

Overzicht van de epidemiologische studies over de gezondheidseffecten van extreem laagfrequente elektrische en magnetische velden (ELF-EMF) gepubliceerd in het derde kwartaal van 2025.

dr. Els De Waegeneer
Afdeling Volksgezondheid
Universiteit van Gent

Index

1. Reviews en meta-analyses	3
2. Residentiële blootstelling	4
3. Beroepsmatige blootstelling	6
4. Blootstellingsbeoordeling	8
5. Leukemiestudies	8
6. Referenties	14

1. Reviews en meta-analyses

1.1 Een systematisch overzicht van de impact van elektromagnetische golven op levende wezens

Danho, S., Escobar Huertas, J., Schoellhorn, W. I. (2025). *Cureus* 17(8): e90355.
<http://doi.org/10.7759/cureus.90355>

Achtergrond: De effecten van elektromagnetische velden (EMV's) zijn uitgebreid besproken onder onderzoekers en het publiek, waarbij de kritieke gevolgen vaak worden afgedaan of als onwetenschappelijk worden beschouwd. In het licht hiervan voerden de auteurs een systematische review uit die zich uitgebreid richt op de schadelijke effecten van EMF's op levende organismen.

Methoden: Er werd een uitgebreide en systematische literatuurzoektocht uitgevoerd op diverse elektronische databases, waaronder PubMed, Scopus en de Cochrane Library, met behulp van de richtlijnen Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses (PRISMA). Deze review richt zich op experimentele studies gepubliceerd tussen 2017 en 2024 die fysiologische of gedragsmatige reacties op EMV-blootstelling onderzochten, met bijzondere aandacht voor degenen die schadelijke of zorgwekkende effecten meldden. Gedocumenteerde effecten omvatten effecten op mensen, dieren en planten, gericht op verschillende celtypen (bijv. bloed, kanker, schildklier, cochlea), genotoxiciteit, cardiovasculaire parameters (bijv. hartslag, bloeddruk), mannelijke vruchtbaarheid (bijv. testikels, sperma), neuronale hersenactiviteit en fotosynthese in planten. De methodologische kwaliteit werd beoordeeld met behulp van gevestigde bias-beoordelingsinstrumenten, en de zekerheid van het bewijs werd beoordeeld volgens het GRADE-kader.

Resultaten: Na screening werden 24 studies opgenomen in de huidige review; Vijf studies waren niet-gerandomiseerd en betroffen mensen, zeven studies waren in vitro, en twaalf studies werden uitgevoerd op dieren. De bevindingen toonden aan dat EMV's een breed scala aan biologische systemen van levende organismen negatief beïnvloeden, waaronder mechanismen van oxidatieve stress, ontstekingsreacties en verstoringen in cellulaire, fysiologische en ecologische processen. De meeste opgenomen studies toonden een matig tot hoog risico op bias, wat bijdroeg aan een lagere algehele zekerheid van het bewijs. Deze bevindingen benadrukken de aanzienlijke gezondheids- en milieurisico's die gepaard gaan met stijgende blootstellingsniveaus aan EMV, en onderstrepen de dringende noodzaak van strategieën om de risico's te beperken. Ondanks deze waardevolle inzichten blijven er aanzienlijke hiaten in het onderzoek bestaan, omdat de langetermijneffecten van EMV-blootstelling, vooral op menselijke populaties, slecht begrepen blijven en verder onderzoek en gerichte mitigatiestrategieën vereisen.

Opmerkingen: Deze studie vertoont aanzienlijke methodologische zwaktes. Zo maakt het onderscheid niet tussen de verschillende categorieën van niet-ioniserende straling, hoewel zo'n differentiatie cruciaal is voor een nauwkeurige interpretatie. Bovendien is er een duidelijke selectiebias: de literatuurstudie richt zich voornamelijk op studies die negatieve uitkomsten rapporteren, in plaats van alle relevante onderzoeken te overwegen. Dit fenomeen, algemeen bekend als “cherry-picking”, ondermijnt de methodologische integriteit van het onderzoek ernstig.

2. Residentiële blootstelling

2.1 Extreem laagfrequente magnetische velden (ELF-MF) en radiofrequenties: Risico op CNS-tumoren bij kinderen in een stad met verhoogde blootstelling aan ELF-MF.

Correa-Correa, V., Núñez-Enríquez, J.C., et al. (2025). *Environmental Research*, 286(2), 122858.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122858>.

Achtergrond: tumoren van het centrale zenuwstelsel (CNST's) zijn de op één na meest voorkomende kinderkanker. Hoewel hun etiologie onduidelijk is, kan blootstelling aan extreem laagfrequente magnetische velden (ELF-MF) en radiofrequentie (RF) geassocieerd zijn met een verhoogd risico. Deze studie heeft als doel de relatie te onderzoeken tussen ELF-MF en RF-blootstelling en het risico op CNST in de pediatrische populatie van Mexico-Stad.

Methoden: Er werd een case-control studie uitgevoerd in Mexico-Stad (2017–2022) om blootstelling aan ELF-MF en RF te beoordelen bij 200 CNST-patiënten en 793 controles onder de 16 jaar. De blootstelling aan residentiële ELF-MF werd gemeten over 24 uur, en RF-blootstelling werd beoordeeld aan de hand van de totale duur van mobiele telefoongesprekken en het gebruik van elektronische apparaten (met en zonder internet). ELF-MF blootstellingsniveaus onder 0,1 μT en het laagste RF-blootstellingskwartiel (Q1) dienden als referentiegroepen voor aangepaste odds ratio (aOR) analyses. Data-analyse werd uitgevoerd met R- en SPSS-software.

Resultaten: Van alle deelnemers had 5,1% blootstelling aan ELF-MF $\geq 0,3 \mu\text{T}$. Verhoogde blootstelling aan ELF-MF ($\geq 0,4 \mu\text{T}$) was significant geassocieerd met een verhoogd risico op CNST (aOR (95% betrouwbaarheidsinterval) = 2,39 (1,15–5,00)). Hoewel het gebruik van mobiele telefoons geen verschillen vertoonde tussen gevallen en controles, was langdurig tabletgebruik (met en zonder internet) significant geassocieerd met een verhoogd CNST-risico (aOR = respectievelijk 2,53 (1,39–4,61) en 3,53 (1,45–8,59)).

Conclusie: Een groot deel van de kinderen in Mexico-Stad wordt blootgesteld aan ELF-MF-niveaus $\geq 0,3 \mu\text{T}$, hoger dan de niveaus die in andere populaties zijn gerapporteerd. Verhoogde blootstelling aan residentiële ELF-MF, evenals langdurig tabletgebruik, zowel met als zonder internetverbinding, waren significant geassocieerd met een verhoogd risico op het ontwikkelen van CNST in de kindertijd.

Beperkingen:

- Een 24-uurs meting is een beoordeling op korte termijn en kan onvoldoende zijn om de effecten van langdurige blootstelling aan ELF-MF te evalueren. Voor het selecteren van een referentiecategorie gebruiken de auteurs een niveau van $<0,1 \mu\text{T}$ om vergelijking mogelijk te maken met andere studies die deze drempel ook als referentieblootstelling hebben gebruikt. Er is echter geen biologische basis om een blootstellingsniveau van $<0,1 \mu\text{T}$ als unieke referentiewaarde aan te bevelen.
- Aangezien blootstelling aan ELF-MF sterk wordt beïnvloed door de nabijheid van woningen tot elektriciteitskabels en de configuratie van lokale elektrische infrastructuur, kan het selecteren

van controles uit dezelfde kleine geografische gebieden hebben geleid tot overmatching van omgevingsblootstellingen, waardoor de interessante associaties mogelijk worden verdoezeld.

- Een andere beperking van deze studie is dat er geen gestratificeerde analyse is uitgevoerd om te onderzoeken of associaties verschillen tussen tumortypen, om te weten of kwaadaardige of goedaardige tumoren verschillende risicopercentsages hebben.
- Er is nog geen duidelijk mechanisme waarmee blootstelling aan EMV of RF met CNST kan worden geassocieerd. Daarom is het mogelijk dat andere factoren gerelateerd aan blootstelling aan ELF-MF, die de auteurs in de huidige studie niet konden identificeren, relevanter zijn als risicofactoren voor de ontwikkeling van CNST bij kinderen.
- Herinneringsbias, met name het verschil in herinnering tussen gevallen en controles, kan niet volledig worden uitgesloten aangezien ouders op de hoogte waren van de diagnose van hun kind; verschillende observaties verkleinen de kans dat deze bias de resultaten significant beïnvloedde.
- Wat betreft de risicocategorie is er geen geaccepteerde consensus om een cut-off te bepalen, dus verschillende onderzoekers hebben verschillende elementen gebruikt om te vergelijken. De auteurs analyseren hun eigen gegevens, gebaseerd op epidemiologische studies, empirische observaties en relevante metingen in de klinische praktijk.

3. Beroepsmatige blootstelling

3.1 Differentiële effecten van co-blootstelling aan ELF-EMV's en ruis op prostaat-specifieke antigeenniveaus: Een longitudinale studie

Elyasi, H., Kakavandi, M.G., Almasi, A. et al. (2025). *Environmental Research*, 286(1), 122790.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122790>.

Achtergrond: Dierstudies die een verband aangeven tussen blootstelling aan extreem laagfrequente elektromagnetische velden (ELF-EMV) en ruis met voortplantingsstoornissen. Desalniettemin blijven de mogelijke effecten van blootstelling aan deze gevaarlijke stoffen op de menselijke prostaatklier onbekend. Om de relatie te beoordelen tussen co-blootstelling aan ELF-EMF en geluid en de niveaus van prostaat-specifiek antigeen (PSA), werd er van 2016 tot 2024 een longitudinale studie uitgevoerd over acht jaar onder werknemers in een thermische energiecentrale.

Methode: Het 8-uur equivalente ruisniveau (LAeq en LZeq; dB-eenheid) en het 8-uur gemiddelde van ELF-EMV (mG-eenheid) werden berekend om respectievelijk ruis- en ELF-EMV-blootstellingen te meten. De veranderingen in de niveaus van PSA werden geschat door verschillende lineaire regressiemodellen. In totaal onderzochten de auteurs gegevens van 974 observaties.

Resultaten: Per 10-dB increment van LAeq werden significante stijgingen in de log-getransformeerde PSA-niveaus gevonden in zowel niet-gecorrigeerde (Coëfficiënt: 0,068 en 95% BI: 0,044, 0,091) als aangepaste (Coëfficiënt: 0,040 en 95% BI = 0,012, 0,069) modellen. Deze associatie bleef significant na verdere correctie voor ELF-EMV (geen significante effectmodificatie voor ELF-EMV). In alle regressiemodellen werden geen significante veranderingen waargenomen in de PSA-niveaus per eenheidsverhoging in de ELF-EMV-niveaus.

Conclusie: Er werd geen significante interactie gevonden tussen ELF-EMV en ruis. Samenvattend geven onze bevindingen aan dat geluid de gezondheid van de prostaat kan beïnvloeden. Aanvullende studies zijn nodig om de betrokken mechanismen te onderzoeken en deze verbinding te valideren.

3.2 Onderzoek naar de effecten van geluid en extreem laagfrequente elektromagnetische veldblootstelling op de oxidatieve respons bij werknemers in energiecentrales.

Jafarimanesh, S., Ehsani, H., Shaki, F., Moosazadeh, M., Samaei, S.E. (2025). *Bioelectromagnetics*, 46:e70027

<https://doi.org/10.1002/bem.70027>

Achtergrond: Beroepsgeluid en extreem laagfrequente elektromagnetische velden (ELF-EMV) komen veel voor in energiecentrales en vormen belangrijke risicofactoren die kunnen bijdragen aan oxidatieve

stress. Deze studie onderzocht hoe gelijktijdige blootstelling aan deze gevaren oxidatieve stress-biomarkers bij werknemers onder echte omstandigheden beïnvloedt.

Methoden: Deelnemers werden ingedeeld in een van vier blootstellingsgroepen: Control (C), Noise (N), ELF-EMV (E), of een gecombineerde Noise- en ELF-EMV-groep (NE). Beroepsgeluid en ELF-EMV-blootstellingen werden gemeten volgens respectievelijk ISO 9612 en IEEE Std C95.3.1. Om oxidatieve stress te beoordelen, werden veneuze bloedmonsters van alle deelnemers genomen en werden plasmaniveaus van malondialdehyde (MDA), glutathion (GSH), superoxidedismutase (SOD) en totale antioxidantcapaciteit (TAC) geanalyseerd met behulp van gevalideerde biochemische assays.

Resultaten: De NE-groep toonde de hoogste MDA-waarden, wat wijst op een verhoogde lipideperoxidatie vergeleken met controles ($p < 0,001$). GSH-concentraties waren lager in NE ten opzichte van controles ($p < 0,001$). De SOD-activiteit was significant verminderd in zowel de N- als de NE-groep vergeleken met de controlegroep ($p < 0,005$). TAC was het laagst in de NE-groep, met een significante afname vergeleken met zowel de controlegroep als de Noise-only groep ($p < 0,05$).

Conclusie: Hoewel deze bevindingen suggereren dat gelijktijdige blootstelling aan geluid en ELF-EMV oxidatieve stressbiomarkers kan beïnvloeden, leveren ze geen direct bewijs om specifieke monitoring of interventies op de werkplek verplicht te stellen. Verdere studies zijn nodig om mogelijke gezondheidsrisico's te verduidelijken en om op bewijs gebaseerde arbeidsveiligheidsmaatregelen te sturen.

Beperkingen:

- Het cross-sectionele ontwerp van de studie beperkt de mogelijkheid om causale conclusies te trekken, en de relatief kleine, mogelijk bevooroordeelde steekproef kan de representativiteit van de bevindingen beperken.
- Daarnaast werden belangrijke beroepsrisicofactoren, waaronder werkgerelateerde stress en chemische blootstelling, niet beoordeeld, wat de waargenomen associaties zou kunnen verwarren.
- Variabiliteit in ruis en EMV tussen industrieën, evenals de geografische beperking tot één enkele regio, beperken de generaliseerbaarheid van de resultaten verder.

4. Blootstellingsbeoordeling

/

5. Leukemiestudies

5.1 Incidentie van kinderkanker rond nucleaire installaties in Groot-Brittannië, 1995–2016.

Davies, B., Piel, F.B., Roca-Barcelo, A. et al. (2025). *International Journal of Epidemiology*, 54(4), dyaf107

<https://doi.org/10.1093/ije/dyaf107>

Achtergrond: Er blijven zorgen bestaan over de mogelijke schadelijke gezondheidssimpact van nucleaire installaties. Historische clusters van leukemie en non-Hodgkin-lymfoom (LNHL) bij kinderen die in de buurt van Sellafield- en Dounreay-installaties in Groot-Brittannië wonen, blijven etiologisch onverklaard en de locaties worden nog steeds in de gaten gehouden. De auteurs beoordelen het risico op LNHL, centraal zenuwstelsel (CZS) en alle solide tumoren bij kinderen van 0–14 jaar die binnen 25 km van nucleaire installaties in Groot-Brittannië wonen, tussen 1995 en 2016.

Methoden: Een Poisson regressiemodel werd gebruikt om het verwachte aantal gevallen van elk kankertype op gemeenschapsniveau in de studiebevolking te schatten en gestandaardiseerde incidentieratio's te presenteren ten opzichte van de nationale bevolking. De auteurs gebruikten een hiërarchisch Poisson regressiemodel om de aangepaste incidentieratio's voor elk kankertype te schatten op basis van afstand tussen de woongemeenschap en de dichtstbijzijnde nucleaire installatie.

Resultaten: Er werd geen bewijs gevonden van een verhoogde incidentie van LNHL, CNS of alle solide tumoren bij kinderen die in gemeenschappen dicht bij nucleaire locaties wonen. Binnen de 25-km-zone was er geen bewijs van een verhoogd risico op kinderkanker in gemeenschappen dicht bij de installaties.

Conclusie: In gegevens na 1994 was er geen bewijs voor een verhoogd risico op kinderkanker in gemeenschappen binnen 25 km van nucleaire installaties in Groot-Brittannië. Eerder verhoogde risico's zijn niet langer zichtbaar.

5.2 Kankerincidentie en kindertijd nabij de radioactieve afvalplaats van Coldwater Creek.

Leung, M., Tang, I.W., Lin, Y.L.L. (2025). *JAMA Network Open*, 8(7), e2521926. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2025.21926>

Achtergrond: Vanaf de jaren veertig werd radioactief afval van de ontwikkeling van een atoombom opgeslagen in de open lucht nabij de luchthaven van St. Louis, Missouri, en gedurende meerdere decennia vervuilde het nabijgelegen Coldwater Creek. Het doel van deze studie is te beoordelen of wonen in de buurt van Coldwater Creek in de kindertijd geassocieerd was met zelfgerapporteerde kankerincidentie in de St. Louis Baby Tooth–Later Life Health Study (SLBT).

Methoden: De SLBT-cohortstudie was gecentreerd in St. Louis en omvatte personen die van 1958 tot 1970 hun melktanden doneerden om blootstelling aan atmosferische kernwapentests te beoordelen. Deelnemers aan deze analyse werden gerekruteerd van 22 juni 2021 tot 18 september 2024. Blootstelling werd beoordeeld aan de hand van woonbuurten bij Coldwater Creek (1 >1 tot 5, >5 tot 20 en >20 km) in de kindertijd toen deelnemers hun melktanden doneerden. De uitkomst was zelfgerapporteerde kankers, waaruit verschillende samengestelde uitkomsten werden samengesteld: elke vorm van kanker, solide kankers (behalve leukemieën en lymfomen), bekende radiosensitieve kankers (schildklier-, borst-, leukemie- en basaalcelkankers) en niet-radiosensitieve kankers (alle behalve schildklier-, borst-, leukemie- en basale cellen). Odds ratio's (OR) en 95% BI tussen het wonen nabij Coldwater Creek en verschillende zelfgerapporteerde kankervoorkomsten werden geschat, waarbij gecorrigeerd werd voor sociaaldemografische kenmerken en het mediane inkomen van de buurt.

Resultaten: Er waren 4209 in aanmerking komende SLBT-deelnemers, waarvan 2369 (56,3%) vrouwelijk waren. De gemiddelde leeftijd bij inschrijving was 63 jaar (bereik 55-77) jaar. Het achtergrondrisico op elke vorm van kanker was 24%. De operatie was 1,44 (95% BI, 0,96-2,14) voor elke vorm van kanker, vergeleken met deelnemers die 1 km of dichterbij woonden met degenen die verder dan 20 km woonden. Er was een significante associatie voor radiosensitieve kankers (OR, 1,85; 95% BI, 1,21-2,81) maar niet voor niet-radiosensitieve kankers (OR, 1,41; 95% BI, 0,86-2,30) voor deelnemers die 1 km of dichterbij woonden versus verder dan 20 km. Er was bewijs van een dosis-respons relatie, waarbij het kankerrisico nog steeds verhoogd was (zij het kleiner) voor mensen die in buffers van meer dan 1 tot 5 km en meer dan 5 tot 20 km woonden. Ondanks onnauwkeurigheid in sommige locatie-specifieke schattingen werden duidelijke signalen voor sommige organen, zoals de schildklier, toch gedetecteerd (OR voor levend 1 vs >20 km, 5,00; 95% BI, 1,23-20,32).

Conclusie: In deze cohortstudie van melktanddonoren uit de regio Groot-St. Louis wees er bewijs op een positieve relatie tussen het wonen nabij Coldwater Creek in de kindertijd en het risico op kanker.

Beperkingen:

- De uitkomsten werden zelf gerapporteerd, waardoor er fouten kunnen zijn bij het rapporteren van locatie-specifieke kankers.
- De studie had een relatief kleine steekproefgrootte om associaties met locatie-specifieke kankers te onderzoeken, wat leidde tot enkele onstabiele schattingen. Dit betekende ook dat de auteurs geen effectmodificatie konden onderzoeken of de leeftijd van diagnose konden opnemen (bijvoorbeeld in een Cox-proportioneel hazardmodel), omdat ze de gegevens niet verder konden stratificeren.
- Er was mogelijk selectiebias, omdat de auteurs afhankelijk waren van de overleving van kanker voor deelname aan onze studie—dat wil zeggen, mensen met kanker konden zijn overleden of

hadden minder kans om aan onze latere levensstudie deel te nemen. Als dit gerelateerd was aan het wonen nabij Coldwater Creek, wat mogelijk is aangezien de auteurs vonden dat mensen die 20 km of dichterbij woonden minder geneigd waren deel te nemen, wordt een voorkeur in de resultaten naar de nul verwacht.

5.3 Per- en polyfluoroalkylconcentraties tijdens de zwangerschap en bij de geboorte en risico op acute lymfoblastische leukemie bij kinderen.

Morimoto, L.M., Metayer, C., Dolios, G. et al. (2025). *Environmental Research*, 285(3), 122436. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122436>.

Achtergrond: Per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS) vormen een klasse van persistente milieuverontreinigende stoffen met mogelijke kankerverwekkende effecten, maar hun impact op kinderkanker is nog onderbelicht. De blootstelling van een kind aan PFAS kan postnataal plaatsvinden via verschillende routes, waaronder besmet voedsel, water en consumentenproducten; en in de baarmoeder, omdat PFAS de placenta kan passeren.

Methoden: Om de relatie te onderzoeken tussen vroege levens PFAS-blootstelling en het risico op acute lymfatische leukemie (ALL) bij kinderen, analyseerden de auteurs gearchiveerde bloedmonsters van kinderen met de diagnose ALL en matchten ze kankervrije controles. Met behulp van nieuwe niet-gerichte vloeistofchromatografie-hogeresolutie massaspectrometrie (LC-HRMS) werden PFAS-niveaus gemeten in gepaarde bloedmonsters van moederlijke zwangerschap en pasgeboren kinderen.

Resultaten: Deze studie identificeerde een onafhankelijke associatie tussen MeFOSAA-niveaus bij geboorte en een verhoogd ALL-risico, vooral bij kinderen die op 2 jaar of jonger zijn gediagnosticeerd. MeFOSAA, gemeten in moederbloed in het tweede trimester, vertoonde een zwakke associatie met ALL, hoewel het statistisch niet significant was.

Conclusies: Deze resultaten suggereren dat vroege blootstelling aan MeFOSAA een cruciale rol kan spelen in de ontwikkeling van ALL kindertijd. Deze bevindingen bevestigen eerdere rapporten die blootstelling aan MeFOSAA tijdens de zwangerschap koppelen aan ALL in de kindertijd, en benadrukken de potentiële carcinogeniteit tijdens belangrijke ontwikkelingsvensters.

Beperkingen:

- Hoewel niet-gerichte analyse recentelijk is uitgegroeid tot een robuuste analytische methode om PFAS-chemicaliën te meten in epidemiologische studies, zijn de metingen relatieve intensiteiten en geen concentratiewaarden. Hoewel dit directe vergelijkingen met andere studies, waaronder NHANES-gegevens om de generaliseerbaarheid van onze populatie te beoordelen, beperkt het de risicoschattingen van ALL niet.
- Verschillende PFAS-verbindingen zaten onder de detectiegrens in een aanzienlijk deel van de monsters, wat kan leiden tot minder stabiele effectschattingen. Om dit aan te pakken, voerden de auteurs meerdere imputaties uit, en de resultaten waren consistent met de oorspronkelijke analyse (resultaten niet getoond).
- Ten slotte, omdat zwangerschapsserums vanaf het jaar 2000 slechts uit zeven counties in Californië werden gearchiveerd (Fresno, Madera, Kings, Tulare, Kern, Orange en San Diego),

en de studiepoulatie tot geboortear 2009 (toen onze koppeling eindigde) alleen moeder-kindparen omvatte, was de steekproefgrootte relatief klein en onderbevooroordeeld voor gestratificeerde analyses, vooral per ALLE cytogenetische subtypes.

5.4 Een case-control studie van residentiële blootstelling aan tetrachloorethyleen in het vroege leven en risico's op kinderkanker en geboortefwijkingen.

Rhee, J., Michalski, A.M., Kuliszewski, M.G. et al. (2025). Environment International, 201, 109600. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109600>.

Achtergrond: Woongebouwen met een samengelegen stomerijfaciliteit (CL-DC) kunnen aanzienlijk hogere intrasdoor-tetrachloorethyleenconcentraties hebben dan gebouwen zonder CL-DC. De auteurs voerden een case-control studie uit om de verbanden te onderzoeken tussen intrasdoor-intrasme blootstelling aan tetrachloorethyleen in het begin van het leven door CL-DC's en risico's op kinderkanker (in de algemeen, acute lymfoblastische leukemie) en geboortefwijkingen.

Methoden: Gegevens van het New York City (NYC) Bureau of Vital Statistics en het New York State Cancer Registry and Birth Defects Registry werden gekoppeld aan het identificeren van gevallen van kinderkanker (n = 5.334) en geboortefwijkingen (n = 171.553) die werden vastgesteld bij kinderen geboren in NYC tussen 1988 en 2016, en controles zonder deze aandoeningen (n = 596.599). De auteurs identificeerden CL-DC-blootstelling door adressen van geboortektes en DC-vergunningen met tetrachloorethyleengebruik in gebouwvoetafdrukken te koppelen, en modelleerden tetrachloorethyleenconcentraties met meetgegevens van een enquête onder CL-DC's in NYC. Met behulp van onvoorwaardelijke logistische regressie werden odds ratio's (OR's) en 95% betrouwbaarheidsintervallen (BI's) berekend die de eindpunten van het onderzoek relateren aan CL-DC-blootstelling.

Resultaten: Wonen in een gebouw met een CL-DC bij de geboorte werd geassocieerd met aortaklepstenose (AVS; OR = 3,1, 95% BI = 1,6, 5,9), met een blootstelling-respons-effect voor de voorspelde tetrachloorethyleenconcentratie ($\leq 44 \mu\text{g}/\text{m}^3$: OR = 2,7, 95% BI = 1,0, 7,4; $>44 \mu\text{g}/\text{m}^3$: OR = 3,9, 95% BI = 1,6, 9,5) en sterkere associaties voor kinderen van wie de moeder niet-blank was, minder dan een universitaire opleiding had, of bij de geboorte woonde in overwegend niet-blanke of armere wijken. De auteurs observeerden nulbevindingen voor andere eindpunten.

Conclusies: In deze case-control studie was tetrachloorethyleen blootstelling van CL-DC's in het vroege leven in woongebouwen geassocieerd met een verhoogd AVS-risico. Deze bevindingen verdienen nader onderzoek.

5.5 Prenatale blootstelling aan luchtvervuiling en acute leukemie bij kinderen: Een landelijke studie.

Yen, S., Chen, I.C., Lin, W.Z., Lin, K.C., Wu, M.C., Lin, C.H. (2025). Science of the Total Environment, 992, 179975.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179975>.

Achtergrond: Kinderkanker, met name leukemie, blijft een belangrijke oorzaak van sterfte bij kinderen, met onduidelijke oorzaken. Epidemiologische studies suggereren dat luchtvervuiling een geloofwaardige factor kan zijn in het veroorzaken van genotoxische effecten, oxidatieve stress en mutagene kenmerken. Dit artikel onderzoekt de impact van prenatale luchtvervuiling op het voorkomen van leukemie bij kinderen in Taiwan.

Methoden: Dit onderzoek vormt een uitgebreid landelijk onderzoek, waarbij populatiedata worden gebruikt en een gematcht case-control ontwerp wordt toegepast. Gegevens uit de Taiwanese Maternal and Child Health Database (MCHD) werden gebruikt om 965 kinderen onder de 16 jaar met leukemie te identificeren en koppelden hen aan controles zonder leukemie van 2004 tot 2020. Prenatale blootstelling aan luchtverontreinigingsniveaus werd afgeleid van 71 monitoringstations van de Environmental Protection Administration in Taiwan, gebaseerd op de verblijfplaats van de moeder tijdens de zwangerschap. Incidentiegevallen werden vastgesteld als patiënten met drie kliniekbezoeken of opname in het ziekenhuis met de diagnose leukemie.

Resultaten: Deze landelijke studie omvatte 965 leukemiegevallen en 3860 controles in Taiwan. Prenatale O₃-blootstelling toonde een marginale algehele associatie met leukemierisico (OR = 1,02, 95% BI: 1,00–1,04, $p = 0,059$), met significante dosis-responseeffecten bij hogere kwartielen (Q3: OR = 1,31, 95% BI: 1,07–1,60, $p = 0,010$; Q4: OR = 1,32, 95% BI: 1,08–1,62, $p = 0,007$). Omgekeerd vertoonde NO een beschermende associatie (OR = 0,97, 95% BI: 0,95–0,99, $p = 0,010$), vooral bij hogere blootstelling (Q4: OR = 0,79, 95% BI: 0,64–0,96, $p = 0,020$). Trimesterspecifieke analyses toonden beschermende effecten van NO in het eerste en tweede trimester, en CO in het eerste trimester. Er werden geen significante associaties waargenomen voor PM_{2,5}, PM₁₀ of SO₂.

Conclusie: Prenatale O₃-blootstelling verhoogt het risico op leukemie bij kinderen in Taiwan, terwijl NO en CO beschermende effecten vertonen. Het is nodig om gericht luchtkwaliteitsinterventies te ondersteunen en om cruciale vensters voor prenatale milieubescherming te benadrukken.

Beperkingen:

- De blootstelling aan verontreinigende stoffen werd toegekend op basis van schattingen op township-niveau, afgeleid van het dichtstbijzijnde meetstation, dat zich mogelijk enkele kilometers verwijderd bevindt van de werkelijke woningen van de deelnemers. Deze aanpak kan hebben geleid tot verkeerde classificatie van blootstelling, vooral in landelijke gebieden. Toekomstige studies die fijnere blootstellingsbeoordelingen bevatten, zoals het beperken van analyses tot deelnemers die binnen één kilometer van meetstations wonen, zijn gerechtvaardigd om deze potentiële beperking beter aan te pakken.
- Individuele gegevens over residentiële mobiliteit tijdens de zwangerschap waren niet beschikbaar, wat mogelijk verder heeft bijgedragen aan een verkeerde classificatie van blootstelling als deelnemers tussen trimesters wisselden. Hoewel nationale huishoudregistratiestatistieken in Taiwan suggereren dat woonverhuizingen relatief zeldzaam

zijn, met een jaarlijks migratiepercentage van ongeveer 7%, blijft ongemeten mobiliteit een potentiële bron van bias.

- Het observerende karakter van onze studie beperkt het vermogen om causale conclusies te trekken.
- Bovendien was informatie op individueel niveau over belangrijke covariaten, waaronder binnenblootstelling en mogelijke co-blootstellingen zoals tabaksrook, dieetfactoren en infecties, niet beschikbaar, en kan residuele verwarring niet worden uitgesloten.

6. REFERENTIES

- Correa-Correa, V., Núñez-Enríquez, J.C., et al. (2025). Extremely low-frequency magnetic fields (ELF-MF) and radiofrequency: Risk of childhood CNS tumors in a city with elevated ELF-MF exposure. *Environmental Research*, 286(2), 122858. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122858>.
- Danho, S., Escobar Huertas, J., Schoellhorn, W. I. (2025). A Systematic Review of the Impact of Electromagnetic Waves on Living Beings. *Cureus*, 17(8): e90355. <http://doi.org/10.7759/cureus.90355>
- Davies, B. , Piel, F.B., Roca-Barcelo, A. et al. (2025). Childhood cancer incidence around nuclear installations in Great Britain, 1995–2016. *International Journal of Epidemiology*, 54(4), dyaf107. <https://doi.org/10.1093/ije/dyaf107>
- Elyasi, H., Kakavandi, M.G., Almasi, A. et al. (2025). Differential impacts of co-exposures to ELF-EMFs and noise on prostate-specific antigen levels: A longitudinal study. *Environmental Research*, 286(1), 122790. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122790>.
- Jafarimanesh, S., Ehsani, H., Shaki, F., Moosazadeh, M., Samaei, S.E. (2025). Investigating the Effects of Occupational Noise and Extremely Low-Frequency Electromagnetic Field Exposure on Oxidative Response in Power Plant Workers. *Bioelectromagnetics*, 46:e70027. <https://doi.org/10.1002/bem.70027>
- Leung, M., Tang, I.W., Lin, Y.L.L. (2025). Cancer Incidence and Childhood Residence Near the Coldwater Creek Radioactive Waste Site. *JAMA Network Open*, 8(7), e2521926. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2025.21926>
- Morimoto, L.M., Metayer, C., Dolios, G. et al. (2025). Per- and polyfluoroalkyl substance concentrations during pregnancy and at birth and risk of childhood acute lymphoblastic leukemia. *Environmental Research*, 285(3), 122436. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122436>.
- Rhee, J., Michalski, A.M., Kuliszewskic, M.G. et al. (2025). A case-control study of early-life residential exposure to tetrachloroethylene and risks of childhood cancer and birth defects. *Environment International*, 201, 109600. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109600>.
- Yen, S., Chen, I.C., Lin, W.Z., Lin, K.C., Wu, M.C., Lin, C.H. (2025). Prenatal exposure to air pollution and pediatric acute leukemia: A nationwide study. *Science of The Total Environment*, 992, 179975. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179975>.