

Overzicht van de epidemiologische studies naar de gezondheidseffecten van extreem laagfrequente elektrische en magnetische velden (ELF-EMV) gepubliceerd in het derde kwartaal van 2024.

Leander De Mol

Onderzoeksgroep Arbeids- en Verzekeringsgeneeskunde

Vakgroep Volksgezondheid en Eerstelijnszorg

Universiteit Gent

Index

1. Reviews en meta-analyses.....	3
1.1 Extreem laagfrequente elektromagnetische velden van binnenhuistransformatoren: een overzicht van studies over de beoordeling van beroepsmatige en residentiële blootstelling.....	3
1.2 Gezondheidsrisico's voor medisch personeel door magnetische velden bij magnetische resonantiebeeldvorming.	4
2. Residentiële blootstelling	4
3. Beroepsmatige blootstelling.....	4
4. Beoordeling van de blootstelling.....	5
4.1. Voorspelling van gezondheidsimpacten van blootstelling aan elektromagnetische velden op het immuunsysteem van werknemers in energiecentrales met behulp van fuzzy beslissingsregels.....	5
5. Onderzoek naar leukemie.....	5
5.1. Wereldwijde incidentie en mortaliteit van leukemie bij kinderen en de relatie met de Human Development Index.....	5
5.2. Hoge omgevingstemperatuur tijdens de zwangerschap en het risico op acute lymfatische leukemie bij kinderen: een observationele studie.	6
5.3. De duur van borstvoeding vermindert het risico op leukemie bij kinderen en beïnvloedt het risico op het ontwikkelen van functionele gastro-intestinale aandoeningen.....	7
5.4. Deens populatiegebaseerd onderzoek naar familiale epilepsie en kinderkanker.....	8
6. Referenties.....	10

1. Reviews en meta-analyses

1.1 Extreem laagfrequente elektromagnetische velden van binnenhuistransformatoren: een overzicht van studies over de beoordeling van beroepsmatige en residentiële blootstelling

Rathebe, P. C., Matjutla, N., Ndwandwe, V., & Mafa, T. (2024). Extremely low-frequency electromagnetic fields from indoor transformers: a review of occupational and residential exposure assessment studies. *Cogent Engineering*, 11(1).

Achtergrond: Het wijdverbreide gebruik van elektrische en elektronische apparaten in de 21e eeuw heeft geleid tot menselijke blootstelling aan elektromagnetische velden (EMV's) en mogelijke bedreigingen voor de volksgezondheid. Naast andere elektrische apparaten hebben binnenhuistransformatorstations zowel het algemene publiek als werknemers blootgesteld aan potentieel hoge niveaus van extreem laagfrequente elektromagnetische velden (ELF-EMV's), wat acute en ernstige gezondheidsimplicaties tot gevolg kan hebben. In dit overzicht zijn de gezondheidseffecten van beroepsmatige en residentiële blootstelling aan ELF-EMV's van binnenhuistransformatorstations beoordeeld door het samenvoegen van bewijs uit gepubliceerde studies.

Methoden: Het Population, Exposure, Comparison and Outcome (PECO)-kader werd gebruikt als leidraad voor het documenteren van het bewijs, en de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses (PRISMA) voor het selecteren van studies die aan de inclusiecriteria voldoen.

Resultaten: Volgens de PRISMA-richtlijn werden in totaal 13 studies opgenomen in dit overzicht. Het hoogste niveau van blootstelling aan magnetische velden (MF) dat werd aangetroffen in een residentiële blootstellingsstudie was 11,60 mT, 0,2 m boven het transformatorstation, met het laagste niveau op 0,1 mT door huishoudelijke elektrische apparaten. De beoordeling van beroepsmatige blootstelling toonde het hoogste blootstellingsniveau van 4,67 mT in de transformatorruimte en het laagste niveau bij >0,05 mT. Kanker kwam het meest voor in residentiële studies met een langere blootstellingsperiode (>34 jaar) en met niet-specifieke blootstellingssymptomen (3 jaar en 18 maanden blootstellingsperiode) binnen beroepsmatige blootstellingsstudies.

Conclusies: Dit overzicht vond onvoldoende bewijs om te suggereren dat de gemiddelde blootstellingsniveaus van ELF-EMV's van binnenhuistransformatoren significante gezondheidsrisico's kunnen opleveren. Deze bevindingen hebben echter belangrijke implicaties voor milieu- en arbeidshygiëne.

1.2 Gezondheidsrisico's voor medisch personeel door magnetische velden bij magnetische resonantiebeeldvorming.

König, A. M., Pöschke, A., & Mahnken, A. H. (2024). Health risks for medical personnel due to magnetic fields in magnetic resonance imaging. *RöFo - Fortschritte Auf Dem Gebiet Der Röntgenstrahlen Und Der Bildgebenden Verfahren*.

Achtergrond: De huidige stand van medische en wetenschappelijke kennis over de effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden op werknemers in het klinische veld van magnetische resonantiebeeldvorming (MRI) werd door de auteurs samengevat.

Methoden: Een systematische literatuurzoektocht werd uitgevoerd om de gezondheidsrisico's voor medisch personeel door magnetische velden in MRI te analyseren. In totaal werden 7273 bronnen geïdentificeerd, waarvan er 7139 werden uitgesloten na screening van titel en samenvatting. Na volledige screening van de teksten bleven 34 bronnen over, die in dit artikel werden opgenomen.

Resultaten: Er zijn een aantal wetenschappelijke publicaties over het optreden van kortetermijn-sensorische effecten zoals duizeligheid, metaalachtige smaak, foscenen, evenals neurocognitieve en neurogedragsmatige effecten. Zo werd gerapporteerd dat kortdurende blootstelling aan klinische magnetische velden resulteert in een vermindering van 4% in snelheid en precisie en een vermindering van 16% in visuele contrastgevoeligheid op korte afstand. Zowel oog-hand precisie als coördinatiesnelheid worden beïnvloed.

De langetermijnstudies betreffen onder andere de invloed van magnetische velden op slaapkwaliteit, wat in verband zou kunnen worden gebracht met een verhoogd risico op ongevallen.

De gegevens over blootstelling van zorgpersoneel aan magnetische velden tijdens de zwangerschap zijn consequent verouderd. Er is echter geconcludeerd dat er geen bijzondere afwijkingen zijn wat betreft zwangerschapsduur, vroeggeboorten, miskramen en geboortegewicht.

Epidemiologische studies ontbreken.

Conclusies: Met een focus op zorgpersoneel is er een aanzienlijke behoefte aan hoogwaardige gegevens, met name over de gevolgen van langdurige blootstelling aan elektromagnetische velden van klinische MRI en de effecten op zwangerschap.

2. Residentiële blootstelling

/

3. Beroepsmatige blootstelling

/

4. Beoordeling van de blootstelling

4.1. Voorspelling van gezondheidsimpacten van blootstelling aan elektromagnetische velden op het immuunsysteem van werknemers in energiecentrales met behulp van fuzzy beslissingsregels.

Korenevskiy, N. A., Al-Kasasbeh, R. T., Shaqadan, A., Myasoedova, M. A., Al-Qodah, Z., Rodionova, S. N., Eltous, Y., Filist, S., & Maksim, I. (2024). Prediction of health impacts of exposure to electromagnetic field on the immunity system of power plants workers using fuzzy decision-making rules. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*.

Achtergrond: Dit onderzoek heeft als doel de gezondheidsbeoordelingen in omgevingen met industriële risicofactoren te verbeteren door indicatoren voor oxidatieve status, zoals niveaus van lipideperoxidatie en antioxidantactiviteit, op te nemen in prognostische en diagnostische modellen.

Methoden: Een nieuwe benadering werd ontwikkeld om het beschermingsniveau van het lichaam kwantitatief te evalueren door hybride fuzzy beslissingsregels te synthetiseren die indicatoren voor oxidatieve status integreren. De methodologie werd gevalideerd door een casestudy die zich richtte op het voorspellen van ischemische hartziekte bij machinisten van locomotieven, die een hoog risico lopen op invaliditeit en mortaliteit door hun beroepsomgeving.

Resultaten: De opname van oxidatieve status in prognostische beslissingsregels verbeterde de nauwkeurigheid en efficiëntie van de ziektevoorspelling aanzienlijk. In het bijzonder werden fuzzy wiskundige modellen ontwikkeld om immuunsysteemziekten te voorspellen en te diagnosticeren bij werknemers in de elektriciteitsindustrie die worden blootgesteld aan elektromagnetische velden en andere risicofactoren. Statistische tests toonden aan dat de beslissingsregels een voorspellingsnauwkeurigheid van meer dan 0,85 bereikten, met een nauwkeurigheid voor vroege detectie van 0,95.

Conclusies: Deze bevindingen bieden specialisten in beroepspathologie een waardevol hulpmiddel om de precisie van ziektevoorspelling en -diagnose in industriële omgevingen te verbeteren. De integratie van indicatoren voor oxidatieve status in prognostische modellen biedt een veelbelovende benadering om de gezondheidsresultaten voor werknemers die worden blootgesteld aan industriële risicofactoren te verbeteren.

5. Onderzoek naar leukemie

5.1. Wereldwijde incidentie en mortaliteit van leukemie bij kinderen en de relatie met de Human Development Index

Mohammadian-Hafshejani, A., Farber, I. M., & Kheiri, S. (2024). Global incidence and mortality of childhood leukemia and its relationship with the Human Development Index. *PLoS ONE*, 19(7 July).

Achtergrond: Leukemie bij kinderen (CL) is een groot wereldwijd probleem en vormt 33% van alle nieuwe kankergevallen en 31% van alle sterfgevallen door kanker bij kinderen van 0-14 jaar. Deze studie had als doel de wereldwijde incidentie- en sterftecijfers van CL in 2020 te analyseren en de relatie ervan met de Human Development Index (HDI) te onderzoeken.

Methoden: In deze ecologische studie werden de kankerincidentie- en sterftegegevens voor kinderen van 0-14 jaar uit 2020 van het GLOBOCAN-project geanalyseerd. De leeftijdgestandaardiseerde incidentiegraad (ASIR) en de leeftijdgestandaardiseerde sterftegraad (ASMR) van CL per 100.000 personen werd berekend. De correlatiecoëfficiënt van Pearson werd gebruikt om het verband tussen de ASIR, ASMR van CL en de HDI te onderzoeken, met een statistische significantiedrempel van $P < 0,05$.

Resultaten: In 2020 waren er wereldwijd 67.008 nieuwe gevallen van CL, waarvan 57,85% mannen. De wereldwijde ASIR voor CL was 3,4 per 100.000 (3,9 bij mannen, 3 bij vrouwen). Daarnaast waren er 25.080 CL-gerelateerde sterfgevallen, waarvan 58,86% mannen. De totale ASMR voor CL was 1,3 (1,4 bij mannen, 1,1 bij vrouwen). Een significante positieve correlatie ($r = 0,405$, $P \leq 0,001$) tussen de wereldwijde ASIR en ASMR voor CL werd geobserveerd. Er was een sterke positieve correlatie ($r = 0,770$, $P = 0,001$) tussen de HDI en de ASIR van CL bij kinderen, maar er werd geen significant verband waargenomen met de ASMR ($r = 0,077$, $P = 0,337$).

Conclusies: Deze studie laat zien dat CL wereldwijd een aanzienlijke gezondheidslast blijft. Een positieve correlatie werd vastgesteld tussen de ASIR van CL en de HDI, wat wijst op een mogelijke rol van sociaaleconomische factoren bij de incidentie van CL.

5.2. Hoge omgevingstemperatuur tijdens de zwangerschap en het risico op acute lymfatische leukemie bij kinderen: een observationele studie.

Rogne, T., Wang, R., Wang, P., Deziel, N. C., Metayer, C., Wiemels, J. L., Chen, K., Warren, J. L., & Ma, X. (2024). High ambient temperature in pregnancy and risk of childhood acute lymphoblastic leukaemia: an observational study. *The Lancet Planetary Health*, 8(7), e506–e514.

Achtergrond: Hoge omgevingstemperaturen komen steeds vaker voor door klimaatverandering en worden geassocieerd met risico's op nadelige uitkomsten van de zwangerschap. Acute lymfoblastische leukemie is de meest voorkomende kwaadaardige aandoening bij kinderen, met een stijgende incidentie, en in de VS heeft het onevenredig invloed op Latino-kinderen. Deze studie onderzocht het potentiële verband tussen hoge omgevingstemperaturen tijdens de zwangerschap en het risico op acute lymfoblastische leukemie bij kinderen.

Methoden: Gegevens uit de Californische geboortegegevens (kinderen geboren van 1 januari 1982 tot 31 december 2015) en het Californische kankerregister (degenen gediagnosticeerd met kinderkanker in Californië van 1 januari 1988 tot 31 december 2015) werden gebruikt om gevallen van acute lymfoblastische leukemie te identificeren die zijn gediagnosticeerd bij zuigelingen en

kinderen van 14 jaar en jonger, en controles die zijn gematcht op geslacht, ras, etniciteit en datum van de laatste menstruatie. De omgevingstemperaturen werden geschat op een raster van 1 km. De associatie tussen omgevingstemperatuur en acute lymfoblastische leukemie werd geëvalueerd per zwangerschapsweek, beperkt tot mei-september, met aanpassing voor confounders. Bayesian meta-regressie werd toegepast om kritieke blootstellingsvensters te identificeren. Voor gevoeligheidsanalyses werd een periode van 90 dagen vóór de zwangerschap geëvalueerd (ervan uitgaande dat er geen direct effect voor de zwangerschap was), aangepast voor relatieve luchtvochtigheid en deeltjes met een diameter van minder dan 2,5 micron, en een alternatieve gematchte dataset geconstrueerd voor blootstellingscontrast op basis van seizoensgebondenheid.

Resultaten: Er werden 6849 gevallen van acute lymfoblastische leukemie bij kinderen geïdentificeerd, waarvan 6258 voldoende gegevens hadden voor inclusie in de studie. 307.579 gematchte controles werden geïnccludeerd. De meeste van de onderzoekspopulatie was mannelijk (174.693 [55,7%] van de 313.837 opgenomen in de studie) en van Latino-etniciteit (174.906 [55,7%]). De piekassociatie tussen omgevingstemperatuur en risico op acute lymfoblastische leukemie werd waargenomen in zwangerschapsweek 8, waar een stijging van 5°C werd geassocieerd met een odds ratio van 1,07 (95% CI 1,04-1,11). Een iets groter effect werd gezien bij Latino-kinderen (OR 1,09 [95% CI 1,04-1,14]) dan bij niet-Latino witte kinderen (OR 1,05 [1,00-1,11]). De gevoeligheidsanalyses ondersteunden de resultaten van de hoofdanalyse.

Conclusies: Deze bevindingen suggereren een associatie tussen hoge omgevingstemperaturen in de vroege zwangerschap en het risico op acute lymfoblastische leukemie bij kinderen. Verdere replicatie en onderzoek naar mechanistische paden zou kunnen bijdragen aan mitigatiestrategieën.

5.3. De duur van borstvoeding vermindert het risico op leukemie bij kinderen en beïnvloedt het risico op het ontwikkelen van functionele gastro-intestinale aandoeningen.

Bener, A., Tokaç, M., Tewfik, I., Zughair, S. M., Ağan, A. F., & Day, A. S. (2024). Breastfeeding Duration Reduces the Risk of Childhood Leukemia and Modifies the Risk of Developing Functional Gastrointestinal Disorders. *Breastfeeding Medicine*, 19(7), 539–546.

Achtergrond: Het doel van deze studie was om de hypothese te testen dat de duur van borstvoeding in de kindertijd het risico op leukemie of lymfoom bij kinderen vermindert en het risico op het ontwikkelen van functionele gastro-intestinale aandoeningen (FGIDs) beïnvloedt.

Methoden: In deze case-controlstudie werden kinderen met lymfoïde maligniteit en functionele gastro-intestinale symptomen gerekruteerd, met gezonde kinderen als controlegroep. Gerichte vragenlijsten werden gebruikt om gegevens te verzamelen over borstvoedingsgeschiedenis en andere belangrijke risicofactoren. Univariate en multivariate analyses werden uitgevoerd.

Resultaten: Van de 334 kinderen met lymfoïde maligniteit was 65% mannelijk. De controlegroep bestond uit 334 leeftijds- en geslachtsgematchte deelnemers. De meeste kinderen met leukemie (n=189; 56,6%) waren jonger dan 10 jaar. Verschillen tussen de gevallen en controles omvatten de duur van borstvoeding (p<0,0001), gemiddeld geboortegewicht (p<0,001), leeftijd van de moeder (p<0,001), leeftijd van de vader (p<0,001), geboorterang (p<0,001), gemiddeld aantal kinderen

($p < 0,001$), BMI-percentiel ($p = 0,042$) en roken door de moeder ($p = 0,012$). Borstvoeding gedurende maximaal 6 maanden, vergeleken met langer dan 6 maanden, werd geassocieerd met hogere odds ratios (OR) voor acute lymfatische leukemie (OR=3,43, 95% betrouwbaarheidsinterval [CI] 2,37–4,98; $p < 0,001$), Hodgkin-lymfoom (OR=1,58, 95% CI: 0,88–2,84, $p = 0,120$), Non-Hodgkin-lymfoom (OR=2,14, 95% CI: 1,25–3,65, $p = 0,005$) en in het algemeen (OR=1,95, 95% CI: 1,40–2,71, $p < 0,001$). Gevallen verschilden ook van controles wat betreft FGIDs, zoals buikpijn ($p < 0,001$), dyspepsie ($p < 0,001$), vroegtijdige verzadiging ($p = 0,017$), darmtevredenheid ($p < 0,001$), opgeblazen gevoel ($p < 0,001$), misselijkheid ($p = 0,005$), braken ($p = 0,039$), obstipatie ($p = 0,003$), diarree ($p = 0,010$), congestie van het maag-darmkanaal ($p = 0,039$), spierpijn ($p = 0,008$), fecale incontinentie ($p = 0,021$) en indigestie ($p = 0,003$).

Een multivariate stapsgewijze regressieanalyse toonde aan dat roken door de moeder ($p < 0,001$), flesvoeding ($p < 0,001$), duur van borstvoeding ($p < 0,001$), geboorterang ($p = 0,002$), leeftijd van de moeder ($p = 0,004$) en het geboortegewicht van het kind ($p = 0,009$) voorspellers waren voor leukemie. Verdere analyse toonde aan dat dyspepsie ($p < 0,001$), congestie van het maag-darmkanaal ($p < 0,001$), obstipatie ($p = 0,009$), diarree ($p = 0,013$), darmtevredenheid ($p = 0,021$), opgeblazen gevoel ($p = 0,022$), duur van borstvoeding ($p < 0,001$) en buikpijn ($p = 0,025$) significante voorspellers waren voor het ontwikkelen van FGID-symptomen na correctie voor leeftijd, geslacht en andere versturende variabelen.

Conclusies: Deze studie bevestigde dat borstvoeding enig effect heeft op het verminderen van het mogelijke risico op lymfoom en leukemie bij kinderen en FGID-symptomen in vergelijking met gezonde controlekinderen.

5.4. Deens populatiegebaseerd onderzoek naar familiale epilepsie en kinderkanker.

Platamone, C. C., Deng, C., Mazumder, R., Ritz, B., Olsen, J., Hansen, J., Saechao, C., & Heck, J. E. (2024). Danish population based study of familial epilepsy and childhood cancer. *European Journal of Epidemiology*.

Achtergrond: De resultaten van studies naar het verband tussen epilepsie bij moeder of kind, het gebruik van anticonvulsiva tijdens de zwangerschap en kinderkanker zijn inconsistent en soms tegenstrijdig. Deze studie had als doel het verband tussen diagnose van epilepsie, het gebruik van anticonvulsiva en kinderkanker te evalueren.

Methoden: Door het koppelen van Deense nationale databases verkregen de auteurs gegevens over diagnoses van epilepsie en kinderkanker en het gebruik van anticonvulsiva. Met behulp van conditionele logistische regressie werden gecorrigeerde odds ratio's (OR) berekend voor alle of specifieke vormen van kinderkanker in relatie tot epilepsie bij moeder of kind en behandelingen met anticonvulsiva.

Resultaten: Epilepsie bij de moeder was positief geassocieerd met alle vormen van kinderkanker bij nakomelingen, specifiek met acute lymfatische leukemie (OR=1,68, 95% betrouwbaarheidsinterval (CI)=1,16–2,43) en de Wilms-tumor (OR=2,13, 95% CI=0,97–4,68). Bij gebruik van anticonvulsiva door de moeder (gedurende haar leven) werd een positieve associatie gevonden met alle vormen van kanker (OR=1,14, 95% CI=1,00–1,30), centrale zenuwstelseltumoren (CZS) (OR=1,36, 95% CI=1,04–1,76) en neuroblastoom (OR=1,76, 95% CI=1,06–2,90) bij nakomelingen. Het gebruik van

anticonvulsiva door de moeder vóór of tijdens de zwangerschap van het indexkind was gerelateerd aan CZS-tumoren bij nakomelingen (OR=1,99, 95% CI=0,99–4,00).

Conclusies: Deze studie geeft een indicatie dat bepaalde anticonvulsiva mogelijk kankerverwekkend zijn voor kinderen die in utero zijn blootgesteld.

6. Referenties

Rathebe, P. C., Matjutla, N., Ndwandwe, V., & Mafa, T. (2024). Extremely low-frequency electromagnetic fields from indoor transformers: a review of occupational and residential exposure assessment studies. *Cogent Engineering*, *11*(1).

<https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2399302>

König, A. M., Pöschke, A., & Mahnken, A. H. (2024). Health risks for medical personnel due to magnetic fields in magnetic resonance imaging. *RöFo - Fortschritte Auf Dem Gebiet Der Röntgenstrahlen Und Der Bildgebenden Verfahren*.

<https://doi.org/10.1055/a-2296-3860>

Korenevskiy, N. A., Al-Kasasbeh, R. T., Shaqadan, A., Myasoedova, M. A., Al-Qodah, Z., Rodionova, S. N., Eltous, Y., Filist, S., & Maksim, I. (2024). Prediction of health impacts of exposure to electromagnetic field on the immunity system of power plants workers using fuzzy decision-making rules. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*.

<https://doi.org/10.1007/s13198-024-02489-3>

Mohammadian-Hafshejani, A., Farber, I. M., & Kheiri, S. (2024). Global incidence and mortality of childhood leukemia and its relationship with the Human Development Index. *PLoS ONE*, *19*(7 July).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304354>

Rogne, T., Wang, R., Wang, P., Deziel, N. C., Metayer, C., Wiemels, J. L., Chen, K., Warren, J. L., & Ma, X. (2024). High ambient temperature in pregnancy and risk of childhood acute lymphoblastic leukaemia: an observational study. *The Lancet Planetary Health*, *8*(7), e506–e514.

[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00121-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00121-9)

Bener, A., Tokaç, M., Tewfik, I., Zughair, S. M., Ağan, A. F., & Day, A. S. (2024). Breastfeeding Duration Reduces the Risk of Childhood Leukemia and Modifies the Risk of Developing Functional Gastrointestinal Disorders. *Breastfeeding Medicine*, *19*(7), 539–546.

<https://doi.org/10.1089/bfm.2024.0033>

Platamone, C. C., Deng, C., Mazumder, R., Ritz, B., Olsen, J., Hansen, J., Saechao, C., & Heck, J. E. (2024). Danish population based study of familial epilepsy and childhood cancer. *European Journal of Epidemiology*.

<https://doi.org/10.1007/s10654-024-01149-x>