilöiden kotona tai jossain muussa heidän miellyttäväksi kokemassaan ympäristössä. Tutkimusryhmä selvitti, tunnistaivatko koehenkilöt altistuksen ja vaikuttaisiko palautteen saanti yksilöllisen kokeen tuloksista siihen, kuinka herkkiä sähkömagneettisille kentille koehenkilöt arvioivat olevansa.

Tutkimusryhmä suoritti satunnaistettuja vertailevia kaksoissokkoaltistuskokeita, joihin sisältyi kyselylomakkeen täyttäminen lähtökartoituksena, juuri ennen koetta ja heti sen jälkeen sekä kaksi ja neljä kuukautta kokeen jälkeen. Kokeisiin osallistui 42 keski-ikänsä 55-vuotista henkilöä, joista 76 % oli naisia. Osallistujat arvioivat etukäteen havaitsevansa suur- tai pientaajuiset kentät muutaman minuutin kuluessa altistuksesta. He eivät saaneet kokeen aikana tietoa, milloin he altistuivat. Ennen sokkokoetta tarkastettiin yhdessä, että altistusasetukset oli valittu sellaisiksi, joihin osallistuja reagoi. Kokeisiin sisältyi kymmenen altistus- tai lumealtistusjaksoa satunnaisessa järjestyksessä, ja tulokset annettiin heti perään.

Tutkimusryhmä ei havainnut tilastollisesti merkittäviä eroja itse arvioidun sähköyliherkkyyden tasossa lähtökartoituksen ja seurantakyselyn välillä, mutta seurantakyselyssä osallistujien varmuus reagoimisestaan altistukseen minuuttien sisällä väheni ja he myös raportoivat huomattavasti vähemmän oireita kuin lähtökartoituksessa. Tulokset viittasivat tutkimusryhmän mielestä siihen, että tietty ihmisryhmä hyötyy osallistumisesta yksilölliseen koemenettelyyn.

Lähde:

van Moorselaar I, Slottje P, Heller P, van Strien R, Kromhout H, Murbach M, Kuster N, Vermeulen R, Huss A. Effects of personalised exposure on self-rated electromagnetic hypersensitivity and sensibility – A double-blind randomised controlled trial. *Environment International* 99 (2017) 255–262.

Hakusanat:

yliherkkyys sähkömagneettisille kentille, satunnaistettu vertaileva tutkimus, yksilöllinen koe, altistuskoe



Nro 9

Päätoimittajan kommentti: Artikkeleihin on koottu yhteen aikaisempia tutkimuksia, joissa on selvitetty keskoskaappien sähkömagneettisia kenttiä ja vastasyntyneiden altistumista.

Sähkömagneettiset kentät vastasyntyneiden happikaapeissa – syitä varovaisuuteen

Happikaapit ovat tutkimusryhmän mukaan tärkeitä välineitä sairaiden vastasyntyneiden hoidossa heidän ensimmäisinä elinpäivinä. Kaapin sähkömoottori sijaitsee kuitenkin usein hyvin lähellä vastasyntyneen kehoa ja tuottaa sähkömagneettisia kenttiä, joille vauva altistuu. Tässä tutkimuksessa oli tavoitteena käydä läpi tutkimuksia, joissa on käsitelty vastasyntyneiden altistumista happikaappien sähkömagneettisille kentille ja sen vaikutuksia.

Tutkimusryhmä teki Medline- ja Embase-tietokantojen avulla systemaattisen kirjallisuuskatsauksen ja löysi vuosilta 1993–2017 yhteensä 15 tutkimusta, joissa oli selvitetty happikaappien sähkömagneettisten kenttien aiheuttamaa säteilyä ja sen biologisia vaikutuksia vauvoihin. Sähkömagneettisten kenttien tasot olivat 2–100 mG (0,2–10 µT) riippuen patjan etäisyydestä sähkömoottoriin – jossain tapauksissa jopa voimakkaampia.

Joidenkin tutkimustulosten mukaan tällaiset altistusarvot saattoivat vaikuttaa vastasyntyneiden melatoniin tuotantoon tai sykevälivaihteluun muuttaen autonomisen hermoston toimintaa. Kaikki altistusarvot olivat tutkimusryhmän mukaan alhaisempia kuin ICNIRP:n suosittelemat viitearvot, jotka on kuitenkin laadittu käyttämällä aikuista ihmismallia. Tutkimusryhmän mukaan vastasyntyneen keho mm. sisältää paljon vettä, joka lisää sähköä johtavuutta. He löysivät myös tutkimuksia lähellä happikaappeja työskentelevän hoitohenkilökunnan altistumisesta voimakkaille sähkömagneettisille kentille (jopa yli 200 mG).

Koska sähkömagneettisia kenttiä pidetään tutkimusten perusteella mahdollisesti vaarallisina ihmisen terveydelle, tässä katsauksessa raportoidut arvot pitäisi tutkimusryhmän mielestä nähdä varoituksena, jotta voidaan ehkäistä vauvojen ja hoitohenkilökunnan altistuminen happikaappien läheisyydessä. Tätä silmällä pitäen uusia happikaappeja suunniteltaessa tulisi tutkimusryhmän mukaan huomioida varotoimenpiteet, jollaisia olisivat mm. muovisen rungon käyttäminen metallisen sijaan, patjan ja moottorin välisen etäisyyden lisääminen ja säteilyä vaimentavien paneelien hyödyntäminen.

Lähde: Bellieni C V, Nardi V, Buonocore G, Di Fabio S, Pinto I, Verrotti A. Electromagnetic fields in neonatal incubators: the reasons for an alert. *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine*, lokakuu 2017. <https://doi.org/10.1080/14767058.2017.1390559>.

Hakusanat: sähkö, sähkömagneettiset kentät, happikaappi, vastasyntyneet

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 2018. Arkiston löydät osoitteesta www.leenakorpinen.com

