

Overzicht van de epidemiologische studies over de gezondheidseffecten
van extreem laagfrequente elektromagnetische velden (ELF-EMF)
gepubliceerd in het derde kwartaal van 2022.

dr. Els De Waegeneer

Vakgroep Volksgezondheid en Eerstelijnszorg

Universiteit Gent

1. Reviews en meta-analyses

/

2. Residentiële blootstelling

/

3. Beroepsmatige blootstelling

3.1 Effect van beroepsmatige extreem laagfrequente elektromagnetische veldblootstelling op de schildklier van werknemers: een prospectieve studie

Fang, Y. (2022). Current Medical Science, 42(4), 817-823. <https://doi.org/10.1007/s11596-022-2610-8>

Doelstelling: Het doel van deze studie was het onderzoeken van de biologische effecten van beroepsmatige extreem laagfrequente elektromagnetische veld (ELF-EMF) blootstelling aan de schildklier.

Methoden: De auteurs voerden een prospectieve analyse uit van 85 werknemers (blootstellingsgroep) blootgesteld aan een ELF-EMF (100 μ T, 10-100 Hz) geproduceerd door het elektromagnetische vliegtuiglanceringssysteem en volgden gedurende 3 jaar schildklierfunctie-indicatoren, immunologische indicatoren en kleuren-Doppler-afbeeldingen op. Daarnaast werden 116 gezonde vrijwilligers willekeurig geselecteerd als controles (controlegroep), van wie de schildklierfunctie werd vergeleken met de blootstellingsgroep.

Resultaten: Er werd geen significant verschil waargenomen in de schildklierfunctie tussen de blootstellings- en controlegroepen. Tijdens de follow-up van de blootstellingsgroep bleek het serumvrije triiodothyronine (FT3) niveau langzaam af te nemen en het vrije thyroxine (FT4) niveau langzaam toe te nemen met toenemende blootstellingstijd. Er werd echter geen significant verschil gevonden in schildklierstimulerend hormoon (TSH) gedurende de drie jaar, en er werd geen significant verschil waargenomen in de FT3-, FT4- en TSH-niveaus tussen verschillende blootstellingssubgroepen. Bovendien werden geen significante veranderingen waargenomen in autoantilichaamniveaus in de schildklier en in echografiebeelden tussen subgroepen of in de loop van de tijd.

Conclusie: Langdurige blootstelling aan ELF-EMF kan de schildkliersecretie van T4 bevorderen en de eidinatie van T4 tot T3 remmen. ELF-EMF heeft geen significant effect op de immuunfunctie en morfologie van de schildklier.

3.2 ELF-MF Blootstelling, werkelijke en waargenomen en bijbehorende gezondheidssymptomen: een casestudy van een kantoorgebouw in Tel Aviv-Yafo, Israël

Raz-Steinkrycer, L.S., Dubnov, J., Gelberg, S., Jia, P., Portnov, BA (2022). Sustainability, 14, 11065. <https://doi.org/10.3390/su141711065>

Achtergrond en doelstelling: Empirische studies koppelen blootstelling aan extreem laagfrequente magnetische velden (ELF-MFs) aan verschillende gezondheidssymptomen. Het is echter onduidelijk of deze symptomen geassocieerd zijn met daadwerkelijke of waargenomen blootstelling. In deze studie probeerden de auteurs deze vraag te beantwoorden door de gezondheidsklachten te bestuderen van werknemers die werken in een kantoorgebouw met meerdere verdiepingen in de buurt van een grote hoogspanningslijn.

Methoden: ELF-MF-metingen werden uitgevoerd in het gebouw met behulp van een triaxiale sensorspoel op alle 15 verdiepingen. Tegelijkertijd werden vragenlijsten afgenomen om de prevalentie van verschillende gezondheidssymptomen onder de werknemers te evalueren. Multivariate logistische regressies werden gebruikt om de associaties tussen werkelijke en waargenomen ELF-MF-blootstelling en de gezondheidsklachten van de werknemers te kwantificeren.

Resultaten: Uit de analyse bleek dat gevoelens van zwakte, hoofdpijn, frustratie en zorgen geassocieerd waren met zowel gemeten als waargenomen ELF-MF-blootstelling ($p < 0,01$), terwijl waargenomen ELF-MF-blootstelling ook geassocieerd bleek te zijn met oogpijn en irritatie (OR = 1,4, 95% CI = 1,2-1,6), slaperigheid (OR = 1,3, 95% BI = 1,1-1,5), duizeligheid en oorpijn (OR = 1,2, 95% BI = 1,0-1,4).

Conclusie: De auteurs concluderen dat hoogspanningslijnen zowel fysiologische als psychologische effecten hebben bij werknemers in de buurt, en daarom zou de nabijheid van dergelijke hoogspanningslijnen een probleem voor de volksgezondheid moeten worden.

Verschiedende beperkingen van de huidige studie moeten worden genoemd. Ten eerste kan de ELF-MF-blootstelling van studiedeelnemers niet alleen afkomstig zijn van de hoogspanningslijn, maar ook van verschillende andere EMF-bronnen (zoals mobiele telefoons, computers, monitoren, enz.), of ze kunnen gevoeligheden hebben voor bijvoorbeeld geur of lawaai. Bovendien konden de auteurs de blootstelling aan EMF-ELF in de huizen van de werknemers niet onderzoeken. Daarnaast werden vanwege technische beperkingen op verschillende verdiepingen van het gebouw op verschillende dagen metingen gedaan, wat enige variatie had kunnen veroorzaken.

4. Humane experimentele studies

/

5. Beoordeling van de blootstelling

/

6. Leukemie Studies

6.1 Commerciële plantenkwekerijen als confounder voor elektromagnetische velden en het risico op leukemie bij kinderen.

Nguyen, A., Crespi, C.M., Vergara, X., Kheifets, L. (2022). Environmental Research, 212, 113446. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113446>

Achtergrond en doelstelling: Nauwe residentiële nabijheid van hoogspanningslijnen en blootstelling aan hoge magnetische velden kunnen worden geassocieerd met verhoogde risico's op leukemie bij kinderen, zoals gerapporteerd door eerdere studies en gepoolde analyses. Blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningslijnen wordt geassocieerd met de nabijheid van deze powerlines en bijgevolg met elke factor die varieert met de afstand. Gebieden onder elektriciteitskabels in Californië kunnen locaties zijn voor commerciële plantenkwekerijen die pesticiden kunnen gebruiken, een potentiële risicofactor voor leukemie bij kinderen. Het doel van deze studie is om te beoordelen of potentiële blootstelling aan pesticiden van commerciële plantenkwekerijen een confounder is of interageert met nabijheid of blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningskabels om het risico op leukemie bij kinderen te verhogen.

Methoden: Een uitgebreide op leukemie gebaseerde case-control studie bij kinderen met 5788 gevallen en 5788 controles (geboren en gediagnosticeerd in Californië, 1986-2008) werd uitgevoerd. Beoordeling van pesticiden, hoogspanningslijn en blootstelling aan magnetische velden gebeurde aan de hand van modellen die geografische informatiesystemen, luchtsatellietbeelden, sitebezoeken en andere historische informatie bevatten.

Resultaten: De relatie voor de berekende velden met leukemie bij kinderen (odds ratio (OR) 1,51, 95% betrouwbaarheidsinterval (CI) 0,70-3,23) verzwakt licht bij controle voor de nabijheid van crèches (OR 1,43, 95% BI 0,65-3,16) of bij het beperken van de analyse tot proefpersonen die ver (>300 m) van kinderdagverblijven wonen (OR 1,43, 95% BI 0,79-2,60). Een vergelijkbaar associatiepatroon werd waargenomen tussen afstand tot hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen. De associatie tussen kinderdagverblijf nabijheid en kinderleukemie was onveranderd of slechts licht verzwakt bij het controleren op berekende velden of powerline afstand; OR's bleven boven de 2 wanneer proefpersonen met hoge berekende velden of nauwe powerline-nabijheid werden uitgesloten (OR 2,16, 95% BI 0,82-5,67 en OR 2,15, respectievelijk 95% CI 0,82-5,64). De waargenomen relaties waren robuust voor verschillende tijdsperiodes, referentiecategorieën en snijpunten.

Conclusie: Nauwe residentiële nabijheid van kinderdagverblijven wordt gesuggereerd als een onafhankelijke risicofactor voor leukemie bij kinderen. Deze resultaten ondersteunen geen plantenkwekerijen als verklaring voor waargenomen leukemierisico's bij kinderen voor de nabijheid van de hoogspanningslijnen de en blootstelling aan magnetische velden, hoewel kleine aantallen proefpersonen die tegelijkertijd werden blootgesteld aan hoge magnetische velden, in de nabijheid van de hoogspanningslijn en plantenkwekerijen het vermogen beperkten om het potentieel volledig te beoordelen.

6.2 Blootstelling aan onconventionele olie- en gasontwikkeling (UOGD) en het risico op acute lymfatische leukemie bij kinderen: een case-controlstudie in Pennsylvania, 2009-2017.

Clark, C.J., Johnson, N.P., Soriano Jr, M., Warren, J.L., Sorrentino, K., Kadan-Lottick, N.S., Saiers, J.E., Ma X., Deziel, N.C. (2022). *Environmental Health Perspectives*, 130(8). <https://doi.org/10.1289/EHP11092>

Achtergrond en doelstelling: Studie naar de meest voorkomende vorm van leukemie bij kinderen, in een grote regionale steekproef met behulp van UOGD-specifieke statistieken, waaronder een nieuwe meetmethode om de waterroute weer te geven.

Methoden: De auteurs voerden een op het register gebaseerde case-control studie uit van 405 kinderen in de leeftijd van 2-7 jaar gediagnosticeerd met ALL in Pennsylvania tussen 2009-2017, en 2.080 controles gematcht op geboortjaar. De auteurs gebruikten logistische regressie om odds ratio's (OR's) en 95% betrouwbaarheidsintervallen (CI's) te schatten voor de associatie tussen residentiële nabijheid tot UOGD (inclusief een nieuwe waterpadspecifieke nabijheidsmetriek) en ALL in twee blootstellingsvensters: een primair venster (3 maanden preconceptie tot 1 y voorafgaand aan diagnose /referentiedatum) en een perinataal venster (preconceptie tot geboorte).

Resultaten: Kinderen met ten minste één UOG binnen 2 km van hun geboorteverblijf tijdens het primaire venster hadden 1,98 keer de kans om acute lymfatische leukemie (ALL) te ontwikkelen in vergelijking met degenen zonder UOGD-putten [95% betrouwbaarheidsinterval (CI): 1.06,3.69]. Kinderen met ten minste één versus geen UOGD-putten binnen 2 km tijdens het perinatale venster hadden 2,80 keer de kans om ALL te ontwikkelen (95% CI: 1.11, 7.05). Deze relaties werden enigszins verzwakt na correctie voor moederras en sociaaleconomische status [odds ratio (OR)=1:74 (95%CI:0.93,3.27) en OR=2:35 (95%CI:0.93,5.95)]. De OR's geproduceerd door modellen met behulp van de waterroute-specifieke metriek waren vergelijkbaar in grootte met de geaggregeerde metriek.

Conclusie: Deze studie, inclusief een nieuwe UOGD-metmethode, vond dat UOGD een risicofactor is voor ALL bij kinderen. Dit werk draagt bij aan het toenemende bewijs van de effecten van UOGD op de gezondheid van kinderen en biedt extra ondersteuning voor het beperken van UOGD in de buurt van woningen.

6.3 Beroepsmatige blootstelling van ouders aan verbrandingsproducten, metalen, silica en asbest en risico op leukemie bij kinderen: bevindingen van het Childhood Cancer and Leukaemia International Consortium (CLIC).

Onyije, F.M., Olsson, A., Erdmann, F., Magnani, C., et al. (2022). *Environment International* 167, 107409. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107409>

Achtergrond en doelstelling: Beroepsmatige blootstelling van ouders rond conceptie (vader) of tijdens de zwangerschap (moeder) is verondersteld als potentiële predisponerende factor voor leukemie bij kinderen.

Methoden: De auteurs onderzochten de blootstelling van ouders aan verschillende bekende beroepsmatige carcinogenen en het risico op leukemie bij kinderen. Ze voerden een gepoolde analyse uit met behulp van case-control gegevens uit vier Europese landen (3362 gevallen van leukemie bij kinderen en 6268 controles). Ouderlijke beroepsmatige blootstelling aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), dieselmotoruitlaatgassen (DEE), chroom, nikkel, kristallijn silica en asbest werden beoordeeld door een algemene populatie-job blootstellingsmatrix. De auteurs schatten odds ratio's (OR's) en 95% betrouwbaarheidsintervallen (CI's) met behulp van logistische regressiemodellen

voor alle leukemieën bij kinderen gecombineerd, per leukemietype (ALL en AML) en per ALL-subtype (B-lineage en T-lineage).

Resultaten: De auteurs vonden een verband tussen hoge vaderlijke beroepsmatige blootstelling aan kristallijn silica en ALL bij kinderen (OR 2.20, CI 1.60-3.01) met een toenemende trend van geen blootstelling naar hoge blootstelling ($P = <0.001$), en ook voor AML (OR 2.03, CI 1.04-3.97; P voor trend = 0,008). OR's waren vergelijkbaar voor B- en T-afstamming ALL. Voor ALL waren OR's ook licht verhoogd met brede betrouwbaarheidsintervallen voor hoge vaderlijke beroepsmatige blootstelling aan chroom (OR 1,23, CI 0,77-1,96) en DEE (OR 1,21, CI 0,82-1,77). Er werden geen associaties waargenomen voor vaderlijke blootstelling aan nikkel, PAK en asbest. Voor maternale beroepsmatige blootstelling vonden de auteurs verschillende licht verhoogde odds ratio's, maar meestal met zeer brede betrouwbaarheidsintervallen als gevolg van lage aantallen blootgestelde moeders.

Conclusie: Dit is een eerste studie die een verband suggereert tussen de beroepsmatige blootstelling van vaders aan kristallijn silica en een verhoogd risico op leukemie bij kinderen bij hun nakomelingen. Aangezien deze associatie werd gedreven door bepaalde beroepen (akkerbouwers en mijnwerkers) waar ook andere potentieel relevante blootstellingen zoals pesticiden en radon kunnen voorkomen, is meer onderzoek nodig.

6.4 Risico op kanker bij kinderen van ouders die beroepshalve zijn blootgesteld aan koolwaterstofoplosmiddelen en uitlaatgassen van motoren: een op registratie gebaseerde geneste case-controlstudie uit Zweden (1960-2015)

Rossides, M., Kampitsi, C., Tälback, M., Mogense, H., et al. (2022). Environmental Health Perspectives, 130(7). <https://doi.org/10.1289/EHP11035>

Achtergrond en doelstelling: Het blijft onduidelijk of beroepsmatige blootstelling van ouders aan koolwaterstofoplosmiddelen (HCS) of uitlaatgassen van motoren (EEF) geassocieerd is met een hoger risico op kanker bij het nageslacht. Deze studie is gericht op het schatten van relatieve risico's van kinderkanker geassocieerd met maternale of vaderlijke blootstelling aan alifatische/alicyclische, aromatische of gechlorerde HCS of benzine/diesel EEF.

Methoden: De auteurs voerden een case-control studie uit waarin personen <20 jaar oud, geboren 1960-2014, werden geïdentificeerd uit het Zweedse nationale kankerregister (1960-2015) bij de eerste diagnose van kanker en werden gekoppeld aan populatiecontroles (1 geval: 25 controles) op geboortjaar en geslacht. Moeder- en vaderlijk beroep rond de geboorte van het kind werd opgezocht voor respectievelijk 9.653 gevallen en 172.194 controles en 12.521 gevallen en 274.434 controles, met behulp van informatie uit zes tellingen en een landelijk register. Met behulp van de Zweedse job-exposure matrix (SWEJEM) beoordeelden de auteurs de blootstelling aan HCS en EEF (een of hoger/lager). Odds ratio's (OR's) en 95% betrouwbaarheidsintervallen (CI's) van 15 subtypes van kinderkanker werden geschat met behulp van logistische regressiemodellen gecorrigeerd voor verschillende confounders.

Resultaten: Maternale blootstelling aan aromatische HCS was geassocieerd met non-Hodgkin lymfoom (OR=1:64; 95%CI:1.05,2.58), alifatisch/alicyclisch HCS met kiemceltumoren (OR=1:52; 95%CI:0.89,2.59), en benzine/diesel EEF met astrocytoom (OR=1:40; 95%CI:1.04,1.88), myeloïde leukemie (OR=1:53; 95%CI:0.84,2.81), lymfomen (OR=1:60; 95%CI:0.85,3.02 voor Hodgkin; OR=1:44; 95%CI:0.71,2.91 voor non-Hodgkin) en epitheliale tumoren (OR=1:51; 95%CI:0.93,2.44). Vaderlijke blootstelling aan benzine EEF was geassocieerd met Hodgkin lymfoom (OR = 1:21; 95% CI: 1.01,1.44) en zachte weefsels arcomen

(OR = 1: 22; 95% CI: 1.00, 1.48). Er werd geen opmerkelijk verschil waargenomen tussen hogere en lagere blootstelling.

Conclusie: Deze bevindingen suggereren dat beroepsmatige blootstelling aan HCS of EEF, vooral bij de moeder, het risico op sommige kinderkankers kan verhogen. De studie draagt bij aan de groeiende literatuur over bijwerkingen van HCS en EEF bij het kind, maar replicatie van deze associaties in andere populaties is nodig.

6.5 Beroepsmatige blootstelling aan pesticiden bij moeders en vaders en risico op kanker bij het nageslacht: een op registratie gebaseerde case-control studie uit Zweden (1960-2015)

Rossides, M., Kampitsi, C., Tälback, M., Mogense, H., et al. (2022). Environmental Research, 214, 113820. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113820>

Achtergrond en doelstelling: Maternale en paternale beroepsmatige blootstelling aan pesticiden was in sommige eerdere studies gekoppeld aan leukemie bij de nakomelingen. Risico's voor andere kankers, met name door blootstelling van de moeder, zijn grotendeels onbekend.

Methoden: De auteurs onderzochten de associatie tussen maternale en paternale blootstelling aan pesticiden en kinderkanker in een Zweedse registergebaseerde case-control studie (1960-2015). Kankergevallen <20 jaar oud werden geïdentificeerd uit het Kankerregister (n = 17313) en gekoppeld aan controles (1:25) op geboortjaar en geslacht. Het arbeidsverleden van elke biologische ouder rond de geboorte van het kind werd opgehaald uit zes tellingen en een landelijk register, en blootstelling aan herbiciden, insecticiden en fungiciden werd geëvalueerd met behulp van de Zweedse werkblootstellingsmatrix (SWEJEM) in 9653/172194 moeders en 12521/274434 vaders van gevallen / controles. Aangepaste odds ratio's (OR) en 95% betrouwbaarheidsintervallen (CI) werden geschat op basis van voorwaardelijke logistische regressiemodellen voor kanker, leukemie, lymfoom, centraal zenuwstelsel [CZS] en andere solide tumoren.

Resultaten: De auteurs vonden een OR van 1,42 (95% BI 0,78, 2,57; 12 blootgestelde gevallen) voor lymfoom en 1,30 (95% BI 0,88, 1,93; 27 blootgestelde gevallen) voor andere solide tumoren geassocieerd met maternale beroepsmatige blootstelling aan pesticiden. Er werden geen associaties waargenomen tussen maternale blootstelling en leukemie of CZS-tumoren, of vaderlijke blootstelling en een van de onderzochte kankers, behalve een mogelijk verband tussen blootstelling aan pesticiden en myeloïde leukemie (OR 1,15 [95% BI 0,73, 1,79; 22 blootgestelde gevallen]).

Conclusie: Hoewel deze bevindingen verder onderzoek verdienen, geven ze aan dat blootstelling van ouders aan pesticiden kan leiden tot hogere risico's op kinderkanker, zelfs in omgevingen met lage blootstelling.

6.6 Kankerrisico's bij studies naar blootstelling aan medische diagnostische straling in het vroege leven zonder kwantitatieve dosisschattingen

Little, M.P., Wakeford, R., Bouffler, S.D. et al. (2022). Science of the Total Environment, 832, 154723. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154723>

Achtergrond en doelstelling: Er is toenemend bewijs van overmatig risico op kanker in verschillende populaties blootgesteld aan acute doses onder enkele tientallen mSv of doses ontvangen gedurende

een langere periode. Er zijn ook aanwijzingen dat de relatieve risico's over het algemeen hoger zijn na blootstelling aan straling in de baarmoeder of in de kindertijd.

Methoden: De auteurs beoordeelden de evidentie uit 89 studies van kanker na medische diagnostische blootstelling in utero of in de kindertijd, waarin geen directe schattingen van de stralingsdosis beschikbaar zijn. In alle onderzochte populaties was blootstelling aan ioniserende straling (röntgenstralen).

Resultaten: Verschillende van de vroege studies van blootstelling in utero vertonen bescheiden maar statistisch significante overmatige risico's van verschillende soorten kinderkanker. Er is een zeer significante ($p < 0,0005$) negatieve trend van odds ratio met periode van studie, zodat meer recente studies de neiging hebben om een verminderd overschotrisico te vertonen. Er is geen significante heterogeniteit tussen studies ($p > 0,3$). Met betrekking tot postnatale blootstelling zijn er significante overmatige risico's op leukemie, hersen- en solide kankers, met indicaties van variaties in risico per kankertype ($p = 0,07$) en type blootstelling ($p = 0,02$), met fluoroscopie en computertomografiescans geassocieerd met het hoogste excessrisico. Er is echter een zeer significante heterogeniteit tussen studies ($p < 0,01$) voor alle kankers en alle soorten blootstelling op één na, hoewel er geen significante risicotrend is met de periode van de studie.

Conclusies: Over het algemeen biedt deze grote hoeveelheid gegevens met betrekking tot blootstelling aan medische diagnostische straling in utero ondersteuning voor een geassocieerd overmatig risico op kinderkanker. De uitgesproken heterogeniteit in studies naar postnatale diagnostische blootstelling, de impliciete onzekerheid over de betekenis van maatregelen en de verschillende mogelijkheden van bias verminderen echter aanzienlijk de sterkte van het bewijs uit de associaties die de auteurs waarnemen tussen stralingsbeeldvorming in de kindertijd en het daaropvolgende risico dat kanker oorzakelijk verband houdt met blootstelling aan straling.