

Overzicht van de epidemiologische en klinische studies over de gezondheidseffecten van radiofrequente straling die zijn gepubliceerd in het eerste trimester van 2017.

Reviews en meta-analyses

Effecten van elektromagnetische velden afkomstig van GSM telefoons op het werkgeheugen: een meta-analyse.

Zubko O, Gould RL, Gay HC, Cox HJ, Coulson MC, Howard RJ.

Int J Geriatr Psychiatry. 2017 Feb; 32 (2): 125-135.

Deze studie geeft een overzicht van de effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden (EMF) versus gesimuleerde blootstelling op de prestaties van het werkgeheugen (WG) van gezonde proefpersonen.

Online literatuur databases en eerdere systematische reviews van studies over EMF en WG bij deelnemers zonder gerapporteerde problemen met het geheugen werden opgezocht. 2857 studies werden geïdentificeerd en 10 studies voldeden aan de inclusiecriteria. Een beoordeling van de studiekwaliteit werd uitgevoerd, en aparte, random effects meta-analyses werden uitgevoerd voor elk van de drie WG taken: n-back, substitutie en digit span forward.

Er werden geen verschillen gevonden tussen de deelnemers blootgesteld aan actieve EMF versus schijnblootstelling omstandigheden in elk van de drie onderzochte werkgeheugentaken.

Conclusies: Deze resultaten geven aan dat EMF geen invloed heeft op het WG tijdens de n-back, substitutie en digit-span taken.

Gsm-gebruik en het risico op intracraniale tumoren en speekselkliertumoren - Een meta-analyse.

Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W.

Int J Occup Med Environ Health. 21 Feb 2017; 30 (1): 27-43.

De resultaten van het epidemiologisch onderzoek naar het verband tussen het gebruik van mobiele telefoon en hersenkanker zijn dubbelzinnig, evenals de resultaten van de 5 tot nu toe uitgevoerde meta-analyses. Sinds de laatste meta-analyse (2009), zijn er nieuwe case-control studies gepubliceerd, die in theorie een effect kunnen hebben op de conclusies over deze relatie. Daarom besloten de auteurs om een nieuwe meta-analyse uit te voeren.

Ze voerden een systematische review uit in meerdere elektronische databases voor relevante publicaties. De inclusiecriteria waren: originele studies, case-control studies, gepubliceerd tot eind maart 2014, maten van associatie (odds ratio en betrouwbaarheidsinterval van het gemeten effect), gegevens over individuele blootstelling. 24 studies (26 846 gevallen 50 013 controles) werden opgenomen in de meta-analyse. Een significant hoger risico op een intracraniale tumoren (alle tumoren) werd genoteerd voor de periode van mobiele telefoon gebruik groter dan 10 jaar (odds ratio (OR) = 1,324, 95% betrouwbaarheidsinterval (BI): 1,028-1,704) en de ipsilaterale locatie (OR = 1,249, 95% CI: 1,022-1,526).

Conclusies: De resultaten ondersteunen de hypothese dat langdurig gebruik van de mobiele telefoon het risico op intracraniale tumoren verhoogt, met name in het geval van ipsilaterale blootstelling. Verdere studies zijn nodig om deze relatie te bevestigen.

Gebruik van mobiele telefoon

Symptomen en het gebruik van draadloze communicatie-apparatuur: een prospectieve cohort studie bij Zwitserse adolescenten.

Schoeni A, K Roser, Rösli M.

Environ Res. 2017 Apr; 154: 275-283.

De auteurs onderzochten of radiofrequente elektromagnetische velden (RF-EMF) van mobiele telefoons en andere draadloze apparaten en of het gebruik van draadloze apparatuur als gevolg van niet-stralingsfactoren geassocieerd zijn met een toename in gezondheidssymptoom meldingen bij adolescenten in Centraal Zwitserland .

In een prospectieve cohort studie vulden 439 deelnemers aan de studie (participatiegraad: 36,8%) van 12 tot 17 jaar, vragenlijsten in over hun mobiele en draadloze telefoon gebruik en hun zelf-gerapporteerde symptomen en mogelijke versturende factoren bij aanvang van de studie (2012/2013) en één jaar later (2013/2014). Door de operator geregistreerde mobiele telefoon gegevens werden verkregen voor een subgroep van 234 jongeren. Een RF-EMF dosis die verschillende factoren die van invloed zijn op de RF-EMF blootstelling werden berekend voor de hersenen en het hele lichaam. De gegevens werden geanalyseerd met een gemengd logistische cross-sectioneel model en een cohort benadering, waarbij de auteurs onderzochten of de cumulatieve dosis gedurende een jaar gerelateerd was met een nieuwe begin van symptomen tussen baseline en follow-up. Alle analyses werden gecorrigeerd voor de relevante versturende variabelen.

Deelname in de follow-up was 97% (425 deelnemers). In beide analyses, transversale en cohort, neigen verschillende symptomen om vooral te worden geassocieerd met gebruiksparameters die slechts marginaal zijn voor de blootstelling aan RF-EMF zoals het aantal SMS-berichten verstuurd per dag (bijvoorbeeld vermoeidheid: OR: 1,81; 95% CI: 1,20-2,74 voor transversale analyses en OR: 1,87; 95% CI: 1,04-3,38 voor cohortanalyses). De uitkomsten zijn over het algemeen minder sterk tot niet geassocieerd met de duur van mobiele telefoon bellen en de RF-EMF dosis.

Conclusies: Er werden sterkere associaties vastgesteld tussen de symptomen van een slechte gezondheid en het gebruikmaken van draadloze communicatie toestellen dan voor de RF-EMF dosis. Een dergelijke resultaatpatroon ondersteunt geen causaal verband tussen RF-EMF blootstelling en gezondheidssymptomen bij adolescenten, maar suggereert eerder dat andere aspecten van intensief gebruik van deze media de oorzaak zijn van de symptomen.

Een follow-up studie van het verband tussen gsm-gebruik en symptomen van een slechte gezondheid.

Cho YM, Lim HJ, Jang H, Kim K, Choi JW, Shin C, Lee SK, Kwon JH, Kim N.

Environ Health Toxicol. 2016 29 Dec; 32: e2017001.

De duur en de frequentie van mobiele telefoongesprekken en hun relatie met verscheidene gezondheidseffecten zijn door de auteurs onderzocht in een eerdere cross-sectionele studie. Dit 2 jaar durende follow-up onderzoek was gericht op veranderingen in de variabelen bij dezelfde personen.

De populatie bestond uit 532 niet-patiënt volwassen proefpersonen bemonsterd uit de Koreaanse Genome Epidemiology Study. De proefpersonen ondergingen een medisch onderzoek in een ziekenhuis in 2012/2013 en kwamen terug in hetzelfde ziekenhuis in 2014/2015 voor hetzelfde onderzoek. Bovendien werden, om de effecten op de gezondheid te evalueren, nog bijkomende analyse uitgevoerd: Headache Impact Test-6 (HIT-6), psychosociaal welzijn Index-Short Form, Beck Depression Inventory, Koreaans-Instrumentele Activiteiten van het Dagelijks Leven, Perceived Stress Scale, Pittsburgh Sleep Quality index, en 12-item Short Form Health Survey. Voor al deze proeven geldt dat hoe hoger de score, hoe groter het effect op de gezondheid is. Verschillen tussen de scores in alle indices in de baseline en follow-up enquêtes werden berekend, en correlaties van elke index werden geanalyseerd.

De gemiddelde duur per gesprek en HIT-6 score van de proefpersonen is aanzienlijk gedaald in vergelijking met die van twee jaar geleden. De resultaten toonden een lichte, maar significante correlatie tussen veranderingen in de duur van het gesprek en HIT-6 score veranderingen voor vrouwelijke proefpersonen, maar niet voor mannen. HIT-6 scores in het follow-up onderzoek zijn aanzienlijk gedaald ten opzichte van die in de nulmeting, maar lange duur gebruikers (bij wie de duur van het gesprek ≥ 5 minuten was in zowel de baseline als de follow-up) hadden geen statistisch significante reductie in HIT-6 scores.

Conclusies: Dit onderzoek suggereert dat een langere gespreksduur een grotere risicofactor is voor de toename van hoofdpijn dan elk ander type nadelig gezondheidseffect en dat dit effect chronisch kan zijn.

Humaan experimenteel onderzoek

Zijn berichten in de media in staat om somatische klachten toegeschreven aan WiFi-straling te veroorzaken? Een experimentele test van de negatieve verwachting hypothese.

Bräscher AK, Raymaekers K, Van den Bergh O, Witthöft M.

Environ Res. 2017 31 Mar; 156: 265-271.

Mensen die lijden aan idiopathische milieu-intolerantie toegeschreven aan elektromagnetische velden (IEI-EMF) ervaren talrijke niet-specifieke symptomen die zij toeschrijven aan elektromagnetische velden. De oorzaak van deze aandoening blijft vaag en onderzoek toont aan dat psychologische in plaats van bio-elektromagnetische mechanismen aan het werk zijn. De auteurs veronderstelden een rol van de media in de etiologie van IEI-EMF en onderzochten hoe somatosensorische waarnemingen worden beïnvloed.

65 gezonde deelnemers werden geïnstrueerd dat blootstelling aan elektromagnetische velden kan leiden tot een verhoogde somatosensorische waarneming. De deelnemers werden willekeurig aangeduid om ofwel een tv-verslag over schadelijke gezondheidseffecten van elektromagnetische velden ofwel een neutraal verslag te kijken. Tijdens het experiment gaven de deelnemers een waarde aan de stimulus intensiteit van tactiele (elektrische) stimuli terwijl ze blootgesteld waren aan een

schijn WiFi-sigitaal tijdens 50% van de proeven. Schijn WiFi blootstelling heeft geleid tot verhoogde waarden van de intensiteit van tactiele stimuli in de WiFi-film-groep, met name in de deelnemers met hogere niveaus van somatosensorische amplificatie. De deelnemers van de WiFi-groep rapporteerden meer angst in verband met WiFi blootstelling dan de controlegroep en hadden de neiging om zichzelf te beschouwen als gevoeliger voor EMF na het experiment in vergelijking met vroeger.

Conclusies: Sensationele berichten in de media kunnen een toegenomen perceptie van tactiele stimuli bij gezonde deelnemers doen ontstaan. Mensen met de neiging om lichamelijke symptomen waar te nemen als intens, storend en schadelijk lijken het meest kwetsbaar. Het ontvangen van sensationele berichten in de media zou mensen sensibiliseren om een nocebo effect te ontwikkelen en aldus bijdragen aan de ontwikkeling van IEI-EMF. Door het bevorderen van catastrofe-gedachten en het verhogen van symptoomgerichte aandacht, kan de perceptie gemakkelijker worden verhoogd en foutief toegeschreven worden aan elektromagnetische velden.

Effecten van persoonlijke blootstelling op zelf-beoordeelde elektromagnetische overgevoeligheid en ontvankelijkheid - Een dubbelblinde gerandomiseerde gecontroleerde trial.

van Moorselaar I, Slottje P, P Heller, van Strien R, Kromhout H, Murbach M, Kuster N, Vermeulen R Hus A.

Environ Int. 2017 Feb; 99: 255-262.

Vroegere provocatie experimenten met mensen met elektromagnetische overgevoeligheid (EHS) zijn bekritiseerd omdat EHS personen werden verplicht om zich te verplaatsen naar de onderzoekslocaties (gezien als stressvol) en omdat ze niet het type signaal waarop zij reageren konden kiezen voor het onderzoek. In deze studie wordt gebruikt gemaakt van mobiele blootstellingseenheden die dubbelblinde blootstellingscondities met persoonlijke blootstellingsinstellingen (type signaal, sterkte, duur) thuis mogelijk te maken. Het doel was om te beoordelen of de patiënten in staat waren om de blootstelling te identificeren en te beoordelen of het geven van feedback op de persoonlijke testresultaten het niveau van zelf-gerapporteerde EHS veranderde.

De auteurs gebruikten dubbelblinde gerandomiseerde gecontroleerde blootstellingstesten met vragenlijsten op baseline, onmiddellijk vóór en na het testen, en op twee en vier maanden na het testen. De deelnemers kwamen in aanmerking als zij gemeld hadden radiofrequentie of extreem laagfrequente velden te voelen binnen enkele minuten na het begin van de blootstelling. De deelnemers werden thuis bezocht of een andere locatie waar ze zich comfortabel voelden om aan de testen te ondergaan. Voor de dubbelblinde test controleerden de auteurs samen met de deelnemers in een ongeblindeerde blootstellingssessie of de blootstelling geselecteerd was waarop ze reageren. De dubbelblinde test bestond uit een reeks van 10 blootstellingen en schijn blootstellingen in willekeurige volgorde. Feedback over de testresultaten werd direct na het testen verstrekt.

42 personen namen deel. De gemiddelde leeftijd was 55 jaar (range 29-78), 76% waren vrouwen. Tijdens de dubbelblinde testen was geen enkele deelnemer in staat om beter dan toeval correct te identificeren wanneer ze werden blootgesteld. Er waren geen statistisch significante verschillen in het zelf-gerapporteerde niveau van de EHS bij follow-up vergeleken met de uitgangswaarde. Tijdens de follow-up hebben deelnemers een verminderde zekerheid gemeld in hun reactie enkele minuten na de blootstelling en werden aanzienlijk minder symptomen gemeld in vergelijking met baseline.

Conclusies: Deze resultaten suggereren dat er een subgroep van personen is voor wie deelname aan een gepersonaliseerde testprocedure van nut kan zijn.

Overzicht van de epidemiologische en klinische studies over de gezondheidseffecten van radiofrequentie straling die in het tweede trimester van 2017 werden gepubliceerd.

Reviews en meta-analyses

Het gebruik van mobiele telefoons en het risico op glioma: een systematische review en meta-analyse.

Yang M, Guo W, Yang C, Tang J, Huang Q, Feng S, Jiang A, Xu X, Jiang G.

PLoS One. 2017 May 4; 12 (5): e0175136.

Eerder hebben veel studies de potentiële associatie tussen het gebruik van mobiele telefoons en het risico op glioma onderzocht. De resultaten van deze individuele studies zijn echter niet overtuigend en controversieel. Het doel van deze studie was om de potentiële associatie tussen het gebruik van mobiele telefoons en het daaropvolgend glioma risico te onderzoeken met behulp van een meta-analyse.

De auteurs hebben een systematische zoekopdracht uitgevoerd van de Science Citation Index, Embase en PubMed databases voor studies die relevante gegevens rapporteren over gebruik van mobiele telefoons en het optreden van glioma in de periode 1980-2016. De gegevens werden geëxtraheerd en gemeten in termen van de odds ratio (OR) en 95% confidentie interval (CI) met behulp van het random effect model. Er werden ook subgroepanalyses uitgevoerd. Deze meta-analyse omvat uiteindelijk 11 studies met een totaal van 6028 gevallen en 11488 controles.

Er was een significante positieve associatie tussen langdurig gebruik van mobiele telefoons (minimaal 10 jaar) en glioma (OR = 1,44, 95% CI = 1,08-1,91). En er was een significante positieve associatie tussen langdurig ipsilateraal gebruik van mobiele telefoons en het risico op glioma (OR = 1,46, 95% CI = 1,12-1,92). Langdurig gebruik van mobiele telefoons was geassocieerd met een 2.22 keer grotere kans op low-grade gliomas (OR = 2.22, 95% CI = 1.69-2.92). Het gebruik van mobiele telefoons van alle duur was niet geassocieerd met de kans op high-grade glioma (OR = 0,81, 95% CI = 0,72-0,92). Contralateraal gebruik van de mobiele telefoon was niet geassocieerd met glioma, ongeacht de duur van het gebruik. Evenzo werd deze associatie niet waargenomen toen de analyse beperkt was tot high-grade glioma.

Conclusies: Deze resultaten suggereren dat langdurig gebruik van mobiele telefoons kan worden geassocieerd met een verhoogd risico op glioma. Er was ook een associatie tussen het gebruik van mobiele telefoons en low-grade glioma in de reguliere gebruik of langdurige gebruik subgroepen. Het huidige bewijs is echter van slechte kwaliteit en beperkte kwantiteit. Het is daarom noodzakelijk om een groot, hoogwaardig onderzoek of een betere karakterisering van de eventuele associatie tussen langdurig ipsilateraal gebruik van mobiele telefoons en glioma risico's uit te voeren.

Mobiele telefoongebruik en risico op hersentumoren: een systematische evaluatie van de associatie tussen studiekwaliteit, bron van financiering en onderzoeksresultaten.

Prasad M, Kathuria P, Nair P, Kumar A, Prasad K.

Neurol Sci. 2017 May; 38 (5): 797-810.

Mobiele telefoons zenden elektromagnetische straling uit die als mogelijk kankerverwekkend voor de mens worden geclassificeerd. Bewijs voor een verhoogd risico op hersentumoren in epidemiologische onderzoeken blijft controversieel. Dit document beoogt te onderzoeken of de methodologische kwaliteit van studies en financieringsbronnen de variatie in resultaten kunnen verklaren. PubMed en Cochrane Central zoekopdrachten werden uitgevoerd van 1966 tot december 2016. Deze werden aangevuld met relevante artikelen die in de referenties werden geïdentificeerd. Tweeëntwintig case-control studies werden opgenomen in de systematische review. Meta-analyse van 14 case-control studies toonde vrijwel geen toename van het risico op hersentumor [OR 1.03 (95% CI 0.92-1.14)]. Echter, voor het gebruik van mobiele telefoons van 10 jaar of langer (of > 1640 uur) bleek uit het totale resultaat van de meta-analyse een significante 1,33 keer toename van het risico. De globale risico van de door de overheid gefinancierde en door telefonie-industrie gefinancierde studies nam 1,07 keer toe, wat niet significant was, terwijl gemengd gefinancierde studies geen toename van het risico van hersentumor toonden. Metaregressie analyse gaf aan dat de associatie significant was geassocieerd met methodologische studiekwaliteit ($p < 0,019$, 95% CI 0,009-0,09). De relatie tussen financieringsbron en log OR voor elke studie was niet statistisch significant ($p < 0,32$, 95% CI 0,036-0,010).

Conclusies: Er zijn aanwijzingen dat er een associatie is tussen het gebruik van mobiele telefoons en het risico op hersentumoren, vooral bij langdurige gebruikers (≥ 10 jaar). Studies met hogere kwaliteit toonden een trend naar een hoog risico op hersentumor, terwijl de lagere kwaliteit studies een trend vertoonden naar een lager risico / bescherming.

Effect van de straling van mobiele telefoons op orofaciale structuren: een systematische review.

Mishra SK, Chowdhary R, Kumari S, Rao SB.

J Clin Diagn Res. 2017 May; 11 (5): ZE01-ZE05.

Het doel van deze studie was om het effect van de door mobiele telefoons uitgestraalde velden op de orofaciale structuren te onderzoeken. Om de bruikbare literatuur te identificeren, werd in december 2016 een elektronische zoekopdracht uitgevoerd met behulp van de Medline, Pubmed en EBSCO host database. De zoekactie was gericht op het effect van de mobiele telefoon op orofaciale structuren. In de literatuur die in het Engels beschikbaar is, is een screening van de bijbehorende titels en abstracten uitgevoerd en alleen die artikelen die aan de inclusiecriteria voldoen werden geselecteerd voor volledige tekstevaluatie. De initiële literatuur zoekopdracht resulteerde in 360 artikelen, waarvan slechts 24 artikelen voldeden aan de inclusiecriteria en opgenomen in deze systematische review.

Conclusies: Stralingsemisatie van mobiele telefoons veroorzaakt negatieve effecten op speekselklieren en gezichtszenen. Uit studies blijkt dat de stralingsemisatie van de mobiele telefoon effecten heeft op orale mucosacellen en veranderingen veroorzaakt in de speekselstroom. Het is nog onduidelijk of mobiele telefoons tumoren van de speekselklieren veroorzaken.

Acute effecten van radiofrequente elektromagnetische velden afkomstig van mobiele telefoons op de hersenfunctie.

Zhang J, Sumich A, Wang GY.

Bioelectromagnetics. 2017 Jul; 38 (5): 329-338.

Door zijn eigenschappen, kenmerken en technologische middelen is de mobiele telefoon (MP) één van de meest gebruikte communicatieapparatuursystemen geworden. Historisch gezien is er ruim bewijsmateriaal dat een korte termijn impact op de menselijke cognitieve prestaties ten gevolge van radiofrequente elektromagnetische velden (RF-EMF) uitgestoten door MP niet optreedt. Echter, recentere studies wijzen op mogelijke schadelijke effecten in verband met MP EMF blootstelling. Het doel van dit onderzoek is om de vraag of het effect van MP EMF blootstelling op de hersenfunctie opnieuw moet worden onderzocht. De auteurs breiden hun argumenten uit op basis van recente neurologische beeldvorming en elektroencefalografie studies, om een meer specifieke analyse van effecten van MP EMF blootstelling op neurocognitieve functie te presenteren.

Conclusies: Verscheidene studies wijzen op een toename van corticale excitabiliteit en / of efficiëntie tijdens EMF-blootstelling, die in de frontotemporale gebieden meer prominent blijkt te zijn en geassocieerd is met een snellere reactietijd. Corticale excitabiliteit kan ook leiden tot verstoring van de slaap. Er bestaan echter verschillende inconsistente bevindingen, en conclusies over negatieve effecten van EMF-blootstelling zijn momenteel beperkt. Ook moet worden opgemerkt dat de cruciale wetenschappelijke vraag over het effect van langere termijn MP EMF blootstelling op de hersenfunctie onbeantwoord blijft en in wezen niet onderzocht is.

Gebbruik van mobiele telefoons.

Probabilistische multiple-bias modellering toegepast op de Canadese data uit de INTERPHONE studie over gebruik van mobiel telefoons en het risico op glioma, meningioma, akoestische neuroma en parotiskliertumoren.

Momoli F, Siemiatycki J, McBride ML, Ouder MÉ, Richardson L, Bedard D, Platt R, Vrijheid M, Cardis E, Krewski D.

Am J Epidemiol. 2017 23 May.

De auteurs hebben een her-analyse uitgevoerd van de Canadese gegevens uit de dertien landen INTERPHONE case-control studie (2001-2004), die de associatie tussen mobiele telefoongebruik en het risico op hersentumor, akoestisch neuroma en parotiskliertumor evalueerde. De belangrijkste

publicatie van het multinationale INTERPHONE-onderzoek concludeerde dat "bias en fouten een oorzakelijke interpretatie niet toelaten". Een probabilistisch meervoudig biasmodel werd toegepast om gelijktijdig de mogelijke bias aan te pakken, door gebruik te maken van validatiegegevens uit facturatierekeningen en niet-deelnemende vragenlijsten als informatie over herinneringsbias en selectieve participatie. De modellering trachtte voor deze bronnen van onzekerheid te corrigeren om de interpretatie te vergemakkelijken.

Conclusies: Bij glioma was de odds ratio die het hoogste kwartiel van gebruik (meer dan 558 levensuren) vergeleek met niet-reguliere gebruikers 2,0 (95% confidentie interval: 1,2, 3,4). De odds ratio was 2,2 (95% betrouwbaarheidsinterval: 1,3, 4,1) wanneer gecorrigeerd werd voor selectie- en herinneringsbias. Er was weinig bewijs voor een toename van het risico op meningioma, akoestisch neuroma of parotiskliertumor in verband met het gebruik van mobiele telefoons. Aanpassingen voor selectie- en herinneringsbias hebben geen invloed op de interpretatie in de Canadese resultaten.

Gebruik van mobiele telefoons door de moeder tijdens de zwangerschap en gedragsproblemen bij de kinderen in vijf geboortecohorten.

Birks L, Guxens M, Papadopoulou E, Alexander J, Ballester F, Estarlich M, Gallastegi M, Ha M, Haugen M, Huss A, Kheifetten L, Lim H, Olsen J, Santa-Marina L, Soedan M, Vermeulen R, Vrijkotte T, Cardis E, Vrijheid M.

Environ Int. 2017 Jul; 104: 122-131.

Eerdere studies hebben associaties aangetoond tussen prenataal mobiele telefoongebruik en gedragsproblemen bij kinderen, maar deze bevindingen zijn inconsistent en zijn gebaseerd op een retrospectieve beoordeling van het gebruik van de mobiele telefoons. Deze studie beoogde deze associatie te onderzoeken in een multinationale analyse, waarbij gegevens uit drie cohorten met prospectieve gegevens over prenataal mobiele telefoongebruik worden gebruikt, samen met eerder gepubliceerde data uit twee cohorten met retrospectief verzamelde gegevens over mobiele telefoongebruik.

Individuele deelnemersgegevens werden gebruikt uit 83.884 moeder-kindparen in de vijf cohorten uit Denemarken (1996-2002), Korea (2006-2011), Nederland (2003-2004), Noorwegen (2004-2008) en Spanje (2003- 2008). Het gebruik van de mobiele telefoon was gecategoriseerd in geen, laag, medium en hoog, gebaseerd op de frequentie van gesprekken tijdens de zwangerschap die door de moeders werd gemeld. Kindergedragsproblemen (gerapporteerd door moeders met behulp van de Strengths and Difficulties Questionnaire of de Child Behavior Checklist) werden ingedeeld in de borderline-klinisch en klinisch met behulp van gevalideerde cut-offs bij kinderen van 5-7 jaar. Cohort specifieke risico ramingen werden meta-geanalyseerd.

Over het algemeen meldde 38,8% van de moeders, meestal uit de Deense cohort, geen gebruik van een mobiele telefoon tijdens de zwangerschap en deze moeders hadden minder kans om een kind te hebben met algemene gedrags-, hyperactiviteit/onoplettendheid of emotionele problemen. Bewijs voor een trend van het toenemende risico op gedragsproblemen bij kinderen door middel van de gebruiksklassen van de mobiele telefoon werd waargenomen bij hyperactiviteit/onoplettende problemen (OR voor problemen in het klinische bereik: 1,11 (95% CI 1,01, 1,22) en 1,28 (95% CI 1,12,

1,48), onder respectievelijk kinderen van middelbare en hoge gebruikers. Deze associatie was vrij consistent over cohorten en tussen cohorten met retrospectief en prospectief verzamelde mobiele telefoongebruiksdata.

Conclusies: Het gebruik mobiele telefoons door de moeder tijdens de zwangerschap kan worden geassocieerd met een verhoogd risico op gedragsproblemen, met name hyperactiviteit/onoplettendheidsproblemen bij de nakomelingen. De interpretatie van deze resultaten is onduidelijk, aangezien ongecontroleerde confounding zowel het gebruik van mobiele telefoons door de moeder als de problemen van de kinderen kan beïnvloeden.

Associatie tussen overmatig gebruik van de mobiele telefoon en slapeloosheid en depressie onder Japanse adolescenten.

Tamura H, Nishida T, Tsuji A, Sakakibara H.

Int J Environ Res Public Health. 2017 29 Jun; 14 (7).

Het doel van deze studie was om de relatie tussen het gebruik van mobiele telefoons en slapeloosheid en depressie bij adolescenten te onderzoeken. Een cross-sectionele studie werd uitgevoerd met 295 middelbare school studenten van 15-19 jaar in Japan. Slapeloosheid en depressie werden beoordeeld met behulp van de Athene Insomnia Scales (AIS) en de Center for Epidemiological Studies Depression Scale (CES-D). Mobiele telefoons werden gebruikt door 98,6% van de studenten; 58,6% gebruikte de mobiele telefoons voor meer dan 2 uur per dag en 10,5% gebruikte ze gedurende meer dan 5 uur per dag. Het totale gebruik van mobiele telefoons van meer dan 5 uur per dag was geassocieerd met een kortere slaapduur en slapeloosheid (OF: 3,89 [[95% CI: 1,21-12,49]], maar niet met depressie. Het gebruik van mobiele telefoons van 2 uur of meer per dag voor sociale netwerkdiensten (OR: 3,63 [[1,20-10,98]]) en online chats (3.14 [[1.42-6.95]]) stond in verband met een hoger risico op depressie .

Conclusies: Overmatig gebruik van de telefoon kan geassocieerd zijn met ongezonde slaapgewoonten en slapeloosheid. Bovendien kan overmatig gebruik van mobiele telefoons voor sociale netwerkdiensten en online chats meer bijdragen tot depressie dan het gebruik voor internet opzoeken, spelletjes spelen of video's bekijken.

Mobiele telefoongebruik, blootstelling aan elektromagnetische velden op school en geassocieerde symptomen: een cross-sectioneel onderzoek onder 2150 middelbaar onderwijs scholieren in Izmir.

Durusoy R, Hassoy H, Özkurt A, Karababa AO.

Environ Health. 2017 Jun 2; 16 (1): 51.

De doelstellingen van deze studie waren om het gebruik van de mobiele telefonie bij middelbare school studenten te beschrijven en de associatie te onderzoeken tussen gebruikskennmerken, EMF-niveaus op school en zelfgerapporteerde symptomen. De gegevens van deze cross-sectionele studie werden verzameld door middel van een vragenlijst en bepaling van de school EMF-niveaus tussen

november 2009 en april 2011. Een steekproefgrootte van 2530 werd bekomen uit in totaal 20.493 studenten in 26 scholen en 2150 (85,0%) daarvan werden opgenomen in de analyse. De frequentie van optreden van 23 symptomen werden bevraagd en geanalyseerd volgens 16 verschillende aspecten van gebruik van mobiele telefoons en school EMF-niveaus, waarbij ook de dosis-respons werd onderzocht. School EMF-niveaus werden gemeten met een Aaronia Spectran HF-4060 toestel. Chi kwadraat en trend tests werden gebruikt voor univariate analyse en logistische regressie voor multivariate analyses.

Onder de deelnemers waren er 2021 (94,0%) gebruikers van mobiele telefoons en 129 (6,0%) niet-gebruikers. Onder de gebruikers sprak 49,4% minder dan 10 minuten per dag en 52,2% zenden/ontvangen 75 of meer berichten per dag. Hoofdpijn, vermoeidheid en slaapstoornissen werden respectievelijk 1.90 (95% CI 1.30-2.77), 1.78 (1.21-2.63) en 1.53 (1.05-2.21) keer meer onder de mobiele gebruikers gerapporteerd. Dosis-respons relaties werden vooral waargenomen voor het aantal oproepen per dag, totale duur van de oproepen per dag, totaal aantal SMS berichten per dag, positie en status van de mobiele telefoon 's nachts en oproepen tijdens het opladen als blootstellingskenmerk, en hoofdpijn, concentratieproblemen, vermoeidheid en slaapstoornissen als algemene symptomen en opwarming van het oor en roodheid als lokale symptomen.

Conclusies: Er werd een verband gevonden tussen het gebruik van mobiele telefoons en hoofdpijn, concentratieproblemen, vermoeidheid, slaapstoornissen en opwarming van het oor. Dit verband vertoont een dosisrespons relatie. Er werden beperkte associaties gevonden tussen de locatie van de basisstations en enkele algemene symptomen. Er werd echter geen associatie gevonden met school EMF-niveaus.

Gebruik van mobiele en draadloze telefoons en verandering in cognitieve functie: een prospectieve cohortanalyse van Australische basisschoolkinderen.

Bhatt CR, Benke G1, Smith CL, Redmayne M, Dimitriadis C, Dalecki A, Macleod S, Sim MR, Croft RJ, Wolfe R, Kaufman J, Abramson MJ.

Environ Health. 2017 Jun 19; 16 (1): 62.

Deze studie onderzoekt in een cohort van lagere schoolkinderen de mogelijke longitudinale associatie tussen het gebruik van mobiele telefoons (MP) en draadloze telefoons (CP) en effecten op hun cognitieve functie. Gegevens over de sociaal-demografische kenmerken van de kinderen, het gebruik van MP's en de CP's, en de cognitieve functie werden verzameld bij de start (2010-2012) en de follow-up (2012-2013). Cognitieve resultaten werden geëvalueerd met de CogHealth™ testbatterij en de Stroop Color-Word test. De wijziging van het aantal MP / CP -oproepen wekelijks van de start tot de follow-up werd gedichotomiseerd in "een toename van gesprekken" of "een verlaging / geen verandering in gesprekken". Multiple lineaire regressieanalyses met aanpassing voor confounders en clustering door school, werden uitgevoerd om de associaties tussen de verandering in cognitieve uitkomsten en veranderingen in MP en CP-blootstellingen te evalueren.

Van de 412 kinderen gebruikte het grootste deel een CP (76% bij de start en de follow-up), meer dan een MP (31% bij de basis en 43% bij de follow-up). Van de 26 vergelijkingen van veranderingen in cognitieve uitkomsten bleken er vier belangrijke associaties aan te tonen. De toename in het gebruik

van het MP was geassocieerd met een grotere vermindering van de responstijd voor responsinhibitie, een kleinere vermindering van het aantal totale fouten voor ruimtelijke probleemoplossing en een grotere toename van de responstijd voor een Stroop interferentie taak. Behalve een kleinere vermindering van de detectietaaknauwkeurigheid, had de toename van CP-gebruik geen effect op de veranderingen in cognitieve uitkomsten.

Conclusies: Uit deze studie blijkt dat een groter aantal kinderen CP's gebruiken dan MP's. De auteurs vonden beperkt bewijs dat verandering in het gebruik van OP's of CP's door lagere schoolkinderen geassocieerd was met verandering in cognitieve functie.

Residentiële blootstelling

Radiofrequente elektromagnetische velden en sommige kankers van onbekende etiologie: een ecologische studie.

Gonzalez-Rubio J, Arribas E, Ramirez-Vazquez R, Najera A.

Sci Total Environ. 2017 Dec 1; 599-600: 834-843.

Gelijktijdig met de toename van de blootstelling aan radiofrequentie elektromagnetische velden (RF-EMF) in de afgelopen decennia is er steeds meer bezorgdheid over hun potentiële relatie met de etiologie van verschillende tumoren. Op dit moment bieden de technieken van ruimtelijke data analyse samen met de studie van de persoonlijke blootstelling aan deze velden een nieuwe onderzoeks aanpak van het probleem. In dit artikel worden de resultaten van een epidemiologische studie gegeven, waarin de epidemiologie, de statistiek en de geografische informatiesystemen (GIS) gecombineerd worden, en waarin de correlatie tussen blootstelling aan RF-EMF in de stad Albacete (166.000 inwoners, zuidoosten van Spanje) en de incidentie van verschillende kankers met onspecifieke oorzaken (lymfomen en hersentumoren) onderzocht wordt. De auteurs gebruikten statistische instrumenten om de ruimtelijke puntpatronen en aggregaatgegevens te analyseren met als doel de ruimtelijke distributie te onderzoeken en de zones met de hoogste incidentie van 95 tumoren te onderzoeken (65 lymfomen, 12 gliomen en 18 meningiomen). Ze voerden ook een correlatie (Spearman) studie uit tussen de persoonlijke blootstelling aan RF-EMF in 14 frequentiebanden, gemeten door een EME Spy 140 (Satimo) exposimeters in de administratieve regio's van de stad en de incidentie van de tumoren geregistreerd in de periode van januari 2012 tot mei 2015. De bestudeerde kanker gevallen hebben een willekeurige ruimtelijke verdeling binnen de stad.

Conclusies: Door middel van een ecologische studie stellen de auteurs vast dat de blootstelling aan RF-EMF gemeten in de stad Albacete weinig verband heeft met de incidentie van de bestudeerde tumoren (gliomas ($p = 0,15$), meningiomen ($p = 0,19$) en lymfomen ($p = -0,03$)).

Gemodelleerde en geschatte blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden van mobiele telefoon basisstations en de ontwikkeling van symptomen over de tijd in een algemene populatie cohort.

Martens AL, Slottje P, Timmermans DR, Kromhout H, Reedijk M, Vermeulen RC, Smid T.

Am J Epidemiol. 2017 Apr 7: 1-10.

De auteurs beoordeelden associaties tussen gemodelleerde en geschatte blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden (RF-EMF) van mobiele basisstations en de ontwikkeling van niet-specifieke symptomen en slaapstoornissen over de tijd. Een bevolkingsgerichte Nederlandse cohortstudie, de Occupational and Environmental Health Cohort Study (AMIGO) (n = 14.829, 31-65 jaar oud), werd gestart in 2011/2012 (T0), met opvolging van een subgroep (n = 3.992 uitgenodigd) in 2013 (T1; n = 2.228) en 2014 (T2; n = 1.740). De blootstelling van de verre veld RF-EMF van mobiele basisstations op de thuisadressen van de deelnemers werd gemodelleerd met behulp van een 3-dimensionaal geospatiaal model (NISMap). Geschatte blootstelling (0 = helemaal niet, 6 = heel veel), niet-specifieke symptomen en slaapstoornissen werden beoordeeld door middel van een vragenlijst. Cross-sectionele en longitudinale analyses werden uitgevoerd, inclusief regressie met vaste effecten. De auteurs vonden kleine correlaties tussen gemodelleerde en geschatte blootstelling in AMIGO-deelnemers bij de start (n = 14,309; rSpearman = 0,10). Bij 222 follow-up deelnemers steeg de gemodelleerde blootstelling significant ($> 0,030$ mW / m²) tussen T0 en T1.

Conclusies: een toename van de gemodelleerde blootstelling was geassocieerd met een toename van de geschatte blootstelling gedurende dezelfde periode. In tegenstelling tot de gemodelleerde RF-EMF-blootstelling van mobiele basisstations, was de geschatte blootstelling geassocieerd met hogere symptoomrapportages in zowel cross-sectionele als longitudinale analyses, alsmede met slaapstoornissen in cross-sectionele analyses.

Menselijk experimenteel onderzoek

Een beoordeling van het autonome zenuwstelsel in een elektrohypersensitieve populatie: een hartslagvariabiliteit en huidconductie studie.

Andrianome S, Gobert J, Hugueville L, Stéphan-Blanchard E, Telliez F, Selmaoui B.

J Appl Physiol (1985). 2017 Jun 15: jap.00229.2017.

Het doel van de studie was tweeledig. Eerst, om de activiteit van het autonome zenuwstelsel (ANS) te vergelijken tussen een populatie die zelfverklaard elektrohypersensitief (EHS) is en hun gematchte controle-individueen, zonder blootstelling aan elektromagnetische velden (EMF). Het tweede doel was om te bepalen of acute blootstelling aan verschillende radiofrequentiesignalen ANS-activiteit in de EHS populatie wijzigt. Hiervoor werden twee verschillende experimenten ondernomen waarbij ANS-activiteit werd beoordeeld door middel van hartslagvariabiliteit (HRV) en huidconductie (SC). In het eerste experiment bleek dat uit een vergelijking tussen de EHS-groep (n = 30) en de controlegroep (n = 25) blijkt dat de EHS-groep een verhoogd aantal responsen heeft op auditieve stimuli zoals

gemeten door huidconductieve activiteit, en dat geen enkele van de korte termijn hartslagvariabiliteitsparameters verschilt tussen de twee studiegroepen. Het tweede experiment, uitgevoerd in een afgeschermd kamer, betrof 10 EHS personen uit het eerste experiment. De vrijwilligers hebben deelgenomen aan twee verschillende sessies (schijn en echte blootstelling). De deelnemers werden achtereenvolgens blootgesteld aan vier EMF signalen (GSM 900, 1800, DECT en Wi-Fi) op omgevingsniveau (1 V/m). Het experiment was dubbelblind en gecompenseerd. De HRV-variabelen die werden onderzocht verschillen niet tussen de twee sessies. Wat de elektrodermale activiteit betreft, verschillen de gegevens van de huidconductie en tonische activiteit niet tussen de sessies, maar bleek er een tijdvariabiliteit.

Conclusies: De HRV en SC profielen verschillen niet significant tussen de EHS- en de controlegroep als er geen blootstelling is. Blootstelling heeft geen effect op de onderzochte ANS-parameters.

IN VITRO

Lippi G, Danese E, Brocco G, Benati M, Salvagno GL, Montagnana M, Franchini M (2016) Thirty-minutes' exposure to smartphone call triggers neutrophil activation in vitro. Clin Chem Lab Med 54 (9): 1497-1501 Italië

Twee opeenvolgende bloedmonsters werden verzameld van 16 gezonde vrijwilligers. Een eerste proefbuisje met bloed werd geplaatst in een plastic rek op 1 cm van een commerciële smartphone (draaggolffrequentie 900 MHz) die gedurende 30 min werd in gesprek werd geactiveerd. De tweede proefbuis werd in een plastic rek voor eenzelfde periode gehouden waarbij nauw contact met RF-bronnen en straling werd vermeden. Een volledig bloedonderzoek werd vervolgens uitgevoerd met behulp van Advia 2120. De 30-min blootstelling van het bloed aan RF-golven leidde niet tot significante variaties van de totale en differentiële leukocyten aantallen. Er werd echter wel een significante afname waargenomen van verschillende parameters m.b.t. neutrofielen. De resultaten van deze studie tonen aan dat blootstelling aan smartphone RF golven leidt tot activatie van neutrofielen in vitro.

Simko M, Remondini D, Zeni O, Scarfi MR (2016) Quality Matters: Systematic Analysis of Endpoints Related to "Cellular Life" in Vitro Data of Radiofrequency Electromagnetic Field Exposure. Int J Environ Res Public Health 13 (7): E701 oostenrijk en Italië

Deze studie evalueerde de publicaties die betrekking hadden op in vitro RF-EMV die in de periode 1995-2014 in de PubMed-database werden opgenomen. Relevante parameters werden opgetekend, zoals het type celweek, de betrokken RF-frequentie, de blootstellingsduur, de SAR, en vijf kwaliteitscriteria m.b.t. de blootstelling. Op basis van deze studie bleken cellulaire reacties na blootstelling aan RF-EMV significant geassocieerd te zijn met cellijnen, eerder dan met primaire cellen. Geen andere experimentele parameters werden significant geassocieerd met cellulaire responsen.

Er werd een zeer significante negatieve associatie waargenomen tussen cellulaire reacties en de kwaliteit van de blootstelling condities. Hieruit blijkt dat hoe meer de eisen voor kwaliteitscriteria zijn voldaan, hoe kleiner het aantal gedetecteerde cellulaire reacties. Dit is de eerste systematische analyse van specifieke RF-EMV bio-effecten in associatie met kwaliteitscriteria voor de blootstelling. Hieruit blijkt de noodzaak van strengere kwaliteitseisen en blootstellingsprocedures.

Manna D, Ghosh R (2016) Effect of radiofrequency radiation in cultured mammalian cells: A review. Electromagn Biol Med 35 (3): 265-301 India

Dit is een overzichtsartikel gewijd aan de in vitro effecten van radiofrequente straling op gekweekte cellen. Er werden alleen artikels opgenomen die experimenten met goed gecontroleerde blootstellingscondities beschreven. Eindpunten zoals DNA-schade, de celcyclus, de vorming van reactieve zuurstofverbindingen (ROS), de cellulaire morfologie en andere cellulaire parameters maakten deel uit van de evaluatie. Cellen passen zich, als gevolg van verschillende chemische en

fysische stimuli, aan veranderingen in het intra- en extracellulaire milieu aan via veranderingen in gen of eiwitexpressie die resulteren in de inductie van stressreacties. Vele studies hebben zich gericht op dergelijke effecten voor risicoschattingen. De resultaten toonden aan dat de effecten afhankelijk zijn van het celtype en het bestudeerde eindpunt. Niettemin werden ook tegenstrijdige bevindingen waargenomen in dezelfde cel types met dezelfde test.

Lee JS, Kim JY, Kim HJ, Kim JC, Lee JaS, Kim N, Park MJ (2016) [details] Effects of combined radiofrequency field exposure on amyloid-beta-induced cytotoxicity in HT22 mouse hippocampal neurones.

J Radiat Res, in press.

Korea

Recente studies hebben aangetoond dat radiofrequente (RF) straling enkele gunstige cognitieve effecten induceren in diermodellen van de ziekte van Alzheimer (AD). De huidige studie onderzocht de effecten van de gecombineerde RF-straling op amyloïde-beta (A β) geïnduceerde cytotoxiciteit in HT22 rat hippocampus neuronen. Er werd een typisch CDMA signaal (837) en een W-CDMA signaal (1950 MHz) gebruikt. De SAR voor 1W input vermogen was $0,105 \pm 0,019$ W/kg voor de CDMA frequentie en $0,262 \pm 0,055$ W/kg voor de W-CDMA frequentie. RF blootstelling aan meerdere signalen (CDMA bij 2 W/kg plus W-CDMA bij 2 W/kg) gebeurde gedurende een periode van 2u. De resultaten tonen aan dat RF blootstelling geen significant effect heeft op de A β geïnduceerde afname van de cel proliferatie, verhoging van ROS productie, of inductie van celsterfte in deze cellen.

Tanvir S, Thuroczy G, Selmaoui B, Silva Pires Antonietti V, Sonnet P, Arnaud-Cormos D, Leveque P, Pulvin S, de Seze R (2016) Effects of 3G cell phone exposure on the structure and function of the human cytochrome P450 reductase.

Bioelectrochemistry 111: 62-69.

Frankrijk

Deze studie onderzocht het effect van blootstelling aan straling van een mobiele telefoon op de structuur en functie van menselijke NADPH-cytochroom P450 reductase (CPR). CPR speelt een sleutelrol in de elektronenoverdracht naar cytochroom P450, wat deelneemt aan een groot aantal oxidatieve metabolische reacties in verschillende organismen van microben tot de mens. Menselijke CPR werd in een incubator gedurende 60 minuten blootgesteld aan 1966 MHz RF-straling in een TEM-cel. Het specifieke absorptie tempo (SAR) was 5W/kg. Conformatiewijzigingen werden opgespoord door middel van tl-spectroscopie van Flavin en tryptofaan residuen en werden onderzocht door middel van circulair dichroïsme, dynamische lichtverstrooiing en micro-elektroforese. Hieruit bleek dat de CPR structuur werd versmald. De cytochroom C reductase activiteit werd gebruikt om de electronenflux door CPR te bestuderen. De Michaelis Menten constante (Km) en de maximale initiële snelheid (Vmax) daalde met 22% vergeleken met de controlegroep. Dit was het gevolg van kleine veranderingen in de tertiaire en secundaire structuur van het eiwit bij 37 ° C.

De relevantie van deze bevindingen is onduidelijk en vraagt om verdere biochemische en in-vivo bevestiging.

Ji Y, He Q, Sun Y, Tong J, Cao Y (2016) Adaptive response in mouse bone-marrow stromal cells exposed to 900-MHz radiofrequency fields: Gamma-radiation-induced DNA strand breaks and repair. J Toxicol Environ Health A 79 (9-10): 419-426

China

Het doel van deze studie was na gaan of een pre-blootstelling aan RF-straling al dan niet adaptieve reacties (AR) in beenmerg stromale cellen (BMSC) van een muis opwekt en om de mechanismen bloot te leggen die ten grondslag liggen aan de waarnemingen. Cellen werden hiervoor blootgesteld aan pre-900 MHz radiofrequenties (120 uW/cm² gedurende 4 u/d en 5 dagen). Sommige cellen werden 4 uur na de laatste blootstelling aan radiogolven ook onderworpen aan 1,5 Gy γ -straling (GR). DNA-intensiteit van DNA-breuken in RF blootgestelde en controlecellen. GR alleen leidde wel tot DNA-schade. RF gevolgd door blootstelling GR leidde tot een aanzienlijk verminderd aantal DNA-breuken en resulteerde in een snellere DNA-herstel kinetiek in vergelijking met GR alleen. De gegevens suggereren dus dat RF vóór blootstelling cellen beveiligt tegen beschadiging als gevolg van blootstelling aan GR. RF-gemedieerde AR leidden ook tot een snellere herstelkinetiek na GR-geïnduceerde schade.

He Q, Sun Y, Zong L, Tong J, Cao Y (2016) Induction of Poly(ADP-ribose) Polymerase in Mouse Bone Marrow Stromal Cells Exposed to 900 MHz Radiofrequency Fields: Preliminary Observations.

Biomed Res Int 2016: 4918691-

China

Het doel van deze studie was te onderzoeken of blootstelling van cellen aan radiofrequenties kan leiden tot verhoogde mRNA van PARP-1 en eiwitniveaus in muis stromale cellen van het beenmerg (BMSCs). BMSCs werden daarom gedurende 5 dagen blootgesteld aan 900 MHz straling (120 uW/cm², 3 uur/dag). PARP-1 mRNA en eiwitniveaus werden onderzocht na 0, 0,5, 1, 2, 4, 6, 8 en 10 uur na blootstelling m.b.v. RT-PCR en Western blot analyses. BMSCs die aan RF-straling waren blootgesteld vertoonden significant verhoogde expressie van PARP-1 mRNA en eiwit niveaus terwijl dergelijke wijzigingen niet in gesimuleerd blootgestelde cellen werden waargenomen. RF-blootstelling is dus in staat PARP-1 te induceren.

Nguyen TH, Pham VT, Nguyen SH, Baulin V, Croft RJ, Phillips B, Crawford RJ, Ivanova EP (2016) The Bioeffects Resulting from Prokaryotic Cells and Yeast Being Exposed to an 18 GHz Electromagnetic Field.

PLoS One 11 (7): e0158135-

Australië & Spanje

Hier werden de effecten van blootstelling van typische vertegenwoordigers van de belangrijkste microbiële taxa een 18 GHz elektromagnetisch velden bestudeerd. *B. catarrhalis*, *K. rosea*, *Streptomyces griseus* en *Saccharomyces cerevisiae* werden onderworpen aan drie opeenvolgende 1 min durende bestralingen van elektromagnetische velden met SAR waarden van ongeveer 5,0 kW kg⁻¹ die resulteerde in een temperatuurstijging van 20° C tot 40° C (bij een verwarmingssnelheid van 20° C per minuut). Vervolgens werden de monsters afgekoeld tot 20° C op ijs (met een snelheid van 10° C per min). De blootstelling aan elektromagnetische velden leidde tot cel permeabilisatie in alle bestudeerde bacteriën en gisten die overigens levensvatbaar bleven. De dosimetrische analyse toonde dat de EMV drempelwaarde die nodig is om de opname van grote (46 nm) nanopsheren te bewerkstelligen tussen de drie en zes EMV doses lag, met een specifiek absorptie tempo (SAR) van 3 kW/kg en 5 kW/kg, afhankelijk van de bacteriële taxa. Er werd gesuggereerd dat de taxonomische groep en lipide compositie de mate van opname van grote nanosferen (46 nm) beïnvloeden. Meerdere 18 GHz EMV blootstellingen gedurende één uur veroorzaakten periodieke abnormale verhogingen van de celgroei van twee stammen *Staphylococcus aureus*, namelijk ATCC 25.923 en CIP

65.8T.

Dit onderzoek betrof duidelijk thermische effecten en is daarom totaal irrelevant m.b.t. de problematiek van de mobiele telefonie.

Xing F, Zhan Q, He Y, Cui J, He S, Wang G (2016) 1800 MHz microwave induces p53 and p53-mediated caspase-3 activation leading to cell apoptosis in vitro.

PLoS One 11 (9): e0163935-

China & Zweden

Muis NIH / 3T3 en menselijke U-87 MG cellen werden blootgesteld aan 1800 MHz elektromagnetische straling met een vermogensdichtheid van 1209 mW/m². Na de RF-blootstelling werden de cellen geanalyseerd op levensvatbaarheid, intracellulaire ROS-productie, DNA-schade, p53 expressie en caspase-3 activiteit. Deze studie toonde aan dat de RF-blootstelling leidt tot aanzienlijk verminderde levensvatbaarheid van NIH / 3T3 en U-87 MG cellen, en een verhoogde caspase-3-activiteit. ROS productie werd waargenomen na 6 en 48 uur in NIH / 3T3-cellen en na 3 uur in U-87 MG cellen. De RF-blootstelling leidde ook tot toegenomen DNA-schade, die aanzienlijk afnam in de aanwezigheid van N-acetyl L-cysteïne (NAC, een antioxidant). De RF-blootstelling verhoogde verder de niveaus van p53 en p53 proteïne expressie, bevorderde afgifte van cytochroom C vanuit de mitochondriën en verhoogde de caspase-3 activiteit. Voorbehandeling met NAC, pifithrin- α (a p53-remmer) en caspase-remmers verminderde de effecten. De resultaten tonen dus aan dat 1800 MHz velden apoptose-gerelateerde gebeurtenissen zoals ROS productie en oxidatieve DNA-schade bevorderen. Dit leidt dan weer tot p53-afhankelijke caspase-3 activatie door de afgifte van cytochroom C door de mitochondriën.

Kim JY, Kim HJ, Kim N, Kwon JH, Park MJ (2016) Effects of radiofrequency field exposure on glutamate-induced oxidative stress in mouse hippocampal HT22 cells.

Int J Radiat Biol , in press.

Korea

Het effect van RF-straling werd onderzocht op glutamaat-geïnduceerde oxidatieve stress in muis hippocampale neuronale HT22 cellen. De cel overleving werd gemeten via de MTT en trypan blauw exclusie tests. De celcyclus distributie, celdood en ROS productie werden geanalyseerd met behulp van flowcytometrie. Eiwitexpressie werd geanalyseerd m.b.v. Western blot. De blootstelling aan RF alleen had een marginaal effect op de celproliferatie maar leidde tot een aanzienlijk verhoogde glutamaat-geïnduceerde cytotoxiciteit in HT22 cellen. Glutamaat induceerde ROS productie en RF-blootstelling leidde tot een verdere opregulatie. N-acetylcysteïne (NAC) onderdrukte volledig de glutamaat en RF-geïnduceerde ROS productie, gevolgd door celdood en herstelde celproliferatie in HT22 cellen. Gglutamaat gefosforyleerd c-Jun-N-terminale kinase (JNK) en RF bestraling verhoogde dit effect verder. Behandeling met NAC en remmers van JNK verminderde respectievelijk JNK fosforylatie en herstelde de celproliferatie. Deze studie toonde aan dat blootstelling aan RF de glutamaat-geïnduceerde cytotoxiciteit verhoogt door verdere toename van de ROS productie in HT22 cellen in de hand te werken.

Kayhan H, Esmekaya MA, Saglam AS, Tuysuz MZ, Canseven AG, Yagci AM, Seyhan N (2016) Does MW Radiation Affect Gene Expression, Apoptotic Level, and Cell Cycle Progression of Human SH-SY5Y Neuroblastoma Cells?

Cell Biochem Biophys 74 (2): 99-107

Turkije

In deze studie werden de effecten van 2,1 GHz microgolfstraling onderzocht op apoptotische activiteit, levensvatbaarheid van de cellen en voortgang van de celcyclus in menselijke SH-SY5Y neuroblastoomcellen. SH-SY5Y cellen werden blootgesteld aan 2,1 GHz W-CDMA gemoduleerde MW straling gedurende 24 uur bij een specifieke absorptie van $\sim 0,35$ W/kg. De apoptotische activiteit van cellen werd gemeten via annexine-V-FITC en propidium iodide kleuring. Bovendien werden ook de mRNA niveaus van proliferatieve en celcyclus eiwitten bepaald m.b.v. real-time RT-PCR. Verandering in celcyclusprogressie werd nagegaan met CycleTest-DNA Plus reagens. Er werden geen significante verandering waargenomen in apoptotische activiteit van RF-blootgestelde cellen in vergelijking met controle cellen. De mRNA-niveaus van c-myc en cycline D1 werden significant verminderd in de RF-blootgestelde groep. RF-straling veroorzaakt celcyclus arrest in G1-fase. De resultaten toonden aan dat 2,1 GHz W-CDMA gemoduleerde MW-straling geen apoptotische celdood veroorzaakte maar wel leidde tot veranderde progressie van de celcyclus.

Nakatani-Enomoto S, Okutsu M, Suzuki S, Suganuma R, Groiss SJ, Kadowaki S, Enomoto H, Fujimori K, Ugawa Y (2016) Effects of 1950 MHz W-CDMA-like signal on human spermatozoa.

Bioelectromagnetics 37 (6): 373-381

Japan & Duitsland

In dit onderzoek werden de effecten van een 1 uur durende blootstelling aan een 1950 MHz W-CDMA-achtig elektromagnetisch veld met specifieke absorptiewaarden van 2,0 of 6,0 W/kg bestudeerd op menselijke zaadcellen (sperma motiliteit en kinetische variabelen). Hiervoor werd een computer ondersteunde sperma analyzer gebruikt. Het percentage van 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG) positieve spermatozoa werd ook bepaald met flowcytometrie teneinde schade aan het DNA te evalueren. Er werden geen significante verschillen waargenomen tussen de RF-blootstelling en gesimuleerde blootstelling in de beweeglijkheid van de zaadcellen, kinetische variabelen, of 8-OHdG niveaus. Er werd aldus besloten dat een 1 uur durende W-CDMA-achtige blootstelling onder geconditioneerde omstandigheden niet leidt tot detecteerbare effecten op normale menselijke spermatozoa. Verschillen in blootstelling aan zonlicht, luchtvochtigheid, temperatuur, achtergrond eigenschappen van het sperma, en de leeftijd van de donoren worden als reden aangegeven voor inconsistenties van deze resultaten met verscheidene eerder gerapporteerde studies.

Safian F, Khalili MA, Khoradmehr A, Anbari F, Soltani S, Halvaei I (2016) Survival assessment of mouse preimplantation embryos after exposure to cell phone radiation.

J Reprod Infertil 17 (3): 138-143

Iran

Een totaal van 40 BALB/c muizen (20 van elk geslacht, 6 weken oud en geslachtsrijp) werden in deze studie gebruikt. De eierstokken werden verwijderd en de zygoten werden de ochtend na de paring ontleed. Vervolgens werd 2-cellige embryo's blootgesteld aan 900-1800 MHz RF-velden gedurende vier dagen (30 min/dag in kweek bij 37° C). De kwaliteit van de embryo's werd dagelijks geregistreerd en fluorescerende kleuring werd gebruikt voor de identificatie van levensvatbare blastocysten. Het percentage van embryo-overleving in het blastocysten stadium was vergelijkbaar in beide groepen. Het percentage dode embryo's in de 2-cellig stadium was echter significant hoger in de RF-blootgestelde groep in vergelijking met de controles. De cel levensvatbaarheid nam ook

aanzienlijk af in de blastocysten van de RF-blootgestelde groep. De normale embryonale ontwikkeling tot het blastocyst stadium geeft aan dat RF-blootstelling vaak niet nadelig effect op de ontwikkeling van het embryo heeft bij muizen, maar dat die wel leidt tot verlies van levensvatbaarheid van de blastocysten.

Shahin-Jafari A, Bayat M, Shahhosseiny MH, Tajik P, Roudbar-Mohammadi S (2016) Effect of long-term exposure to mobile phone radiation on alpha-Int1 gene sequence of Candida albicans. Saudi J Biol Sci 23 (3): 426-433

Iran

De studie bestudeerde de mutagene effecten van langdurige blootstelling aan 900 MHz straling op de alpha-Int1 gensequenties van *Candida albicans*. Een standaard 900 MHz stralingsgenerator werd hiervoor gebruikt. Een stock suspensie (10 ml) van *C. albicans* werden overgebracht in 10 polystyreen buisjes waarvan er vijf werden blootgesteld aan een vaste vermogen dichtheid bij 4° C en dit gedurende 10, 70, 210, 350 en 490 uur. De overige 5 buisjes werden ver genoeg van de stralingsbron gehouden. Er werden geen mutaties in het gen waargenomen na de blootstelling van de gistcellen onder bovengenoemde voorwaarden. Een langdurige blootstelling leidde niet tot een mutageen effect van alfa- Int1 gen sequentie.

Het artikel vermeldt het gebruik van een (900 MHz) stralingsgenerator met maximum output vermogen van 900 mW maar geeft geen verder informatie over vermogens, SAR of andere noodzakelijke parameters.

Haas AJ, Le Page Y, Zhadobov M, Boriskin A, Sauleau R, Le Drean Y (2016) Impact of 60-GHz millimeter waves on stress and pain-related protein expression in differentiating neuron-like cells. Bioelectromagnetics 37 (7): 444-454

Frankrijk

Neuroscreen-1 cellen werden blootgesteld aan microgolffstraling van 60,4 GHz met een incident vermogensdichtheid van 10 mW / cm². Immunocytochemische analyses werden uitgevoerd na 24 uur. De resultaten toonden geen effect van de blootstelling aan in eiwitexpressies van HSP70, TRPV1, TRPV2 en P2 × 3. Expressie van de bestudeerde merkers was bovendien in geen enkele specifieke cel subpopulaties anders dan deze van de controle cel populaties. Enkele waargenomen kleine veranderingen gerelateerd aan thermische effect.

IN VIVO

Boga A, Emre M, Sertdemir Y, Uncu I, Binokay S, Demirhan O (2016) Effects of GSM-like radiofrequency irradiation during the oogenesis and spermiogenesis of *Xenopus laevis*.

Ecotoxicol Environ Saf 129: 137-144

Turkije

In deze studie werd het effect van GSM-achtige radiofrequente elektromagnetische straling op de oögenese en spermiogenese van *Xenopus laevis* geëvalueerd. Verschillende experimenten werden

uitgevoerd om mogelijke teratogene effecten en sterfte, de groei en het gedrag op de eerste generatie embryo's te bepalen. Volwassenen kikkers van beide geslachten werden blootgesteld aan 900 MHz RF-velden (1,0 W/kg) gedurende 8 uur per dag en dit gedurende een periode van 5 weken. Er werd een effect gevonden op de frequentie van abnormale en dode embryo's en het nageslacht van vrouwelijke volwassen dieren die aan RF-EMV werden blootgesteld tijdens de oögenese vertoonden een agressiever gedrag in vergelijking met de controlegroep. Volgens de auteurs kan straling van mobiele telefoons daarom leiden tot schadelijke effecten in mannelijke en vrouwelijke voortplantingscellen de mens.

Sirav B, Seyhan N (2016) Effects of GSM modulated radio-frequency electromagnetic radiation on permeability of blood-brain barrier in male & female rats.

J Chem Neuroanat 75, Part B: 123-127.

Turkije

Mannelijke en vrouwelijke ratten werden blootgesteld aan straling met een frequentie van 900 MHz (4,96 V / m, SAR = 0,02 W/kg worst case) of 1800 MHz (4,7 W / kg, SAR = 0,02 W/kg worst case). Bij mannelijke ratten leidde blootstelling aan de velden tot een aanzienlijk verhoogde permeabiliteit van de bloed-hersenbarrière in vergelijking met de controlegroep. Bij vrouwelijke ratten resulteerde alleen de blootstelling aan 900 MHz velden in een significant verhoogde permeabiliteit van de bloed-hersenbarrière in vergelijking met de controlegroep. Volgens de auteurs kan een blootstelling van ratten aan elektromagnetische velden van 900 MHz of 1800 MHz de permeabiliteit van de bloed-hersenbarrière verhogen en kunnen geslacht specifieke verschillen optreden.

Deze studie komt tot totaal andere besluiten dan de evaluaties van internationale expertgroepen en andere experts in het domein. Die geven immers steeds aan dat een verstoring van de bloed-hersenbarrière alleen mogelijk is in geval van hoge blootstelling die het gevolg is van onmiskenbare thermische effecten.

Gustavino B, Carboni G, Petrillo R, Paoluzzi G, Santovetti E, Rizzoni M (2016) Exposure to 915 MHz radiation induces micronuclei in Vicia faba root tips.

Mutagenesis 31 (2): 187-192

Italië

Tuinboon zaailingen (*Vicia faba*) werden aan 915 MHz elektromagnetische velden blootgesteld (72h, CW) waarna mogelijke genotoxische effecten werden onderzocht. Zaailingen werden hiervoor verdeeld in verschillende groepen: blootstelling aan een 1,5 W vermogensdichtheid: $\sim 23 \text{ W/m}^2$, 2,3 W: $\sim 35,2 \text{ W/m}^2$, en 3 W: $\sim 46 \text{ W/m}^2$. De specifieke absorptietempo's (SAR) schommelden tussen de 0.4 en 1.5W /kg. Drie onafhankelijke experimenten werden uitgevoerd en in elk experiment werden 15 worteltips en 5000 cellen/tip in elke groep onderzocht door verschillende operators. De micronucleus frequentie was significant verhoogd in alle straling blootgestelde groepen in vergelijking met de groep schijnblootstelling. De hoogste waarde werd gemeten op het hoogste niveau van blootstelling met een 7-voudige hogere waarde dan in de groep met schijnblootstelling. De auteurs besluiten hieruit dat blootstelling van zaailingen van de tuinboon (*Vicia faba*) aan een 915 MHz elektromagnetisch veld genotoxische effecten hebben.

Vian A, Davies E, Gendraud M, Bonnet P (2016) Plant Responses to High Frequency Electromagnetic Fields.

Biomed Res Int 2016: 1830262

Frankrijk

Hoogfrequent niet ioniserende elektromagnetische velden kunnen specifieke reacties oproepen in planten die veel overeenkomsten vertonen met deze die worden waargenomen na een andere stress situatie. Talrijke metabolische activiteiten worden gewijzigd na een laagvermogen hoogfrequent blootstelling (zoals het ROS-metabolisme, α - en β -amylase, de Krebs cyclus, de pentose fosfaat route, de chlorofyl gehalten, terpeen emissie, enz.). Ook de genexpressie was veranderd (calmoduline, calcium afhankelijke eiwitkinase en proteïnase inhibitor), en er werd een verminderde groei waargenomen. Deze veranderingen doen zich niet alleen voor in de weefsels die onmiddellijk aan de straling blootstaan maar ook systemisch in verre weefsels. Ondanks al deze veranderingen besloten de auteurs dat deze niet ioniserende hoogfrequentie elektromagnetische straling niet tot schade leidt, al roept ze wel gemakkelijk veranderingen op in de stofwisseling van de plant.

Veranderingen als gevolg van (andere) stresssituaties zijn niet noodzakelijkerwijs schadelijk en wijzen eerder op een normale reactie op een externe stimulus die het organisme tegen verdere, misschien meer verwoestende, ingrepen voorbereiden. Dergelijke reacties zijn derhalve niet alleen normaal maar ook totaal onschadelijk en eigenlijk erg gunstig.

Bouji M, Lecomte A, Gamez C, Blazy K, Villegier AS (2016) Neurobiological effects of repeated radiofrequency exposures in male senescent rats.

Biogerontology 17 (5-6): 841-857

Frankrijk

In deze studie werd het mogelijke effect van blootstellingen aan mobiele telefoon RF-EMV onderzocht op ouderdom gerelateerde neurobiologische tekorten. Hiertoe werd de kop van oude (22-24 maanden) en jonge (4-6 maanden) volwassen mannelijke ratten blootgesteld aan RF-EMV (900 MHz, SAR = 6 W/kg, 45 min/dag, gedurende 1 maand). Metingen werden uitgevoerd m.b.t. het ruimtelijk geheugen, het emotioneel geheugen en angst-gerelateerde gedrag, de locomotorische activiteit, interleukinen (IL) -1β en 6, glia fibrillaire zuureiwit en corticosteron. De resultaten toonden aan dat de typische ouderdom gerelateerde neurobiologische tekorten niet worden gewijzigd door RF-EMV blootstellingen. Deze studie heeft de hypothese van een bepaalde cerebrale kwetsbaarheid voor RF-EMV tijdens het ouder worden niet ondersteund.

McNamee JP, Bellier PV, Konkle AT, Thomas R, Wasoontarajaroen S, Lemay E, Gajda GB (2016) Analysis of gene expression in mouse brain regions after exposure to 1.9 GHz radiofrequency fields. Int J Radiat Biol: 1-13 (in press)

Canada, USA, Thailand

In deze studie werd het effect van 1,9 GHz radiofrequentie straling op de genexpressie in verschillende discrete hersengebieden in muizen met behulp van gehele genoom microarray analyse bestudeerd. Volwassen mannelijke C57BL / 6 muizen werden daarvoor aan 1,9 GHz puls gemoduleerde of continue RF-velden blootgesteld gedurende 4 per dag en 5 opeenvolgende dagen. De gemiddelde lichaams-SAR was 0 (schijn), $\sim 0,2$ W/kg en ~ 1.4 W/kg. Totaal RNA werd geïsoleerd uit de auditieve cortex, amygdala, caudate, cerebellum, hippocampus, de hypothalamus, en de mediale prefrontale cortex en differentiële genexpressie werd bepaald met Illumina MouseWG-6 (v2) BeadChip arrays. De validatie van potentieel reagerende genen werd uitgevoerd m.b.v. RT-PCR. Er werd, binnen de blootstellingsomstandigheden en de beperkingen van het onderzoek, geen overtuigend bewijs gevonden voor consistente veranderingen in genexpressie na de 1.9 GHz

blootstelling.

Banerjee S, Singh NN, Sreedhar G, Mukherjee S (2016) Analysis of the Genotoxic Effects of Mobile Phone Radiation using Buccal Micronucleus Assay: A Comparative Evaluation. J Clin Diagn Res 10 (3): ZC82-ZC85

India

Geringe (minder dan 5 jaar en minder dan 3 uur per week) en frequente mobiele telefoongebruikers (meer dan 5 jaar en meer dan 10 uur per week) werden in de studie betrokken. De micronucleus test werd uitgevoerd op buccale mucosa cellen die werden gecollecteerd aan dezelfde kant als deze waar de proefpersoon zijn mobiele telefoons houdt. Er werd een significante toename van het gemiddelde aantal micronuclei in frequente GSM-gebruikers waargenomen in vergelijking met de frequentie die in geringe mobiele telefoongebruikers werd opgetekend.

Het gemiddelde aantal micronuclei was ook significant hoger in personen die geen headset (oortje) gebruikten in vergelijking met deze die dat wel deden. Het hoogste aantal micronuclei werd gevonden bij gebruikers zonder headset, die klaagden over de warmte rond het oor. Er werden geen significante verschillen gevonden tussen GSM en CDMA-gebruikers.

De auteurs concluderen dat langdurige blootstelling aan mobiele telefoons genotoxische effecten veroorzaakt in cellen van het mondslijmvlies en dat het gebruik van koptelefoons deze effecten kunnen verminderen.

Shirai T, Wang J, Kawabe M, Wake K, Watanabe SI, Takahashi S, Fujiwara O (2016) No adverse effects detected for simultaneous whole-body exposure to multiple-frequency radiofrequency electromagnetic fields for rats in the intrauterine and pre- and post-weaning periods.

J Radiat Res, in press.

Japan

Om de mogelijke negatieve gevolgen van multifrequente RF elektromagnetische velden te evalueren, werd een experiment uitgevoerd waarbij zwangere ratten en hun nakomelingen die tegelijkertijd werden blootgesteld aan acht verschillende elektromagnetische velden (twee van de 800 MHz band, twee van de 2 GHz band, een van de 2,4 GHz band, twee van de 2,5 GHz band en één van 5,2 GHz band). Afgezien van een controlegroep (schijnblootgestelden) was er telkens een hoog en laag blootgestelde groep. De moeder ratten werden over het hele lichaam blootgesteld aan de RF EMV gedurende 20 uur per dag, vanaf dag 7 tot het spenen en de F1 nakomelingen werden vervolgens 6 weken lang blootgesteld (ook 20 uur per dag). Er werden geen abnormale effecten waargenomen bij de moederdieren of F1 en F2 nakomelingen m.b.t. elk van de geëvalueerde parameters (groei, zwangerschap, gewicht van de organen, de overlevingskansen, ontwikkeling, groei, fysische en functionele ontwikkeling, geheugenfunctie, en reproductieve vermogen van de F1-generatie, en de embryotoxiciteit en teratogeniciteit in de F2-ratten). De acht verschillende communicatiesignalen met frequentie tussen 800 MHz en 5,2 GHz hadden dus geen nadelige effecten op de zwangerschap of de ontwikkeling van ratten.

Barthelemy A, Mouchard A, Bouji M, Blazy K, Puigsegur R, Villegier AS (2016) Glial markers and emotional memory in rats following acute cerebral radiofrequency exposures.

Environ Sci Pollut Res Int, in press.

Frankrijk & Libanon

Er bestaat bezorgdheid betreffende de mogelijke cerebrale effecten van radiofrequente

elektromagnetische velden (RF EMF). Deze studie had als doel na te gaan of neuronale schade en functionele beperkingen kunnen worden gerelateerd aan hoge SAR-geïnduceerde astrogliosis. Daarenboven werd ook het niveau van bèta amyloïde 1-40 ($A\beta$ 1-40) peptide onderzocht als mogelijke merker voor toxiciteit. Mannelijke Sprague Dawley ratten werden blootgesteld gedurende 15 minuten aan straling vermogens van 0, 1,5 of 6 W/kg, of 45 min aan 6 W/kg (900 MHz). Deze studie bevestigde eerdere studies waaruit blijkt dat RF EMV geïnduceerde astrogliosis functionele gevolgen heeft op het geheugen.

Mugunthan N, Shanmugasamy K, Anbalagan J, Rajanarayanan S, Meenachi S (2016) [details] Effects of Long Term Exposure of 900-1800 MHz Radiation Emitted from 2G Mobile Phone on Mice Hippocampus- A Histomorphometric Study. J Clin Diagn Res 10 (8): AF01-AF06

Neonatale muizen werden verdeeld in verschillende groepen (n= 6 elk): blootstelling aan de elektromagnetische velden (900-1,800 MHz) gedurende 30 dagen, 60 dagen, 90 dagen, 120 dagen, 150 dagen en 180 dagen (gedurende 2 minuten om de 30 minuten, gedurende 12 uur per dag). De SAR was 1,69 W/kg. Elke blootstellingsgroep werd vergezeld van een eigen schijn blootgestelde groep (n = 6 muizen elk). De muizen werden 24 uur na blootstelling gedood waarna effecten op het neurologische systeem werden onderzocht. De gemiddelde dichtheid van neuronen was significant afgenomen in de hippocampus regio's CA1, CA2 en DGDB, en sterk toegenomen in CA3 en DGVB regio's van dieren van alle blootstelling groepen in vergelijking met respectieve schijn blootgestelde dieren. De CA3 regio in groep 2 was de enige uitzondering vermits daar geen significante verschillen werden gevonden. De gemiddelde diameter van nucleaire neuronen was significant verminderd in alle regio's van de hippocampus in alle blootgestelde dieren t.o.v. de gesimuleerd blootgestelde dieren. De auteurs besluiten dat chronische blootstelling van muizen aan 900-1800 MHz elektromagnetisch velden de dichtheid en de nucleaire diameter van neuronen in de hippocampus verminderen.

Petitdant N, Lecomte A, Robidel F, Gamez C, Blazy K, Villegier AS (2016) Cerebral radiofrequency exposures during adolescence: Impact on astrocytes and brain functions in healthy and pathologic rat models. Bioelectromagnetics 37 (5): 338-350 Frankrijk

Hier werden ratten gebruikt om te beoordelen of de reactiviteit van astrocyten en de perceptie en emotionaliteit worden beïnvloed door RF EMV gedurende de adolescentie. Tevens werd onderzocht of hersenen van adolescenten na neurologische inflammatie gevoeliger zijn voor RF EMV-blootstelling. Hiervoor werden 80 $\mu\text{g}/\text{kg}$ intraperitoneale injecties van lipopolysacchariden tijdens zwangerschap, of 1,25 $\mu\text{g}/\text{u}$ intra-cerebrale ventriculaire infusies tijdens de adolescentie toegediend. Ratten werden vanaf postnatale dag (P) 32-62 onderworpen aan 45 min RF EMV-blootstelling van de hersenen (SAR: 0, 1,5 of 6 W/kg, 5 dagen/week). Vanaf P 56, werden ze getest op de perceptie van nieuwheid, angstig gedrag en emotioneel geheugen. Om astrocytaire reactiviteit te beoordelen, werden gliale fibrillaire zuur eiwitten gemeten op P 64. De resultaten toonden geen enkele neurobiologische stoornis aan in gezonde en kwetsbare RF-EMV- blootgestelde ratten in vergelijking met hun schijn blootgestelde controles. Deze gegevens ondersteunen dus de hypothese van een specifiek cerebrale gevoeligheid voor RF EMV van adolescenten niet, zelfs niets na een neurologische ontsteking.

Xu F, Bai Q, Zhou K, Ma L, Duan J, Zhuang F, Xie C, Li W, Zou P, Zhu C (2016) Age-dependent acute interference with stem and progenitor cell proliferation in the hippocampus after exposure to 1800 MHz electromagnetic radiation.

Electromagn Biol Med: 1-9

China

Om de effecten van blootstelling aan een 1800 MHz elektromagnetisch veld op celdood en celproliferatie in ontwikkelende hersenen te bestuderen werden postnatale dag 7 (P7) en P21 gezonde Kunming muizen at random ingedeeld in experimentele en controlegroepen. De experimentele groepen werden blootgesteld aan een 1800 MHz elektromagnetisch veld gedurende 8 uur per dag gedurende drie opeenvolgende dagen. Volgens de bevindingen werd besloten dat de RF-bestraling leidt tot interferentie met de stamcelproliferatie en dat die afhankelijk is van het ontwikkelingsstadium van de hersenen.

Kim M, Kim KE, Jeong SW, Hwang SW, Jo H, Lee J, Cho D, Park HJ (2016) Effects of the ultra-high-frequency electrical field radiofrequency device on mouse skin: a histologic and molecular study. Plast Reconstr Surg 138 (2): 248e-255e

Korea

Radiofrequentie technologie is een van de meest recent ontwikkelde procedures voor niet-invasieve huidverstrakking en gezichtscontouren, en werkt via het genereren van thermische energie in de diepe dermis. De auteurs onderzochten de histologische effecten van een ultra-hoogfrequente elektrische veld (40,68 MHz), opgewerkt door een specifiek apparaat (Polargen) op de remodellering van collageen in de huid van haarloze muizen. Het verantwoordelijke moleculaire mechanisme werd ook onderzocht.

Radiofrequente straling werd driemaal per week aangebracht op de dorsale huid van haarloze muizen gedurende 2 weken. Op dag 21 na de eerste behandeling werden behandelde huid en onbehandelde controle huidmonsters uitgesneden voor analyse van semi kwantitatieve histologische kenmerken, zoals collageen. De auteurs onderzochten ook de mRNA-expressie van collageen type 1, transformerende groeifactor (TGF) - β , matrix metalloproteïnase-1, vasculaire endotheliale groeifactor, tumornecrosefactor- α en interleukine-1. Histologisch onderzoek toonde epidermale hyperplasie, verhoogde collageen vlekken, en vet atrofie in behandelde huid vergeleken met de niet behandelde huid aan. Verder werden de mRNA-expressie van collageen type I, TGF- β en vasculaire endotheliale groeifactor na behandeling met RF-significant verhoogd in vergelijking met die in huid afkomstig van onbehandelde controlegebieden. Deze resultaten suggereren dat het toestel de vervanging van onderhuids vetweefsel door nieuw collageen in associatie met verhoogde mRNA niveaus in TGF- β en vasculaire endotheliale groeifactor kan vergemakkelijken. Daarom kan dit apparaat effectief vetweefsel doen verminderen en de gezichtscontouren en huidverstrakking in de hand werken.

Dit onderzoek houdt geen verband met de mobiele telefoon technologie en betreft hoge, thermische blootstelling.

Stasinopoulou M, Fragopoulou AF, Stamatakis A, Mantziaras G, Skouroliakou K, Papassideri IS, Stylianopoulou F, Lai H, Kostomitsopoulos N, Margaritis LH (2016) Effects of pre- and postnatal exposure to 1880-1900 MHz DECT base radiation on development in the rat.

Reprod Toxicol 65: 248-262

griekenland & USA

Om de effecten van draadloze 1880-1900MHz (DECT) straling op de foetale en postnatale ontwikkeling te evalueren, werden Wistar ratten tijdens de zwangerschap blootgesteld aan een gemiddelde elektrische veldsterkte van 3,7 V/m, 12h/dag. Na de bevalling, werd een groep van dieren en nakomelingen op dezelfde manier blootgesteld gedurende een ander periode van 22 dagen. Controles werden schijn blootgesteld. De resultaten toonden aan dat blootstelling aan DECT straling van een basisstation leidt tot verhoging van de hartslag in de embryo's op de 17e dag van de zwangerschap. Bovendien werden belangrijke wijzigingen van somatometrische kenmerken van de pasgeborenen opgemerkt. Piramidale cel verlies en over-expressie van glia-fibrillaire zuur eiwitten (GFAP) werden gedetecteerd in de regio CA4 van de hippocampus van de 22-dagen oude pups die zowel pre- als postnataal werden bestraald. Veranderingen in de integriteit van de hersenen bij de 22 dagen oude pups zouden in verband kunnen worden gebracht met ontwikkelingsveranderingen gedurende de foetale periode.

Yilmaz A, Tumkaya L, Akyildiz KA, Kalkan Y, Bodur AF, Sargin F, Efe H, Uydu HA, Yazici ZA (2016)

Lasting hepatotoxic effects of prenatal mobile phone exposure.

J Matern Fetal Neonatal Med, in press

Turkije

In deze studie werden de levers bestudeerd van ratten die werden geboren uit moeders die aan elektromagnetische velden werden blootgesteld. Zwangere ratten werden hiervoor blootgesteld aan 900 MHz straling (24 uur/dag gedurende 20 dagen) vanaf een digitale signaalgenerator die midden onder de kooi werd geplaatst. Onbehandelde ratten dienden als controles. Lever en bloed werden 60 dagen na de geboorte onderzocht met behulp van biochemische en histopathologische analyses. Er werd een significante toename waargenomen van malondialdehyde (MDA) die gepaard ging met een significante daling van glutathion (GSH) in de lever. De serumniveaus van alanine aminotransferase (ALT) en aspartaat aminotransferase (AST) waren ook aanzienlijk toegenomen. De leversecties van de EMF groep vertoonden intense degeneratie in hepatocyten met eosinofiele cytoplasmatische structuren, pyknotische kernen en fibrose. Uit dit onderzoek blijkt dus dat de intrauterine schadelijke effecten van elektromagnetische velden op de lever van ratten blijven voortbestaan in de adulte rat.

Nirwane A, Sridhar V, Majumdar A (2016) [details] Neurobehavioural Changes and Brain Oxidative Stress Induced by Acute Exposure to GSM900 Mobile Phone Radiations in Zebrafish (Danio rerio).

Toxicol Res 32 (2): 123-132

India

De effecten van 900 MHz elektromagnetisch velden (GSM) werden onderzocht in de Zebra vis. Meer bepaald werden de effecten op het gedrag en oxidatieve stress in de hersenen en de invloed van melatonine bestudeerd. Zebra visen werden hiertoe verdeeld in 3 groepen: RF-blootgestelde dieren, 2) dieren die gelijktijdig blootgesteld werden aan het elektromagnetische veld en melatonine (100 nM) en een controlegroep. De RF-blootstelling was 1 uur/dag gedurende 14 dagen bij een SAR van 1,34 W/kg. Alle onderzochte parameters (cognitieve en gedragsmatige eindpunten en oxidatieve stress in de hersenen) waren significant verschillend in de blootgestelde groep in vergelijking met de controlegroep. De auteurs besloten dat een 900 MHz blootstelling het gedrag van de zebra vis kan veranderen en leiden tot verhoging van oxidatieve stress in de hersenen. Melatonine zou deze effecten kunnen verminderen en zou daarom veelbelovend zijn als therapeutische middel.

Tsybulin O, Sidorik E, Kyrlyenko S, Yakymenko I (2016) [details] Monochromatic red light of LED protects embryonic cells from oxidative stress caused by radiofrequency radiation
Oxid Antioxid Med Sci 5 (1): 21-27

Deze studie onderzocht de effecten van blootstelling van Japanse kwartel embryo's aan een 900 MHz elektromagnetische velden (GSM) op oxidatieve stress en het beschermende effect van monochromatische rood LED-licht. Hiertoe werd een groep embryo's in ovo blootgesteld aan GSM 900 MHz (14 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$; SAR = 0,17 mW/kg, voor en tijdens de eerste uren van incubatie). Een tweede groep embryo's werd blootgesteld aan hetzelfde stralingsregime maar nu in aanvulling van blootstelling aan rood LED licht (Amax = 630-650 nm; I = 0,1 mW/cm²; t = 180 seconden; discontinu). De embryo's van de eerste en tweede groepen waren in ovo bestraald gedurende 120 uur (5 dagen) voor de incubatie.

Een derde groep embryo's diende als controle. De studie had betrekking op de snelheid van de somitogenese, het niveau van lipideperoxidatie, de activiteit van superoxide dismutase (SOD) en katalase in de weefsels van 38-u embryo's. Rood licht van de LED-blootstelling resulteerde in een statistisch significante omkering van de snelheid van de somitogenese die na RF-bestraling was geminderd. Het leidde ook tot een terugkeer van aanzienlijk verhoogde lipide peroxidatie en verlaagde catalase activiteit in weefsels van RFR-blootgestelde embryo's. Ook de in vitro significante daling van Sde OD en catalase activiteiten na kortdurende blootstelling aan RF-straling werd gedeeltelijk tenietgedaan door de LED-behandeling. Er werd besloten dat het rode licht van LED-lampen de embryonale cellen kan beschermen tegen de oxidatieve stress die door lage intensiteit RF-blootstelling wordt veroorzaakt.

Erdem Koc G, Kaplan S, Altun G, Gümüş H, Gülsüm Deniz O, Aydın I, Emin Onger M, Altunkaynak Z (2016) Neuroprotective effects of melatonin and omega-3 on hippocampal cells prenatally exposed to 900 MHz electromagnetic fields.

Int J Radiat Biol 92 (10): 590-595

Turkije

Zwangere ratten werden ingedeeld in de volgende groepen (n= 3): 1) blootstelling aan het elektromagnetisch veld, 2) blootgesteld aan het elektromagnetische veld + melatonine injecties (50 mg /kg /dag), 3) blootstelling aan elektromagnetische veld + voeding met omega-3 pellets (10% van de voeding), 4) melatonine behandeling, 5) omega-3 behandeling, 6) schijn blootgestelde groep, 7) onbehandelde controlegroep. Na de geboorte werden 2 mannelijke ratten van elke moeder (totaal van n = 6 per groep) verder grootgebracht gedurende 28 dagen zonder blootstelling en vervolgens onderzocht. Het elektromagnetische veld was 900 MHz CW, 1 mW/cm² gemiddelde ($\pm 0,4$ mW/cm²) en een SAR van 2 W/kg piekwaarde. De blootstelling werd beperkt tot het hoofd van de moeders en de duur van de blootstelling was 1 uur/dag van de 1ste tot de 21ste dag van de dracht.

Het totale aantal neuronen in de hippocampus was significant lager na de blootstelling (groep 1) in vergelijking met alle andere groepen, met uitzondering van groep 5 (omega-3 behandeling). De auteurs besloten dat prenatale blootstelling van ratten aan een 900 MHz elektromagnetisch veld leidt tot neurotoxische effecten in hippocampus cellen en dat melatonine en omega-3 een beschermend effect kunnen hebben.

Aangezien alleen de kop van moeders werd blootgesteld aan het elektromagnetische veld en er geen dosimetrie werd uitgevoerd op de foetussen is een prenatale blootstelling van het nageslacht onbegrijpelijk.

Furelos AL, Vidal JM, Sanchez AA, Pena FJ, Martin ME (2016) Evidence of cellular stress and

caspase-3 resulting from a combined two-frequency signal in the cerebrum and cerebellum of Sprague-Dawley rats.

Oncotarget 7 (40): 64674-

Spanje

In deze studie werden effecten onderzocht in de cerebrale of cerebellaire hemisferen van ratten die in vivo aan gecombineerde niet thermische elektromagnetisch velden (signalen bij 900 en 2450 MHz) werden blootgesteld. Veertig ratten werden verdeeld in vier groepen van 10 die afzonderlijk al dan niet gedurende één of twee uur werden blootgesteld aan straling in een GTEM-kamer. Vierentwintig uur na de blootstelling aan gecombineerde of niet gecombineerde straling werden significante verschillen bij hogere SAR niveaus aangetoond in HSP 90 en HSP 70, maar niet caspase 3 niveaus in tussen de hemisferen van de cerebrale cortex. Significante verschillen in HSP 90, 70 en caspase-3 niveaus werden ook waargenomen in de cerebellaire hemisferen van dieren die waren blootgesteld aan één enkele (niet gecombineerde) RF-bestraling en hogere SAR. De geabsorbeerde energie en/of biologische effecten van gecombineerde signalen bleken niet additief wat suggereert dat meerdere signalen opzenuwweefsel inwerken via een verschillend mechanisme.

Kim JH, Huh YH, Kim HR (2016) Induction of Autophagy in the Striatum and Hypothalamus of Mice after 835 MHz Radiofrequency Exposure.

PLoS One 11 (4): e0153308

Korea

Mannelijke, 6 weken oude C57BL / 6 muizen werden blootgesteld aan radiofrequente velden van 835 MHz met een specifieke absorptie waarde (SAR) van 4,0 W/kg gedurende 5 uur/dag gedurende 4 en 12 weken. De muizen werden willekeurig verdeeld in twee groepen (n= 5 per groep): (i) schijn controlegroep gedurende 4 weken, (ii) 835 MHz RF-blootgestelde groep 4 weken, (iii) schijn controlegroep gedurende 12 weken (iv) 835 MHz RF-blootgestelde groep gedurende 12 weken. Biologische effecten op de hersenen van muizen werd onderzocht met verschillende moleculaire methoden. Er werd aangetoond dat autofagie kan geïnduceerd worden in striatum en hypothalamus na blootstelling van de muizen aan de 835 MHz RF-velden met merkbare verhoogde expressie van autofagocytische genen en eiwitten (b.v. LC3B-II). Autofagosomen worden gevormd in neuronale cel organen van de hypothalamus en striatum regio's. Deze resultaten kunnen inzicht geven in de aanpassing aan stress en verdere beschermende mechanismen in neuronen tegen de door RF-EMV-veroorzaakte stress. Deze kunnen van belang zijn bij het handhaven van de normale hersenfuncties en gedrag.

Chauhan P, Verma HN, Sisodia R, Kesari KK (2016) Microwave radiation (2.45 GHz)-induced oxidative stress: Whole-body exposure effect on histopathology of Wistar rats.

Electromagn Biol Med, in press.

India & Finland

Het doel van deze studie was om het effect van 2,45 GHz microgolfstraling te bestuderen op de histologie en het lipide peroxide (LPO) niveau in Wistar ratten. Zestig dagen oude mannelijke Wistar-ratten werden hiertoe verdeeld in twee groepen: schijn blootgestelde (controle) en microgolf blootgestelde dieren. De dieren werden blootgesteld gedurende een periode van 2 uur per dag gedurende 35 dagen en dit aan 2,45 GHz microgolfstraling met een vermogensdichtheid van 0,2 mW/cm². De SAR werd geschat op 0,14 W/kg lichaamsgewicht. De ratten werden na voltooiing van de blootstelling gedood en de hersenen, lever, nier, testis en milt werden bewaard voor bepaling van LPO en histologische parameters. Aanzienlijk hoge LPO waarden werden waargenomen in de lever,

hersenen en milt van straling blootgestelde ratten. Ook werden, in vergelijking met de controlegroep, histologische veranderingen waargenomen in de hersenen, lever, testis, nier en milt. Er werd dus beloven dat de blootstelling aan microgolfstraling histopathologische en oxidatieve veranderingen in Wistar ratten induceert.

Stefi AL, Margaritis LH, Christodoulakis NS (2016)

The effect of the non-ionizing radiation on cultivated plants of *Arabidopsis thaliana* (Col.).

Flora 223: 114-120

Greece

Een reeks experimenten werd uitgevoerd om eventuele structurele of biochemische veranderingen op *Arabidopsis thaliana* (Col) planten te onderzoeken na een langdurige blootstelling aan de straling afkomstig van de basiseenheid van een draadloze DECT-systeem. Blootstelling was 24u per dag, 7 dagen per week aan gepulseerde 1882 MHz straling. De gemiddelde blootstelling was 2,072 V / m in vergelijking met 0,073 V/m in niet-blootgestelde controles. Blootgestelde planten, in vergelijking met hun niet blootgestelde controles, hadden dunner bladeren en minder chloroplasten. Scanning elektronen microscopische waarnemingen van de blootgestelde bladeren toonden een effect op de ontwikkeling terwijl transmissie elektronen onderzoek geringe structurele effecten in de chloroplasten aantoonde. De vermindering van het aantal chloroplasten zowel als van de stroma thylakoiden en fotosynthetische pigmenten zijn waarschijnlijk de belangrijkste redenen voor een zwak fotosynthetische potentieel en een daaruit voortvloeiende vermindering van de productie van biomassa.

Kerimoglu G, Aslan A, Bas O, Colakoglu S, Odaci E (2016) Adverse effects in lumbar spinal cord morphology and tissue biochemistry in Sprague Dawley male rats following exposure to a continuous 1-h a day 900-MHz electromagnetic field throughout adolescence.

J Chem Neuroanat 78: 125-130

Turkije

In deze studie werden histopathologische, immunohistochemische en biochemische technieken gebruikt om de effect van blootstelling aan 900 MHz EMV te bestuderen op het lumbale ruggenmerg. Vierentwintig Sprague Dawley ratten (21 dagen oud) werden verdeeld in verschillende groepen: niet blootgesteld controles (CG), schijn blootgesteld controles (SG) en aan de elektromagnetische velden blootgestelde dieren (Elmag). SG en Elmag ratten werden in gedurende 1 uur per dag elke dag op hetzelfde tijdstip tussen postnatale dagen 22 en 60 aan 900 MHz EMV blootgesteld. Aan het einde van de studie werden de lumbale regio van het ruggenmerg van ratten in alle groepen geëxtraheerd. Elmag ratten vertoonden uitgesproken morfologische onregelmatigheid in de grijze materie, verhoogde vacuolisatie en infiltratie van witte materie in de grijze materie werden. Het cytoplasma van sommige neuronen in de grijze materie was gekrompen en zwart gekleurd en vacuolen werden in het cytoplasma waargenomen. De apoptotische index van gliale cellen en neuronen waren significant hoger in Elmag ratten in vergelijking met de andere groepen. Biochemische analyses toonden een significant verhoogde MDA waarde in Elmag ratten maar wel een aanzienlijke afname van de SOD en GSH niveaus. Deze studie suggereert dus dat de continue blootstelling aan een 900 MHz EMV gedurende 1 uur per dag doorheen alle stadia van de puberteit kan leiden tot verstoringen van zowel morfologische en biochemische parameters in de lumbale regio van het ruggenmerg van Sprague Dawley ratten.

Onduidelijk blootstellingen. Veldmetingen woerden vermeld, maar er werden geen resultaten van gegeven. Veel vragen kunnen worden gesteld over deze studie.

Zhu W, Cui Y, Feng X, Li Y, Zhang W, Xu J, Wang H, Lv S (2016) The apoptotic effect and the plausible mechanism of microwave radiation on rat myocardial cells.

Can J Physiol Pharmacol 94 (8): 849-857

China

Ratten werden behandeld met 2450 MHz straling (50, 100, 150 of 200 mW /cm² gedurende 6 min). De behandeling verhoogde de niveaus van verschillende enzymen in het serum aanzienlijk. Bovendien verhoogde het malondialdehyde gehalte en verminderden de gehalte van de oxidatieve stress enzymen en de activiteiten van enzym complexen I-IV en ATP in hartspierweefsel. Blootgestelde myocardiale cellen vertoonden structurele schade en onderging apoptose. Western blot analyse onthulde tevens significante veranderingen in expressieniveaus van eiwitten die betrokken zijn bij oxidatieve stress en de regulering van apoptotische signaalroutes, wat aangeeft dat microgolfblootstelling myocardiale cel apoptose induceert door te interfereren met oxidatieve stress en het energiemetabolisme van het hart.

Ghoneim FM, Arafat EA (2016) [details] Histological and histochemical study of the protective role of rosemary extract against harmful effect of cell phone electromagnetic radiation on the parotid glands.

Acta Histochem 118 (5): 478-485

Saudi Arabië

40 ratten werden verdeeld in 4 groepen (n= 10): 1) blootstelling aan het elektromagnetisch veld, 2) behandeling met rozemarijnextract, 3) gelijktijdige blootstelling aan het elektromagnetisch veld en rozemarijnextract, 4) de controlegroep. EMV-blootstelling was aan 900 MHz met een vermogensdichtheid van 0,02 mW /cm² (gemiddelde SAR = 0,9 W /kg). De blootstellingsduur bedroeg 4 uur /dag gedurende 30 dagen.

Morfologische en histopathologische veranderingen werden onderzocht zowel als oxidatieve stress in de parotide. Uit dit onderzoek bleek dat blootstelling van ratten aan een 900 MHz elektromagnetisch veld (GSM) de histologie van de speekselklieren kan veranderen als gevolg van oxidatieve stress. Rozemarijn kan beschermende werken omwille van zijn antioxidant activiteit.

Zhou Z, Shan J, Zu J, Chen Z, Ma W, Li L, Xu J (2016) Social behavioral testing and brain magnetic resonance imaging in chicks exposed to mobile phone radiation during development.

BMC Neurosci 17 (1): 36-

China

Het effect van mobiele telefoon straling (900 MHz radiofrequentie) op postnatale sociaal gedrag in kuikens, alsmede het effect op de hersenen grootte en zijn structurele maturiteit werd onderzocht met behulp van 3,0 T MRI. Op dag 4 van de incubatie, werden 76 normaal ontwikkelende kippenembryo's ingedeeld in de controlegroep (n= 39) en de blootgestelde groep (n= 37). De blootgesteld aan straling van mobiele telefoons was gedurende 10 uur per dag vanaf dag 4 tot dag 19 van de incubatie. Een iPhone 4s (GSM 900 MHz) werd gebruikt als stralingsbron en in het midden van de broedplaat geplaatst. Gedragstesten werden 4 dagen na het uitkomen uitgevoerd. De grootte van verschillende hersengebieden onderverdelingen (telencephalon, optische kwab, hersenstam en cerebellum) en bijbehorende DTI-parameters werden gemeten. In vergelijking met de controlegroep vertoonden blootgestelde kuikens significant langzamere aggregatiereacties (lagere verbondenheid) en een zwakker stemgebruik. Er werden geen significante verschillen

gevonden tussen de blootgestelde en controlegroep voor wat betreft het hersengewicht en structurele rijpheid, behalve m.b.t. het cerebellum die aanzienlijk kleiner is in de blootgestelde groep. Er was geen verschil tussen beide groepen voor wat het ontluiken en heteroplasie betreft. Volgens de auteurs leidt blootstelling aan straling van een mobiele telefoon tijdens de embryogenese van de kip tot een verminderde sociale gedrag na het uitkomen en eventueel ook tot cerebellaire retardatie. Dit wijst op mogelijke schadelijke effecten van de straling van mobiele telefoons op de ontwikkeling van de hersenen.

De experimentele procedure en dosimetrie werden onvoldoende beschreven om de resultaten voldoende te kunnen evalueren.

Mortazavi SMJ, Owji SM, Shojaie-fard MB, Ghader-Panah M, Mortazavi SAR, Tavakoli-Golpayegani A, Haghani M, Taeb S, Shokrpour N, Koochi O (2016) [details] GSM 900 MHz Microwave Radiation-Induced Alterations of Insulin Level and Histopathological Changes of Liver and Pancreas in Rat.

J Biomed Phys Eng, 6, 235-242.

Iran

Endocriene veranderingen, d.w.z. insulineniveau in het bloed en histopathologische veranderingen van de lever en pancreas werden onderzocht in ratten na blootstelling aan een 900 MHz elektromagnetisch veld (GSM), continu gedurende 6 of 3 uur/dag gedurende een week (SAR= 2 W/kg). De RF-blootstelling induceerde inflammatie in de lever en schade aan de eilandjes van Langerhans. De auteurs besluiten dat blootstelling van ratten aan een 900 MHz elektromagnetisch veld (GSM) histopathologische veranderingen in de lever en pancreas kunnen teweegbrengen.

Deze conclusie komt overeen met de abstract maar deze die op het einde van het artikel is weergegeven is verschillend en behoort waarschijnlijk niet tot de studie.

Akdag MZ, Dasdag S, Canturk F, Karabulut D, Caner Y, Adalier N (2016) Does prolonged radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi devices induce DNA damage in various tissues of rats? J Chem Neuroanat 75 Pt B: 116-122

Turkije

Het doel van deze studie was na te gaan of lange termijn blootstelling aan 2.4GHz radiostraling schade veroorzaakt aan het DNA van verschillende weefsels zoals hersenen, nieren, lever, huidweefsel en testiculaire weefsel van ratten. De studie werd uitgevoerd op 16 volwassen mannelijke Wistar Albinoratten. De ratten in de experimentele groep (n= 8) werden blootgesteld aan 2,4 GHz straling gedurende een periode van meer dan een jaar. De ratten in de controlegroep sham (n= 8) werden onderworpen aan dezelfde experimentele omstandigheden, behalve dat de wifi generator was uitgeschakeld. Na de blootstellingsperiode werd DNA-schade aan de rat hersenen, lever, nieren, huid en testiculaire weefsels bestudeerd met de komeettest. De resultaten toonden in de experimentele groep een niet significant verhoogde frequentie van DNA-schade aan (%DNA inhoud in de 'komeetstaart') in de hersenen, nier, lever, en huidweefsel. De toename van de DNA-schade in de testes was wel significant (p <0,01). Langdurige blootstelling aan 2,4 GHz RF-straling (wifi) leidt, op basis van deze studie, dus niet tot DNA-schade van de onderzochte organen met uitzondering van de testes die blijikbaar gevoelig is aan radiostraling.

MILIEUSTUDIES

Waldmann-Selsam C, Balmori-de la Puente A, Breunig H, Balmori A (2016) Radiofrequency radiation injures trees around mobile phone base stations.

Sci Total Environ 572: 554-569.

Duitsland & Spanje

Het doel van deze studie was na te gaan of er een verband bestaat tussen ongewone (meestal eenzijdige) boomschade en blootstelling aan radiofrequente straling. Daarom werd een gedetailleerde lange termijn (2006-2015) monitoring studie uitgevoerd in de steden van Bamberg en Hallstadt (Duitsland). Behalve metingen van de elektromagnetische straling werden er waarnemingen en fotografische opnames gemaakt van ongebruikelijke of onverklaarbare schade aan bomen. Metingen van RF-EMV werden in 2015 op verschillende locaties in de straten en parken uitgevoerd op een hoogte van 1,5 m.

Deze studie vond een belangrijke beschadiging van bomen in de nabijheid van zendmasten, te beginnen met schade aan de kant waar de bomen aan de straling werden blootgesteld.

Overzicht van experimentele studies i.v.m. gezondheidseffecten van radiofrequente straling

OTHMAN H, AMMARI M, SAKLY M, ABDELMELEK H. EFFECTS OF REPEATED RESTRAINT STRESS AND WIFI SIGNAL EXPOSURE ON BEHAVIOR AND OXIDATIVE STRESS IN RATS. METAB BRAIN DIS. 2017 APR 27. DOI: 10.1007/S11011-017-0016-2. [EPUB AHEAD OF PRINT]

Deze studie onderzocht de effecten van co-blootstelling aan herhaalde spanningsstress en een WiFi-signaal op de cognitieve functies en oxidatieve stress in de hersenen van mannelijke ratten. Dieren werden verdeeld in vier groepen: controle-, blootgesteld aan "WiFi-straling", gestresseerde en WiFi-blootgestelde en gestresseerde ratten. Elke blootstelling of stress vond plaats gedurende 2 uur / dag en gedurende 20 dagen. Vervolgens werden verschillende tests uitgevoerd met het doel de volgende parameters te testen: angst, ruimtelijke leervaardigheden, cerebrale oxidatieve stressrespons en cholinesterase-activiteit in de hersenen en het serum. De resultaten toonden aan dat WiFi-blootstelling en spanningsstress, alleen en vooral gecombineerd, een angst- gedrag veroorzaken, zonder dat het ruimtelijk leren en de geheugenvaardigheid bij de ratten verminderde. Op cerebrale niveau werd een oxidatieve stressrespons door WiFi en stress opgewekt, zowel afzonderlijk als gecombineerd, en was er ook een door WiFi geïnduceerde toename in acetylcholinesterase-activiteit. De resultaten tonen aan dat er een effect is van WiFi signaal en spanningsstress op de hersenen en cognitieve processen. Er waren daarentegen geen synergistische effecten aangetoond tussen het WiFi-signaal en spanningsstress op de hersenen.

OTHMAN H, AMMARI M, RTIBI K, BENSaid N, SAKLY M, ABDELMELEK H. POSTNATAL DEVELOPMENT AND BEHAVIOR EFFECTS OF IN-UTERO EXPOSURE OF RATS TO RADIOFREQUENCY WAVES EMITTED FROM CONVENTIONAL WIFI DEVICES. ENVIRON TOXICOL PHARMACOL. 2017 APR 22;52:239-247. DOI: 10.1016/J.ETAP.2017.04.016.

Het huidige werk onderzocht de effecten van prenatale blootstelling aan radiofrequentiegolven van conventionele WiFi-apparatuur op de postnatale ontwikkeling en het gedrag van de afstammelingen. Tien zwangere Wistar albino ratten werden willekeurig toegewezen aan twee groepen (n = 5). De experimentele groep werd gedurende 2 uur per dag gedurende de zwangerschap aan een 2.45GHz WiFi-signaal blootgesteld. Controle vrouwtjes werden onderworpen aan dezelfde voorwaarden als de behandelde groep maar zonder de WiFi-blootstelling. De fysieke en neuro-ontwikkeling van de nakomelingen werd tijdens de 17 postnatale dagen (PND) onderzocht, en vervolgens werden ze ook op angst (PND 28) en motriciteit (PND 40-43) onderzocht. Ook de cerebrale oxidatieve stressrespons en cholinesterase-activiteit in de hersenen en serum (PND 28 en 43) werden bestudeerd. De belangrijkste resultaten waren dat de *in-utero* WiFi-blootstelling de neuro-ontwikkeling van de nakomelingen tijdens de eerste zeventien postnatale dagen verminderde zonder het emotioneel en motorisch gedrag bij de volwassen leeftijd te veranderen. Daarnaast veroorzaakte de prenatale wifi blootstelling een verstoring van de cerebrale oxidatieve stress-balans (verhoging van het niveau van malondialdehyde-niveau (MDA) en waterstofperoxide (H₂O₂) en een afname in catalase (CAT) en superoxide dismutase (SOD)

activiteiten bij 28 maar niet 43 dagen oude dieren. Ook de acetylcholinesterase activiteit op zowel cerebrale als serum niveaus waren verstoord. Uit de huidige studie blijkt dus dat de blootstelling van de moeders aan WiFi-radiofrequenties leidde tot verschillende nadelige neurologische effecten bij de nakomelingen die zich vertaalden in effecten op de neuronale ontwikkeling, het, cerebrale stress-evenwicht en de cholinesterase-activiteit.

De blootstelling, met name het aangebrachte signaal, werd onvoldoende beschreven om zich een goed idee van de blootstellingen te kunnen vormen. Het artikel zegt enkel: "Exposed group was placed at a distance of 25 cm from the Antennas of WiFi modem (Saili et al., 2015) and received WiFi radiations for 2 h a day along gestation while the control set was subjected to the same conditions without applying Wi-Fi signal (0 Hz). " Het aangehaalde artikel van Saili et al. geeft ook geen verdere informatie.

SHARMA A, KESARI KK, SAXENA VK, SISODIA R. (2017). TEN GIGAHERTZ MICROWAVE RADIATION IMPAIRS SPATIAL MEMORY, ENZYMES ACTIVITY, AND HISTOPATHOLOGY OF DEVELOPING MICE BRAIN. MOL CELL BIOCHEM. 2017 MAY 3. DOI: 10.1007/S11010-017-3051-8. [EPUB AHEAD OF PRINT]

Het doel van de huidige studie was om de effecten van 10 GHz microgolfstraling op het ontwikkelen van de hersenen bij de muis te onderzoeken. Twee weken oude muizen werden hiertoe geselecteerd en verdeeld in twee groepen (i) sham-blootgestelde (n = 30) en (ii) microgolf blootgestelde dieren (n = 30). De dieren werden gedurende 15 opeenvolgende dagen 2 uur per dag blootgesteld aan 10 GHz elektromagnetische velden met een maximale vermogensdichtheid van 0,25 mW/cm² (de totale SAR (specifiek absorptietempo) werd geschat op 0,1790 W / kg). Na de voltooiing van de blootstelling werden 12 dieren van elke groep binnen het uur onmiddellijk gedood terwijl andere nog 6 weken in leven bleven voor het vervolgonderzoek. Verschillende biochemische, gedrags- en histopathologische parameters werden bestudeerd. Significante veranderingen in lichaamsgewicht werden onmiddellijk na het beëindigen van de blootstelling waargenomen, terwijl niet-significante veranderingen waargenomen werden bij 6 weken oude muizen. Verschillende andere eindpunten zoals hersengewicht, lipideperoxidatie, glutathion, proteïne, catalase en superoxide dismutase waren ook significant veranderd in de muishersenen. Deze significante verschillen werden direct gevonden na de blootstelling en ook in de follow-up studie na 6 weken. Er werden ook significante wijziging in histopathologische parameters (kwalitatief en kwantitatief) waargenomen in het CA1-gebied van de hippocampus, de cerebrale cortex en 'ansiforme lobule' van het cerebellum. De huidige studie bracht dus aan het licht dat de hersenen van 2 weken oud muizen zeer gevoelig zijn voor blootstelling aan microgolfstraling, zoals waargenomen direct na de blootstelling en tijdens de follow-upstudie bij de leeftijd van 6 weken.

MOKARRAM P, SHEIKHI M, MORTAZAVI SMJ, SAEB S, SHOKRPOUR N. (2017). EFFECT OF EXPOSURE TO 900 MHZ GSM MOBILE PHONE RADIOFREQUENCY RADIATION ON ESTROGEN RECEPTOR METHYLATION STATUS IN COLON CELLS OF MALE SPRAGUE DAWLEY RATS. J BIOMED PHYS ENG. 2017 MAR 1;7(1):79-86. ECOLLECTION 2017.

In dit onderzoek werd onderzocht in welke mate het epigenetische patroon van ER α gevoelig is voor RF-straling en of RF-straling een radio-adaptieve respons kan veroorzaken o.v.v. epigenetische veranderingen na ontvangst van de “challenge” dosis (γ -ray).

40 mannelijke Sprague-Dawley ratten werden in deze studie verdeeld over 4 gelijke groepen (Groep I: blootstelling aan RF-straling van een GSM-telefoon gedurende 4 uur waarna de dieren 24 uur later gedood werden; Groep II: RF-blootstelling gedurende 4 uur, blootstelling aan Co-60 gamma straling (3 Gy) na 24 uur en na 72 uur gedood; groep III: alleen 3Gy gamma straling; groep 4: controlegroep). DNA uit colonweefsels werd geëxtraheerd om de methyleringsstatus te evalueren door methylerings specifieke PCR.

De bevinding tonen aan dat blootstelling aan RF-straling van een GSM-mobiele telefoon het patroon van ER α -genmethylering veranderde ten opzichte van die van niet-blootgestelde controles. Bovendien werd geen adaptief respons fenomeen geïnduceerd in het patroon van ER α gen methylering na blootstelling aan de “challenge” dosis Co-60 γ -stralen. De blootstelling aan RF-straling die door GSM-mobiele telefoons wordt uitgezonden kan volgens de auteurs dus leiden tot epigenetische schadelijke veranderingen in het ER α -promotor methyleringspatroon.

BAHREYNI TOOSI MH, SADEGHNIA HR, MOHAMMAD MAHDIZADEH FEYZABADI M, HOSSEINI M, HEDAYATI M, MOSALLANEJAD R, BEHESHTI F, ALIZADEH RAHVAR Z (2017). EXPOSURE TO MOBILE PHONE (900-1800 MHZ) DURING PREGNANCY: TISSUE OXIDATIVE STRESS AFTER CHILDBIRTH. J MATERN FETAL NEONATAL MED 2017: 1-6.

In deze studie werden de effecten van straling van mobiele telefoons (900-1800 MHz) op de oxidatieve stress in het hart, lever, nier en cerebellum van muizen en hun nakomelingen bestudeerd. (ook in de hippocampus van de moederdieren).

Zwangere Balb / C werden ingedeeld in twee groepen, de controle en de experimentele groep. De experimentele groep was blootgesteld aan straling van de mobiele telefoon (900-1800 MHz, vermogensdichtheid: gemiddeld 1 mW / m²) tijdens de zwangerschap (2 h / d gedurende 20 d). De moeders en hun nakomelingen van beide groepen werden onmiddellijk na de geboorte gedood en weefsels werden onmiddellijk daarna verzameld. De malondialdehyde (MDA) concentratie, totale thiolgroepen (TTG), superoxide dismutase (SOD) en katalase (CAT) activiteiten werden bepaald in de weefsels.

In de experimentele groepen werden MDA-niveaus significant verhoogd in verscheidene organen van blootgestelde en pasgeboren dieren in vergelijking met dieren van de controlegroep. TTG, SOD en CAT waren significant verminderd in verscheidene organen van blootgestelde moeders en hun nakomelingen in vergelijking met de waarden in controle dieren.

Deze studie geeft dus aan dat blootstelling aan mobiele telefoonfrequenties (900-1800 MHz) tijdens de zwangerschap tot oxidatieve stress kan leiden in verschillende organen van zowel de moeders als hun nakomelingen veroorzaken.

SEPEHRIMANESH M, KAZEMIPOUR N, SAEB M, NAZIFI S, DAVIS DL (2017). PROTEOMIC ANALYSIS OF CONTINUOUS 900-MHZ RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD EXPOSURE IN TESTICULAR TISSUE: A RAT MODEL OF HUMAN CELL PHONE EXPOSURE. ENVIRON SCI POLLUT RES. 24(15):13666-13673 ; DOI 10.1007/S11356-017-8882-Z.

Sprague-Dawley ratten werden blootgesteld aan 900 MHz RF-EMV gedurende 0, 1, 2 of 4 uur per dag en dit voor 30 opeenvolgende dagen. Het eiwitgehalte in de testes van ratten werd gescheiden door hoge-resolutie tweedimensionale elektroforese onder toepassing van geïmmobiliseerde pH-gradiënt (pI 4-7, 7 cm) en 12% acrylamide en geïdentificeerd door MALDI-TOF / TOF-MS. Er werd na blootstelling aan RF-EMV overexpressie van twee eiwitvlekjes in intensiteit en volume waargenomen (inductiefactor 1,7). Na 4 uur dagelijkse blootstelling gedurende 30 opeenvolgende dagen bleken de ATP synthase bèta-subeenheid (ASBS) en hypoxie overgereguleerd proteïne 1 precursor (HYOU1) significant overgereguleerd te zijn. Deze eiwitten beïnvloeden signaalwegen in de spermatogenese en de testes van de ratten en spelen een kritische rol in 'eiwitfolding' en afscheiding in het endoplasmatisch reticulum. Volgens de auteurs wijzen de resultaten erop dat blootstelling aan RF-EMF leidt tot verhogingen van testiculaire eiwitten bij volwassenen die verband houden met een kankerverwekkend risico en voortplantingsschade. Omwille van de wijdverspreide praktijk van mannen om telefoons in hun zakken in de buurt van de gonaden dragen, waar, volgens de auteurs de stralingsintensiteit de blootstellingrichtlijnen kan overschrijden, dient, nog volgens de auteurs, verdere studie van deze effecten prioritair te zijn.

ESMEKAYA MA, CANSEVEN AG, KAYHAN H, TUYSUZ MZ, SIRAV B, SEYHAN N (2017). MITOCHONDRIAL HYPERPOLARIZATION AND CYTOCHROME-C RELEASE IN MICROWAVE-EXPOSED MCF-7 CELLS. GEN PHYSIOL BIOPHYS 36: 211-218.

De studie beoogde de effecten op apoptose van blootstelling aan 2,1 GHz WCDMA-gemoduleerde microgolffstraling (MG) op borstkankercellen (MCF-7) te onderzoeken en de onderliggende werkingsmechanismen bloot te leggen.

Cellen werden ingedeeld in twee groepen: 1) continue blootstelling aan het elektromagnetische veld gedurende 4 uur & 2) continue blootstelling aan het elektromagnetische veld gedurende 24 uur. De blootstelling was aan straling met een specifiek absorptie tempo (SAR) van 0,528 W/kg. Het antiproliferatieve effect van de MG-blootstelling werd bepaald met behulp van de MTT-test. Cytochroom-c en p53-niveaus werden bepaald door middel van een ELISA-methode. De relatieve $\Delta\Psi_m$ werd geanalyseerd via JC-1 kleuring met behulp van flow cytometer. Apoptose werd gemeten door Annexin-V-FITC kleuring. Alle analyses werden uitgevoerd na een incubatietijd van 15 min -4 uur volgend op de MG blootstelling.

Cellen die gedurende 4 uur (groep 1) of 24 uur (groep 2) werden blootgesteld aan het elektromagnetische veld vertoonden een significant verminderde cellulaire leefbaarheid in vergelijking met sham-blootgestelde cellen. De verminderde leefbaarheid nam toe met de blootstellingduur. Het

percentage apoptotische cellen, het niveau van cytochroom-c en het mitochondriale membraanpotentiaal waren significant hoger in de blootgestelde cellen (groepen 1 en 2) in vergelijking met sham-blootgestelde cellen. Er werd daarentegen geen significante verandering waargenomen in p53-niveaus.

De auteurs besluiten dat blootstelling van borstkankercellen aan een 2,1 GHz elektromagnetisch veld hyperpolarisatie van mitochondriën kan veroorzaken, wat op zijn beurt apoptose kan veroorzaken.

SUN Y, ZONG L, GAO Z, ZHU S, TONG J, CAO Y (2017). MITOCHONDRIAL DNA DAMAGE AND OXIDATIVE DAMAGE IN HL-60 CELLS EXPOSED TO 900MHZ RADIOFREQUENCY FIELDS. MUTATION RESEARCH - FUNDAMENTAL AND MOLECULAR MECHANISM OF MUTAGENESIS 797-799: 7-14.

HL-60-cellen, afgeleid van humane promyelocytische leukemie cellen, werden gedurende 5 opeenvolgende dagen blootgesteld aan continue 900 MHz radiofrequentiestraling met een vermogensintensiteit van 120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. De bedoeling was te onderzoeken of dergelijke blootstelling het mitochondriale DNA (mtDNA) gemedieerd door de productie van ROS ("reactive oxygen species") kan beïnvloeden. Daarnaast werd het effect van RF-blootstelling ook onderzocht op de aanwezigheid van 8-hydroxy-2'-dexoyguanosine (8-OHdG), wat een biomarker is voor oxidatieve schade, en op de mitochondriale synthese van adenosintrifosfaat (ATP), welke de energie is die voor cellulaire functies nodig is. De resultaten wijzen op een significante toename in ROS en een significante afname in mitochondriale transcriptiefactor A, mtDNA polymerase gamma, mtDNA transcripten en mtDNA copy aantallen in RF-blootgestelde cellen vergeleken met sham-blootgestelde controle cellen. Daarnaast was er een significante toename van 8-OHdG en een significante afname in ATP in RF-blootgestelde cellen. Gammastraling (een gekende ROS inducer) gaf een vergelijkbare respons. De gegevens lijken dus aan te geven dat RF-blootstelling in staat is om ROS-gemedieerde mtDNA-schade te veroorzaken. De effecten die werden waargenomen na RF-blootstelling verdwenen in geval van voorbehandeling met melatonine, een bekende vrije radicalenvanger.

HASSANSHAHI A, SHAFEIE SA, FATEMI I, HASSANSHAHI E, ALLAHTAVAKOLI M, SHABANI M, ROOHBAKHSH A, SHAMSIZADEH A (2017). THE EFFECT OF WI-FI ELECTROMAGNETIC WAVES IN UNIMODAL AND MULTIMODAL OBJECT RECOGNITION TASKS IN MALE RATS. NEUROL SCI. 38(6):1069-1076. DOI: 10.1007/S10072-017-2920-Y.

Deze studie werd uitgevoerd op 80 mannelijke Wistar ratten. De Wi-Fi blootstelling aan 2,4 GHz microgolven [in 'Service Set Identifier mode' (respectievelijk 23,6 dBm en 3% voor power en duty cyclus)] was gedurende 12 uur per dag en 30 dagen. Crossmodale visuele-tactiele objectherkenning (CMOR) werd uitgevoerd door vier varianten van de spontane objectherkenning (SOR) test inclusief standaard SOR, tactiele SOR, visuele SOR en CMOR tests. Er werd een discriminatie ratio berekend om de voorkeur van het dier t.o.v. het nieuwe object te beoordelen. De expressieniveaus van M1 en GAT1 mRNA in de hippocampus werden m.b.v. kwantitatieve real-time RT-PCR bepaald. De resultaten

toonden aan dat ratten in de Wi-Fi-blootstellingsgroepen niet significant kunnen onderscheiden tussen de nieuwe en bekende voorwerpen in een van de standaard SOR, tactiele SOR, visuele SOR- en CMOR-tests. De expressie van M1-receptoren nam toe als gevolg van de Wi-Fi-blootstelling. De resultaten van deze studie toonden dus aan dat chronische blootstelling aan Wi-Fi elektromagnetische golven zowel de unimodale als crossmodale codering van informatie kan schaden.

WANG K, LU JM, XING ZH, ZHAO QR, HU LQ, XUE L, ZHANG J, MEI YA (2017). EFFECT OF 1.8 GHZ RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION ON NOVEL OBJECT ASSOCIATIVE RECOGNITION MEMORY IN MICE. SCI REP 7: 44521

In deze studie werden de effecten van eenmalige blootstelling aan 1,8 GHz RF-straling gedurende 30 minuten op het latere herkenningssgeheugen in muizen bestudeerd. Dit gebeurde met behulp van een 'novel object recognition task' (NORT). De blootstelling bij een intensiteit van 2,2 W/kg (SAR) induceerde een significante dichtheidsafhankelijke toename van de NORT-index zonder corresponderende veranderingen in spontane locomotorische activiteit. RF-blootstelling verhoogde de dichtheid van dendritische cellen in de ruggengraat en de lengte van hippocampale en prefrontale corticale neuronen. De RF-blootstelling veranderde de rustpotentiaal- en actiepotentiaal van de celmembraan aanzienlijk. Deze resultaten tonen aan dat blootstelling aan 1,8 GHz RF-straling gedurende 30 minuten het herkenningssgeheugen in muizen aanzienlijk kan verhogen en dat de dendritische-ruggengraatmorfologie en neuronale exiteerbaarheid in de hippocampus en prefrontale cortex kan veranderen.

De SAR in deze studie (3,3 W/kg) was aanzienlijk hoger dan wat wij normaal in het dagelijkse leven kunnen verwachten waardoor de relevantie ervan voor een potentiële therapeutische aanpak van aandoeningen geassocieerd met herkenningssgeheugentekorten verder moet worden verduidelijkt.

KIM JH, YU DH, KIM HR (2017). ACTIVATION OF AUTOPHAGY AT CEREBRAL CORTEX AND APOPTOSIS AT BRAINSTEM ARE DIFFERENTIAL RESPONSES TO 835 MHZ RF-EMF EXPOSURE. KOREAN J PHYSIOL PHARMACOL 21 (2): 179-188.

Deze onderzoeksgroep heeft eerder aangegeven dat langdurige blootstelling aan 835 MHz RF-velden autofagie in het muizenbrein veroorzaakt. In deze studie onderzochten ze of een 4 weken durende blootstelling aan RF-velden van 835 MHz en een specifiek absorptie tempo (SAR) van 4,0 W/kg leidt tot autofagie in de cerebrale cortex en hersenstam. Er werden verhoogde niveaus van autofagie genen en eiwitten, zoals LC3B-II en Beclin1 aangetoond zowel als de accumulatie van autofagosomen en autolysosomen in corticale neuronen. De apoptose pathways werden na de blootstelling gereguleerd in de hersenstam, maar niet in de cortex. Samenvattend geeft de huidige studie aan dat de maandelijkse blootstelling aan RF-EMF autofagie in de cerebrale cortex veroorzaakt en dat autofagische afbraak in corticale neuronen overeenkomt met aanpassing aan de RF-stressomgeving. De activering van apoptose in plaats van autofagie in de hersenstam suggereert echter differentiële responsen op RF- stress in het hersensysteem.