

Overzicht van de epidemiologische onderzoeken naar de gezondheidseffecten van extreem-lage frequentie elektrische en magnetische velden (ELF-EMF) - vierde trimester van 2021.

dr. Els De Waegeneer

Vakgroep Volksgezondheid & Eerstelijnszorg

Universiteit Gent

1. Reviews en meta-analyses

1.1 Omgevingsfactoren en risico's op cognitieve stoornissen en dementie: een systematische review en meta-analyse

Zhao, Y., Qu, Y., Ou, Y., Zhang, Y., Tan, L., Yu, J. (2021). *Aging Research Reviews*, 72, 101504. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.1101504>

Achtergrond en doelstelling: Dementie is een uitdagende neurodegeneratieve ziekte. Deze systematische review is bedoeld om natuurlijke, fysieke en sociale omgevingsfactoren samen te vatten die verband houden met leeftijdsgebonden cognitieve stoornissen en dementie.

Methoden: De auteurs hebben tot 11 januari 2021 systematisch in PubMed, EMBASE, Web of Science en PsychINFO gezocht naar observationele studies. De hazard ratio (HR), relatief risico (RR) en odds ratio (OR) met 95% betrouwbaarheidsinterval (BI) werden geaggregeerd met behulp van random-effects-methoden. De kwaliteit van de evidentie voor elke associatie werd geëvalueerd.

Resultaten: Van de 48.399 geïdentificeerde publicaties waren er 185 geschikt voor beoordeling over 44 omgevingsfactoren. Voor 22 factoren zijn meta-analyses uitgevoerd. Met een hoge tot matige kwaliteit van evidentie werden risico's gesuggereerd in blootstelling aan PM2.5 (HR=1.24, 95%CI: 1.17–1.31), NO2 (HR=1.07, 95%CI: 1.02–1.12), aluminium (OR=1.35, 95% CI: 1.14–1.59), oplosmiddelen (OR=1.14, 95%CI: 1.07–1.22), nabijheid van wegen (OR=1.08, 95%CI: 1.04–1.12) en andere vormen van luchtverontreiniging. Meer frequent sociaal contact (HR=0.82, 95%CI: 0.76–0.90) en meer groen in de omgeving (OR=0.97, 95%CI: 0.95–0.995) waren beschermend. Met lage tot zeer lage kwaliteit werden elektromagnetische velden, pesticiden, SO2, sociaaleconomische status van de buurt en leven op het platteland beoordeeld als gesuggereerde risico's, terwijl meer culturele betrokkenheid van de gemeenschap zou beschermend kunnen zijn. Er werden geen significante associaties waargenomen voor blootstelling aan PM10, NOx, geluid, silicium en temperatuur. Voor de overige 22 factoren is alleen een beschrijvende analyse uitgevoerd vanwege te weinig studies of gebrek aan informatie.

Conclusies: Deze review benadrukt dat luchtverontreiniging, met name PM2.5 en NO2, een belangrijke rol spelen bij het risico op leeftijdsgebonden cognitieve stoornissen en dementie. De onderzoeken die bevindingen opleverden voor het effect van EMV op cognitieve stoornissen en dementie werden beoordeeld als van lage tot zeer lage kwaliteit.

1.2 Effect van elektromagnetisch velden op abortus: een systematische review en meta-analyse.

Ghazanfarpour, M., Atarodi Kashani, Z., Pakzad, R., Abdi, F., Alsadat Rahnemaei, F., Akbari, P., Roozbeh, N. (2021). *Open Medicine*, 16(1), 1628-1641. <https://doi.org/10.1515/med-2021-0384>

Achtergrond en doelstelling: Het toenemende gebruik van nieuwe technologieën door zwangere vrouwen stelt hen onvermijdelijk bloot aan de risico's van elektromagnetische velden (EMV's). Deze studie is bedoeld om de effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden op abortus te evalueren.

Methoden: Web of Science, Cochrane Library, MEDLINE, PubMed, EMBASE, Scopus en Google Scholar werden doorzocht tot 2021. Pooled odds ratio (OR) met 95% betrouwbaarheidsinterval (BI) werd geschat met behulp van een random-effects-model. Heterogeniteit werd onderzocht met behulp van Cochran's Q-test en I²-index. Er werd een meta-regressiemethode gebruikt om de factoren te onderzoeken die de heterogeniteit tussen de onderzoeken beïnvloeden. De Newcastle-Ottawa-schaal werd gebruikt om de geloofwaardigheid van de onderzoeken te beoordelen.

Resultaten: In aanmerking komende onderzoeken (N = 17) werden geanalyseerd met in totaal 57.693 deelnemers. De gemiddelde leeftijd van de moeder (95% BI) was 31,06 jaar (27,32-34,80). Op basis van meta-analyseresultaten was de gepoolde schatting voor OR van EMV met zijn effecten 1,27 (95%-BI: 1,10-1,46). Volgens de resultaten van meta-regressie had de steekproefomvang een significant effect op de heterogeniteit tussen onderzoeken (p: 0,030), maar de leeftijd van de moeder en het publicatiejaar hadden geen significant effect op de heterogeniteit (p-waarde van beide was >0,05). Er werd geen publicatiebias waargenomen.

Conclusie: De auteurs concluderen dat blootstelling aan elektromagnetische velden boven 50 Hz of 16 mG geassocieerd is met een 1,27× verhoogd risico op abortus. Er moet echter worden opgemerkt dat een recall-bias aannemelijk is. Een andere beperking van het onderzoek is de methodologische kwestie van zelf-gerapporteerde blootstelling van de betrokken vrouwen en het gebrek aan aandacht voor de verschillende categorieën en bronnen van EMV. Meer onderzoek naar dit onderwerp is nodig, vooral omdat de resultaten van deze studie niet worden bevestigd door andere epidemiologische studies, noch door dierstudies over dit onderwerp.

Opmerkingen:

- Deze publicatie vertoont significante tekortkomingen die de gemaakte claims ondermijnen. De auteurs geven niet aan met welk type straling ze werken: b.v. ze maken in het hele artikel geen consistent en duidelijk onderscheid tussen RF en ELF-EMF, en in het besluit worden er zelfs infrarood straling en ioniserende straling geïntroduceerd. Deze soorten straling kunnen niet als geheel worden beschouwd en onderzocht bij het overwegen van gezondheidseffecten. Daarnaast bieden ze een vage conclusie die angst oproept bij het publiek zonder duidelijk te maken wat precies voorzichtigheid behoeft. Het artikel moet met de nodige terughoudendheid beschouwd worden.

- De voorgestelde associatie is ook bekritiseerd door andere auteurs: Grimes, D.R., Heathers, J. (2021). De associatie tussen blootstelling aan magnetische velden en het risico op een miskraam wordt niet ondersteund door de gegevens. *Wetenschapsrapporten*, 11, 22143. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01391-3> De voorgestelde associatie is ook bekritiseerd door andere auteurs: Grimes, D.R., Heathers, J. (2021). Association between magnetic field exposure and miscarriage risk is not supported by the data. *Science Reports*, 11, 22143. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01391-3>

2. Residentiële blootstelling

2.1 Mogelijke factoren die chronische chemische intolerantie tijdens de kindertijd beïnvloeden: een zesjarige follow-upstudie.

Azuma, K., Uchiyama, I., Kunugita, N. (2021). *Journal of Psychosomatic Research*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2021.110665>

Achtergrond en doelstelling: Het Japanse onderzoek naar chemische intolerantie (JCI) werd in januari 2012 uitgevoerd met een cohort van 7245 volwassenen uit populatie-gebaseerde steekproeven. Deze studie was gericht op het onderzoeken van de constitutionele en omgevingsfactoren bij kinderen die betrokken zijn bij de ontwikkeling van chronische CI uit de prospectieve cohortstudie.

Methoden: In het cohort werden na zes jaar 4683 personen geïdentificeerd. Zelf-gerapporteerde vragenlijsten werden aan de proefpersonen voorgelegd om informatie over de CI-status te verkrijgen; hun medische geschiedenis; constitutie, levensstijl en woonomgeving tijdens de kindertijd; en recente psychosomatische toestanden. De auteurs beoordeelden de verschillen tussen individuen met aanhoudende CI-status tijdens de follow-up (gedefinieerd als chronisch CI) en controles die geen CI-status hadden tijdens de follow-up.

Resultaten: In totaal hebben 2500 personen gereageerd. Meerdere logistische regressie-analyses lieten significante associaties zien tussen chronische CI en reisziekte met auto of bus en allergische conjunctivitis tijdens de kindertijd. Significante associaties tussen een mogelijk verhoogd risico op CI en het bestaan van hoogspanningsleidingen in de buurt van woningen, het gebruik van vinylbekleding, het gebruik van sterke parfum door een familielid en het ervaren van stinkende geur van verf of wax op de basisschool werden vastgesteld. Het gebruik van tapijt in vloermateriaal en gipscoating in wandmateriaal was echter geassocieerd met een mogelijk verminderd risico op CI. Enige potentiële constitutionele aanleg vanaf de kindertijd, waaronder inherente gevoeligheid voor het autonome zenuwstelsel, kan betrokken zijn bij de ontwikkeling van CI.

Conclusie: De resultaten van een uitgebreide gepoolde analyse van de associatie tussen leukemie bij kinderen en de afstand tot hoogspanningslijnen suggereerden dat de associatie niet werd verklaard door hoge magnetische velden en dat sommige andere oorzaken die verband houden met de kenmerken van hoogspanningslijnen bij de associatie betrokken kunnen zijn. Een systematische review gaf niet aan dat een statisch elektrisch veld nadelige biologische effecten heeft bij mens of dier. De evidentie suggereerde de rol van de oppervlakkige sensorische stimulatie van het haar en de huid als basis voor de waarneming van het veld. Mogelijk kan een dergelijke waarneming van zintuiglijke prikkels naar het veld vanaf de kindertijd leiden tot de zintuiglijke gevoeligheid van het autonome zenuwstelsel voor blootstelling aan extrinsieke prikkels en CI-ontwikkeling in het latere leven. Verder onderzoek naar een dergelijk effect en naar een biologisch mechanisme is nodig.

3. Beroepsmatige blootstelling

3.1 Risico op motorneuronenziekte en blootstelling aan magnetische velden.

Sorahan, T., Nichols, L. (2021). *Occupational Medicine*, In druk.

Achtergrond en doelstelling: Veel onderzoeken hebben de blootstelling aan magnetische velden en de risico's van motorneuronenziekte (MND) onderzocht. Meta-analyses hebben positieve associaties gevonden, maar een causaal verband is niet vastgesteld. Het doel van deze studie is om de risico's van MND en beroepsmatige blootstelling aan magnetische velden in een groot Brits cohort te onderzoeken.

Methoden: Het sterftecijfer van 37 986 werknemers van de voormalige Central Electricity Generating Board van Engeland en Wales werd onderzocht voor de periode 1987-2018. Werknemers werden voor het eerst in dienst genomen in de periode 1942-82 en waren nog steeds in dienst op 1 november 1987. Gedetailleerde berekeningen maakten het mogelijk schattingen te maken van blootstelling aan magnetische velden. Waargenomen sterfgevallen werden vergeleken met verwachte aantallen op basis van sterftecijfers voor de algemene bevolking van Engeland en Wales en Poisson-regressie werd gebruikt om ratio's (relatieve risico's) te berekenen voor categorieën van levensduur, vertraagde (verleden) en recente blootstelling aan magnetische velden.

Resultaten: Mortaliteit van MND in het totale cohort was vergelijkbaar met nationale cijfers (waargenomen 69, verwacht 71,3, SMR 97, 95% BI 76-122). Er waren geen statistisch significante trends van risico's die toenamen met de levensduur, recente of verleden magnetische veldblootstelling, hoewel positieve associaties werden waargenomen voor sommige categorieën van recente blootstelling.

Conclusies: De studie vond niet dat het cohort verhoogde risico's op MND had als gevolg van beroepsmatige blootstelling aan magnetische velden, hoewel het nuttig zou zijn om een mogelijke rol voor recente blootstellingen te bestuderen in andere datasets.

3.2 Evaluatie van beroepsziekten onder werknemers van energiebedrijven in de industriële regio Kazachstan.

Grebeneva, OV, Rybalkina, DH, Ibrayeva, LK, Shadetova, AZ, Drobchenko, EA, Aleshina, NY (2021). *Russian Open Medical Journal*, 10 (3).

Achtergrond & Doelstelling: Dit onderzoeksproject was gericht op het bestuderen van de effecten van een elektromagnetisch veld van industriële frequentie (EMF-IF) op werknemers van een energiebedrijf in Kazachstan. Het doel van het onderzoek was het nagaan van de gezondheidstoestand van elektriciens (morbiditeit met tijdelijke arbeidsongeschiktheid – MTD), die zich bezighouden met het onderhoud van hoogspanningsleidingen, relaisbeveiligingssystemen en onderstations (220 en 500 kV) bij een energiebedrijf in Kazachstan.

Methoden: Bepaling van intensieve MTD-indicatoren op de werkplek.

Resultaten: Ongunstige werkomstandigheden veroorzaakten een toename van aandoeningen van het bewegingsapparaat (tot 77%), bloedsomloop (tot 65%), zenuwstelsel (tot 52%), huidziekten (tot 46,4%), de veelvuldige toename van de kans op neoplasmagroei en aandoeningen van de luchtwegen. Voor elektriciens werden de relaties tussen de aandoeningen van het zenuwstelsel ($r=0.792$), de aandoeningen van de bloedsomloop ($r=0.573$), de aandoeningen van het bewegingsapparaat ($r=0.672$)

en de EMF-IF-parameters vastgesteld. Tegelijkertijd impliceerden de incidentiecijfers van verschillende ziekten bij werknemers van EMV, evenals matige tot hoge berekende relatieve risico's, de beroepsmatige ontstaansgeschiedenis van aandoeningen op de werkplek: voor het zenuwstelsel - $R2 = 0,628$, cardiovasculair systeem - $R2 = 0,709$, huid - $R2 = 0,729$ en bewegingsapparaat - $R2 = 0,413$.

Conclusie: De auteurs bevelen preventieve maatregelen voor elektriciens aan: het dragen van individuele blootstellingsmeters, beperking van de blootstelling aan EMV, opname van een oncoloog in de medische commissie, en screening op oxidatieve stress-eiwitten en chaperonne-eiwitten bij stagiairs om een aanleg voor oncogenese na te gaan.

4. Experimentele studies bij mensen

/

5. Blootstellingsbeoordeling

/

6. Leukemie-onderzoeken

6.1 Externe achtergrond ioniserende straling en kanker bij kinderen: update van een landelijke cohortanalyse.

Mazzei-Abba, A., Folly, C.L., Kreis, C., Ammann, RA, Adam, C., Brack, E., Egger, M., Kuehni, C., Spycher, B.D. (2021). *Journal of Environmental Radioactivity*, 238-239. doi: 10.1016/j.jenvrad.2021.106734

Achtergrond en doelstelling: Het is bekend dat blootstelling aan hoge doses ioniserende straling kanker veroorzaakt. Blootstelling tijdens de kindertijd gaat gepaard met een groter relatief risico op leukemie en tumoren van het centrale zenuwstelsel (CZS) dan blootstelling op latere leeftijd. Kankerrisico's geassocieerd met blootstelling aan lage doses (<100 mSv) zijn onzeker. De auteurs onderzochten eerder het verband tussen de incidentie van kanker bij kinderen en niveaus van blootstelling aan externe achtergrondstraling van gamma- en kosmische straling in Zwitserland met behulp van gegevens van een landelijke cohortstudie op basis van volkstellingen. Hier geven ze een update van dat onderzoek aan de hand van een langere follow-upperiode en een verbeterd blootstellingsmodel.

Methoden: Alle kinderen van 0-15 jaar die waren geregistreerd in de Zwitserse nationale tellingen van 1990, 2000 en 2010-2015, werden geïnccludeerd. De auteurs identificeerden incidentele gevallen van kanker in de periode 1990-2016 met behulp van een probabilistische koppeling met de Zwitserse kinderankerregistratie. Blootstelling aan terrestrische en kosmische straling in de woonplaats van kinderen werd geschat met behulp van geografische blootstellingsmodellen op basis van lucht-spectrometrische gammastralingsmetingen. De auteurs schatten de bijdrage van ^{137}Cs -afzetting na het ongeval in Tsjernobyl. De auteurs creëerden een geneste case-control-steekproef en pasten conditionele logistische regressiemodellen toe die corrigeerden voor geslacht, geboortjaar, sociaal-economische positie van de buurt en gemiddelde NO_2 -concentratie buitenshuis. Ze schatten ook het bevolkingsaandeel voor kanker bij kinderen als gevolg van externe achtergrondstraling.

Resultaten: De auteurs beschouwden 3.401.113 kinderen en identificeerden 3.137 gevallen van kanker, waaronder 951 leukemie, 495 lymfoom en 701 gevallen van CNS-tumoren. De mediane follow-up in het cohort was 6,0 jaar (interkwartielbereik: 4,3-10,1) en de mediane cumulatieve blootstelling sinds de geboorte was 8,2 mSv (bereik: 0-31,2). Hazard ratio's per 1 mSv toename van de cumulatieve dosis externe achtergrondstraling waren 1,04 (95% BI: 1,01-1,06) voor alle vormen van kanker samen, 1,06 (1,01-1,10) voor leukemie, 1,03 (0,98-1,08) voor lymfoom en 1,06 (1,01-1,11) voor CZS-tumoren. Correctie voor mogelijke confounders had weinig effect op de resultaten. Op basis van deze resultaten was de geschatte populatie-attributieve fractie voor leukemie en CZS-tumoren als gevolg van externe achtergrondstraling respectievelijk 32% (7-49%) en 34% (5-51%).

Conclusies: Deze resultaten suggereren dat ioniserende achtergrondstraling bijdraagt aan het risico op leukemie en CZS-tumoren bij kinderen.

6.2 Kanker bij kinderen in woonwijken in de buurt van benzinstations: een landelijke, op registers gebaseerde case-control studie in Zwitserland en een bijgewerkte meta-analyse.

Mazzei, A., Konstantinoudis, G., Kreis, C., Diezi, M., Ammann, RA, Zwahlen, M., Kühni, C., Spycher, B.D. (2021). *International Archives of Occupational and Environmental Health*, doi: 10.1007/s00420-021-01767-y.

Achtergrond en doelstelling: Benzeen is een bekend carcinogeen voor leukemie bij volwassenen. Blootstelling aan benzeen via het beroep van de ouders en het gebruik van huishoudelijke producten is in verband gebracht met kinderleukemie (CL). Benzeen is ook in verband gebracht met CL en tumoren van het centrale zenuwstelsel (CZS). Deze studie had tot doel te onderzoeken of de hogere omgevingsconcentraties van benzeen in de buurt van benzinstations geassocieerd zijn met een groter risico op kinderkanker, leukemie en CZS-tumoren.

Methoden: De auteurs identificeerden kinderen met kanker op de leeftijd van 0-15 jaar in 1985-2015 uit de Zwitserse kinderkankerregistratie en selecteerden 10 leeftijds- en geslachtsafhankelijke controles per geval uit nationale tellingen. Met precieze geocodes berekenden ze de afstand van de woonst tot het dichtstbijzijnde tankstation. De auteurs schatten de odds-ratio's met behulp van logistische regressie-aanpassing voor omgevingsniveaus van NO₂, afstand tot snelwegen, mate van verstedelijking en aanwezigheid van een kantonnale kankerregistratie. Bovendien voerden ze een meta-analyse uit waarin de huidige resultaten voor CL werden samengevoegd met die van eerdere onderzoeken.

Resultaten: De auteurs identificeerden 6129 gevallen, waarvan 1880 leukemieën en 1290 CZS-tumoren. 24 gevallen woonden binnen een straal van 50 m van een tankstation. De aangepaste odds ratio van een kankerdiagnose voor kinderen die aldus werden blootgesteld in vergelijking met niet-blootgestelde kinderen (> 500 m²) was 1,29 (0,84-1,98) voor alle vormen van kanker samen, 1,08 (0,46-2,51) voor leukemie en 1,30 (0,51-3,35) voor tumoren van het CZS. In 2000-2015, toen de blootstellingsbeoordeling nauwkeuriger was, was de aangepaste oddsratio voor elke kankerdiagnose 1,77 (1,05-2,98). De samenvattende schatting van het relatieve risico voor CL in de meta-analyse van vier onderzoeken was 2,01 (1,25-3,22).

Conclusies: De studie biedt weinig ondersteuning voor een verhoogd risico op kanker bij kinderen bij kinderen die in de buurt van tankstations wonen. Een meta-analyse inclusief onze studie suggereert een verhoogd risico op kinderleukemie.

6.3 Epidemiologische studies van CT-scans en kankerrisico: de stand van de wetenschap.

Berrington de Gonzalez, A., Pasqual, E., Veiga, L. (2021). *British Journal of Radiology*, 94 (1126), 20210471. doi: 10.1259/bjr.20210471

Achtergrond en doelstelling: 20 jaar geleden hebben drie manuscripten die potentiële kankerrisico's van CT-scans bij kinderen beschreven en daardoor het bewustzijn van een groeiend volksgezondheidsprobleem vergroot. De auteurs beoordeelden de epidemiologische onderzoeken die waren gestart als reactie op deze zorgen en die de kankerrisico's van CT-scans bestudeerden met behulp van koppeling van medische dossiers.

Methoden: De auteurs evalueerden de onderzoeksmethodologie en bevindingen van de studies en doen aanbevelingen voor een optimale onderzoeksopzet voor nieuwe studies. 17 in aanmerking komende onderzoeken werden geïdentificeerd; 13 met gepubliceerde risicoschattingen, en 4 in uitvoering.

Resultaten: Er was een grote variabiliteit in de onderzoeksmethodologie, wat het vergelijken van bevindingen tot een uitdaging maakte. De belangrijkste verschillen waren onder meer of het onderzoek zich richtte op blootstelling bij kinderen of volwassenen, radio-sensitieve uitkomsten (bijv. leukemie, hersentumoren) of alle vormen van kanker, de blootstellingsstatistieken (bijv. orgaandoses, effectieve dosis of aantal CT's) en controle van bias (bijv. latentie en uitsluiting periodes en verwarring op indicatie). De auteurs waren in staat om de resultaten te vergelijken voor de subset van onderzoeken die leukemie of hersentumoren evalueerden. Er waren acht onderzoeken naar het risico op leukemie in relatie tot de dosis van het rode beenmerg (RBM), de effectieve dosis of het aantal CT's; zeven rapporteerden een positieve dosis-respons, die statistisch significant was ($p < 0,05$) in vier onderzoeken. Zes van de zeven onderzoeken naar hersentumoren vonden ook een positieve dosis-respons en in vijf was dit statistisch significant. De gemiddelde RBM-dosis varieerde van 6 tot 12 mGy en de gemiddelde hersendosis van 18 tot 43 mGy. In een meta-analyse van de onderzoeken naar blootstelling bij kinderen was de samenvatting ERR/100 mGy 1,78 (95%CI: 0,01-3,53) voor leukemie/myelodisplastisch syndroom ($n = 5$ onderzoeken) en 0,80 (95%CI: 0,48-1,12) voor hersentumoren ($n = 4$ onderzoeken) (p -heterogeniteit $> 0,4$). Verwarring door predisponerende aandoeningen van kanker was onwaarschijnlijk in deze vijf onderzoeken naar leukemie. De samenvattende risicoschatting voor hersentumoren kan echter worden overschat vanwege omgekeerde causaliteit.

Conclusie: er zijn steeds meer aanwijzingen uit epidemiologische gegevens dat CT-scans kanker kunnen veroorzaken. De absolute risico's voor individuele patiënten echter zijn waarschijnlijk klein. Lopende grote multicenter-cohorten en toekomstige pooling-inspanningen zullen een nauwkeurigere risicokwantificering opleveren.