

Achtergronddocument advies 5G en gezondheid

Nr. 2020/16A, Den Haag, 2 september 2020

Achtergronddocument bij: 5G en gezondheid
2020/16, Den Haag, 2 september 2020

Gezondheidsraad



inhoud

01 Inleiding 3

02 Literatuur zoekstrategieën 5

2.1	Frequenties 700 MHz – 5,0 GHz	6
2.2	Frequenties rond de 3,5 GHz band	6
2.3	Frequenties >20 GHz	7
2.4	Niet-kanker effecten, alle frequenties (update 2019-2020)	7
2.5	Andere bronnen, alle frequenties	7

03 Criteria voor opname in de analyse 8

04 Overzichten publicaties relevant voor 5G: ziekten en aandoeningen 13

4.1	Kanker	14
4.2	Gezondheidsklachten	17
4.3	Gehoor	21
4.4	Ogen	24
4.5	Hart en bloedvaten en autonoom zenuwstelsel	25
4.6	Neurodegeneratieve ziekten	28

4.7	Mannelijke vruchtbaarheid	29
-----	---------------------------	----

4.8	Verloop van zwangerschap en geboorteafwijkingen	32
-----	---	----

05 Overzichten publicaties relevant voor 5G: biologische processen 35

5.1	Gedrag	36
5.2	Cognitie	40
5.3	Effecten op slaap	45
5.4	Signaaloverdracht in de hersenen	47
5.5	Elektrische activiteit in de hersenen	49
5.6	Bloed-hersenbarrière	53
5.7	Neurodegeneratie	55
5.8	Genexpressie in de hersenen	57
5.9	Afweersysteem	61
5.10	Bloed	62
5.11	Hormonen	63
5.12	Oxidatieve stress	64

Literatuur 68



01 inleiding



In dit achtergronddocument, behorend bij het advies 5G en gezondheid dat is opgesteld door de Commissie Elektromagnetische velden van de Gezondheidsraad, wordt in hoofdstuk 2 aangegeven welke zoekstrategieën de commissie heeft gebruikt voor de verschillende onderwerpen. Hoofdstuk 3 bevat de in- en uitsluitingscriteria van de WHO. In hoofdstuk 4 geeft de commissie een overzicht van de relevante publicaties over ziekten en aandoeningen en in hoofdstuk 5 een overzicht van de relevante publicaties over biologische processen



02 literatuur zoekstrategieën



De commissie heeft de volgende zoekstrategieën gebruikt.

2.1 Frequenties 700 MHz – 5,0 GHz

2.1.1 Kanker

Epidemiologische onderzoeken sinds 2015

PubMed: cancer AND epidemiology AND mobile phone AND (“2015/01/01”[Date - Entrez] : “3000”[Date - Entrez]); zoekdatum 19-03-2020.

EMF Portal: Keyword: cancer; Epidemiological studies, Radio frequency (>10 MHz) and Mobile communications, Complete time span; zoekdatum 19-03-2020.

Experimentele onderzoeken sinds 2015

PubMed: (microwaves[MeSH Terms] OR extremely high frequency radio waves[MeSH Terms] OR radio waves[MeSH Terms] OR cellular phone[MeSH Terms] OR telephone, cellular[MeSH Terms] OR ((Basis-station OR antenna) AND radiofrequency) OR mobile phone* OR cellular phone* OR cellular telephone* OR radiofrequenc* OR radio wave* OR radio-waves OR cellphone* OR cell phone* OR cellular *phone* OR mobile phone* OR microwave OR radiofrequency OR cell phone OR mobile phone OR umts OR gsm OR MHz OR ultra*wideband* OR wireless phone* OR millimeter*wave*) AND (animal OR rat OR mouse OR rats OR mice OR murine OR in vivo) AND (cancer OR carcinogenesis)

NOT (ultrasound OR sound OR hyperthermia OR ablation OR imaging OR therap*) AND (“2015/07/30”[Date - Entrez] : “2020/03/19”[Date - Entrez]); zoekdatum 19-03-2020.

EMF Portal: Keyword: cancer; Experimental studies; Radio frequency (>10 MHz) and Mobile communications; Complete time span; zoekdatum 19-03-2020.

2.1.2 Niet-kanker effecten

Concept-WHO review over effecten van RF EMV op de gezondheid¹ en rapporten van de Swedish Radiation Safety Authority (SSM).²⁻⁴

2.2 Frequenties rond de 3,5 GHz band

2.2.1 Alle effecten

Epidemiologische onderzoeken

EMF Portal: Keywords: WiFi or GHz; Epidemiological studies; Radio-frequency and Mobile communications; Complete time span; zoekdatum 19-03-2020.

Experimentele onderzoeken

EMF Portal: Keywords: WiFi or GHz; Experimental studies; Radio-frequency and Mobile communications; Complete time span; zoekdatum 19-03-2020.



2.2.2 Niet-kanker effecten

Concept-WHO review over effecten van RF EMV op de gezondheid¹ en rapporten van de Swedish Radiation Safety Authority (SSM).²⁻⁴

2.3 Frequenties >20 GHz

Epidemiologische onderzoeken

PubMed: (millimeter*wave* OR millimetre*wave* OR terahertz OR THz OR radar) AND (epidemiol*) NOT (ultrasound OR sound OR acoustic OR ablation OR imaging OR therap* OR spectroscopy); zoekdatum: 20-03-2020.

EMF Portal: Keyword: Radar; Epidemiological studies; Radiofrequency and Mobile communications; Complete time span; zoekdatum 20-03-2020.

Experimentele onderzoeken

PubMed: (((millimeter*wave* OR millimetre*wave* OR terahertz OR THz) AND (animal OR rat OR mouse OR rats OR mice OR murine OR in vivo OR human) NOT (ultrasound OR sound OR acoustic OR ablation OR imaging OR therap* OR spectroscopy))); zoekdatum:19-03-2020.

2.4 Niet-kanker effecten, alle frequenties (update 2019-2020)

(microwaves[MeSH Terms] OR extremely high frequency radio waves[MeSH Terms] OR radio waves[MeSH Terms] OR cellular phone[MeSH Terms] OR telephone, cellular[MeSH Terms] OR ((base

station OR antenna) AND radiofrequency) OR mobile phone* OR cellular phone* OR cellular telephone* OR radiofrequenc* OR radio wave* OR radio-waves OR cellphone* OR cell phone* OR cellular *phone* OR mobile phone* OR microwave OR radiofrequency OR cell phone OR mobile phone OR umts OR gsm OR MHz OR ultra*wideband* OR wireless phone* OR millimeter*wave*) AND (animal* OR rat OR rats OR mouse OR mice OR murine) NOT (“in vitro”[Publication Type] OR “in vitro”[All Fields] OR cells, cultured OR DNA/analysis OR Diagnostic Techniques OR light OR ultraviolet OR ultrasound OR sound OR acoustic OR ablation OR imaging OR therap*) AND (“2019/01/01”[Entrez Date] : “2019/12/31”[Entrez Date]); zoekdatum 28-02-2020.

EMF Portal: Experimental studies; Radiofrequency and Mobile communications; Complete time span, selected: 2019 studies; zoekdatum 28-02-2020.

2.5 Andere bronnen, alle frequenties

Een recent review van Simkó en Mattsson.⁵

Een recent rapport van ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail uit Frankrijk).⁶



03

criteria voor opname in de analyse



Overgenomen uit WHO (2014).¹ De rapporten van de Swedish Radiation Safety Authority (SSM) hanteren dezelfde criteria.²⁻⁴

Quality criteria for inclusion of papers in the Monograph

In order to be able to draw conclusions from a study, it is imperative that it complies with certain requirements regarding design and methodology and that sufficient information is provided to document the compliance. Inclusion criteria based on such quality requirements were specified a priori for the different types of studies. Papers that did not comply with one or more of these criteria, or for which this could not be determined, are not included in the analysis, but are listed at the end of the relevant section with a motivation for the exclusion. The inclusion criteria are:

Epidemiological studies

- The study base is identified (i.e. the population intended for inclusion was identified, eligible participants were either the whole population or a randomly selected sample, either through sampling from the whole study base, or through a method that allowed assessment of the representativity of the participants. Cross-sectional or case-control studies with self-selection of participants from an unidentified study base, e.g. through advertisement, are excluded). Sufficient information is provided for an appropriate judgment of all items specified for inclusion, e.g. the paper provides information about the source of study subjects (study base), and how subjects were selected for inclusion.

- Proper denominators are used for calculations of prevalence/incidence in a descriptive or incidence study.
- At least two levels of exposure are considered (except in incidence time trend studies)
- Relevant statistical analysis is performed.

Volunteer studies

- The exposure conditions are blinded to the participants and sufficient information is provided to assess this.
- The study includes at least two exposure levels, whereof one could be a sham exposure, under otherwise similar conditions. Standby mode of a mobile phone is not regarded as RF exposure, so any study that used a mobile phone in standby mode as the only source of exposure is excluded.⁸⁰⁶
- The exposure levels are sufficiently controlled and documented. Sufficiently controlled means that the output power of the exposure source is fixed or recorded (e.g. a mobile phone in talk mode without level control is not sufficiently controlled). Sufficiently documented means that SAR or other relevant exposure measures, such as power density or electric field, and methods for determining the actual quantity are provided. For volunteers studies it is also sufficient if output power together with geometrical information about exposure setup are described.
- Exposures were not given in fixed order.



- A relevant statistical analysis has been performed when this is needed to conclude on statistical significance.

Animal studies

- The study includes at least two exposure levels, one of which being sham exposure, with otherwise similar conditions. Standby mode of a mobile phone is not regarded as RF exposure, so any study that used a mobile phone in standby mode as the only source of exposure is excluded.
- There is relevant statistical analysis when this is needed to conclude on statistical significance.
- The exposure levels are sufficiently controlled and documented. Sufficiently controlled means that the output power of the exposure source is fixed or recorded (e.g. a mobile phone in talk mode without level control is not sufficiently controlled). Sufficiently documented means that SAR or other relevant exposure measures, such as power density or electric field, and methods for determining the actual quantity are provided.
- Exposures were not given in fixed order.

In vitro studies

- The study includes at least two exposure levels, one of which being sham exposure, with otherwise similar conditions. Standby mode of a mobile phone is not regarded as RF exposure, so any study that

used a mobile phone in standby mode as the only source of exposure is excluded.

- There is relevant statistical analysis when this is needed to conclude on statistical significance.
- The exposure levels are sufficiently controlled and documented. Sufficiently controlled means that the output power of the exposure source is fixed or recorded (e.g. a mobile phone in talk mode without level control is not sufficiently controlled). Sufficiently documented means that SAR or other relevant exposure measures, such as power density or electric field, and methods for determining the actual quantity are provided.
- The biological assay has been properly carried out.
- The number of independent experiments is sufficient (3 or more).

Quality assessment of papers included in the Monograph

All papers included in the Monograph were fully assessed. Assessment criteria were developed mainly based on recognised recommendations and checklists for what to include in the reports of the respective study types. For all study types, the following main issues should be assessed for each individual study:

- statistical precision/statistical power (width of confidence intervals when provided, primarily study size);
- potential bias;
- consistency and plausibility of results and, when relevant, dose-



response relation;

- indirectness (reduced validity in relation to such as study population, exposure, time lag between exposure and outcome assessment, and endpoints).

For each of the study types more specific assessment criteria were specified.

Epidemiological studies

The quality criteria for epidemiological studies were elaborated mainly based on recommendations in STROBE, which is an initiative to strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (www.strobe-statement.org). STROBE does not make quality assessments, but provides a checklist with items that are important to include in reports of observational studies. Important items for adequate reporting are also of importance for assessment of study quality and evaluation of the findings. Other quality assessment scales were also discussed and taken into consideration when elaborating the quality criteria, e.g. GRADE (<http://www.gradeworkinggroup.org/>) and the Newcastle-Ottawa Scale (http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp). These scales were, however, judged to be too superficial and technical and would miss essential quality aspects if applied on their own. For the GRADE system the main limitation was that it has been developed to assess clinical trials and interventions, and is

therefore less suitable for observational studies of potential risk factors for disease.

Potential biases from the following sources was assessed:

- selection bias (likelihood of inclusion of eligible cases and controls (state source of control selection), successful follow-up in cohort studies (should not be related to exposure) (NB: selection bias can also occur as internal missing data);
- outcome misclassification (detection bias, nocebo);
- exposure assessment and categorization (choice of cut-points);
- non-differential exposure misclassification;
- differential exposure misclassification (recall bias) – can also occur as differential completeness of reporting, observer bias;
- reverse causation (including also prodromal effects);
- confounding;
- statistical methods;
- internal consistency, external consistency/validity, dose-response.

Volunteer studies

For volunteer studies the CONSORT statement and checklist for trials⁸⁰⁷ was the main source for developing quality assessment criteria and in addition the Gold Standard Publication Checklist was used, which is targeted at experimental animal studies.⁸⁰⁸ Some adjustments, mostly by



adding criteria, were done to adapt to the specific conditions of volunteer studies with RF EMF exposure.

Potential biases from the following sources were assessed:

- study design (randomization, counterbalance, habituation sessions);
- design of exposure sessions (adaptation periods, time between exposures);
- blinding;
- background exposure (particularly important with low exposure levels and in studies including participants with IEI-EMF);
- artefacts (e.g. RF EMF signals interference with recording equipment, heat generated by exposure equipment);
- effects of other factors (exposures and conditions before and during sessions);
- confounding factors in between-group analyses;
- statistical methods;
- dropouts or exclusion of participants or of individual outcomes;
- deviations from predefined protocol.

Concerning indirectness, the following was assessed:

- the characteristics of exposure used in studies with IEI-EMF participants deviated from that reported by the participants to cause symptoms.

Animal studies

The criteria for the quality assessment of animal studies were based on the Gold Standard Publication Checklist⁸⁰⁸:

- proper dosimetry;
- proper statistical analysis;
- sufficient group size;
- blinding of exposure and analysis.

In vitro studies

The quality assessment of in vitro studies has primarily applied criteria suggested for toxicological investigations. Some adjustments were done to take into account the issues related to RF EMF exposure.^{809,810}

- proper dosimetry;
- proper temperature control;
- sufficient number of independent experiments;
- appropriateness of cell types vs. the endpoint investigated;
- proper statistical analysis.



04

overzichten publicaties relevant voor 5G: ziekten en aandoeningen



In de tabellen in dit en het volgende hoofdstuk is een onderscheid gemaakt tussen onderzoeken waarin een ongunstig effect op de gezondheid is gevonden, onderzoeken met een gunstig effect op de gezondheid, onderzoeken met zowel gunstige als ongunstige effecten, onderzoeken met een effect dat niet duidelijk gunstig of ongunstig is en onderzoeken waarin geen effect van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden is gevonden. In sommige onderzoeken zijn meerdere eindpunten onderzocht. Ook als in dat geval slechts voor één eindpunt een effect is gevonden, hoe groot of klein ook, is het betreffende onderzoek in een effect-categorie ingedeeld. Ook zijn in sommige onderzoeken meerdere frequenties onderzocht, daarom zijn sommige onderzoeken in meerdere frequentiegebieden aangegeven.

De onderzoeken zijn op basis van de korte samenvattingen uit de WHO en SSM rapporten en de samenvattingen uit de artikelen voor de meer recente publicaties, door twee deskundigen onafhankelijk van elkaar beoordeeld, waarna overeenstemming is gezocht over de classificatie voor elk type onderzoek (epidemiologisch, experimenteel mensen of dier-experimenteel). Wanneer die overeenstemming niet kon worden bereikt is het oordeel van een derde beoordelaar doorslaggevend geweest. Het totaaloordeel over de classificatie van elk gezondheidseffect/aandoening of biologisch proces volgens tabel 1 in het advies is vervolgens door de gehele commissie gegeven.

Er zijn onderzoeken die niet voldoen aan minimale kwaliteitseisen en daarom uitgesloten zijn van de analyse. Daarbij zijn de criteria gehanteerd die opgesteld zijn voor de evaluatie van de WHO.¹ Deze zijn opgenomen in hoofdstuk 2 van dit achtergronddocument. Tevens zijn enkele epidemiologische onderzoeken naar radarwerkers uitgesloten omdat ofwel de gebruikte radarfrequenties buiten de ranges van dit advies vielen, ofwel omdat de frequenties van de radarsystemen niet was aangegeven. De uitgesloten onderzoeken zijn in aparte tabellen vermeld.

4.1 Kanker

Onder kanker worden alle kwaadaardige nieuwvormingen verstaan. De commissie heeft in aanvulling op eerdere adviezen 25 nieuwere onderzoeken naar een verband tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en kanker meegewogen in dit advies, zie tabel 1.

Tabel 1. Aantallen publicaties over de relatie met kanker, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
19 epidemiologisch 4 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	2 epidemiologisch	14 epidemiologisch

700-2200 MHz

Er zijn sinds de publicatie in 2016 van het Gezondheidsraadadvies over mobiele telefoons⁷ in totaal 19 epidemiologische en 4 proefdier-onderzoeken gepubliceerd over de relatie tussen blootstelling aan elektromagnetische velden met frequenties tussen 700 en 2200 MHz en



het optreden van kanker. Dertien epidemiologische onderzoeken laten geen verband zien, 5 een ongunstig verband (verhoogde kans op speekselkliertumoren, hersentumoren, schildklierkanker, borstkanker en leukemie) en 1 een gunstig verband (verlaagde kans op hypofysetumoren). Eén proefdieronderzoek laat geen effect zien op geïmplanteerde

hersentumoren, 1 onderzoek laat een ongunstig effect zien op tumoren van de zenuwschede in het hart, hersentumoren en bijniertumoren, 1 onderzoek een ongunstig effect op tumoren van de zenuwschede in het hart en 1 onderzoek een gunstig effect (vertraagde groei van geïmplanteerde tumorcellen).

Tabel 2. Publicaties over de relatie met kanker in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Vila et al. (2018) ⁸	Epidemiologie patiënt-controle	Mobiele telefoon	Geen verband
Luo et al. (2019) ⁹	Epidemiologie patiënt-controle	Mobiele telefoon	Geen verband
Al-Qahtani (2016) ¹⁰	Epidemiologie patiënt-controle	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Balekouzou et al. (2017) ¹¹	Epidemiologie patiënt-controle	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Shresta et al. (2015) ¹²	Epidemiologie patiënt-controle	Mobiele telefoon	Gunstig verband / lager risico
Sato et al. (2017) ¹³	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Satta et al. (2018) ¹⁴	Epidemiologie patiënt-controle	Basisstation	Geen verband
Dabouis et al. (2016) ¹⁵	Epidemiologie cohort	Radar	Geen verband
Degrave et al. (2009) ¹⁶	Epidemiologie cohort	Radar	Ongunstig verband / hoger risico
Kim et al. (2015) ¹⁷	Epidemiologie incidentie	Niet gedefinieerd	Geen verband
Sato et al. (2016) ¹⁸	Epidemiologie incidentie	Niet gedefinieerd	Geen verband
Chapman et al. (2016) ¹⁹	Epidemiologie incidentie	Niet gedefinieerd	Geen verband
Gonzalez-Rubio et al. (2017) ²⁰	Epidemiologie incidentie	Niet gedefinieerd	Geen verband
Karipidis et al. (2018) ²¹	Epidemiologie incidentie	Niet gedefinieerd	Geen verband
Keinan-Boker et al. (2018) ²²	Epidemiologie incidentie	Niet gedefinieerd	Geen verband
Nilsson et al. (2019) ²³	Epidemiologie incidentie	Niet gedefinieerd	Geen verband
Natukka et al. (2019) ²⁴	Epidemiologie incidentie	Niet gedefinieerd	Geen verband
Carlberg et al. (2016) ²⁵	Epidemiologie incidentie	Niet gedefinieerd	Ongunstig verband / hoger risico
Hardell & Carlberg (2017) ²⁶	Epidemiologie incidentie	Niet gedefinieerd	Ongunstig verband / hoger risico
Smith-Roe et al. (2019) ²⁷	Proefdier	900 en 1900 MHz, GSM en CDMA	Geen effect
NTP (2018) ²⁸	Proefdier	900 en 1900 MHz, GSM en CDMA	Ongunstig effect / hoger risico
Falcioni et al. (2018) ²⁹	Proefdier	1800 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Kryukova et al. (2016) ³⁰	Proefdier	1000 MHz	Gunstig effect / lager risico



2,2-5,0 GHz

Frequenties rond 2,5 GHz zijn meegenomen in de adviezen over mobiele telefoons en kanker.^{7,31} Deze frequenties zijn gebruikt in een aantal proefdieronderzoeken, maar niet onderzocht in epidemiologische onderzoeken. Er zijn sinds 2015 geen nieuwe onderzoeken gepubliceerd.

20-40 GHz

Er zijn 2 epidemiologische onderzoeken gevonden onder mensen die met of in de buurt van radarinstallaties werken. In 1 daarvan is geen verband met het voorkomen van kanker gevonden, in 1 is een verhoogde kans daarop vastgesteld.

Tabel 3. Publicaties over de relatie met kanker in het frequentiegebied 20-40 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Baumgard-Elms et al. (2002) ³²	Epidemiologie patiënt-controle	Radar	Geen verband
Finkelstein (1998) ³³	Epidemiologie cohort	Radar	Ongunstig verband / hoger risico

Uitgesloten

Tabel 4. Uitgesloten publicaties over de relatie met kanker

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Lester & Moore (1982) ³⁴	Ecologische studie
Polson & Merritt (1985) ³⁵	Ecologische studie
Hayes et al. (1990) ³⁶	Niet gespecificeerde radar
Garland et al. (1987) ³⁷	Niet gespecificeerde radar
Garland et al. (1990) ³⁸	Niet gespecificeerde radar
Hardell et al. (1998) ³⁹	Niet gespecificeerde radar
Smulevich et al. (1999) ⁴⁰	Niet gespecificeerde radar
Stang et al. (2001) ⁴¹	Niet gespecificeerde radar
Groves et al. (2002) ⁴²	Niet gespecificeerde radar
Møllerlækken & Moen (2008) ⁴³	Radarfrequenties buiten ranges (9.1-9.4 GHz)
Peleg et al. (2018) ⁴⁴	Alleen serie patiënten onderzocht
Shen et al. 2018 ⁴⁵	Alleen serie patiënten onderzocht, geen gebruik mobiele telefoon
Sato et al. 2019 ⁴⁶	Model studie
Olsson et al. (2019) ⁴⁷	Alleen overleving binnen serie patiënten onderzocht

Conclusie

In eerdere adviezen concludeerde de commissie dat een verband tussen langdurig en frequent gebruik van een mobiele telefoon en een verhoogd risico op tumoren in de hersenen of het hoofd-hals gebied niet te bewijzen is, maar dat zo'n verband ook niet valt uit te sluiten. De recentere epidemiologische onderzoeken in het frequentiegebied 700-2200 MHz leiden niet tot een andere conclusie. Proefdierexperimenten geven beperkte aanwijzingen dat blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden een effect kan hebben op het opwekken van tumoren of het bevorderen van de ontwikkeling ervan. Voor het frequentiegebied 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.



4.2 Gezondheidsklachten

Er zijn mensen die een uiteenlopend scala van gezondheidsklachten toeschrijven aan blootstelling aan elektromagnetische velden, zoals hoofdpijn, slapeloosheid, concentratieproblemen, oorsuizen en huidirritaties. Zij beschouwen zich als ‘elektrogevoelig’. Voor sommige van deze mensen hebben de klachten ernstige negatieve gevolgen voor het dagelijks functioneren. De commissie heeft 64 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en het optreden van gezondheidsklachten, zowel bij mensen die zichzelf als ‘elektrogevoelig’ beschouwen als bij anderen die dat niet doen, meegewogen in dit advies, zie tabel 5.

Tabel 5. Aantallen publicaties over de relatie met gezondheidsklachten, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
28 epidemiologisch 36 experimenteel mensen	1 epidemiologisch	Geen publicaties	20 epidemiologisch 19 experimenteel mensen

700-2200 MHz

In 28 epidemiologische onderzoeken is onderzocht of het gebruik van een mobiele telefoon of het wonen in de buurt van een basisstation (en in een aantal onderzoeken de daarmee samenhangende blootstelling aan elektromagnetische velden) samenhangt met gerapporteerde gezondheidsklachten. In 10 van deze onderzoeken is geen verband gevonden, in 18 onderzoeken een ongunstig verband.

Experimentele onderzoeken kunnen alleen gezondheidsklachten die op korte termijn optreden onderzoeken. In 35 van de 36 experimentele onderzoeken met mensen is geen effect gevonden van blootstelling aan elektromagnetische velden op het optreden van klachten. Dat geldt zowel voor gezonde volwassenen en kinderen, als voor personen die zichzelf als elektrogevoelig beschouwen. In 1 onderzoek is een gunstig effect gevonden (een grotere kalmte).



Tabel 6. Publicaties over de relatie met gezondheidsklachten in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Mohler et al. (2012) ⁴⁸	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Geen verband
Cho et al. (2016) ⁴⁹	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Schoeni et al. (2017) ⁵⁰	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Frei et al. (2012) ⁵¹	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Chia et al. (2000) ⁵²	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Wilén et al. (2003) ⁵³	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Söderqvist et al. (2008) ⁵⁴	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Heinrich et al. (2010, 2011) ^{55,56}	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Sudan et al. (2012) ⁵⁷	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Redmayne et al. (2013) ⁵⁸	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Chiu et al. (2015) ⁵⁹	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Zheng et al. (2015) ⁶⁰	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Cho et al. (2016) ⁶¹	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Stalin et al. (2016) ⁶²	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Durusoy et al. (2017) ⁶³	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Frei et al. (2012) ⁵¹	Epidemiologie cohort	Basisstation	Ongunstig verband / hoger risico
Mohler et al. (2012) ⁴⁸	Epidemiologie cohort	Basisstation	Ongunstig verband / hoger risico
Baliatsas et al. (2016) ⁶⁴	Epidemiologie cohort	Basisstation	Ongunstig verband / hoger risico
Schoeni et al. (2016) ⁶⁵	Epidemiologie cohort	Basisstation	Ongunstig verband / hoger risico
Thomas et al. (2008) ⁶⁶	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Berg-Beckhoff et al. (2009) ⁶⁷	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Frei et al. (2012) ⁵¹	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Mohler et al. (2012) ⁴⁸	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Baliatsas et al. (2015) ⁶⁸	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Schoeni et al. 2016 ⁶⁵	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Martens et al. (2017) ⁶⁹	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Hutter et al. (2006) ⁷⁰	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Ongunstig verband / hoger risico
Heinrich et al. (2010, 2011) ^{55,56}	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Ongunstig verband / hoger risico
Durusoy et al. (2017) ⁶³	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Ongunstig verband / hoger risico
Mann & Röschke (1996) ⁷¹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Borbély et al. (1999) ⁷²	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Huber et al. (2000, 2003) ^{73,74}	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Koivisto et al. (2001) ⁷⁵	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect



Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Tahvainen et al. (2004) ⁷⁶	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Curcio et al. (2005) ⁷⁷	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Loughran et al. (2012) ⁷⁸	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Fritzer et al. (2007) ⁷⁹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Cinel et al. (2008) ⁸⁰	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Kleinlogel et al. (2008) ⁸¹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Johansson et al. (2008) ⁸²	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Curcio et al. (2009) ⁸³	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Schmid et al. (2012) ⁸⁴	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Schmid et al. (2012) ⁸⁵	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Spichtig et al. (2012) ⁸⁶	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Lustenberger et al. (2013) ⁸⁷	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Vecsei et al. (2013) ⁸⁸	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Verrender et al. (2016) ⁸⁹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Verrender et al. (2018) ⁹⁰	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Lowden et al. (2019) ⁹¹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Croft et al. (2010) ⁹²	Experimenteel mens kinderen	Mobiele telefoon	Geen effect
Choi et al. (2014) ⁹³	Experimenteel mens kinderen	Mobiele telefoon	Geen effect
Hietanen et al. (2002) ⁹⁴	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Rubin et al. (2006) ⁹⁵	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Wilén et al. (2006) ⁹⁶	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Oftedal et al. (2007) ⁹⁷	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Nam et al. (2009) ⁹⁸	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Lowden et al. (2011) ⁹⁹	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Kwon et al. (2012) ¹⁰⁰	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Verrender et al. (2018) ⁹⁰	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Danker-Hopfe et al. (2010) ¹⁰¹	Experimenteel mens volwassenen	Basisstation	Geen effect
Augner et al. (2009) ¹⁰²	Experimenteel mens volwassenen	Basisstation	Gunstig effect / lager risico
Riddervold et al. (2008) ¹⁰³	Experimenteel mens kinderen	Basisstation	Geen effect
Regel et al. (2006) ¹⁰⁴	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Basisstation	Geen effect
Eltiti et al. (2007) ¹⁰⁵	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Basisstation	Geen effect
Leitgeb et al. (2008) ¹⁰⁶	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Basisstation	Geen effect
Furubayashi et al. (2009) ¹⁰⁷	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Basisstation	Geen effect



2,2-5,0 GHz

In 1 observationeel onderzoek is (bij 1 van de 57 onderzochte personen) een verband gevonden tussen het optreden van klachten en blootstelling aan elektromagnetische velden.

Tabel 7. Publicaties over de relatie met gezondheidsklachten in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Bolte et al. (2019) ¹⁰⁸	Observationeel mens elektrogevoeligen	Basisstation	Ongunstig effect / hoger risico

Uitgesloten

Tabel 8. Uitgesloten publicaties over de relatie met gezondheidsklachten

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Robinette et al. (1980) ¹⁰⁹	Geen correctie voor verstorende factoren
Cao et al. (2000) ¹¹⁰	Geen informatie recruitering en percentage deelname; gebruikers mobiele telefoon hadden hoger inkomen en rookten en dronken meer dan controlegroep
Santini et al. (2001) ¹¹¹	Geen informatie recruitering en percentage deelname
Navarro et al. (2003) ¹¹²	Studie population niet gedefinieerd
Santini et al. (2002) ¹¹³	Studie population niet gedefinieerd; blootstellingsmaat is zelf-geschatte afstand tot basisstation
Santini et al. (2003) ¹¹⁴	Studie population niet gedefinieerd; blootstellingsmaat is zelf-geschatte afstand tot basisstation
Al-Khlaiwi & Meo (2004) ¹¹⁵	Studie population niet gedefinieerd
Wilén et al. (2004) ¹¹⁶	Geen informatie recruitering en percentage deelname
Balikci et al. (2005) ¹¹⁷	Geen informatie over bepaling blootstelling, vragen over klachten, recruitering en percentage deelname
Meo & Al-Drees (2005) ¹¹⁸	Geen informatie over bepaling blootstelling, vragen over klachten
Abdel-Rassoul et al. (2007) ¹¹⁹	Geen informatie recruitering en percentage deelname
Blettner et al. (2009) ¹²⁰	Geen zinvolle informatie over bepaling blootstelling
Eger & Jahn (2010) ¹²¹	Geen peer-reviewed tijdschrift
Baliatsas et al. (2011) ¹²²	Geen blootstelling, alleen afstand bepaald
Bortkiewicz et al. (2012) ¹²³	Random selectie deelnemers niet duidelijk; geen informatie percentage deelname
Liu et al. (2014) ¹²⁴	Geen informatie recruitering en percentage deelname
Lamech (2014) ¹²⁵	Beschrijvende studie, geen informatie blootstelling
Silva et al. (2015) ¹²⁶	Blootstellingsmaat is zelf-geschatte afstand tot basisstation
Singh et al. (2016) ¹²⁷	Studie population niet gedefinieerd
Hegazy et al. (2016) ¹²⁸	Studie population niet gedefinieerd



Experimentele onderzoeken mensen

Adair et al. (1998) ¹²⁹	Geen statistische analyse voor subjectieve parameters
Braune et al. (1998) ¹³⁰	Vaste volgorde blootstellingen
Zhang et al. (2000) ¹³¹	Geen informatie over controle blootstellingsniveau
Barth et al. (2000) ¹³²	Onvoldoende informatie blootstelling
Adair et al. (2001) ¹³³	Geen statistische analyse voor subjectieve parameters
Adair et al. (2001) ¹³⁴	Geen statistische analyse voor subjectieve parameters
Bortkiewicz et al. (2002) ¹³⁵	Geen informatie over controle blootstellingsniveau
Hocking & Westerman (2002) ¹³⁶	Geen blinding
Adair et al. (2003) ¹³⁷	Geen statistische analyse voor subjectieve parameters
Uloziene et al. (2005) ¹³⁸	Geen statistische analyse voor subjectieve parameters
Adair et al. (2005) ¹³⁹	Geen statistische analyse voor subjectieve parameters
Eliyahu et al. (2006) ¹⁴⁰	Geen statistische analyse voor subjectieve parameters
Bachmann et al. (2007) ¹⁴¹	Geen statistische analyse voor subjectieve parameters
Hung et al. (2007) ¹⁴²	Geen statistische analyse voor subjectieve parameters
Luria et al. (2009) ¹⁴³	Geen statistische analyse voor subjectieve parameters
Mortazavi et al. (2011) ¹⁴⁴	Geen informatie over controle blootstellingsniveau
Alsanosi et al. (2013) ¹⁴⁵	Geen controle conditie met lagere blootstelling
Havas, Marrongelle (2013) ¹⁴⁶	Publicatie ingetrokken
Trunk et al. (2013) ¹⁴⁷	Geen statistische analyse voor subjectieve parameters

Conclusie

De commissie concludeert dat er voor het frequentiegebied van 700-2200 MHz geen verband gevonden is tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en het optreden van gezondheidsklachten als hoofdpijn, slapeloosheid, concentratieproblemen, oorsuizen en huidirritaties. De commissie heeft hier de resultaten van de experimentele onderzoeken, waar geen effecten werden gezien, zwaarder gewogen dan de epidemiologische onderzoeken, waar de gevonden associaties een gevolg kunnen zijn van het gebruik van een mobiele telefoon op zich, bijvoorbeeld voor het voortdurend volgen van sociale media en

bereikbaar willen zijn, ook 's nachts, en de stress en het slaapgebrek die daarmee gepaard gaan. Voor de frequentiegebieden 2,2-5,0 GHz en 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

4.3 Gehoor

Onder ziekten of aandoeningen aan het gehoor vallen uiteenlopende problemen met het oor en het binnenoor, waaronder slechthorendheid en doofheid. De commissie heeft 25 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en aandoeningen aan het gehoor meegewogen in dit advies, zie tabel 9.



De effecten op het gehoor zijn onderzocht met behulp van objectieve testmethoden, waarbij de perceptie van geluid door de onderzochte personen (of proefdieren) geen rol speelt.

Tabel 9. Aantallen publicaties over de relatie met ziekten of aandoeningen aan het gehoor, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
6 epidemiologisch 10 experimenteel mensen 9 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	Geen publicaties	1 epidemiologisch 17 experimenteel mensen 8 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

In 6 epidemiologische onderzoeken, 10 experimentele onderzoeken met mensen en 7 proefdieronderzoeken zijn geen effecten op het gehoor gevonden. In 2 proefdieronderzoeken is een gunstig effect gevonden.

Tabel 10. Publicaties over de relatie met ziekten of aandoeningen aan het gehoor in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Hutter et al. (2010) ¹⁴⁸	Epidemiologie patiënt-controle	Mobiele telefoon	Geen verband
Frei et al. (2012) ⁵¹	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Geen verband
Mortazavi et al. (2007) ¹⁴⁹	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Sudan et al. (2013) ¹⁵⁰	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Gupta et al. (2015) ¹⁵¹	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Bhagat et al. (2016) ¹⁵²	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Janssen et al. (2005) ¹⁵³	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Uloziene et al. (2005) ¹³⁸	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Parazzini et al. (2005) ¹⁵⁴	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Parazzini et al. (2007) ¹⁵⁵	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Paglialonga et al. (2007) ¹⁵⁶	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Bamiou et al. (2008, 2015) ^{157,158}	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Stefanics et al. (2008) ¹⁵⁹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Parazzini et al. (2009) ¹⁶⁰	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Parazzini et al. (2010) ¹⁶¹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Kwon et al. (2010) ¹⁶²	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Marino et al. (2000) ¹⁶³	Proefdier	936 en 950 MHz continu	Geen effect
Aran et al. (2004) ¹⁶⁴	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Galloni et al. (2005) ¹⁶⁵	Proefdier	923 en 936 MHz continu	Geen effect
Galloni et al. (2005) ¹⁶⁶	Proefdier	900 en 1800 MHz GSM	Geen effect
Parazzini et al. (2007) ¹⁶⁷	Proefdier	900 MHz continu	Geen effect
Galloni et al. (2009) ¹⁶⁸	Proefdier	1946 MHz UMTS	Geen effect
Hidisoglu et al. (2018) ¹⁶⁹	Proefdier	2100 MHz 217 Hz modulatie	Gunstig effect / lager risico
Kim et al. (2019) ¹⁷⁰	Proefdier	1850 MHz	Gunstig effect / lager risico



Uitgesloten

Tabel 11. Uitgesloten publicaties over de relatie met ziekten of aandoeningen aan het gehoor

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Sagiv et al. (2018) ¹⁷¹	Onvoldoende informatie over blootstelling
Experimentele onderzoeken mensen	
Kellenyi et al. (1999) ¹⁷²	Geen sham controlegroep; geen blinding
de Sèze et al. (2001) ¹⁷³	Geen sham controlegroep; geen blinding
Ozturan et al. (2002) ¹⁷⁴	Geen sham controlegroep; geen blinding
Arai et al. (2003) ¹⁷⁵	Geen sham controlegroep; geen blinding
Bak et al. (2003) ¹⁷⁶	Geen sham controlegroep; geen blinding
Monnery et al. (2004) ¹⁷⁷	Geen informatie over blinding; geen controle blootstellingsniveau
Pau et al. (2005) ¹⁷⁸	Geen informatie over blinding
Sievert et al. (2005) ¹⁷⁹	Geen informatie over blinding
Oysu et al. (2005) ¹⁸⁰	Geen sham controlegroep; geen blinding
Mora et al. (2006) ¹⁸¹	Geen sham controlegroep; geen blinding
Sievert et al. (2007) ¹⁸²	Geen informatie over blinding (studies ook gerapporteerd in Pau et al. (2005) ¹⁷⁸ en Sievert et al. (2005) ¹⁷⁹)
Stefanics et al. (2007) ¹⁸³	Geen statistische analyse; onvoldoende gegevens om conclusies te trekken over verschil tussen sham en echt blootgesteld
Colletti et al. (2011) ¹⁸⁴	Geen controle blootstellingsniveau
Balachandran et al. (2012) ¹⁸⁵	Geen sham controlegroep; geen blinding
Alsanosi et al. (2013) ¹⁴⁵	Geen sham controlegroep; geen blinding; geen controle blootstellingsniveau
Mandala et al. (2014) ¹⁸⁶	Geen controle blootstellingsniveau
Singh (2015) ¹⁸⁷	Geen informatie over blootstellingsniveau; geen blinding
Proefdieronderzoeken	
Kizilay et al. (2003) ¹⁸⁸	Geen blootstellingsniveau
Budak et al. (2009) ¹⁸⁹	Geen blootstellingsniveau; onduidelijk of controles sham controles zijn
Budak et al. (2009) ¹⁹⁰	Geen blootstellingsniveau; onduidelijk of controles sham controles zijn
Budak et al. (2009) ¹⁹¹	Geen informatie over blootstellingopstelling; geen blootstellingsniveau; onduidelijk of controles sham controles zijn
Kayabasoglu et al. (2011) ¹⁹²	Geen informatie over blootstellingopstelling; geen blootstellingsniveau; onduidelijk of controles sham controles zijn
Kaprana et al. (2011) ¹⁹³	Geen blootstellingsniveau
Seckin et al. (2014) ¹⁹⁴	Geen sham controlegroep
Sagiv et al. (2018) ¹⁷¹	Onvoldoende informatie over blootstelling



Conclusie

De commissie concludeert dat voor het frequentiegebied 700-2200 MHz geen ongunstige effecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden op het gehoor zijn gevonden. Voor de frequentiegebieden 2,2-5,0 GHz en 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

4.4 Ogen

Onder aandoeningen of ziekten aan de ogen vallen onder andere oog-ontsteking, staar, glaucoom, scheelzien, slechtziendheid en blindheid. De commissie heeft 9 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en aandoeningen aan het oog meegewogen in dit advies, zie tabel 12. Onderzoeken naar effecten op de ogen hebben uiteenlopende eindpunten gebruikt, variërend van effecten op het gezichtsvermogen bij mensen tot schade aan weefsels in het oog.

Tabel 12. Aantallen publicaties over de relatie met ziekten en aandoeningen aan het oog, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
4 experimenteel mensen 1 experimenteel proefdieren	4 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	1 epidemiologisch 1 experimenteel mensen 10 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

In 4 experimentele onderzoeken met mensen zijn geen effecten op het gezichtsvermogen gevonden. In 1 proefdieronderzoek is in weefsels in het

oog een verhoogde expressie gevonden van twee genen die betrokken zijn bij geprogrammeerde celdood, maar het is niet bekend wat dit betekent voor schade aan het oog.

Tabel 13. Publicaties over de relatie met ziekten of aandoeningen aan het oog in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Schmid et al. (2005) ¹⁹⁵	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Wilén et al. (2006) ⁹⁶	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Irlenbusch et al. (2007) ¹⁹⁶	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Unterlechner et al. (2008) ¹⁹⁷	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Eker et al. (2018) ¹⁹⁸	Proefdier	1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico

2,2-5,0 GHz

In 2 proefdieronderzoeken is schade aan weefsels in het oog gevonden. In 2 andere proefdieronderzoeken, beide een herhaling van een van de eerdere onderzoeken, zijn geen effecten gevonden.

Tabel 14. Publicaties over de relatie met ziekten of aandoeningen aan het oog in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Kamimura et al. (1994) ¹⁹⁹	Proefdier	2.45 GHz	Geen effect
Lu et al. (2010) ²⁰⁰	Proefdier	2.45 GHz 34 Hz gepulsd	Geen effect
Kues et al. (1992) ²⁰¹	Proefdier	2.45 GHz gepulsd	Proefdier
Ye et al. (2001) ²⁰²	Proefdier	2.45 GHz	Ongunstig effect / hoger risico



Uitgesloten

Tabel 15. Uitgesloten publicaties over de relatie met ziekten of aandoeningen aan het oog

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Cleary et al. (1965) ²⁰³	Niet gespecificeerde radar
Experimentele onderzoeken mensen	
Gawit et al. (2017) ²⁰⁴	Parallele groepen, geen informatie over blootstelling, geen sham controlegroep
Proefdieronderzoeken	
Inalöz et al. (1997) ²⁰⁵	Geen dosimetrie
Balci et al. (2007) ²⁰⁶	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Balci et al. (2009) ²⁰⁷	Geen informatie over blootstelling
Hässig et al. (2009) ²⁰⁸	Geen blootstellingsniveau
Zareen et al. (2009) ²⁰⁹	Onduidelijk blootstellingsniveau; tegenstrijdige gegevens groepsgrootte
Demirel et al. (2012) ²¹⁰	Geen informatie over blootstelling
Hässig et al. (2012) ²¹¹	Geen vergelijking wel/niet blootgesteld
Amer et al. (2013) ²¹²	Geen dosimetrie
Akar et al. (2013) ²¹³	Geen sham blootgestelde groep
Tök et al. (2014) ²¹⁴	Geen dosimetrie

Conclusie

Voor de frequentiegebieden 700-2200 MHz en 2,2-5,0 GHz is de conclusie dat geen effect is gevonden. Voor het frequentiegebied 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

4.5 Hart en bloedvaten en autonoom zenuwstelsel

Onder aandoeningen aan hart- en bloedvaten en het autonoom zenuwstelsel vallen onder andere doorbloedingsstoornissen van de hartspier (ischemie), hartinfarct, hartritme stoornissen en ontsteking aan

hartkleppen of de hartspier. De commissie heeft 27 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en aandoeningen aan hart en bloedvaten en het autonoom zenuwstelsel meegewogen in dit advies, zie tabel 16. Ze heeft de directe effecten op hart en bloedvaten samengenomen met de indirecte effecten ten gevolge van beïnvloeding van het autonome (onwillekeurige) zenuwstelsel omdat deze effecten niet altijd duidelijk te onderscheiden zijn.

Tabel 16. Aantallen publicaties over de relatie met aandoeningen aan hart en bloedvaten en het autonoom zenuwstelsel, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
1 epidemiologisch 24 experimenteel mensen	1 epidemiologisch	1 epidemiologisch	1 epidemiologisch 21 experimenteel mensen

700-2200 MHz

Er is 1 epidemiologisch onderzoek gepubliceerd, hierin is een verhoogd risico gevonden op ischemische hartziekte bij dagelijks gebruik van een mobiele telefoon. Een verband met blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden is in dit onderzoek niet vast te stellen. In 20 experimentele onderzoeken bij mensen zijn geen effecten gevonden, 3 onderzoeken laten een ongunstig effect op hartritmevariëaties zien en 1 onderzoek een effect dat niet duidelijk gunstig of ongunstig is (verhoogde bloeddoodstroming van de huid).



Tabel 17. Publicaties over de relatie met aandoeningen aan hart en bloedvaten en het autonoom zenuwstelsel in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Benson et al. 2013 ²¹⁵	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Mann et al. (1998) ²¹⁶	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Braune et al. (2002) ²¹⁷	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Tahvanainen et al. (2004) ⁷⁶	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Barker et al. (2007) ²¹⁸	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Schmid et al. (2012) ⁸⁴	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Schmid et al. (2012) ⁸⁵	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Atlasz et al. (2006) ²¹⁹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Curcio et al. (2009) ⁸³	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Ghosn et al. (2012) ²²⁰	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Ghosn et al. (2015) ²²¹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Huber et al. (2003) ⁷⁴	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Parazzini et al. (2013) ²²²	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Ongunstig effect / hoger risico
Spichtig et al. (2012) ⁸⁶	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Ongunstig effect / hoger risico
Loos et al. (2013) ²²³	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Gunstig effect / lager risico
Lindholm et al. (2011) ²²⁴	Experimenteel mens kinderen	Mobiele telefoon	Geen effect
Choi et al. (2014) ⁹³	Experimenteel mens kinderen	Mobiele telefoon	Geen effect
Wilén et al. (2006) ⁹⁶	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Oftedal et al. (2007) ⁹⁷	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Nam et al. (2009) ⁹⁸	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Kwon et al. (2012) ¹⁰⁰	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Andrianome et al. (2017) ²²⁵	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Hietanen et al. (2002) ⁹⁴	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Ongunstig effect / hoger risico
Eltiti et al. (2009) ²²⁶	Experimenteel mens volwassenen	Basisstation	Geen effect
Furubayashi et al. (2009) ¹⁰⁷	Experimenteel mens volwassenen	Basisstation	Geen effect



2,2-5,0 GHz

In 1 onderzoek onder elektrogevoeligen is geen effect gevonden op hartritme.

Tabel 18. Publicaties over de relatie met aandoeningen aan hart en bloedvaten en het autonoom zenuwstelsel in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Andrianome et al. (2017) ²²⁵	Experimenteel mens elektrogevoeligen	wifi	Geen effect

20-40 GHz

In 1 onderzoek onder personeel van een vliegtuigvolgradar is een verhoogd risico op hartfalen gevonden.

Tabel 19. Publicaties over de relatie met aandoeningen aan hart en bloedvaten en het autonoom zenuwstelsel in het frequentiegebied 20-40 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Tikhonova (2003) ²²⁷	Epidemiologie cross-sectioneel	Radar	Ongunstig effect / hoger risico

Uitgesloten

Tabel 20. Uitgesloten publicaties over de relatie met aandoeningen aan hart en bloedvaten en het autonoom zenuwstelsel

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Møllerlækken & Moen (2008) ⁴³	Radarfrequenties buiten ranges (9.1-9.4 GHz)
Experimentele onderzoeken mensen	
Braune et al. (1998) ¹³⁰	Vaste volgorde blootstellingen; geen informatie over controle blootstellingsniveau
Paredi et al. (2001) ²²⁸	Geen informatie over controle blootstellingsniveau; geen blinding
Monfrecola et al. (2003) ²²⁹	Geen informatie over controle blootstellingsniveau; geen informatie over blinding.
Celik & Hascalik (2004) ²³⁰	Geen blinding; geen informatie over controle blootstellingsniveau; vaste volgorde blootstellingen
Esen & Esen (2006) ²³¹	Geen informatie over controle blootstellingsniveau en over volgorde blootstellingen
Nam et al. (2006) ²³²	Vaste volgorde blootstellingen
Ahamed et al. (2008) ²³³	Geen sham controlegroep; geen blinding; geen informatie over controle blootstellingsniveau
Andrzejak et al. (2008) ²³⁴	Geen sham controlegroep; geen blinding; geen informatie over controle blootstellingsniveau
Rezk et al. (2008) ²³⁵	Geen sham controlegroep; geen blinding; geen informatie over controle blootstellingsniveau
Tamer et al. (2009) ²³⁶	Geen informatie over controle blootstellingsniveau
Yilmaz & Yildiz (2010) ²³⁷	Geen informatie over controle blootstellingsniveau; vaste volgorde blootstellingen
Havas et al. (2010) ²³⁸	Geen statistische analyse; onvoldoende gegevens om conclusies te trekken over verschil tussen sham en echt blootgesteld
Faust et al. (2011) ²³⁹	Geen sham controlegroep; geen blinding; geen informatie over controle blootstellingsniveau
Barutcu et al. (2011) ²⁴⁰	Geen sham controlegroep; geen blinding; geen informatie over controle blootstellingsniveau
Mortazavi et al. (2011) ¹⁴⁴	Geen informatie over controle blootstellingsniveau
Alhusseiny et al. (2012) ²⁴¹	Geen informatie over controle blootstellingsniveau; geen blinding; vaste volgorde blootstellingen



Experimentele onderzoeken mensen

Havas & Marrongelle (2013) ¹⁴⁶	Publicatie ingetrokken
Devasia et al. (2014) ²⁴²	Geen informatie over controle blootstellingsniveau
Malek et al. (2015) ²⁴³	Onjuiste informatie over blootstellingsniveau; onvoldoende gegevens om conclusies te trekken over verschil tussen sham en echt blootgesteld
Messina et al. (2017) ²⁴⁴	Geen sham controlegroep; geen blinding; geen informatie over controle blootstellingsniveau en frequentie
Umar et al. (2014) ²⁴⁵	Geen informatie over controle blootstellingsniveau; geen blinding

Conclusie

De commissie concludeert dat voor het frequentiegebied 700-2200 MHz geen effect van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden op het hart en autonome zenuwstelsel is gevonden. Voor de frequentiegebieden 2,2-5,0 GHz en 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

4.6 Neurodegeneratieve ziekten

Neurodegeneratieve ziekten zijn het gevolg van functionele achteruitgang of afsterven of verdwijnen van zenuwweefsel in de hersenen. Voorbeelden zijn de ziekten van Alzheimer en Parkinson, amyotrofe lateraal sclerose (ALS) en multiple sclerose (MS). De commissie heeft in dit advies 1 onderzoek meegewogen naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en neurodegeneratieve ziekten, zie tabel 21.

Tabel 21. Aantallen publicaties over de relatie met neurodegeneratieve ziekten, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
1 epidemiologisch	Geen publicaties	Geen publicaties	2 epidemiologisch 3 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

Er is 1 epidemiologisch onderzoek gepubliceerd, hierin is een verhoogd risico gevonden op ALS.

Tabel 22. Publicaties over de relatie met neurodegeneratieve ziekten in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Luna et al. (2019) ²⁴⁶	Epidemiologie patiënt-bevolking	Basisstation	Ongunstig verband / hoger risico

Uitgesloten

Tabel 23. Uitgesloten publicaties over de relatie met neurodegeneratieve ziekten

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Silva & Santana (2004) ²⁴⁷	Niet gespecificeerde radar
Beard et al. (2016) ²⁴⁸	Niet gespecificeerde radar
Proefdieronderzoeken	
Arendash et al. (2010) ²⁴⁹	Therapie
Dragicevic et al. (2011) ²⁵⁰	Therapie
Banaceur et al. (2013) ²⁵¹	Therapie



Conclusie

De commissie concludeert dat door de geringe hoeveelheid gegevens geen uitspraak mogelijk is over een verband tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en neurodegeneratieve ziekten.

4.7 Mannelijke vruchtbaarheid

De commissie heeft in dit advies 19 onderzoeken meegewogen naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en effecten op de mannelijke vruchtbaarheid, zie tabel 24. De indicatoren lopen uiteen van het aantal spermacellen in verschillende stadia van ontwikkeling, afwijkingen in het uiterlijk van spermacellen, beweeglijkheid van de spermacellen, het afsterven van cellen in de testes (een biologisch proces dat apoptose of geplande celdood wordt genoemd) tot het niveau van testosteron (een hormoon dat in de testes wordt geproduceerd).

Tabel 24. Aantallen publicaties over de relatie met mannelijke vruchtbaarheid, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
10 experimenteel proefdieren	9 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	7 epidemiologisch 2 experimenteel mensen 36 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

In 5 proefdieronderzoeken zijn geen effecten op indicatoren voor de vruchtbaarheid van mannen gevonden, in 1 onderzoek zijn ongunstige

effecten gevonden, in 2 onderzoeken een gunstig effect en in 2 onderzoeken zijn zowel gunstige als ongunstige effecten gevonden.

Tabel 25. Publicaties over de relatie met mannelijke vruchtbaarheid in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Ribeiro et al. (2007) ²⁵²	Proefdier	1800 MHz	Geen effect
Daşdağ et al. (2008) ²⁵³	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Lee et al. (2010) ²⁵⁴	Proefdier	848.5 MHz CDMA	Geen effect
Lee et al. (2012) ²⁵⁵	Proefdier	849 MHz CDMA en 1950 MHz WCDMA	Geen effect
Trošić et al. (2013) ²⁵⁶	Proefdier	915 MHz GSM	Geen effect
Qin et al. (2014) ²⁵⁷	Proefdier	1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Houston et al. (2019) ²⁵⁸	Proefdier	905 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Azimzadeh & Jelodar (2019) ²⁵⁹	Proefdier	900 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Yahyazadeh et al. (2020) ²⁶⁰	Proefdier	900 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Forgács et al. (2006) ²⁶¹	Proefdier	1800 MHz GSM	Gunstig effect / lager risico
Imai et al. (2011) ²⁶²	Proefdier	1950 MHz WCDMA	Gunstig effect / lager risico
Nisbet et al. (2012) ²⁶³	Proefdier	900 MHz GSM en 1800 MHz GSM	Gunstig en ongunstig effect
Taş et al. (2014) ²⁶⁴	Proefdier	900 MHz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig

2,2-5,0 GHz

In 9 proefdieronderzoeken is een ongunstig effect op indicatoren voor de mannelijke vruchtbaarheid gevonden, met name op de testisfunctie en de ontwikkeling van sperma.



Tabel 26. Publicaties over de relatie met mannelijke vruchtbaarheid in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Saygin et al. (2011) ²⁶⁵	Proefdier	2450 MHz 217 Hz puls modulatie	Ongunstig effect / hoger risico
Meena et al. (2014) ²⁶⁶	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Shahin et al. (2014) ²⁶⁷	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Saygin et al. (2015) ²⁶⁸	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Daşdağ et al. (2015) ²⁶⁹	Proefdier	2450 MHz wifi	Ongunstig effect / hoger risico
Saygin et al. (2016) ²⁷⁰	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Jonwal et al. (2018) ²⁷¹	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Bilgici et al. (2018) ²⁷²	Proefdier	2450 MHz wifi	Ongunstig effect / hoger risico
Shahin et al. (2018) ²⁷³	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Yu et al. (2020) ²⁷⁴	Proefdier	2575–2635 MHz	Ongunstig effect / hoger risico

Uitgesloten

Tabel 27. Uitgesloten publicaties over de relatie met mannelijke vruchtbaarheid

Epidemiologische onderzoeken	
Weyandt et al. (1996) ²⁷⁵	Niet gespecificeerde radar
Schrader et al. (1998) ²⁷⁶	Niet gespecificeerde radar
Ding et al. (2004) ²⁷⁷	Niet gespecificeerde radar
Yan et al. (2007) ²⁷⁸	Niet gespecificeerde radar
Møllerlækken & Moen (2008) ⁴³	Radarfrequenties buiten ranges (9.1-9.4 GHz)
Baste et al. (2008) ²⁷⁹	Radarfrequenties buiten ranges (9.1-9.4 GHz)
Baste et al. (2012) ²⁸⁰	Radarfrequenties buiten ranges (9.1-9.4 GHz)
Experimentele onderzoeken mensen	Reden voor uitsluiting
de Sèze et al. (2001) ¹⁷³	Geen blinding
Davoudi et al. (2002) ²⁸¹	Geen blinding
Proefdieronderzoeken	
Daşdağ et al. (1999) ²⁸²	Onvolledige dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Daşdağ et al. (2003) ²⁸³	Onvolledige dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Ozguner et al. (2005) ²⁸⁴	Geen sham controlegroep
Yan et al. (2007) ²⁸⁵	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Mailankot et al. (2009) ²⁸⁶	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Kesari et al. (2010) ²⁸⁷	Geen sham controlegroep; geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau



Proefdieronderzoeken	
Meo et al. (2010) ²⁸⁸	Geen sham controlegroep; geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Otitoloju et al. (2010) ²⁸⁹	Niet uitgevoerd onder gecontroleerde laboratorium condities
Esmekaya et al. (2011) ²⁹⁰	SAR onjuist berekend uit extern elektrisch veld
Kesari et al. (2011) ²⁹¹	Geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Meo et al. (2011) ²⁹²	Geen sham controlegroep; geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Sarookhani et al. (2011) ²⁹³	Geen sham controlegroep; geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Al-Damegh (2012) ²⁹⁴	Geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Çelic et al. (2012) ²⁹⁵	Geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Kesari & Behari (2012) ²⁹⁶	Geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Atasoy et al. (2013) ²⁹⁷	Geen sham controlegroep; geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Ghanbari et al. (2013) ²⁹⁸	Geen dosimetrie; onvoldoende informatie blootstellingsniveau
Shahin et al. (2013) ²⁹⁹	Geen kwantificering effecten, geen statistische analyse
Karaman et al. (2014) ³⁰⁰	Geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Kumar et al. (2014) ³⁰¹	Geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Oksay et al. (2014) ³⁰²	Onjuiste dosimetrie; geen blootstellingsniveau testes
Sepehrimanesh et al. (2014) ³⁰³	Onvoldoende informatie blootstelling en dosimetrie
Azadi Oskouyi et al. (2015) ³⁰⁴	Geen sham controlegroep; geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Bin-Meferij & El-Kott (2015) ³⁰⁵	Geen sham controlegroep; geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Tumkaya et al. (2016) ³⁰⁶	Onvolledige dosimetrie
Çetkin et al. (2017) ³⁰⁷	Geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Pandey et al. (2017) ³⁰⁸	Geen sham controlegroep
Sepehrimanesh et al. (2017) ³⁰⁹	Geen sham controlegroep
Shahin et al. (2017) ³¹⁰	Onvolledige beschrijving blootstelling; onjuiste dosimetrie
Oyewopo et al. (2017) ³¹¹	Geen dosimetrie
Narayanan et al. (2018) ³¹²	Geen blootstellingsniveau
Oh et al. (2018) ³¹³	Onduidelijk blootstellingsniveau (2 afstanden maar 1 SAR waarde)
Shahin et al. (2018) ³¹⁴	SAR berekening verwijst naar Shahin et al. (2017) ³¹⁰ ; daar onjuist berekend (voor uterus!) voor mobiele telefoon op maximaal vermogen
Hu et al. (2019) ³¹⁵	Onvolledige dosimetrie; geen frequentie
Yahyazadeh & Altunkaynak (2019) ³¹⁶	Geen sham controlegroep
Gautam et al. (2019) ³¹⁷	Geen sham controlegroep; onvolledige beschrijving blootstelling



Conclusie

De commissie concludeert op basis van proefdieronderzoeken dat er voor blootstelling aan elektromagnetische velden in het frequentiegebied van 700-2200 MHz geen uitspraak mogelijk is. In het frequentiegebied van 2,2-5,0 GHz zijn ongunstige effecten op de testisfunctie en de ontwikkeling van sperma mogelijk. Voor het frequentiegebied 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

4.8 Verloop van zwangerschap en geboortefwijkingen

De commissie heeft 15 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en het verloop van de zwangerschap en het optreden van geboortefwijkingen meegewogen in dit advies, zie tabel 28 (in sommige onderzoeken zijn meerdere frequentiebanden onderzocht). In epidemiologische onderzoeken is de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en zwangerschapsduur onderzocht. In de proefdieronderzoeken zijn met name de uitkomst van de zwangerschap zoals het aantal nakomelingen, en geboortefwijkingen onderzocht.

Tabel 28. Aantallen publicaties over de relatie met het verloop van de zwangerschap en geboortefwijkingen, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
1 epidemiologisch 9 experimenteel proefdieren	1 epidemiologisch 8 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	25 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

In 1 epidemiologisch onderzoek is een ongunstig effect gevonden (kortere duur van de zwangerschap). In 7 proefdieronderzoeken zijn geen effecten gevonden en in 1 proefdieronderzoek is een ongunstig effect gevonden (een verminderd aantal zenuwcellen in de hippocampus van pas-geborenen). Verder zijn in 1 proefdieronderzoek zowel gunstige als ongunstige effecten op de prenatale ontwikkeling gevonden.

Tabel 29. Publicaties over de relatie met het verloop van de zwangerschap en geboortefwijkingen in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Tsarna et al. (2019) ³¹⁸	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Bornhausen & Scheingraber (2000) ³¹⁹	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Ferreira et al. (2006) ³²⁰	Proefdier	834 MHz	Geen effect
Sommer et al. (2009) ³²¹	Proefdier	1966 MHz UMTS	Geen effect
Ogawa et al. (2009) ³²²	Proefdier	1950 MHz WCDMA	Geen effect
Lee et al. (2009) ³²³	Proefdier	848.5 MHz CDMA en 1.95 GHz WCDMA	Geen effect
Fragopoulou et al. (2010) ³²⁴	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Shirai et al. (2017) ³²⁵	Proefdier	880–5180 MHz	Geen effect
Koç et al. (2016) ¹²⁷	Proefdier	900 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Nisbet et al. (2016) ³²⁶	Proefdier	900 en 1800 MHz	Gunstig en ongunstig effect



2,2-5,0 GHz

In 1 epidemiologisch onderzoek is geen verband gevonden tussen blootstelling aan wifi tijdens de zwangerschap en spontane abortus. In 6 van de 8 proefdieronderzoeken is geen effect gevonden van blootstelling aan elektromagnetische velden voor de geboorte op de ontwikkeling van jonge dieren. In de 2 andere is een ongunstig effect gevonden: vertraagde groei.

Tabel 30. Publicaties over de relatie met het verloop van de zwangerschap en geboortefwijkingen in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Abad et al (2016) ³²⁷	Epidemiologie cohort	Wifi	Geen effect
Takahashi et al. (2010) ³²⁸	Proefdier	2140 MHz WCDMA	Geen effect
Aït-Aïssa et al. (2012) ³²⁹	Proefdier	2450 MHz wifi	Geen effect
Poulletier de Gannes et al. (2012) ³³⁰	Proefdier	2450 MHz wifi	Geen effect
Poulletier de Gannes et al. (2013) ³³¹	Proefdier	2450 MHz wifi	Geen effect
Shirai et al. (2014) ³³²	Proefdier	2140 MHz WCDMA	Geen effect
Woelders et al. (2017) ³³³	Proefdier	5.6 GHz WLAN	Geen effect
Sangun et al. (2015) ³³⁴	Proefdier	2.45 GHz 217 Hz gemoduleerd	Ongunstig effect / hoger risico
Kuybulu et al. (2016) ³³⁵	Proefdier	2.45 GHz	Ongunstig effect / hoger risico

Uitgesloten

Tabel 31. Uitgesloten publicaties over de relatie met het verloop van de zwangerschap en geboortefwijkingen

Proefdieronderzoeken	Reden voor uitsluiting
Magras & Xenos (1997) ³³⁶	Geen sham controlegroep
Inalöz et al. (1997) ²⁰⁵	Geen kwantitatieve gegevens; geen statistiek; blootstelling door positie naast magnetron; geen dosimetrie
Nakamura et al. (2000) ³³⁷	Geen sham controlegroep
Nakamura et al. (2003) ³³⁸	Geen sham controlegroep
Bas et al. (2009) ³³⁹	Geen sham controlegroep
Gul et al. (2009) ³⁴⁰	Onvolledige dosimetrie, geen frequentie
Rağbetli et al. (2009) ³⁴¹	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Aldad et al. (2012) ³⁴²	Mobiele telefoon op kooi; geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Jing et al. (2012) ³⁴³	Geen blootstellingsniveau, geen frequentie gegeven
Haghani et al. (2013) ³⁴⁴	SAR waardes gegeven, maar geen informatie over dosimetrie, geen andere informatie over blootstelling
Köktürk et al. (2013) ³⁴⁵	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Seckin et al. (2014) ¹⁹⁴	Geen sham controlegroep
Bedir et al. (2015) ³⁴⁶	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Odacı et al. (2015) ³⁴⁷	Geen sham controlegroep
Türedi et al. (2015) ³⁴⁸	Geen sham controlegroep
Zhang et al. (2015) ³⁴⁹	Geen informatie over blootstellingsopstelling, geen blootstellingsniveau
Erkut et al. (2016) ³⁵⁰	Geen sham controlegroep; geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Razavinasab et al. (2016) ³⁵¹	Berekening SAR onduidelijk, geen andere informatie over blootstelling
Türedi et al. (2016) ³⁵²	Geen sham controlegroep
Othman et al. (2017) ³⁵³	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Othman et al. (2017) ³⁵⁴	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Yilmaz et al. (2017) ³⁵⁵	Geen sham controlegroep, onvoldoende gegevens over blootstellingsniveau
Alimohammadi et al. (2018) ³⁵⁶	Geen sham controlegroep, onvoldoende gegevens over blootstellingsniveau
Tumkaya et al. (2019) ³⁵⁷	Geen sham controlegroep, onduidelijke blootstelling en bepaling blootstellingsniveau
Amandokht Saghezchi et al. (2019) ³⁵⁸	Geen dosimetrie



Conclusie

De commissie concludeert dat ongunstige effecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden tijdens de zwangerschap op het verloop van de zwangerschap, op geboorteafwijkingen en op de vroege ontwikkeling van het nageslacht mogelijk zijn voor de frequentiegebieden van 700-2200 MHz en 2,2-5,0 GHz. Voor het frequentiegebied van 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.



05

overzichten publicaties relevant voor 5G: biologische processen



Voor enkele biologische processen zijn aanwijzingen gevonden voor een ongunstig effect van blootstelling aan radiofrequentie elektromagnetische velden. Het gaat om gedrag, cognitie, signaaloverdracht in de hersenen, elektrische activiteit in de hersenen, slaap, oxidatieve stress en genexpressie in de hersenen. Bij andere biologische processen (afweersysteem, bloed, bloed-hersenbarrière en hormonen) zijn geen aanwijzingen gevonden voor ongunstige effecten. De gevonden effecten zijn een aanwijzing dat radiofrequentie elektromagnetische velden de potentie kunnen hebben tot gezondheidsschade te leiden, maar er zijn geen bewijzen gevonden dat de gezondheid daadwerkelijk geschaad wordt. De commissie heeft niet geanalyseerd of de gerapporteerde effecten een drempelwaarde hebben en of en hoe het effect toeneemt wanneer het blootstellingsniveau toeneemt.

5.1 Gedrag

Er zijn verschillende vormen van gedrag onderzocht. Bij mensen gaat het doorgaans om gedragsproblemen bij kinderen. In proefdieren zijn meer specifieke gedragingen onderzocht: verkenning van een onbekende situatie, herkenning van voorwerpen en situaties, angst en effecten op aangeleerd gedrag. De commissie heeft 58 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en het gedrag meegewogen in dit advies, zie tabel 32.

Tabel 32. Aantallen publicaties over de relatie met gedrag, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
9 epidemiologisch 29 experimenteel proefdieren	1 epidemiologisch 19 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	2 epidemiologisch 22 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

In 3 van de 9 epidemiologische onderzoeken is geen verband gevonden tussen blootstelling aan elektromagnetische velden en het gedrag. In 5 epidemiologische onderzoeken is een ongunstig verband gevonden en in 1 onderzoek een gunstig verband. In 16 proefdierexperimenten werd geen effect op het gedrag gevonden, in 8 werd een ongunstig effect gevonden, in 3 een gunstig effect en in 2 zowel gunstige als ongunstige effecten.



Tabel 33. Publicaties over de relatie met gedrag in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Guxens et al 2019 ³⁵⁹	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Geen verband
Divan et al. (2008) ³⁶⁰	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Divan et al. (2012) ³⁶¹	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Byun et al. (2013) ³⁶²	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Sudan et al. (2016) ³⁶³	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Roser et al. (2016) ³⁶⁴	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Gunstig verband / lager risico
Zheng et al. (2014) ³⁶⁵	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Roser et al. (2016) ³⁶⁴	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Thomas et al. (2010) ³⁶⁶	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Ongunstig verband / hoger risico
D'Andrea et al (1989) ³⁶⁷	Proefdier	1300 MHz gepulsd	Geen effect
Quock et al. (1994) ³⁶⁸	Proefdier	1800 MHz continu	Geen effect
Bornhausen & Scheingraber (2000) ³¹⁹	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Dubreuil et al. (2003) ³⁶⁹	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Mausset-Bonnefont et al. (2004) ³⁷⁰	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Nittby et al. (2008) ³⁷¹	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Takahashi et al. (2010) ³²⁸	Proefdier	2140 MHz WCDMA	Geen effect
Bouji et al. (2012) ³⁷²	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Shirai et al. (2014) ³³²	Proefdier	2140 MHz WCDMA	Geen effect
Klose et al. (2014) ³⁷³	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Son et al. (2015) ³⁷⁴	Proefdier	1950 MHz WCDMA	Geen effect
Son et al. (2016) ³⁷⁵	Proefdier	1950 MHz WCDMA	Geen effect
Barthélémy et al. (2016) ³⁷⁶	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Petitdant et al. (2016) ³⁷⁷	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Gupta et al. (2018) ³⁷⁸	Proefdier	900 en 1800 MHz	Geen effect
Gupta et al. (2019) ³⁷⁹	Proefdier	900 en 1800 MHz	Geen effect
Lebovitz (1981) ³⁸⁰	Proefdier	1300 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Lebovitz (1983) ³⁸¹	Proefdier	1300 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Akyel et al. (1991) ³⁸²	Proefdier	1250 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Daniels et al. (2009) ³⁸³	Proefdier	840 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Khirazova et al. (2012) ³⁸⁴	Proefdier	905 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Schneider & Stangassinger (2014) ³⁸⁵	Proefdier	900 MHz GSM en 1966 MHz UMTS	Ongunstig effect / hoger risico
Zhang et al. (2017) ³⁸⁶	Proefdier	1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Jeong et al. (2018) ³⁸⁷	Proefdier	1950 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Kumlin et al. (2007) ³⁸⁸	Proefdier	900 MHz GSM	Gunstig effect / lager risico



Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Kim et al. (2017) ³⁸⁹	Proefdier	835 MHz	Gunstig effect / lager risico
Wang et al. (2017) ³⁹⁰	Proefdier	1800 MHz	Gunstig effect / lager risico
Son et al. (2018) ³⁹¹	Proefdier	1950 MHz	Gunstig en ongunstig effect
Broom et al. (2019) ³⁹²	Proefdier	1846 MHz	Gunstig en ongunstig effect

2,2-5,0 GHz

Er is 1 epidemiologisch onderzoek, waarin geen effect op gedrag is gevonden. In 6 proefdierexperimenten is geen effect gevonden, in 11 een ongunstig effect, in 1 een gunstig effect en in 1 effecten die niet duidelijk gunstig of ongunstig zijn.

Tabel 34. Publicaties over de relatie met gedrag in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Guxens et al (2019) ³⁵⁹	Epidemiologie cohort	Wifi	Geen verband
Quock et al. (1987) ³⁹³	Proefdier	2450 MHz continu	Geen effect
Mitchell et al. (1989) ³⁹⁴	Proefdier	2450 MHz continu	Geen effect
Quock et al. (1994) ³⁶⁸	Proefdier	4,7 GHz continu	Geen effect
Kemerov et al. (1999) ³⁹⁵	Proefdier	2375 MHz, 433.93 MHz, 27.13 MHz	Geen effect
Cosquer et al. (2005) ³⁹⁶	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Geen effect
Crouzier et al. (2007) ³⁹⁷	Proefdier	2450 MHz gepulsd met 1 kHz	Geen effect
Thomas et al. (1982) ³⁹⁸	Proefdier	2.8 GHz continu en gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Lai et al. (1983) ³⁹⁹	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
D'Andrea et al. (1988) ⁴⁰⁰	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Chou et al. (1992) ⁴⁰¹	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Raslear et al. (1993) ⁴⁰²	Proefdier	3 GHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Shtemberg et al. (2001) ⁴⁰³	Proefdier	4,2 GHz gemoduleerd met 20 Hz-20 kHz	Ongunstig effect / hoger risico
Chaturvedi et al. (2011) ⁴⁰⁴	Proefdier	2450 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico
Kumar et al. (2016) ⁴⁰⁵	Proefdier	2450 MHz continu en gemoduleerd met 400 Hz	Ongunstig effect / hoger risico
Obajuluwa et al. (2017) ⁴⁰⁶	Proefdier	2,5 GHz wifi	Ongunstig effect / hoger risico
Gupta et al. (2018) ³⁷⁸	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Gupta et al. (2019) ³⁷⁹	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Sinha et al. (2008) ⁴⁰⁷	Proefdier	2450 MHz gemoduleerd met 1 kHz	Gunstig effect / lager risico
Sinha (2008) ⁴⁰⁸	Proefdier	2450 MHz gemoduleerd met 1 kHz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig



Uitgesloten

Tabel 35. Uitgesloten publicaties over de relatie met gedrag

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Calvente et al. (2016) ⁴⁰⁹	Bepaling blootstelling zonder betekenis
Guxens et al 2019 ³⁵⁹	Uitgesloten w.b.t. aanwezigheid telefoons en wifi, wel meegenomen w.b.t. aantal gesprekken
Proefdieronderzoeken	
Galloway (1975) ⁴¹⁰	Geen statistische analyse; geen blootstellingsniveau
Mattsson & Oliva (1976) ⁴¹¹	Onderzoek aan 1 proefdier
Thomas et al. (1980) ⁴¹²	Geen sham controlegroep; geen statistische analyse
Carratalá & Moya (1991) ⁴¹³	Geen sham controlegroep
Jensh (1997) ⁴¹⁴	Geen gegevens of p-waarden gerapporteerd
Crouzier et al. (2007) ⁴¹⁵	Geen gegevens gerapporteerd
Narayanan et al. (2009) ⁴¹⁶	Geen informatie over blootstelling; geen sham controlegroep
Narayanan et al. (2010) ⁴¹⁷	Geen informatie over blootstelling; geen sham controlegroep
Carballo-Quintás et al. (2011) ⁴¹⁸	Geen gegevens gerapporteerd
Ntzouni et al. (2011) ⁴¹⁹	Geen blootstellingsniveau
Aldad et al. (2012) ³⁴²	Mobiele telefoon op kooi; geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
El Kholy & El Hussein (2012) ⁴²⁰	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau; geen sham controlegroep
Sokolovic et al. (2012) ⁴²¹	Geen kwantitatieve gegevens over gedrag
Haghani et al. (2013) ³⁴⁴	SAR waardes gegeven, maar geen informatie over dosimetrie, geen andere informatie over blootstelling
Ntzouni et al. (2013) ⁴²²	Geen blootstellingsniveau
de Caires Júnior et al. (2014) ⁴²³	Geen blootstellingsniveau
Saikhedkar et al. (2014) ⁴²⁴	Onjuiste dosimetrie (SAR berekend voor mens), geen andere informatie over blootstelling
Lee et al. (2015) ⁴²⁵	Mobiele telefoon in aquarium, geen dosimetrie
Zhang et al. (2015) ³⁴⁹	Geen informatie over blootstellingsopstelling, geen blootstellingsniveau
Shehu et al. (2016) ⁴²⁶	Mobiele telefoon in kooi, geen dosimetrie
Hassanshahi et al. (2017) ⁴²⁷	Geen dosimetrie
Othman et al. (2017) ³⁵⁴	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau



Conclusie

De commissie concludeert dat zowel gunstige als ongunstige effecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden op het gedrag niet zijn uit te sluiten. Voor de frequentiegebieden 700-2200 MHz en 2,2-5,0 GHz is de conclusie dat een effect mogelijk is. Voor het frequentiegebied van 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

5.2 Cognitie

Onderzoeken naar de relatie tussen radiofrequente elektromagnetische velden en cognitie kijken onder meer naar effecten op het geheugen, de reactiesnelheid en het reactievermogen, omdat die iets zeggen over de werking van de hersenen. Het gaat soms om subtiele effecten. De commissie heeft 107 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en cognitie meegewogen in dit advies, zie tabel 36.

Tabel 36. Aantallen publicaties over de relatie met cognitie, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
11 epidemiologisch	2 experimenteel mensen	Geen	9 epidemiologisch
46 experimenteel mensen	24 experimenteel	publicaties	16 experimenteel mensen
24 experimenteel proefdieren	proefdieren		18 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

Van de 11 epidemiologische onderzoeken laten 2 geen verband zien, 4 een ongunstig verband, 2 een gunstig verband, 2 een gunstig en ongunstig verband en 1 een verband waarvan het onduidelijk is of dit als gunstig of ongunstig beschouwd moet worden. In 31 experimentele onderzoeken met mensen is geen effect gevonden, in 7 een ongunstig effect en in 8 een gunstig effect. Van de 24 dierexperimenten laten er 14 geen effect zien, 9 een ongunstig effect en 1 een gunstig effect.

Tabel 37. Publicaties over de relatie met cognitie in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Thomas et al. (2010) ⁴²⁸	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Foerster et al. (2018) ⁴²⁹	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Ng et al. (2012) ⁴³⁰	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Gunstig verband / lager risico
Brzozek et al. (2019) ⁴³¹	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Gunstig en ongunstig verband
Redmayne et al. (2016) ⁴³²	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Abramson et al. (2009) ⁴³³	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Lee et al. (2001) ⁴³⁴	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Gunstig verband / lager risico
Guxens et al. (2016) ⁴³⁵	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Verspreid, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Hutter et al. (2006) ⁷⁰	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband



Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Roser et al. (2016) ³⁶⁴	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Ongunstig verband / hoger risico
Guxens et al. (2016) ⁴³⁵	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Gunstig en ongunstig verband
Freude et al. (1998) ⁴³⁶	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Freude et al. (2000) ⁴³⁷	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Krause et al. (2000) ⁴³⁸	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Krause et al. (2000) ⁴³⁹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Krause et al. (2007) ⁴⁴⁰	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Haarala et al. (2003) ⁴⁴¹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Haarala et al. (2004) ⁴⁴²	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Haarala et al. (2003) ⁴⁴³	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Aalto et al. (2006) ⁴⁴⁴	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Kwon et al. (2011) ⁴⁴⁵	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Kwon et al. (2012) ⁴⁴⁶	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Hamblin et al. (2006) ⁴⁴⁷	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Besset et al. (2005) ⁴⁴⁸	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Curcio et al. (2008) ⁴⁴⁹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Luria et al. (2009) ¹⁴³	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Terao et al. (2006) ⁴⁵⁰	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Terao et al. (2007) ⁴⁵¹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Russo et al. (2006) ⁴⁵²	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Cinel et al. (2007) ⁴⁵³	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Haarala et al. (2007) ⁴⁵⁴	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Fritzer et al. (2007) ⁷⁹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Schmid et al. (2012) ⁸⁴	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Schmid et al. (2012) ⁸⁵	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Kleinlogel et al. (2008) ⁴⁵⁵	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Sauter et al. (2011) ⁴⁵⁶	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Curcio et al. (2012) ⁴⁵⁷	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Krause et al. (2004) ⁴⁵⁸	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Ongunstig effect / hoger risico
Hamblin et al. (2004) ⁴⁵⁹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Ongunstig effect / hoger risico
Eliyahu et al. (2006) ¹⁴⁰	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Ongunstig effect / hoger risico
Keetley et al. (2006) ⁴⁶⁰	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Ongunstig effect / hoger risico
Lustenberger et al. (2012) ⁸⁵	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Ongunstig effect / hoger risico
Preece et al. (1999) ⁴⁶¹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Gunstig effect / lager risico
Koivisto et al. (2000) ⁴⁶²	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Gunstig effect / lager risico
Koivisto et al. (2000) ⁴⁶³	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Gunstig effect / lager risico



Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Curcio et al. (2004) ⁴⁶⁴	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Gunstig effect / lager risico
Regel et al. (2007) ⁴⁶⁵	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Gunstig effect / lager risico
Verrinder et al. (2016) ⁸⁹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Gunstig effect / lager risico
Preece et al. (2005) ⁴⁶⁶	Experimenteel mens kinderen	Mobiele telefoon	Geen effect
Haarala et al. (2005) ⁴⁶⁷	Experimenteel mens kinderen	Mobiele telefoon	Geen effect
Loughran et al. (2013) ⁴⁶⁸	Experimenteel mens kinderen	Mobiele telefoon	Geen effect
Leung et al. (2011) ⁴⁶⁹	Experimenteel mens kinderen	Mobiele telefoon	Ongunstig effect / hoger risico
Wilén et al. (2006) ⁹⁶	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Jech et al. (2011) ⁴⁷⁰	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Gunstig effect / lager risico
Wiholm et al. (2009) ⁴⁷¹	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Gunstig effect / lager risico
Maier et al. (2004) ⁴⁷²	Experimenteel mens volwassenen	Basisstation	Ongunstig effect / hoger risico
Eltiti et al. (2009) ²²⁶	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Basisstation	Geen effect
Sienkiewicz et al. (2000) ⁴⁷³	Proefdier	900 MHz gepulsd met 217 Hz	Geen effect
Dubreuil et al. (2002) ⁴⁷⁴	Proefdier	900 MHz gepulsd met 217 Hz	Geen effect
Dubreuil et al. (2003) ³⁶⁹	Proefdier	900 MHz gepulsd met 217 Hz	Geen effect
Yamaguchi et al. (2003) ⁴⁷⁵	Proefdier	1439 MHz gepulsd	Geen effect
Ammari et al. (2008) ⁴⁷⁶	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Daniels et al. (2009) ³⁸³	Proefdier	840 MHz	Geen effect
Mori & Arendash (2011) ⁴⁷⁷	Proefdier	918 MHz GSM	Geen effect
Arendash et al. (2012) ⁴⁷⁸	Proefdier	918 MHz GSM	Geen effect
Klose et al. (2014) ³⁷³	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Bouji et al. (2016) ⁴⁷⁹	Proefdier	900 MHz	Geen effect
Son et al. (2016) ³⁷⁵	Proefdier	1950 MHz	Geen effect
Zhang et al. (2017) ³⁸⁶	Proefdier	1800 MHz	Geen effect
Keleş et al. (2018) ⁴⁸⁰	Proefdier	900 MHz	Geen effect
Bouji et al. (2020) ⁴⁸¹	Proefdier	900 MHz	Geen effect
Deshmukh et al. (2013) ⁴⁸²	Proefdier	900 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Jeong et al. (2015) ⁴⁸³	Proefdier	1950 MHz WCDMA	Ongunstig effect / hoger risico
Deshmukh et al. (2015) ⁴⁸⁴	Proefdier	900 en 1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Tang et al. (2015) ⁴⁸⁵	Proefdier	900 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico
Deshmukh et al. (2016) ⁴⁸⁶	Proefdier	900 en 1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Sharma et al. (2017) ⁴⁸⁷	Proefdier	1000 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Tan et al. (2017) ⁴⁸⁸	Proefdier	1500 en 2856 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Ahmadi et al. (2018) ⁴⁸⁹	Proefdier	900 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Sharma et al. (2019) ⁴⁹⁰	Proefdier	2100 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Kumlin et al. (2007) ³⁸⁸	Proefdier	900 MHz GSM	Gunstig effect / lager risico



2,2-5,0 GHz

Van de 2 experimentele onderzoeken met mensen laat er 1 geen effect zien en 1 een ongunstig effect. Daarnaast laten 7 proefdierexperimenten geen effect zien en 17 een ongunstig effect.

Tabel 38. Publicaties over de relatie met cognitie in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Hosseini et al. (2019) ⁴⁹¹	Experimenteel mens volwassenen	Wifi	Geen effect
Bamdad et al. (2019) ⁴⁹²	Experimenteel mens volwassenen	Wifi	Ongunstig effect / hoger risico
Cobb et al. (2004) ⁴⁹³	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Geen effect
Cassel et al. (2004) ⁴⁹⁴	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Geen effect
Cosquer et al. (2005) ⁴⁹⁵	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Geen effect
Cosquer et al. (2005) ⁴⁹⁶	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Geen effect
Cosquer et al. (2005) ³⁹⁶	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Geen effect
Takahashi et al. (2010) ³²⁸	Proefdier	2140 MHz WCDMA	Geen effect
Shirai et al. (2014) ³³²	Proefdier	2140 MHz WCDMA	Geen effect
Lai et al. (1994) ⁴⁹⁷	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Wang & Lai (2000) ⁴⁹⁸	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Lai (2004) ⁴⁹⁹	Proefdier	2450 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico
Li et al. (2008) ⁵⁰⁰	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Chaturvedi et al. (2011) ⁴⁰⁴	Proefdier	2450 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico
Lu et al. (2012) ⁵⁰¹	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Wang et al. (2013) ⁵⁰²	Proefdier	2856 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Qiao et al. (2014) ⁵⁰³	Proefdier	2856 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Wang et al. (2015) ⁵⁰⁴	Proefdier	2856 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Li et al. (2015) ⁵⁰⁵	Proefdier	2856 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Shahin et al. (2015) ⁵⁰⁶	Proefdier	2450 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico
Deshmukh et al. (2015) ⁴⁸⁴	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Deshmukh et al. (2016) ⁴⁸⁶	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Tan et al. (2017) ⁴⁸⁸	Proefdier	2856 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Wang et al. (2017) ⁵⁰⁷	Proefdier	2856 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Shahin et al. (2018) ⁵⁰⁸	Proefdier	2450 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico
Karimi et al. (2018) ⁵⁰⁹	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico



Uitgesloten

Tabel 39. Uitgesloten publicaties over de relatie met cognitie

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Wilén et al. (2004) ¹¹⁶	Geen informatie recrutering en percentage deelname, daardoor representativiteit deelnemers niet te beoordelen
Arns et al. (2007) ⁵¹⁰	Recrutering onduidelijk, daardoor vergelijkbaarheid groepen lastig te beoordelen
Abdel-Rassoul et al. (2007) ¹¹⁹	Geen informatie recrutering en percentage deelname, daardoor representativiteit deelnemers niet te beoordelen
Mortazavi et al. (2013) ⁵¹¹	Radarfrequenties buiten ranges (2-18 GHz)
Jarideh et al. (2015) ⁵¹²	Geen informatie over selectie deelnemers, alleen dat het vrijwilligers waren
Calvente et al. (2016) ⁴⁰⁹	Bepaling blootstelling zonder betekenis
Guxens et al. (2016) ⁴³⁵	Bepaling blootstelling wifi zonder betekenis, wel opgenomen voor blootstelling basisstations
Mohan et al. (2016) ⁵¹³	Slechts 9 deelnemers verdeeld in 3 groepen en vergeleken m.b.t. zelfgerapporteerd gebruik mobiele telefoon
Meo et al. (2019) ⁵¹⁴	Verschil tussen groepen, bepaling blootstelling onvolledig
Experimentele onderzoeken mensen	
Eibert et al. (1997) ⁵¹⁵	Geen getalswaarden gegeven, onvoldoende informatie voor evaluatie van relevantie statistische analyse
Hladky et al. (1999) ⁵¹⁶	Geen informatie over controle blootstellingsniveau en blinding
Croft et al. (2002) ⁵¹⁷	Onvoldoende informatie over blootstelling
Edelstyn & Oldershaw (2002) ⁵¹⁸	Geen informatie over controle blootstellingsniveau
Lee et al. (2003) ⁵¹⁹	Onvoldoende informatie over blootstelling en over controle blootstellingsniveau
Smythe & Costall (2003) ⁵²⁰	Geen informatie over controle blootstellingsniveau
Maier et al. (2004) ⁵²¹	Geen informatie over blootstellingsniveau
Papageorgiou et al. (2004) ⁵²²	Onvoldoende informatie over controle blootstellingsniveau, geen informatie over blinding
Papageorgiou et al. (2006) ⁵²³	Geen informatie over blinding
Hareuveny et al. (2011) ⁵²⁴	Geen sham controlegroep
Mortazavi et al. (2012) ⁵²⁵	Geen informatie over controle blootstellingsniveau
Vecchio et al. (2012) ⁵²⁶	Geen statistische vergelijking sham en echte blootstelling, onvoldoende gegevens voor oordeel over statistische significantie
Movvahedi et al. (2014) ⁵²⁷	Geen informatie over controle blootstellingsniveau
Malek et al. (2015) ²⁴³	Onjuiste informatie over blootstellingsniveau; onvoldoende gegevens om conclusies te trekken over verschil tussen sham en echt blootgesteld
Kalafatakis et al. (2017) ⁵²⁸	Parallele groepen
Altuntas et al. (2018) ⁵²⁹	Geen informatie over blootstellingsniveau
Proefdieronderzoeken	
Kumar et al. (2009) ⁵³⁰	Geen blootstellingsniveau, geen sham controlegroep
Narayanan et al. (2009) ⁴¹⁶	Geen informatie over blootstelling
Fragopoulou et al. (2010) ⁵³¹	Blootstellingsniveau onduidelijk
Arendash et al. (2010) ²⁴⁹	Berekening SAR onduidelijk, geen andere informatie over blootstelling



Proefdieronderzoeken

Zhao et al. (2012) ⁵³²	Onduidelijk of tijdstippen cognitietesten zijn gerekend vanaf eerste of laatste blootstelling; type EMV niet gegeven
Hao et al. (2012) ⁵³³	Vermogensdichtheid gemeten in midden van kooi, grote variatie waarschijnlijk, daardoor onvolledige beschrijving blootstelling
Hao et al. (2013) ⁵³⁴	Vermogensdichtheid gemeten in midden van kooi, grote variatie waarschijnlijk, daardoor onvolledige beschrijving blootstelling
Banaceur et al. (2013) ²⁵¹	Berekening SAR onduidelijk, geen andere informatie over blootstelling
Ikinci et al. (2013) ⁵³⁵	Geen dosimetrie
Saikhedkar et al. (2014) ⁴²⁴	Onjuiste dosimetrie (SAR berekend voor mens), geen andere informatie over blootstelling
Maaroufi et al. (2014) ⁵³⁶	SAR onjuist berekend met extern elektrisch veld, sterkte niet gegeven, geen andere informatie over blootstelling
Narayanan et al. (2015) ⁵³⁷	Mobiele telefoon in kooi, geen dosimetrie
Razavinasab et al. (2016) ³⁵¹	Berekening SAR onduidelijk, geen andere informatie over blootstelling
Nirwane et al. (2016) ⁵³⁸	Mobiele telefoon boven aquarium, geen dosimetrie
Wang et al. (2016) ⁵³⁹	Bron blootstelling niet gegeven; onvolledige dosimetrie
Othman et al. (2017) ³⁵³	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Varghese et al. (2017) ⁴⁰⁶	Onvolledige dosimetrie
Nasser et al. (2018) ⁵⁴⁰	Geen blootstellingsniveau

Conclusie

De commissie concludeert dat voor de frequentiegebieden 700-2200 MHz en 2,2-5,0 GHz zowel gunstige als ongunstige effecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden op cognitie mogelijk zijn.

Voor het frequentiegebied van 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

5.3 Effecten op slaap

Slaap is een fase in het dagelijks ritme die er toe dient om indrukken te verwerken en in het langetermijngeheugen op te slaan, en om de hersenen en het lichaam te resetten. Slaap bevat een aantal karakteristieke fases in een cyclus: lichte slaap, diepe slaap en REM (*rapid eye movement*) slaap. In de laatstgenoemde fase komen dromen voor. Doorgaans worden 4 tot 5 van dergelijke cycli per nacht doorgemaakt. Aanhoudende verstoring van het slaappatroon kan een ongunstig effect hebben op de gezondheid.

De commissie heeft 47 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en slaap meegewogen in dit advies, zie tabel 40.

Tabel 40. Aantallen publicaties over de relatie met slaap, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
21 epidemiologisch 26 experimenteel mensen	Geen publicaties	Geen publicaties	3 epidemiologisch

700-2200 MHz

Er zijn 21 epidemiologische onderzoeken, waarvan er 12 geen verband laten zien, 6 een ongunstig verband, 2 een gunstig verband en 1 een verband dat zowel gunstig als ongunstig kan zijn. Van de experimentele onderzoeken aan vrijwilligers laten er 12 geen effect op het slaappatroon zien en in 14 is een effect gevonden dat niet duidelijk gunstig of ongunstig is.



Tabel 41. Publicaties over de relatie met slaap in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Cho et al. (2016) ⁴⁹	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Geen verband
Mohler et al. (2012) ⁴⁸	Epidemiologie cohort	Mobiele telefoon	Verband, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Söderqvist et al. (2008) ⁵⁴	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Redmayne et al. (2013) ⁵⁸	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Cho et al. (2016) ⁶¹	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Heinrich et al. (2010, 2011) ^{55,56}	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Huss et al. (2015) ³⁷⁴	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Stalin et al. (2016) ⁶²	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Durusoy et al. (2017) ⁶³	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Cabré-Riera et al. (2019) ⁵⁴¹	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Ongunstig verband / hoger risico
Chiu et al. (2014) ⁵⁹	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Gunstig verband / lager risico
Tettamanti et al. (2020) ⁵⁴²	Epidemiologie cohort	Basisstation	Geen verband
Röösli et al. (2010) ⁵⁴³	Epidemiologie cohort	Basisstation	Gunstig verband / lager risico
Hutter et al. (2006) ⁷⁰	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Thomas et al. (2008) ⁶⁶	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Berg-Beckhoff et al. (2009) ⁶⁷	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Heinrich et al. (2011) ⁵⁶	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Frei et al. (2012) ⁵¹	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Mohler et al. (2012) ⁴⁸	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Martens et al. (2017) ⁶⁹	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Geen verband
Huss et al. (2015) ³⁷⁴	Epidemiologie cross-sectioneel	Basisstation	Ongunstig verband / hoger risico
Wagner et al. (1998) ⁵⁴⁴	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Geen effect
Borbély et al. (1999) ⁷²	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Geen effect
Wagner et al. (2000) ⁵⁴⁵	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Geen effect
Huber et al. (2000, 2003) ^{73,74}	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Geen effect
Fritzer et al. (2007) ⁷⁹	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Geen effect
Danker-Hopfe et al. (2011) ⁵⁴⁶	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Geen effect
Lustenberger et al. (2015) ⁵⁴⁷	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Geen effect
Nakatani-Enomoto et al. (2013) ⁵⁴⁸	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Geen effect
Lowden et al. (2019) ⁹¹	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Geen effect
Mann & Röschke (1996) ⁷¹	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Gunstig en ongunstig effect
Hung et al. (2007) ¹⁴²	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Gunstig en ongunstig effect
Lustenberger et al. (2013) ⁸⁷	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Gunstig en ongunstig effect



Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Huber et al. (2002) ⁵⁴⁹	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Loughran et al. (2005) ⁵⁵⁰	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Loughran et al. (2012) ⁷⁸	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Regel et al. (2007) ⁴⁶⁵	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Schmid et al. (2012) ⁸⁴	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Schmid et al. (2012) ⁸⁵	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Danker-Hopfe et al. (2016) ⁵⁵¹	Experimenteel mens volwassenen gezond	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Danker-Hopfe et al. (2010) ¹⁰¹	Experimenteel mens volwassenen gezond	Basisstation	Geen effect
Jech et al. (2001) ⁴⁷⁰	Experimenteel mens volwassenen patiënt	Mobiele telefoon	Geen effect
Lowden et al. (2011) ⁹⁹	Experimenteel mens volwassenen patiënt	Mobiele telefoon	Gunstig en ongunstig effect
Leitgeb et al. (2008) ¹⁰⁶	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Basisstation	Geen effect

Uitgesloten

Tabel 42. Uitgesloten publicaties over de relatie met slaap

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Eger & Jahn 2010 ¹²¹	Geen peer-reviewed tijdschrift
Huss et al. (2015) ³⁷⁴	Uitgesloten m.b.t. wifi, opgenomen voor mobiele telefoons
Redmayne et al. (2013) ⁵⁸	Uitgesloten m.b.t. wifi, opgenomen voor mobiele telefoons

Conclusie

Er zijn zowel gunstige als ongunstige effecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden op de slaap gevonden. Voor het frequentiegebied van 700-2200 MHz is de conclusie dat een effect mogelijk is. Voor de frequentiegebieden 2,2,-5,0 GHz en 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

5.4 Signaaloverdracht in de hersenen

Als de signaaloverdracht in zenuwen en hersenen vermindert heeft dit nadelige gevolgen voor de hersenfunctie en daarmee voor het

functioneren van het lichaam. De commissie heeft 28 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en signaaloverdracht in de hersenen meegewogen in dit advies, zie tabel 43.

Tabel 43. Aantallen publicaties over de relatie met signaaloverdracht in de hersenen, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
14 experimenteel proefdieren	14 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	10 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

In 2 proefdieronderzoeken is geen effect gevonden op stoffen die betrokken zijn bij de signaaloverdracht in de hersenen, in 8 onderzoeken is een ongunstig effect gevonden. In 2 proefdieronderzoeken is een gunstig effect gevonden, en in 2 proefdieronderzoeken zijn effecten gevonden die niet duidelijk gunstig of ongunstig zijn.



Tabel 44. Publicaties over de relatie met signaaloverdracht in de hersenen in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Hata et al. (2005) ⁵⁵²	Proefdier	1439 MHz TDMA	Geen effect
Crouzier et al. (2007) ⁴¹⁵	Proefdier	1800 MHz GSM	Geen effect
Mausset et al. (2001) ⁵⁵³	Proefdier	900 MHz GSM en continu	Ongunstig effect / hoger risico
Mausset-Bonnefont et al. (2004) ³⁷⁰	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Aboul Ezz et al. (2013) ⁵⁵⁴	Proefdier	1800 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Megha et al. (2015) ⁵⁵⁵	Proefdier	900 en 1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Kim et al. (2017) ⁴⁸⁷	Proefdier	835 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Zhang et al. (2017) ³⁸⁶	Proefdier	1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Kim et al. (2019) ⁵⁵⁶	Proefdier	835 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Belyaev et al. (2006) ⁵⁵⁷	Proefdier	900 MHz GSM	Gunstig effect / lager risico
Bodera et al. (2019) ⁵⁵⁸	Proefdier	1800 MHz	Gunstig effect / lager risico
Khadrawy et al. (2009) ⁵⁵⁹	Proefdier	900 MHz GSM	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Ahmed et al. (2018) ⁵⁶⁰	Proefdier	1800 MHz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig

2,2-5,0 GHz

In 1 proefdieronderzoek is geen effect gevonden en 9 onderzoeken lieten een ongunstig effect zien. In 1 onderzoek zijn zowel gunstige als ongunstige effecten gevonden en in 3 onderzoeken effecten die niet duidelijk gunstig of ongunstig zijn.

Tabel 45. Publicaties over de relatie met signaaloverdracht in de hersenen in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Crouzier et al. (2007) ³⁹⁷	Proefdier	2450 MHz gepulsd met 1 kHz	Geen effect
Lai et al. (1990) ⁵⁶¹	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Lai et al. (1991) ⁵⁶²	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Lai et al. (1992) ⁵⁶³	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Inaba et al. (1992) ⁵⁶⁴	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Lai et al. (1994) ⁴⁹⁷	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Lai et al. (1996) ⁵⁶⁵	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Shtemberg et al. (2001) ⁴⁰³	Proefdier	4200 MHz gemoduleerd met 20 Hz–20 kHz	Ongunstig effect / hoger risico
Wang et al. (2015) ⁵⁶⁶	Proefdier	2,856 GHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Tan et al. (2017) ⁴⁸⁸	Proefdier	2,856 GHz	Ongunstig effect / hoger risico
Qiao et al. (2014) ⁵⁰³	Proefdier	2,856 GHz gepulsd	Gunstig en ongunstig effect
Lai et al. (1992) ⁵⁶⁷	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Li et al. (2015) ⁵⁰⁵	Proefdier	2,856 GHz gepulsd	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Wang et al. (2015) ⁵⁰⁴	Proefdier	2,856 GHz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig



Uitgesloten

Tabel 46. Uitgesloten publicaties over de relatie met signaaloverdracht in de hersenen

Proefdieronderzoeken	Reden voor uitsluiting
Wang et al. (2009) ⁵⁶⁸	Niet duidelijk wanneer sham controles zijn bepaald; type EMV niet gegeven
Maskey et al. (2010) ⁵⁶⁹	Gehele-lichaams-SAR, bepaling onduidelijk: niet berekend, geen metingen temperatuur of elektrisch veld
Noor et al. (2011) ⁵⁷⁰	Eenheden concentratie niet gegeven; ongebruikelijke en niet verklaarde parameter gebruikt: equilibrium ratio percent
Dogan et al. (2012) ⁵⁷¹	Geen blootstellingsniveau
Jing et al. (2012) ³⁴³	Geen blootstellingsniveau, geen frequentie gegeven
Wang et al. (2012) ⁵⁷²	Geen bron van blootstelling en frequentie gegeven
Zhao et al. (2012) ⁵³²	Onduidelijk of tijdstippen neurotransmitter bepaling zijn gerekend vanaf eerste of laatste blootstelling; type EMV niet gegeven
Maaroufi et al. (2014) ⁵³⁶	SAR onjuist berekend met extern elektrisch veld, sterkte niet gegeven, geen andere informatie over blootstelling
Maskey et al. (2014) ⁵⁷³	SAR bepaling onduidelijk: niet berekend, geen metingen temperatuur of elektrisch veld
Song et al. (2015) ⁵⁷⁴	Geen dosimetrie, geen sham controlegroep

Conclusie

De commissie concludeert dat blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden een effect kan hebben op de signaaloverdracht in de hersenen. Voor de frequentiegebieden van 700-2200 MHz en 2,2,-5,0 GHz is de conclusie dat een effect mogelijk is. Voor het frequentiegebied van 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

5.5 Elektrische activiteit in de hersenen

De hersenen werken door middel van chemische en elektrische processen. Deze worden door allerlei factoren en gedragingen voortdurend beïnvloed. Veranderingen in elektrische processen in de hersenen vinden continu plaats. De commissie heeft 80 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en elektrische activiteit in de hersenen meegewogen in dit advies, zie tabel 47.

Tabel 47. Aantallen publicaties over de relatie met elektrische activiteit in de hersenen, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
64 experimenteel mensen 9 experimenteel proefdieren	1 experimenteel mens 6 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	3 experimenteel mensen 10 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

In 23 experimentele onderzoeken bij mensen werden geen effecten gevonden op de elektrische activiteit in de hersenen en in 41 onderzoeken effecten die niet duidelijk gunstig of ongunstig zijn. In 4 onderzoeken bij proefdieren zijn geen effecten gevonden en in 5 onderzoeken effecten die niet duidelijk gunstig of ongunstig zijn.



Tabel 48. Publicaties over de relatie met elektrische activiteit in de hersenen in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Hinrichs & Heinze (2004) ⁵⁷⁵	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Hamblin et al. (2006) ⁴⁴⁷	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Yuasa et al. (2006) ⁵⁷⁶	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Ferreri et al. (2006) ⁵⁷⁷	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Stefanics et al. (2008) ¹⁵⁹	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Kleinlogel et al. (2008) ⁴⁵⁵	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Parazzini et al. (2009) ¹⁶⁰	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Parazzini et al. (2010) ¹⁶¹	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Kwon et al. (2009) ⁵⁷⁸	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Trunk et al (2014) ⁵⁷⁹	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Dalecki et al (2018) ⁵⁸⁰	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Freude et al. (1998) ⁴³⁶	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Freude et al. (2000) ⁴³⁷	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Krause et al. (2000) ⁴³⁸	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Krause et al. (2000) ⁴³⁹	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Krause et al. (2004) ⁴⁵⁸	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Krause et al. (2007) ⁴⁴⁰	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Hamblin et al. (2004) ⁴⁵⁹	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Vecchio et al. (2012) ⁵²⁶	Experimenteel mens volwassenen event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Inomata-Terada et al. (2007) ⁵⁸¹	Experimenteel mens volwassenen patiënt event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Jech et al. (2001) ⁴⁷⁰	Experimenteel mens volwassenen patiënt event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Maby et al. (2005, 2006) ^{582,583}	Experimenteel mens volwassenen patiënt event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Tombini et al. (2013) ⁵⁸⁴	Experimenteel mens volwassenen patiënt event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Curcio et al. (2015) ⁵⁸⁵	Experimenteel mens volwassenen patiënt event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Kwon et al. (2010) ⁵⁸⁶	Experimenteel mens kinderen event related potentials	Mobiele telefoon	Geen effect
Krause et al. (2006) ⁵⁸⁷	Experimenteel mens kinderen event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Leung et al. (2011) ⁴⁶⁹	Experimenteel mens kinderen event related potentials	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Röschke & Mann (1997) ⁵⁸⁸	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Geen effect
Perentos et al. (2007) ⁵⁸⁹	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Geen effect
Kleinlogel et al. (2008) ⁸¹	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Geen effect
Hietanen et al. (2000) ⁵⁹⁰	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Huber et al. (2002) ⁵⁴⁹	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
D'Costa et al. (2003) ⁵⁹¹	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig



Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Curcio et al. (2005) ⁷⁷	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Regel et al. (2007) ⁵⁹²	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Vecchio et al. (2007) ⁵⁹³	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Vecchio et al. (2010) ⁵⁹⁴	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Croft et al. (2008) ⁵⁹⁵	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Hountala et al. (2008) ⁵⁹⁶	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Perentos et al. (2013) ⁵⁹⁷	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Ghosn et al. (2015) ²²¹	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Lv et al. (2014) ⁵⁹⁸	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Yang et al. (2017) ⁵⁹⁹	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Vecchio et al. (2012) ⁶⁰⁰	Experimenteel mens volwassenen patiënt EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Loughran et al. (2013) ⁴⁶⁸	Experimenteel mens kinderen EEG wakker	Mobiele telefoon	Geen effect
Croft et al. (2010) ⁹²	Experimenteel mens kinderen EEG wakker	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Wagner et al. (1998) ⁵⁴⁴	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Geen effect
Wagner et al. (2000) ⁵⁴⁵	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Geen effect
Danker-Hopfe et al. (2011) ⁵⁴⁶	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Geen effect
Lustenberger et al. (2015) ⁵⁴⁷	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Geen effect
Mann & Röschke (1996) ⁷¹	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Huber et al. (2002) ⁵⁴⁹	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Loughran et al. (2005) ⁵⁵⁰	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Loughran et al. (2012) ⁷⁸	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Regel et al. (2007) ⁴⁶⁵	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Hung et al. (2007) ¹⁴²	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Schmid et al. (2012) ⁸⁴	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Schmid et al. (2012) ⁸⁵	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Lustenberger et al. (2013) ⁸⁷	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Danker-Hopfe et al. (2010) ¹⁰¹	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Basisstation	Geen effect
Borbély et al. (1999) ⁷²	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Basisstation	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Huber et al. (2000) ⁷³	Experimenteel mens volwassenen EEG slaap	Basisstation	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Jech et al. (2001) ⁴⁷⁰	Experimenteel mens volwassenen patiënt EEG slaap	Mobiele telefoon	Geen effect
Lowden et al. (2011) ⁹⁹	Experimenteel mens volwassenen patiënt EEG slaap	Mobiele telefoon	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Crouzier et al. (2007) ⁴¹⁵	Proefdier	1800 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
López-Martín et al. (2009) ⁶⁰¹	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Pelletier et al. (2013) ⁶⁰²	Proefdier	900 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Prochnow et al. (2011) ⁶⁰³	Proefdier	2000 MHz UMTS	Ongunstig effect / hoger risico
Chizhenkova & Safroshkina (1996) ⁶⁰⁴	Proefdier	~800 MHz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig



Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Vorobyov et al. (2004) ⁶⁰⁵	Proefdier	915 MHz gemoduleerd met 4 Hz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Vorobyov et al. (2010) ⁶⁰⁶	Proefdier	915 MHz gemoduleerd met 4 Hz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Mohammed et al. (2013) ⁶⁰⁷	Proefdier	900 MHz continu en gemoduleerd met 8 en 16 Hz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Hidisoglu et al. (2016) ⁶⁰⁸	Proefdier	2100 MHz GSM	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig

2,2-5,0 GHz

In 1 experimenteel onderzoek met mensen is geen effect gevonden op de elektrische activiteit in de hersenen. In 2 proefdieronderzoeken zijn geen effecten gevonden en in 4 proefdieronderzoeken effecten die niet duidelijk gunstig of ongunstig zijn.

Tabel 49. Publicaties over de relatie met elektrische activiteit in de hersenen in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Zentai et al. (2015) ⁶⁰⁹	Experimenteel mens volwassenen EEG wakker	Mobiele telefoon	Ongunstig effect / hoger risico
Crouzier et al. (2007) ³⁹⁷	Proefdier EEG	2450 MHz gepulsd met 1 kHz	Ongunstig effect / hoger risico
Wang et al. (2013) ⁵⁰²	Proefdier EEG	2.856 GHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Thuróczy et al. (1994) ⁶¹⁰	Proefdier EEG	2450 MHz continu	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Sinha et al. (2008) ⁴⁰⁷	Proefdier EEG	2450 MHz gemoduleerd met 1 kHz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Li et al. (2015) ⁵⁰⁵	Proefdier EEG	2.856 GHz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Tan et al. (2017) ⁴⁸⁸	Proefdier EEG	2.856 GHz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig

Uitgesloten

Tabel 50. Uitgesloten publicaties over de relatie met elektrische activiteit in de hersenen

Experimentele onderzoeken mensen	Reden voor uitsluiting
Lv et al. (2015) ⁶¹¹	Geen peer-reviewed tijdschrift
Roggeveen et al. (2015) ⁶¹²	Enkel-blinde experimenten, geen vast dagelijks tijdstip blootstelling per proefpersoon, geen duidelijke sham controle blootstelling
Roggeveen et al. (2015) ⁶¹³	Enkel-blinde experimenten, geen vast dagelijks tijdstip blootstelling per proefpersoon, geen duidelijke sham controle blootstelling
Proefdieronderzoeken	
Vorobyov et al. (1997) ⁶¹⁴	Vaste volgorde blootstellingen
Sidorenko (1999) ⁶¹⁵	Geen sham controlegroep; blootstellingsniveaus onvoldoende gecontroleerd en gerapporteerd
Marino et al. (2003) ⁶¹⁶	Blootstelling niet bepaald
Chizhenkova (2004) ⁶¹⁷	Niet duidelijk of aparte groepen of herhaalde metingen in dezelfde dieren zijn toegepast; niet duidelijk of controles sham zijn blootgesteld
Barcal et al. (2005) ⁶¹⁸	Blootstelling niet bepaald
Petrova et al. (2005) ⁶¹⁹	Geen dosimetrie
Sallam (2006) ⁶²⁰	Geen controlegroep
Sallam et al. (2008) ⁶²¹	Geen sham controlegroep
Razavinasab et al. (2016) ³⁵¹	Berekening SAR onduidelijk, geen andere informatie over blootstelling
Sistani et al. (2019) ⁶²²	Geen dosimetrie, geen sham controlegroep



Conclusie

De commissie concludeert dat blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden effect kan hebben op de elektrische activiteit in de hersenen. Voor het frequentiegebied 700-2200 MHz is de conclusie dat een effect waarschijnlijk is, maar dat het niet duidelijk is of de effecten gunstig of ongunstig zijn. Voor 2,2,-5,0 GHz is de conclusie dat een (gunstig of ongunstig) effect mogelijk is. Voor het frequentiegebied van 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

5.6 Bloed-hersenbarrière

De bloed-hersenbarrière speelt een belangrijke rol bij het beschermen van de hersenen tegen schadelijke stoffen in het bloed. Deze kunnen de hersenen hierdoor niet bereiken. Vermindering van de werking van de bloed-hersenbarrière kan het risico op hersenschade vergroten. De commissie heeft 32 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en de bloed-hersenbarrière meegewogen in dit advies, zie tabel 51.

Tabel 51. Aantallen publicaties over de relatie met de bloed-hersenbarrière, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
1 epidemiologisch 26 experimenteel proefdieren	5 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	9 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

Er is 1 epidemiologisch onderzoek gevonden waarin geen verband werd gerapporteerd tussen blootstelling aan elektromagnetische velden tussen 700 en 2200 MHz en verschillende indicatoren voor effecten op de bloed-hersenbarrière. Daarnaast zijn er 18 proefdieronderzoeken die geen effect op de werking van de bloed-hersenbarrière laten zien, in 2 onderzoeken is een effect gevonden dat niet duidelijk gunstig of ongunstig is en in 6 onderzoeken is een ongunstig effect gevonden: aanwijzingen voor vergroting van de doorlaatbaarheid van de bloed-hersenbarrière.



Tabel 52. Publicaties over de relatie met de bloed-hersenbarrière in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Söderqvist et al. (2009) ⁶²³	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Söderqvist et al. (2009) ⁶²⁴	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Söderqvist et al. (2009) ⁶²⁵	Epidemiologie cross-sectioneel	Mobiele telefoon	Geen verband
Finnie et al. (2001) ⁶²⁶	Proefdier	898 MHz GSM	Geen effect
Finnie et al. (2002) ⁶²⁷ , Finnie & Blumbergs (2004) ⁶²⁸	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Kuribayashi et al. (2005) ⁶²⁹	Proefdier	1439 MHz TDMA	Geen effect
Finnie et al. (2006) ⁶³⁰	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Finnie et al. (2006) ⁶³¹	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Kumlin et al. (2007) ³⁸⁸	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Masuda et al. (2007) ⁶³²	Proefdier	1439 MHz TDMA gepulsd	Geen effect
Masuda et al. (2007) ⁶³³	Proefdier	1439 MHz TDMA gepulsd	Geen effect
Ushiyama et al. (2007) ⁶³⁴	Proefdier	1500 MHz TDMA	Geen effect
Grafström et al. (2008) ⁶³⁵	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
McQuade et al. (2009) ⁶³⁶	Proefdier	915 MHz continu en gepulsd met 16 en 217 Hz	Geen effect
Masuda et al. (2009) ⁶³⁷	Proefdier	915 MHz GSM	Geen effect
Pouletier de Gannes et al. (2009) ⁶³⁸	Proefdier	915 MHz GSM	Geen effect
Finnie et al. (2009) ⁶³⁹	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Nittby et al. (2011) ⁶⁴⁰	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Masuda et al. (2015) ⁶⁴¹	Proefdier	1439 MHz PDC	Geen effect
Masuda et al. (2015) ⁶⁴²	Proefdier	1439 MHz PDC	Geen effect
Pouletier de Gannes et al. (2017) ⁶⁴³	Proefdier	1800 MHz GSM en 1960 MHz UMTS	Geen effect
Fritze et al. (1997) ⁶⁴⁴	Proefdier	900 MHz GSM en continu	Ongunstig effect / hoger risico
Eberhardt et al. (2008) ⁶⁴⁵	Proefdier	915 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Sirav & Seyhan (2009) ⁶⁴⁶	Proefdier	900 en 1800 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico
Sirav & Seyhan (2011) ⁶⁴⁷	Proefdier	900 en 1800 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico
Tang et al. (2015) ⁴⁸⁵	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Sirav & Seyhan (2016) ⁶⁴⁸	Proefdier	900 en 1800 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Belyaev et al. (2006) ⁵⁵⁷	Proefdier	915 MHz GSM	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Nittby et al. (2008) ⁶⁴⁹	Proefdier	1800 MHz GSM	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig



2,2-5,0 GHz

In 3 proefdieronderzoeken is geen effect gevonden op de werking van de bloed-hersenbarrière, in 2 andere onderzoeken een ongunstig effect.

Tabel 53. Publicaties over de relatie met de bloed-hersenbarrière in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Moriyama et al. (1991) ⁶⁵⁰	Proefdier	2450 MHz continu	Geen effect
Lin et al. (1998) ⁶⁵¹	Proefdier	2450 MHz continu	Geen effect
Cosquer et al. (2005) ⁴⁹⁵	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Geen effect
Neubauer et al. (1990) ⁶⁵²	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Ongunstig effect / hoger risico
Lange & Sedmak (1991) ⁶⁵³	Proefdier	2450 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico

Uitgesloten

Tabel 54. Uitgesloten publicaties over de relatie met de bloed-hersenbarrière

Proefdieronderzoeken	Reden voor uitsluiting
Persson et al. (1992) ⁶⁵⁴	Geen dosimetrie; onvoldoende beschrijving blootstellingsopstelling en blootstelling
Salford et al. (1993) ⁶⁵⁵	SAR onjuist berekend met extern elektrisch veld
Salford et al. (1994) ⁶⁵⁶	Geen dosimetrie
Persson et al. (1997) ⁶⁵⁷	Onvolledige dosimetrie, onvoldoende informatie over blootstellingsniveau
Tsurita et al. (2000) ⁶⁵⁸	Geen dosimetrie
Salford et al. (2003) ⁶⁵⁹	Onvolledige dosimetrie, variaties in SAR variations vanwege grootte dieren, positie en leeftijd niet bepaald; piekwaarde vermogensdichtheid gegeven, maar geen informatie over blootstelling hersenen
Persson et al. (2005) ⁶⁶⁰	Geen dosimetrie
Vojtisek et al. (2005) ⁶⁶¹	Geen dosimetrie
Nittby et al. (2009) ⁶⁶²	Geen gegevens over neurodegeneratie; onvolledige dosimetrie; berekening SAR onduidelijk

Conclusie

De commissie concludeert dat er geen eenduidige effecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden op de bloed-hersenbarrière zijn gevonden. Voor de frequentiegebieden 700-2200 MHz en 2,2,-5,0 GHz is de conclusie dat een effect mogelijk is. Voor het frequentiegebied van 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

5.7 Neurodegeneratie

Neurodegeneratie is de geleidelijke afname van de functies van zenuwcellen en een toename van hun afsterven. Dit kan leiden tot ziekten zoals ALS en Alzheimer. De commissie heeft 13 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en neurodegeneratie in hersenweefsel meegewogen in dit advies, zie tabel 55. In de onderzoeken zijn uiteenlopende eindpunten gebruikt: het afsterven van zenuwcellen – dat plaatsvindt als een normaal biologisch proces (apoptose) –, de activiteit van zenuwcellen, de bloeddoorstroming in de hersenen, veranderingen in het aantal steuncellen en de dichtheid van blaasjes die neurotransmitters overbrengen.

Tabel 55. Aantallen publicaties over de relatie met neurodegeneratie van hersenweefsel, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
13 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	Geen publicaties	13 experimenteel proefdieren



700-2200 MHz

In 4 van de 13 proefdieronderzoeken is geen effect te zien op neurodegeneratie van hersenweefsel. In 8 onderzoeken is een verhoogd niveau van neurodegeneratie van hersenweefsel te zien en 1 onderzoek laat zowel gunstige als ongunstige effecten zien.

Tabel 56. Publicaties over de relatie met neurodegeneratie van hersenweefsel in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Masuda et al. (2009) ⁶³⁷	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Poulletier de Gannes et al. (2009) ⁶³⁸	Proefdier	915 MHz GSM	Geen effect
De Pomerai et al. (2016) ⁶⁶³	Proefdier	1800 MHz	Geen effect
Zhang et al. (2017) ³⁸⁶	Proefdier	1800 MHz	Geen effect
Eberhardt et al. (2008) ⁶⁴⁵	Proefdier	915 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Mori & Arendash (2011) ⁴⁷⁷	Proefdier	918 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Arendash et al. (2012) ⁴⁷⁸	Proefdier	918 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Barthélémy et al. (2016) ³⁷⁶	Proefdier	900 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Kim et al. (2017) ³⁸⁹	Proefdier	835 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Kim et al. (2017) ⁴⁸⁷	Proefdier	83 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Gökçek-Saraç et al. (2017) ⁶⁶⁴	Proefdier	900 en 2100 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Kim et al. (2018) ⁶⁶⁵	Proefdier	835 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Keleş et al. (2019) ⁶⁶⁶	Proefdier	909 MHz	Gunstig en ongunstig effect

Uitgesloten

Tabel 57. Uitgesloten publicaties over de relatie met neurodegeneratie van hersenweefsel

Proefdierexperimenten	Reden voor uitsluiting
Salford et al. (2003) ⁶⁵⁹	Onvolledige dosimetrie, variaties in SAR variations vanwege grootte dieren, positie en leeftijd niet bepaald; piekwaarde vermogensdichtheid gegeven, maar geen informatie over blootstelling hersenen
Seaman & Phelix (2005) ⁶⁶⁷	Onjuiste informatie over dosimetrie, geen andere informatie over blootstelling.
Nittby et al. (2009) ⁶⁶²	Geen gegevens over neurodegeneratie; onvolledige dosimetrie; berekening SAR onduidelijk
Arendash et al. (2010) ²⁴⁹	Berekening SAR onduidelijk, geen andere informatie over blootstelling
Dragicevic et al. (2011) ²⁵⁰	SAR onjuist berekend uit extern elektrisch veld
Dasdag et al. (2012) ⁶⁶⁸	SAR onjuist berekend uit extern elektrisch veld
Celikozlu et al. (2012) ⁶⁶⁹	Geen blootstellingsniveau; geen frequentie
Aldad et al. (2012) ³⁴²	Mobiele telefoon op kooi; geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Banaceur et al. (2013) ²⁵¹	Geen informatie over afleiding SAR waardes
Kopani et al. (2017) ⁶⁷⁰	Onvolledige dosimetrie
Obajuluwa et al. (2017) ⁴⁰	Geen dosimetrie; geen blootstellingsniveau
Fragopoulou et al. (2018) ⁶⁷¹	Blootstelling door mobiele telefoon; geen blootstellingsniveau
Seymen et al. (2019) ⁶⁷²	Geen sham controlegroep, onjuiste dosimetrie

Conclusie

De commissie concludeert dat in sommige onderzoeken een verhoogd niveau van neurodegeneratie is gevonden, maar dat de gebruikte eindpunten nogal uiteenlopend zijn. Voor het frequentiegebied van 700-2200 MHz is de conclusie dat effecten mogelijk zijn. Voor de frequentiegebieden 2,2-5,0 GHz en 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.



5.8 Genexpressie in de hersenen

Bij onderzoek naar genexpressie onderzoekt men welke delen van het DNA tot expressie komen, met andere woorden welke delen eiwitten gaan produceren. Onderzoek naar genexpressie is doorgaans niet gericht op specifieke genen, maar onderzoekt de expressie van honderden genen tegelijkertijd. Veranderingen in genexpressie vinden voortdurend plaats in reactie op een veelheid van interne en externe prikkels en zijn daarmee een uitdrukking van het vermogen van een organisme om zich aan te passen aan veranderende omstandigheden. Informatie over genexpressie kan gegevens opleveren over de vorming van eiwitten die betrokken zijn bij processen die voor het lichaam ongunstig zijn. De commissie heeft 51 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en genexpressie in de hersenen meegewogen in dit advies, zie tabel 58.

Tabel 58. Aantallen publicaties over de relatie met genexpressie in de hersenen, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
38 experimenteel proefdieren	13 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	36 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

In 17 proefdieronderzoeken werd geen effect gevonden op de expressie van genen in hersenweefsel, in 16 onderzoeken werd een mogelijk ongunstig effect gevonden, in 3 onderzoeken een effect dat niet duidelijk gunstig of ongunstig is en in 2 onderzoeken effecten die zowel gunstig als ongunstig kunnen zijn.

Tabel 59. Publicaties over de relatie met genexpressie in de hersenen in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Fritze et al. (1997) ⁶⁷³	Proefdier	900 MHz GSM en continu	Geen effect
Stagg et al. (2001) ⁶⁷⁴	Proefdier	1600 MHz gepulsd met 11 Hz	Geen effect
Finnie (2005) ⁶⁷⁵	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Belyaev et al. (2006) ⁵⁵⁷	Proefdier	915 MHz GSM	Geen effect
Finnie et al. (2006) ⁶⁷⁶	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Finnie et al. (2007) ⁶⁷⁷	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Paparini et al. (2008) ⁶⁷⁸	Proefdier	1800 MHz GSM	Geen effect
Finnie et al. (2009) ⁶⁷⁹	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Finnie et al. (2009) ⁶³⁹	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Finnie et al. (2010) ⁶⁸⁰	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect



Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Watilliaux et al. (2011) ⁶⁸¹	Proefdier	1800 MHz GSM	Geen effect
Bouji et al. (2012) ³⁷²	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Court-Kowalski et al. (2015) ⁶⁸²	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
McNamee et al. (2016) ⁶⁸³	Proefdier	1900 MHz continu en gepulsd met 50 Hz	Geen effect
Bouij et al. (2016) ⁴⁷⁹	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Petitdant et al. (2016) ³⁷⁷	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Lameth et al. (2017) ⁶⁸⁴	Proefdier	1800 MHz	Geen effect
Morrissey et al. (1999) ⁶⁸⁵	Proefdier	1600 MHz continu en gepulsd met 11 Hz	Ongunstig effect / hoger risico
Mausset-Bonnefont et al. (2004) ³⁷⁰	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Kuribayashi et al. (2005) ⁶²⁹	Proefdier	1439 MHz TDMA	Ongunstig effect / hoger risico
Brillaud et al. (2007) ⁶⁸⁶	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Nittby et al. (2008) ⁶⁴⁹	Proefdier	1800 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Ammari et al. (2008) ⁶⁸⁷	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
López-Martín et al. (2009) ⁶⁰¹	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Ammari et al. (2010) ⁶⁸⁸	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Carballo-Quintás et al. (2011) ⁴¹⁸	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Jeong et al. (2015) ⁴⁸³	Proefdier	1950 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Daşdağ et al. (2015) ⁶⁸⁹	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Megha et al. (2015) ⁵⁵⁵	Proefdier	900 en 1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Deshmukh et al. (2015) ⁴⁸⁴	Proefdier	900 en 1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Deshmukh et al. (2016) ⁴⁸⁶	Proefdier	900 en 1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Xu et al. (2017) ⁶⁹⁰	Proefdier	1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Kumar et al. (2019) ⁶⁹¹	Proefdier	900 en 1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Zhao et al. (2015) ⁶⁹²	Proefdier	2100 MHz	Gunstig en ongunstig effect
Barthélémy et al. (2016) ³⁷⁶	Proefdier	900 MHz GSM	Gunstig en ongunstig effect
Fragopoulou et al. (2012) ⁶⁹³	Proefdier	900 MHz GSM	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Gökcek-Sarac et al. (2017) ⁶⁶⁴	Proefdier	900 en 2100 MHz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig
Fragopoulou et al. (2018) ⁶⁷¹	Proefdier	1800 MHz	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig



2,2-5,0 GHz

In 3 proefdierexperimenten is geen effect op genexpressie gevonden, in 8 een mogelijk ongunstig effect, in 1 onderzoek een effect dat niet duidelijk gunstig of ongunstig is en in 1 onderzoek een effect dat zowel gunstig als ongunstig kan zijn. Hierbij gaat het vooral om expressie van genen die betrokken zijn bij stressreacties.

Tabel 60. Publicaties over de relatie met genexpressie in de hersenen in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Xiong et al. (2015) ⁶⁹⁴	Proefdier	2,856 GHz gepulsd	Geen effect
Wang et al. (2015) ⁵⁶⁶	Proefdier	2,856 GHz gepulsd	Geen effect
Wang et al. (2017) ⁵⁰⁷	Proefdier	2,856 GHz gepulsd	Geen effect
Paulraj & Behari (2006) ⁶⁹⁵	Proefdier	2540 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Jorge-Mora et al. (2011) ⁶⁹⁶	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Daşdağ et al. (2015) ⁶⁸⁹	Proefdier	2.4 GHz wifi	Ongunstig effect / hoger risico
Deshmukh et al. (2015) ⁴⁸⁴	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Deshmukh et al. (2016) ⁴⁸⁶	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Ohtani et al. (2016) ⁶⁹⁷	Proefdier	2240 MHz WCDMA	Ongunstig effect / hoger risico
Obajuluwa et al. (2017) ⁴⁰⁶	Proefdier	2,5 GHz	Ongunstig effect / hoger risico
Kumar et al. (2019) ⁶⁹¹	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Wang et al. (2015) ⁵⁰⁴	Proefdier	2,856 GHz gepulsd	Gunstig en ongunstig effect
Yang et al. (2012) ⁶⁹⁸	Proefdier	2540 MHz gepulsd	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig

Uitgesloten

Tabel 61. Uitgesloten publicaties over de relatie met genexpressie in de hersenen

Proefdieronderzoeken	Reden voor uitsluiting
Singh et al. (1994) ⁶⁹⁹	Geen statistische analyse; onvolledige dosimetrie
Daşdağ et al. (2004) ⁷⁰⁰	Geen dosimetrie
El-Swefy et al. (2008) ⁷⁰¹	Geen dosimetrie
Kim et al. (2008) ⁷⁰²	Geen statistische analyse, alleen beschrijvend
Lee et al. (2008) ⁷⁰³	Bepaling SAR onduidelijk; geen sham controle
Yilmaz et al. (2008) ⁷⁰⁴	Geen statistische analyse, alleen beschrijvend
Guler et al. (2010) ⁷⁰⁵	Experimentele procedures onduidelijk: aangegeven dat na blootstelling tijdens zwangerschap dieren tot einde zwangerschap in leven bleven, anderzijds dat ze de dag na blootstelling werden gedood
Maskey et al. (2010) ⁷⁰⁶	Bepaling SAR onduidelijk: niet berekend, geen metingen temperatuur of elektrisch veld
Maskey et al. (2010) ⁵⁶⁹	Gehele-lichaams-SAR, bepaling onduidelijk: niet berekend, geen metingen temperatuur of elektrisch veld
Aryal et al. (2011) ⁷⁰⁷	Uit Maskey et al. (2010) ⁷⁰⁶ : gehele-lichaams-SAR, bepaling onduidelijk: niet berekend, geen metingen temperatuur of elektrisch veld
Dogan et al. (2012) ⁵⁷¹	Geen blootstellingsniveau
Jing et al. (2012) ³⁴³	Geen blootstellingsniveau, geen frequentie gegeven
Maskey et al. (2012) ⁷⁰⁸	Uit Maskey et al. (2010) ⁷⁰⁶ : gehele-lichaams-SAR, bepaling onduidelijk: niet berekend, geen metingen temperatuur of elektrisch veld



Proefdieronderzoeken	Reden voor uitsluiting
Tsybulin et al. (2012) ⁷⁰⁹	Onvolledige en onjuiste dosimetrie
Eser et al. (2013) ⁷¹⁰	Onvolledige dosimetrie, SAR berekend met extern elektrisch veld; vermogensdichtheid bepaald, maar niet aangegeven op welke locatie
Kesari et al. (2014) ⁷¹¹	SAR berekend met extern elektrisch veld, dat niet is gegeven
Motawi et al. (2014) ⁷¹²	Geen blootstellingsniveau, geen sham controle
Saikhedkar et al. (2014) ⁴²⁴	Onvolledige en onjuiste dosimetrie
Yilmaz et al. (2014) ⁷¹³	Onvolledige dosimetrie, SAR onjuist berekend met extern elektrisch veld
Saili et al. (2015) ⁷¹⁴	Geen dosimetrie
Sangun et al. (2015) ³³⁴	Blootstelling foetus en pasgeborenen niet gegeven; aangegeven SAR is voor volwassen dieren; blootstelling van kop naar staart, dus variatie over het lichaam
Song et al. (2015) ⁵⁷⁴	Geen dosimetrie, geen sham controlegroep
Tohidi et al. (2015) ^{715F}	Geen dosimetrie
Guler et al. (2016) ⁷¹⁶	Onvolledige dosimetrie
Hussein et al. (2016) ⁷¹⁷	Geen dosimetrie
Kerimoğlu et al. (2016) ⁷¹⁸	Geen dosimetrie
Kim et al. (2016) ⁷¹⁹	Onvolledige dosimetrie
Wang et al. (2016) ⁵³⁹	Bron blootstelling niet gegeven; onvolledige dosimetrie
Hassanshahi et al. (2017) ⁴²⁷	Geen dosimetrie
Kim et al. (2017) ⁷²⁰	Onvolledige dosimetrie
Othman et al. (2017) ³⁵⁴	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Othman et al. (2017) ³⁵³	Geen dosimetrie, geen blootstellingsniveau
Varghese et al. (2017) ⁴⁰⁶	Onvolledige dosimetrie
Ghatei et al. (2017) ⁷²¹	Geen dosimetrie
Gohari et al. (2017) ⁷²²	Geen dosimetrie
Ibitayo et al. (2017) ⁷²³	Geen dosimetrie

Conclusie

De commissie constateert dat voor de frequentiegebieden 700-2200 MHz en 2,2,-5,0 GHz effecten op de expressie in de hersenen van genen die tot ongunstige gezondheidseffecten kunnen leiden, mogelijk zijn. Voor het frequentiegebied van 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.



5.9 Afweersysteem

Het afweersysteem bestaat uit veel onderdelen in het bloed, het beenmerg en andere weefsels. Een effect op een van deze onderdelen hoeft niet noodzakelijkerwijs te betekenen dat de afweer in zijn geheel verminderd is. Een verminderde afweer kan leiden tot een grotere bevattelijkheid voor infecties en andere ziekten. Anderzijds kan ook een te sterk werkend afweersysteem betrokken zijn bij de ontwikkeling van ziekten, zoals autoimmuuniteit. De commissie heeft 23 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en het afweersysteem meegewogen in dit advies, zie tabel 62.

Tabel 62. Aantallen publicaties over de relatie met het afweersysteem, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
3 experimenteel mensen 9 experimenteel proefdieren	10 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	1 epidemiologisch 5 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

In 3 experimentele onderzoeken met mensen en 7 proefdieronderzoeken zijn geen effecten op het afweersysteem gevonden. In 2 andere proefdieronderzoeken zijn ongunstige effecten op het afweersysteem gevonden.

Tabel 63. Publicaties over de relatie met het afweersysteem in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Radon et al. (2001) ⁷²⁴	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Johansson et al. (2008) ⁸²	Experimenteel mens elektrogevoeligen	Mobiele telefoon	Geen effect
Augner et al. (2010) ⁷²⁵	Experimenteel mens volwassenen	Basisstation	Geen effect
Chagnaud & Veyret (1999) ⁷²⁶	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Gatta et al. (2003) ⁷²⁷	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Nasta et al. (2006) ⁷²⁸	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Prisco et al. (2008) ⁷²⁹	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Watilliaux et al. (2011) ⁶⁸¹	Proefdier	1800 MHz GSM	Geen effect
Jin et al. (2012) ⁷³⁰	Proefdier	849 MHz CDMA en 1900 MHz WCDMA	Geen effect
Rosado et al. (2014) ⁷³¹	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Bouji et al. (2012) ³⁷²	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Megha et al. (2012) ⁷³²	Proefdier	900 en 1800 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico

2,2-5,0 GHz

In 6 proefdieronderzoeken is geen effect gevonden op het afweersysteem en in 4 onderzoeken zijn ongunstige effecten gevonden.



Tabel 64. Publicaties over de relatie met het afweersysteem in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Chou et al. (1992) ⁴⁰¹	Proefdier	2450 MHz gepulsd	Geen effect
Elekes et al. (1996) ⁷³³	Proefdier	2450 MHz continu en gemoduleerd	Geen effect
Pouletier de Gannes et al. (2009) ⁷³⁴	Proefdier	2450 MHz	Geen effect
Sambucci et al. (2010) ⁷³⁵	Proefdier	2450 MHz wifi	Geen effect
Laudisi et al. (2012) ⁷³⁶	Proefdier	2450 MHz wifi	Geen effect
Aït-Aïssa et al. (2012) ³²⁹	Proefdier	2450 MHz wifi	Geen effect
Nakamura et al. (1997) ⁷³⁷	Proefdier	2450 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico
Nakamura et al. (1998) ⁷³⁸	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Grigoriev et al. (2010) ⁷³⁹	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Sambucci et al. (2011) ⁷⁴⁰	Proefdier	2450 MHz wifi	Ongunstig effect / hoger risico

Uitgesloten

Tabel 65. Uitgesloten publicaties over de relatie met het afweersysteem

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Møllerløgken & Moen (2008) ⁴³	Radarfrequenties buiten ranges (9.1-9.4 GHz)
Proefdieronderzoeken	
Fesenko et al. (1999) ⁷⁴¹	Onduidelijke presentatie gegevens; onduidelijke bepaling significatie verschillen
Novoselova et al. (1999) ⁷⁴²	Onduidelijke presentatie gegevens; onduidelijke bepaling significatie verschillen
Moustafa et al. (2001) ⁷⁴³	Geen sham controlegroep; geen controle blootstellingsniveau
Kimata (2005) ⁷⁴⁴	Geen controle blootstellingsniveau, vaste volgorde verschillende blootstellingen, geen vergelijking tussen sham en echte blootstelling
Eser et al. (2013) ⁷¹⁰	Onvolledige dosimetrie, SAR berekend met extern elektrisch veld; vermogensdichtheid bepaald, maar niet aangegeven op welke locatie

Conclusie

De commissie concludeert dat er voor de frequentiegebieden 700-2200 MHz en 2,2,-5,0 GHz geen ongunstige effecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden op het afweersysteem zijn gevonden. Voor het frequentiegebied van 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

5.10 Bloed

Bloed vervult een vitale functie met het transport van zuurstof en voedingsmiddelen naar lichaamswefsels, en de afvoer van afvalstoffen. Daarnaast bevat het onderdelen van het afweersysteem en transporteert het hormonen. Verstoring van een of meer van deze functies kan een ongunstig effect hebben op de gezondheid. De commissie heeft 7 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en het bloed meegewogen in dit advies, zie tabel 66.

Tabel 66. Aantallen publicaties over de relatie met het bloed, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
3 experimenteel proefdieren	4 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	1 epidemiologisch 7 experimenteel proefdieren



700-2200 MHz

In 2 van de 3 proefdieronderzoeken naar effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden op componenten van het bloed is een ongunstig effect gevonden, in 1 van de 3 een gunstig effect.

Tabel 67. Publicaties over de relatie met bloed in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Jin et al. (2011) ⁷⁴⁵	Proefdier	850 MHz CDMA en 1950 MHz WCDMA	Ongunstig effect / hoger risico
Kismali et al. (2012) ⁷⁴⁶	Proefdier	1800 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Cao et al. (2011) ⁷⁴⁷	Proefdier	900 MHz continu	Gunstig effect / lager risico

2,2-5,0 GHz

In 1 proefdieronderzoek is geen effect op componenten van het bloed gevonden, in 3 onderzoeken zijn ongunstige effecten gevonden.

Tabel 68. Publicaties over de relatie met bloed in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Braithwaite et al. (1991) ⁷⁴⁸	Proefdier	2450 MHz continu	Geen effect
Trošić et al. (2004) ⁷⁴⁹	Proefdier	2450 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico
Trošić & Busljeta (2006) ⁷⁵⁰	Proefdier	2450 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico
Shahin et al. (2013) ²⁹⁹	Proefdier	2450 MHz continu	Ongunstig effect / hoger risico

Uitgesloten

Tabel 69. Uitgesloten publicaties over de relatie met bloed

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Goldoni et al. (1993) ⁷⁵¹	Niet gespecificeerde radar
Proefdieronderzoeken	
Nakamura et al. (2003) ³³⁸	Geen sham controlegroep
Busljeta et al. (2004) ⁷⁵²	Geen sham controlegroep
Adang et al. (2009) ⁷⁵³	Methodologische gebreken en onjuiste analyse gegevens ⁷⁵⁴
Achudume et al. (2010) ⁷⁵⁵	Geen dosimetrie, SAR onjuist gegeven in µV/m
Mortavazi et al. (2012) ⁷⁵⁶	Geen dosimetrie
Shojaeifard et al. (2018) ⁷⁵⁷	Geen blootstellingsniveau; geen frequentie
El-Maleky & Ebrahim (2019) ⁷⁵⁸	Geen dosimetrie

Conclusie

De commissie concludeert dat er zowel ongunstige als gunstige effecten zijn gevonden van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden op het bloed. Voor de frequentiegebieden 700-2200 MHz en 2,2-5,0 GHz is de conclusie dat een effect mogelijk is. Voor het frequentiegebied van 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

5.11 Hormonen

Hormonen brengen signalen in het lichaam over en regelen veel lichaamsprocessen. Verstoring daarvan kan tot gezondheidseffecten leiden. De commissie heeft 7 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en hormonen meegewogen in dit advies, zie tabel 70.



Tabel 70. Aantallen publicaties over de relatie met hormonen, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
7 experimenteel mensen	Geen publicaties	Geen publicaties	1 epidemiologisch 8 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

In 7 experimentele onderzoeken met mensen zijn geen effecten op hormonen gevonden.

Tabel 71. Publicaties over de relatie met hormonen in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Mann et al. (1998) ⁷⁵⁹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Radon et al. (2001) ⁷²⁴	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Wood et al. (2006) ⁷⁶⁰	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Braune et al. (2002) ²¹⁷	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Barker et al. (2007) ²¹⁸	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Ghosh et al. (2015) ²²¹	Experimenteel mens volwassenen	Mobiele telefoon	Geen effect
Augner et al. (2010) ⁷²⁵	Experimenteel mens volwassenen	Basisstation	Geen effect

Uitgesloten

Tabel 72. Uitgesloten publicaties over de relatie met hormonen

Epidemiologische onderzoeken	Reden voor uitsluiting
Singh & Kapoor (2015) ⁷⁶¹	Radarfrequenties buiten ranges (8-18 GHz)
Proefdieronderzoeken	
Bortkiewicz et al. (2002) ¹³⁵	Geen controle blootstellingsniveau
de Sèze et al. (1999) ⁷⁶²	Geen blinding
de Sèze et al. (1998) ⁷⁶³	Geen blinding
de Sèze et al. (2001) ¹⁷³	Geen blinding
Djeridane et al. (2008) ⁷⁶⁴	Geen blinding

Proefdieronderzoeken

Geronikolou et al. (2015) ⁷⁶⁵	Geen sham controle, geen blinding, geen controle blootstellingsniveau
Jarupat et al. (2003) ⁷⁶⁶	Geen controle blootstellingsniveau
Møllerlækken et al. (2012) ⁷⁶⁷	Geen blinding

Conclusie

De commissie concludeert dat voor het frequentiegebied van 700-2200 MHz geen effect gevonden is. Voor de frequentiegebieden van 2,2-5,0 GHz en 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.

5.12 Oxidatieve stress

Onder invloed van normale stofwisselingsprocessen, maar ook door stoffen in het lichaam of factoren die van buitenaf op het lichaam inwerken, worden in het lichaam sterk reactieve stoffen gevormd.

Deze kunnen reageren met andere stoffen en die zo beschadigen of onwerkzaam maken. Een belangrijke groep van dergelijke reactieve stoffen zijn zuurstofradicalen. Een verhoogd niveau van die zuurstofradicalen wordt 'oxidatieve stress' genoemd. Het lichaam bevat verschillende mechanismen om zuurstofradicalen te neutraliseren.

Lukt dat onvoldoende, dan kan de oxidatieve stress verhoogd worden.

Dat kan leiden tot verstoring van lichaamsprocessen en uiteindelijk resulteren in gezondheidseffecten. De commissie heeft 42 onderzoeken naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en oxidatieve stress meegewogen in dit advies, zie tabel 73.



Tabel 73. Aantallen publicaties over de relatie met oxidatieve stress, per frequentiegebied

700-2200 MHz	2,2-5,0 GHz	20-40 GHz	Uitgesloten
32 experimenteel proefdieren	10 experimenteel proefdieren	Geen publicaties	19 experimenteel proefdieren

700-2200 MHz

In 9 proefdieronderzoeken is geen effect op oxidatieve stress gevonden, in 22 een verhoogd niveau van oxidatieve stress en in 1 onderzoek zowel gunstige als ongunstige effecten.

Tabel 74. Publicaties over de relatie met oxidatieve stress in het frequentiegebied 700-2200 MHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Ferreira et al. (2006) ⁷⁶⁸	Proefdier	834 MHz	Geen effect
Ribeiro et al. (2007) ²⁵²	Proefdier	1800 MHz GSM	Geen effect
Lee et al. (2010) ²⁵⁴	Proefdier	848.5 MHz CDMA	Geen effect
Khalil et al. (2011) ⁷⁶⁹	Proefdier	900 MHz	Geen effect
Lee et al. (2012) ²⁵⁵	Proefdier	849 MHz CDMA en 1950 MHz WCDMA	Geen effect
Daşdağ et al. (2012) ⁶⁶⁸	Proefdier	900 MHz GSM	Geen effect
Kismali et al. (2012) ⁷⁴⁶	Proefdier	1800 MHz GSM	Geen effect
Kerimoğlu et al. (2016) ⁷⁷⁰	Proefdier	900 MHz	Geen effect
Jeong et al. (2018) ³⁸⁷	Proefdier	1950 MHz	Geen effect
Köylü et al. (2006) ⁷⁷¹	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Ozguner et al. (2006) ⁷⁷²	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Sokolovic et al. (2008) ⁷⁷³	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Daşdağ et al. (2009) ⁷⁷⁴	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Aydin & Akar (2011) ⁷⁷⁵	Proefdier	900 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Kerman & Senol (2012) ⁷⁷⁶	Proefdier	900 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Megha et al. (2012) ⁷³²	Proefdier	900 en 1800 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Jelodar et al. (2013) ⁷⁷⁷	Proefdier	900 MHz basisstation	Ongunstig effect / hoger risico
Akbari et al. (2014) ⁷⁷⁸	Proefdier	900 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Tang et al. (2015) ⁴⁸⁵	Proefdier	900 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Megha et al. (2015) ⁷⁷⁹	Proefdier	900 en 1800 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Furtado-Filho et al. (2015) ⁷⁸⁰	Proefdier	950 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Bodera et al. (2015) ⁷⁸¹	Proefdier	1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Sahin et al. (2016) ⁷⁸²	Proefdier	2100 MHz GSM	Ongunstig effect / hoger risico
Hidisoglu et al. (2016) ⁶⁰⁸	Proefdier	2100 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Bodera et al. (2017) ⁷⁸³	Proefdier	1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Kim et al. (2017) ⁷²⁰	Proefdier	835 MHz	Ongunstig effect / hoger risico



Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Kim et al. (2018) ⁶⁶⁵	Proefdier	835 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Ertlav et al. (2018) ⁷⁸⁴	Proefdier	900 en 1800 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Alkis et al. (2019) ⁷⁸⁵	Proefdier	900, 1800 en 2100 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Sharma et al. (2019) ⁴⁹⁰	Proefdier	2100 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Hidisoglu et al. (2018) ¹⁶⁹	Proefdier	2100 MHz 217 Hz gemoduleerd	Ongunstig effect / hoger risico
Ahmed et al. (2017) ⁷⁸⁶	Proefdier	900 MHz 217 Hz gemoduleerd	Effect, niet duidelijk gunstig of ongunstig

2,2-5,0 GHz

In 2 proefdieronderzoeken is geen effect op oxidatieve stress gevonden en in 8 onderzoeken een verhoogd niveau van oxidatieve stress.

Tabel 75. Publicaties over de relatie met oxidatieve stress in het frequentiegebied 2,2-5,0 GHz

Referentie	Type studie	Bron blootstelling	Effect
Naziroğlu & Gümral (2009) ⁷⁸⁷	Proefdier	2450 MHz	Geen effect
Aït-Aïssa et al. (2013) ⁷⁸⁸	Proefdier	2450 MHz	Geen effect
Meena et al. (2014) ²⁶⁶	Proefdier	2450 MHz gemoduleerd met 50 Hz	Ongunstig effect / hoger risico
Shahin et al. (2014) ²⁶⁷	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Saygin et al. (2016) ²⁷⁰	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Megha et al. (2015) ⁷⁷⁹	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Kuybulu et al. (2016) ³³⁵	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Tan et al. (2017) ⁴⁸⁸	Proefdier	2,856 GHz	Ongunstig effect / hoger risico
Chauhan et al. (2017) ⁷⁸⁹	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico
Shahin et al. (2018) ²⁷³	Proefdier	2450 MHz	Ongunstig effect / hoger risico



Uitgesloten

Tabel 76. Uitgesloten publicaties over de relatie met oxidatieve stress

Proefdieronderzoeken	Reden voor uitsluiting
Irmak et al. (2002) ⁷⁹⁰	Geen blootstellingsniveau en dosimetrie
Ilhan et al. (2004) ⁷⁹¹	Blootstellingsniveau niet duidelijk: waarschijnlijk afgeleid uit specificaties mobiele telefoon
Meral et al. (2007) ⁷⁹²	Blootstelling niet duidelijk: SAR waarschijnlijk afgeleid uit specificaties mobiele telefoon
Imge et al. (2010) ⁷⁹³	Geen dosimetrie
Kesari et al. (2011) ⁷⁹⁴	Bepaling SAR onduidelijk
Avci et al. (2012) ⁷⁹⁵	SAR onjuist berekend met extern elektrisch veld; vermogensdichtheid bepaald, maar niet aangegeven op welke locatie; elektrisch veld gemiddeld over het gehele lichaam bepaald, maar blootstelling van kop naar staart, dus veldsterkte kop niet bekend
Naziroğlu et al. (2012) ⁷⁹⁶	Onjuiste dosimetrie
Ben Salah et al. (2013) ⁷⁹⁷	Geen dosimetrie
Bilgici et al. (2013) ⁷⁹⁸	SAR onjuist berekend met extern elektrisch veld; vermogensdichtheid bepaald, maar niet aangegeven op welke locatie; elektrisch veld gemiddeld over het gehele lichaam bepaald, maar blootstelling van kop naar staart, dus veldsterkte kop niet bekend
Çetin et al. (2014) ⁷⁹⁹	Blootstelling foetus en pasgeborenen niet gegeven; aangegeven SAR is voor volwassen dieren; blootstelling van kop naar staart, dus variatie over het lichaam
Gürler et al. (2014) ⁸⁰⁰	SAR onjuist berekend met extern elektrisch veld; vermogensdichtheid bepaald, maar niet aangegeven op welke locatie; elektrisch veld gemiddeld over het gehele lichaam bepaald, maar blootstelling van kop naar staart, dus veldsterkte kop niet bekend
Hu et al. (2014) ⁸⁰¹	Bron en duur blootstelling niet gegeven
Maaroufi et al. (2014) ⁵³⁶	SAR onjuist berekend met extern elektrisch veld, sterkte niet gegeven, geen andere informatie over blootstelling blootstelling
Narayanan et al. (2014) ⁸⁰²	Blootstelling door telefoon in kooi: inhomogeen veld; blootstelling dieren niet bekend
Ragy (2014) ⁸⁰³	Geen blootstellingsniveau, geen sham controle
An et al. (2015) ⁸⁰⁴	Onjuiste dosimetrie
Nirwane et al. (2016) ⁵³⁸	Geen dosimetrie
Shehu et al. (2016) ⁴²⁶	Mobiele telefoon in kooi, geen dosimetrie
Kamali et al. (2018) ⁸⁰⁵	Geen blootstellingsniveau

Conclusie

De commissie constateert dat voor de frequentiegebieden 700-2200 MHz en 2,2,-5,0 GHz een verhoogd niveau van oxidatieve stress effect na blootstelling aan radiofrequente velden mogelijk is. Voor het frequentiegebied van 20-40 GHz is geen uitspraak mogelijk.



literatuur



- ¹ WHO - World Health Organization. *Radiofrequency fields*. Geneva: WHO, 2014; Public consultation document.
- ² SSM - Swedish Radiation Safety Authority - Scientific Council on Electromagnetic Fields. *Recent Research on EMF and Health Risk. Eleventh report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2016. Including Thirteen years of electromagnetic field research monitored by SSM's Scientific Council on EMF and health: How has the evidence changed over time?* Stockholm: Swedish Radiation Safety Authority, 2016; SSM Report 2016:15.
- ³ SSM - Swedish Radiation Safety Authority - Scientific Council on Electromagnetic Fields. *Recent Research on EMF and Health Risk. Twelfth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2017*. Stockholm: Swedish Radiation Safety Authority, 2018; SSM Report 2018:09.
- ⁴ SSM - Swedish Radiation Safety Authority - Scientific Council on Electromagnetic Fields. *Recent Research on EMF and Health Risk - Thirteenth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2018*. Stockholm: Swedish Radiation Safety Authority, 2019; SSM Report 2019:08.
- ⁵ Simkó M, Mattsson MO. *5G Wireless communication and health effects - a pragmatic review based on available studies regarding 6 to 100 GHz*. Int J Environ Res Public Health 2019; 16(18): E3406.
- ⁶ ANSES - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail. *Exposition de la population aux champs électromagnétiques liée au déploiement de la technologie de communication « 5G » et effets sanitaires associés*. Maisons-Alfort: ANSES, 2019; Saisine n° 2019-SA-0006.
- ⁷ HCN - Health Council of the Netherlands. *Mobile phones and cancer. Part 3: Update and overall conclusions from epidemiological and animal studies*. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2016; publication nr 2016/06.
- ⁸ Vila J, Turner MC, Gracia-Lavedan E, Figuerola J, Bowman JD, Kincl L, et al. *Occupational exposure to high-frequency electromagnetic fields and brain tumor risk in the INTEROCC study: An individualized assessment approach*. Environ Int 2018; 119: 353-365.
- ⁹ Luo J, Deziel NC, Huang H, Chen Y, Ni X, Ma S, et al. *Cell phone use and risk of thyroid cancer: a population-based case-control study in Connecticut*. Ann Epidemiol 2019; 29: 39-45.
- ¹⁰ Al-Qahtani K. *Mobile phone use and the risk of parotid gland tumors: a retrospective case-control study*. Gulf J Oncolog 2016; 1(20): 71-78.
- ¹¹ Balekouzou A, Yin P, Afewerky HK, Bekolo C, Pamatika CM, Nambei SW, et al. *Behavioral risk factors of breast cancer in Bangui of Central African Republic: A retrospective case-control study*. PLoS One 2017; 12(2): e0171154.
- ¹² Shrestha M, Raitanen J, Salminen T, Lahkola A, Auvinen A. *Pituitary tumor risk in relation to mobile phone use: A case-control study*. Acta Oncol 2015; 54(8): 1159-1165.



- ¹³ Sato Y, Kojimahara N, Yamaguchi N. *Analysis of mobile phone use among young patients with brain tumors in Japan*. Bioelectromagnetics 2017; 38(5): 349-355.
- ¹⁴ Satta G, Mascia N, Serra T, Salis A, Saba L, Sanna S, et al. *Estimates of environmental exposure to radiofrequency electromagnetic fields and risk of lymphoma subtypes*. Radiat Res 2018; 189(5): 541-547.
- ¹⁵ Dabouis V, Arvers P, Debouzy JC, Sebbah C, Crouzier D, Perrin A. *First epidemiological study on occupational radar exposure in the French Navy: a 26-year cohort study*. Int J Environ Health Res 2016; 26(2): 131-144.
- ¹⁶ Degrave E, Meeusen B, Grivegnée AR, Boniol M, Autier P. *Causes of death among Belgian professional military radar operators: a 37-year retrospective cohort study*. Int J Cancer 2009; 124(4): 945-951.
- ¹⁷ Kim SJH, Ioannides SJ, Elwood JM. *Trends in incidence of primary brain cancer in New Zealand, 1995 to 2010*. Aust N Z J Public Health 2015; 39(2): 148-152.
- ¹⁸ Sato Y, Kiyohara K, Kojimahara N, Yamaguchi N. *Time trend in incidence of malignant neoplasms of the central nervous system in relation to mobile phone use among young people in Japan*. Bioelectromagnetics 2016; 37(5): 282-289.
- ¹⁹ Chapman S, Azizi L, Luo Q, Sitas F. *Has the incidence of brain cancer risen in Australia since the introduction of mobile phones 29 years ago?* Cancer Epidemiol 2016; 42: 199-205.
- ²⁰ Gonzalez-Rubio J, Arribas E, Ramirez-Vazquez R, Najera A. *Radiofrequency electromagnetic fields and some cancers of unknown etiology: An ecological study*. Sci Total Environ 2017; 599-600: 834-843.
- ²¹ Karipidis K, Elwood M, Benke G, Sanagou M, Tjong L, Croft RJ. *Mobile phone use and incidence of brain tumour histological types, grading or anatomical location: a population-based ecological study*. BMJ Open 2018; 8(12): e024489.
- ²² Keinan-Boker L, Friedman E, Silverman BG. *Trends in the incidence of primary brain, central nervous system and intracranial tumors in Israel, 1990-2015*. Cancer Epidemiol 2018; 56: 6-13.
- ²³ Nilsson J, Järås J, Henriksson R, Holgersson G, Bergström S, Estenberg J, et al. *No evidence for increased brain tumour incidence in the Swedish national cancer register between years 1980-2012*. Anticancer Res 2019; 39(2): 791-796.
- ²⁴ Natukka T, Raitanen J, Haapasalo H, Auvinen A. *Incidence trends of adult malignant brain tumors in Finland, 1990-2016*. Acta Oncol 2019; 58(7): 990-996.
- ²⁵ Carlberg M, Hedendahl L, Ahonen M, Koppel T, Hardell L. *Increasing incidence of thyroid cancer in the Nordic countries with main focus on Swedish data*. BMC Cancer 2016; 16: 426.
- ²⁶ Hardell L, Carlberg M. *Mobile phones, cordless phones and rates of brain tumors in different age groups in the Swedish National Inpatient*



Register and the Swedish Cancer Register during 1998-2015.

PLoS One 2017; 12(10): e0185461.

- ²⁷ Smith-Roe SL, Wyde ME, Stout MD, Winters JW, Hobbs CA, Shepard KG, et al. *Evaluation of the genotoxicity of cell phone radiofrequency radiation in male and female rats and mice following subchronic exposure.* Environ Mol Mutagen 2019:
- ²⁸ NTP - National Toxicology Program. *Toxicology and carcinogenesis studies in Hsd:Sprague Dawley SD rats exposed to wholebody radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones.* Research Triangle Park, NC, 2018; NTP TR-595.
- ²⁹ Falcioni L, Bua L, Tibaldi E, Lauriola M, De Angelis L, Gnudi F, et al. *Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8GHz GSM base station environmental emission.* Environ Res 2018; 165: 496-503.
- ³⁰ Kryukova OV, Pyankov VF, Kopylov AF, Khlebopros RG. *Effect of electromagnetic microwave radiation on the growth of Ehrlich ascites carcinoma.* Dokl Biol Sci 2016; 470(1): 237-239.
- ³¹ HCN - Health Council of the Netherlands. *Mobile phones and cancer. Part 2: Animal studies on carcinogenesis.* The Hague: Health Council of the Netherlands, 2014; publication nr 2014/22.
- ³² Baumgardt-Elms C, Ahrens W, Broman K, Boikat U, Stang A, Jahn I, et al. *Testicular cancer and electromagnetic fields (EMF) in the*

workplace: results of a population-based case-control study in Germany.

Cancer Causes Control 2002; 13(10): 895-902.

- ³³ Finkelstein MM. *Cancer incidence among Ontario police officers.* Am J Ind Med 1998; 34(2): 157-162.
- ³⁴ Lester JR, Moore DF. *Cancer mortality and air force bases.* J Bioelectricity 1982; 1(1): 77-82.
- ³⁵ Polson P, Merrit JH. *Cancer mortality and Air Force bases: A reevaluation.* J Bioelec 1985; 4: 121-127.
- ³⁶ Hayes RB, Brown LM, Pottern LM, Gomez M, Kardaun JW, Hoover RN, et al. *Occupation and risk for testicular cancer: a case-control study.* Int J Epidemiol 1990; 19(4): 825-831.
- ³⁷ Garland FC, Gorham ED, Garland CF. *Hodgkin's disease in the US Navy.* Int J Epidemiol 1987; 16(3): 367-372.
- ³⁸ Garland FC, Shaw E, Gorham ED, Garland CF, White MR, Sinsheimer PJ. *Incidence of leukemia in occupations with potential electromagnetic field exposure in United States Navy personnel.* Am J Epidemiol 1990; 132(2): 293-303.
- ³⁹ Hardell L, Nasman A, Ohlson CG, Fredrikson M. *Case-control study on risk factors for testicular cancer.* Int J Oncol 1998; 13(6): 1299-1303.
- ⁴⁰ Smulevich VB, Solionova LG, Belyakova SV. *Parental occupation and other factors and cancer risk in children: II. Occupational factors.* Int J Cancer 1999; 83(6): 718-722.



- ⁴¹ Stang A, Anastassiou G, Ahrens W, Broman K, Bornfeld N, Jöckel KH. *The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma*. Epidemiology 2001; 12(1): 7-12.
- ⁴² Groves FD, Page WF, Gridley G, Lisimaque L, Stewart PA, Tarone RE, et al. *Cancer in Korean war navy technicians: mortality survey after 40 years*. Am J Epidemiol 2002; 155(9): 810-818.
- ⁴³ Møllerlækken OJ, Moen BE. *Is fertility reduced among men exposed to radiofrequency fields in the Norwegian Navy?* Bioelectromagnetics 2008; 29(5): 345-352.
- ⁴⁴ Peleg M, Nativ O, Richter ED. *Radio frequency radiation-related cancer: assessing causation in the occupational/military setting*. Environ Res 2018; 163: 123-133.
- ⁴⁵ Shen SY, Wang WH, Liang R, Pan GQ, Qian YM. *Clinicopathologic analysis of 2736 salivary gland cases over a 11-year period in Southwest China*. Acta Otolaryngol 2018; 138(8): 746-749.
- ⁴⁶ Sato Y, Kojimahara N, Yamaguchi N. *Simulation of the incidence of malignant brain tumors in birth cohorts that started using mobile phones when they first became popular in Japan*. Bioelectromagnetics 2019; 40(3): 143-149.
- ⁴⁷ Olsson A, Bouaoun L, Auvinen A, Feychting M, Johansen C, Mathiesen T, et al. *Survival of glioma patients in relation to mobile phone use in Denmark, Finland and Sweden*. J Neurooncol 2019; 141(1): 139-149.
- ⁴⁸ Mohler E, Frei P, Fröhlich J, Braun-Fahrländer C, Rösli M, Qualifex team t. *Exposure to radiofrequency electromagnetic fields and sleep quality: a prospective cohort study*. PLoS One 2012; 7(5): e37455.
- ⁴⁹ Cho YM, Lim HJ, Jang H, Kim K, Choi JW, Shin C, et al. *A follow-up study of the association between mobile phone use and symptoms of ill health*. Environ Health Toxicol 2016; 32: e2017001.
- ⁵⁰ Schoeni A, Roser K, Rösli M. *Symptoms and the use of wireless communication devices: A prospective cohort study in Swiss adolescents*. Environ Res 2017; 154: 275-283.
- ⁵¹ Frei P, Mohler E, Braun-Fahrländer C, Fröhlich J, Neubauer G, Rösli M, et al. *Cohort study on the effects of everyday life radio frequency electromagnetic field exposure on non-specific symptoms and tinnitus*. Environ Int 2012; 38(1): 29-36.
- ⁵² Chia SE, Chia HP, Tan JS. *Prevalence of headache among handheld cellular telephone users in Singapore: a community study*. Environ Health Perspect 2000; 108(11): 1059-1062.
- ⁵³ Wilén J, Sandström M, Hansson Mild K. *Subjective symptoms among mobile phone users--a consequence of absorption of radiofrequency fields?* Bioelectromagnetics 2003; 24(3): 152-159.
- ⁵⁴ Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L. *Use of wireless telephones and self-reported health symptoms: a population-based study among Swedish adolescents aged 15-19 years*. Environ Health 2008; 7: 18.
- ⁵⁵ Heinrich S, Thomas S, Heumann C, von Kries R, Radon K. *Association between exposure to radiofrequency electromagnetic fields assessed*



- by dosimetry and acute symptoms in children and adolescents: a population based cross-sectional study.* Environ Health 2010; 9: 75.
- ⁵⁶ Heinrich S, Thomas S, Heumann C, von Kries R, Radon K. *The impact of exposure to radio frequency electromagnetic fields on chronic well-being in young people--a cross-sectional study based on personal dosimetry.* Environ Int 2011; 37(1): 26-30.
- ⁵⁷ Sudan M, Kheifets L, Arah O, Olsen J, Zeltzer L. *Prenatal and Postnatal Cell Phone Exposures and Headaches in Children.* Open Pediatr Med Journal 2012; 6(2012): 46-52.
- ⁵⁸ Redmayne M, Smith E, Abramson MJ. *The relationship between adolescents' well-being and their wireless phone use: a cross-sectional study.* Environ Health 2013; 12: 90.
- ⁵⁹ Chiu CT, Chang YH, Chen CC, Ko MC, Li CY. *Mobile phone use and health symptoms in children.* J Formos Med Assoc 2014:
- ⁶⁰ Zheng F, Gao P, He M, Li M, Tan J, Chen D, et al. *Association between mobile phone use and self-reported well-being in children: a questionnaire-based cross-sectional study in Chongqing, China.* BMJ Open 2015; 5(5): e007302.
- ⁶¹ Cho YM, Lim HJ, Jang H, Kim K, Choi JW, Shin C, et al. *A cross-sectional study of the association between mobile phone use and symptoms of ill health.* Environ Health Toxicol 2016; 31: e2016022.
- ⁶² Stalin P, Abraham SB, Kanimozhy K, Prasad RV, Singh Z, Purty AJ. *Mobile Phone Usage and its Health Effects Among Adults in a Semi-Urban Area of Southern India.* J Clin Diagn Res 2016; 10(1): Lc14-16.
- ⁶³ Durusoy R, Hassoy H, Ozkurt A, Karababa AO. *Mobile phone use, school electromagnetic field levels and related symptoms: a cross-sectional survey among 2150 high school students in Izmir.* Environ Health 2017; 16(1): 51.
- ⁶⁴ Baliatsas C, van Kamp I, Bolte J, Kelfkens G, van Dijk C, Spreeuwenberg P, et al. *Clinically defined non-specific symptoms in the vicinity of mobile phone base stations: A retrospective before-after study.* Sci Total Environ 2016; 565: 714-720.
- ⁶⁵ Schoeni A, Roser K, Bürgi A, Rösli M. *Symptoms in Swiss adolescents in relation to exposure from fixed site transmitters: a prospective cohort study.* Environ Health 2016; 15(1): 77.
- ⁶⁶ Thomas S, Kühnlein A, Heinrich S, Praml G, Nowak D, von Kries R, et al. *Personal exposure to mobile phone frequencies and well-being in adults: a cross-sectional study based on dosimetry.* Bioelectromagnetics 2008; 29(6): 463-470.
- ⁶⁷ Berg-Beckhoff G, Blettner M, Kowall B, Breckenkamp J, Schlehofer B, Schmiedel S, et al. *Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 2 of a cross-sectional study with measured radio frequency electromagnetic fields.* Occup Environ Med 2009; 66(2): 124-130.
- ⁶⁸ Baliatsas C, Bolte J, Yzermans J, Kelfkens G, Hooiveld M, Lebrete E, et al. *Actual and perceived exposure to electromagnetic fields and non-specific physical symptoms: an epidemiological study based on*



- self-reported data and electronic medical records*. Int J Hyg Environ Health 2015; 218(3): 331-344.
- ⁶⁹ Martens AL, Slottje P, Timmermans DRM, Kromhout H, Reedijk M, Vermeulen RCH, et al. *Modeled and Perceived Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields From Mobile-Phone Base Stations and the Development of Symptoms Over Time in a General Population Cohort*. Am J Epidemiol 2017; 186(2): 210-219.
- ⁷⁰ Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Kundi M. *Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations*. Occup Environ Med 2006; 63(5): 307-313.
- ⁷¹ Mann K, Röschke J. *Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep*. Neuropsychobiology 1996; 33(1): 41-47.
- ⁷² Borbély AA, Huber R, Graf T, Fuchs B, Gallmann E, Achermann P. *Pulsed high-frequency electromagnetic field affects human sleep and sleep electroencephalogram*. Neurosci Lett 1999; 275(3): 207-210.
- ⁷³ Huber R, Graf T, Cote KA, Wittmann L, Gallmann E, Matter D, et al. *Exposure to pulsed high-frequency electromagnetic field during waking affects human sleep EEG*. Neuroreport 2000; 11(15): 3321-3325.
- ⁷⁴ Huber R, Schuderer J, Graf T, Jutz K, Borbély AA, Kuster N, et al. *Radio frequency electromagnetic field exposure in humans: Estimation of SAR distribution in the brain, effects on sleep and heart rate*. Bioelectromagnetics 2003; 24(4): 262-276.
- ⁷⁵ Koivisto M, Haarala C, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H. *GSM phone signal does not produce subjective symptoms*. Bioelectromagnetics 2001; 22(3): 212-215.
- ⁷⁶ Tahvanainen K, Nino J, Halonen P, Kuusela T, Laitinen T, Lansimies E, et al. *Cellular phone use does not acutely affect blood pressure or heart rate of humans*. Bioelectromagnetics 2004; 25(2): 73-83.
- ⁷⁷ Curcio G, Ferrara M, Moroni F, D'Inzeo G, Bertini M, De Gennaro L. *Is the brain influenced by a phone call? An EEG study of resting wakefulness*. Neuroscience Research 2005; 53(3): 265-270.
- ⁷⁸ Loughran SP, McKenzie RJ, Jackson ML, Howard ME, Croft RJ. *Individual differences in the effects of mobile phone exposure on human sleep: rethinking the problem*. Bioelectromagnetics 2012; 33(1): 86-93.
- ⁷⁹ Fritzer G, Goder R, Friege L, Wachter J, Hansen V, Hinze-Selch D, et al. *Effects of short- and long-term pulsed radiofrequency electromagnetic fields on night sleep and cognitive functions in healthy subjects*. Bioelectromagnetics 2007; 28(4): 316-325.
- ⁸⁰ Cinel C, Russo R, Boldini A, Fox E. *Exposure to mobile phone electromagnetic fields and subjective symptoms: a double-blind study*. Psychosom Med 2008; 70(3): 345-348.
- ⁸¹ Kleinlogel H, Dierks T, Koenig T, Lehmann H, Minder A, Berz R. *Effects of weak mobile phone - electromagnetic fields (GSM, UMTS) on well-being and resting EEG*. Bioelectromagnetics 2008; 29(6): 479-487.



- ⁸² Johansson A, Forsgren S, Stenberg B, Wilen J, Kaiezic N, Sandstrom M. *No effect of mobile phone-like RF exposure on patients with atopic dermatitis*. Bioelectromagnetics 2008; 29(5): 353-362.
- ⁸³ Curcio G, Ferrara M, Limongi T, Tempesta D, Di Sante G, De Gennaro L, et al. *Acute mobile phones exposure affects frontal cortex hemodynamics as evidenced by functional near-infrared spectroscopy*. J Cereb Blood Flow Metab 2009; 29(5): 903-910.
- ⁸⁴ Schmid MR, Loughran SP, Regel SJ, Murbach M, Bratic Grunauer A, Rusterholz T, et al. *Sleep EEG alterations: effects of different pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields*. J Sleep Res 2012; 21(1): 50-58.
- ⁸⁵ Schmid MR, Murbach M, Lustenberger C, Maire M, Kuster N, Achermann P, et al. *Sleep EEG alterations: effects of pulsed magnetic fields versus pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields*. J Sleep Res 2012; 21(6): 620-629.
- ⁸⁶ Spichtig S, Scholkmann F, Chin L, Lehmann H, Wolf M. *Assessment of intermittent UMTS electromagnetic field effects on blood circulation in the human auditory region using a near-infrared system*. Bioelectromagnetics 2012; 33(1): 40-54.
- ⁸⁷ Lustenberger C, Murbach M, Durr R, Schmid MR, Kuster N, Achermann P, et al. *Stimulation of the brain with radiofrequency electromagnetic field pulses affects sleep-dependent performance improvement*. Brain Stimul 2013; 6(5): 805-811.
- ⁸⁸ Vecsei Z, Csatho A, Thuroczy G, Hernadi I. *Effect of a single 30 min UMTS mobile phone-like exposure on the thermal pain threshold of young healthy volunteers*. Bioelectromagnetics 2013; 34(7): 530-541.
- ⁸⁹ Verrender A, Loughran SP, Dalecki A, McKenzie R, Croft RJ. *Pulse modulated radiofrequency exposure influences cognitive performance*. Int J Radiat Biol 2016; 92(10): 603-610.
- ⁹⁰ Verrender A, Loughran SP, Dalecki A, Freudenstein F, Croft RJ. *Can explicit suggestions about the harmfulness of EMF exposure exacerbate a nocebo response in healthy controls?* Environ Res 2018; 166: 409-417.
- ⁹¹ Lowden A, Nagai R, Akerstedt T, Hansson Mild K, Hillert L. *Effects of evening exposure to electromagnetic fields emitted by 3G mobile phones on health and night sleep EEG architecture*. J Sleep Res 2019; 28(4): e12813.
- ⁹² Croft RJ, Leung S, McKenzie RJ, Loughran SP, Iskra S, Hamblin DL, et al. *Effects of 2G and 3G mobile phones on human alpha rhythms: Resting EEG in adolescents, young adults, and the elderly*. Bioelectromagnetics 2010; 31(6): 434-444.
- ⁹³ Choi SB, Kwon MK, Chung JW, Park JS, Chung K, Kim DW. *Effects of short-term radiation emitted by WCDMA mobile phones on teenagers and adults*. BMC Public Health 2014; 14: 438.
- ⁹⁴ Hietanen M, Hämäläinen AM, Husman T. *Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones: no causal link*. Bioelectromagnetics 2002; 23(4): 264-270.



- ⁹⁵ Rubin GJ, Hahn G, Everitt BS, Cleare AJ, Wessely S. *Are some people sensitive to mobile phone signals? Within participants double blind randomised provocation study*. British Medical Journal 2006; 332(7546): 886-889.
- ⁹⁶ Wilén J, Johansson A, Kalezic N, Lyskov E, Sandström M. *Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms*. Bioelectromagnetics 2006; 27(3): 204-214.
- ⁹⁷ Oftedal G, Straume A, Johnsson A, Stovner LJ. *Mobile phone headache: a double blind, sham-controlled provocation study*. Cephalalgia 2007; 27(5): 447-455.
- ⁹⁸ Nam KC, Lee JH, Noh HW, Cha EJ, Kim NH, Kim DW. *Hypersensitivity to RF Fields Emitted From CDMA Cellular Phones: A Provocation Study*. Bioelectromagnetics 2009; 30(8): 641-650.
- ⁹⁹ Lowden A, Åkerstedt T, Ingre M, Wiholm C, Hillert L, Kuster N, et al. *Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone-related symptoms*. Bioelectromagnetics 2011; 32(1): 4-14.
- ¹⁰⁰ Kwon MK, Choi JY, Kim SK, Yoo TK, Kim DW. *Effects of radiation emitted by WCDMA mobile phones on electromagnetic hypersensitive subjects*. Environmental Health 2012; 11:
- ¹⁰¹ Danker-Hopfe H, Dorn H, Bornkessel C, Sauter C. *Do Mobile Phone Base Stations Affect Sleep of Residents? Results from an Experimental Double-Blind Sham-Controlled Field Study*. American Journal of Human Biology 2010; 22(5): 613-618.
- ¹⁰² Augner C, Florian M, Pauser G, Oberfeld G, Hacker GW. *GSM base stations: short-term effects on well-being*. Bioelectromagnetics 2009; 30(1): 73-80.
- ¹⁰³ Riddervold IS, Pedersen GF, Andersen NT, Pedersen AD, Andersen JB, Zachariae R, et al. *Cognitive function and symptoms in adults and adolescents in relation to rf radiation from UMTS base stations*. Bioelectromagnetics 2008; 29(4): 257-267.
- ¹⁰⁴ Regel SJ, Negovetic S, Rööslä M, Berdinas V, Schuderer J, Huss A, et al. *UMTS base station-like exposure, well-being, and cognitive performance*. Environ Health Perspect 2006; 114(8): 1270-1275.
- ¹⁰⁵ Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, Sepulveda F, et al. *Does short-term exposure to mobile phone base station signals increase symptoms in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields? A double-blind randomized provocation study*. Environ Health Perspect 2007; 115(11): 1603-1608.
- ¹⁰⁶ Leitgeb N, Schröttner J, Cech R, Kerbl R. *EMF-protection sleep study near mobile phone base stations*. Somnologie 2008; 12: 234-243.
- ¹⁰⁷ Furubayashi T, Ushiyama A, Terao Y, Mizuno Y, Shirasawa K, Pongpaibool P, et al. *Effects of Short-Term W-CDMA Mobile Phone Base Station Exposure on Women With or Without Mobile Phone Related Symptoms*. Bioelectromagnetics 2009; 30(2): 100-113.
- ¹⁰⁸ Bolte JFB, Clahsen S, Vercrujssse W, Houtveen JH, Schipper CMA, van Kamp I, et al. *Ecological momentary assessment study of exposure to radiofrequency electromagnetic fields and non-specific physical*



- symptoms with self-declared electrosensitives*. Environ Int 2019; 131: 104948.
- ¹⁰⁹ Robinette CD, Silverman C, Jablon S. *Effects upon health of occupational exposure to microwave radiation (radar)*. Am J Epidemiol 1980; 112(1): 39-53.
- ¹¹⁰ Cao Z, Zhao X, Tao Y, Wan C. *[Effects of electromagnetic radiation from cellular telephone handsets on symptoms of neurasthenia]*. Wei Sheng Yan Jiu 2000; 29(6): 366-368.
- ¹¹¹ Santini R, Seigne M, Bonhomme-Faivre L, Bouffet S, Defrasne E, Sage M. *[Symptoms reported by mobile cellular telephone users]*. Pathol Biol (Paris) 2001; 49(3): 222-226.
- ¹¹² Navarro EA, Segura J, Portoles M, Gomez-Peretta C. *The microwave syndrome: a preliminary study in Spain*. Electro Magn Biol 2003; 22: 161-169.
- ¹¹³ Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. *[Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: I/ Incidence according to distance and sex]*. Pathol Biol (Paris) 2002; 50(6): 369-373.
- ¹¹⁴ Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. *[Symptoms experienced by people in vicinity of base stations: II/ Incidences of age, duration of exposure, location of subjects in relation to the antennas and other electromagnetic factors]*. Pathol Biol (Paris) 2003; 51(7): 412-415.
- ¹¹⁵ Al-Khlaiwi T, Meo SA. *Association of mobile phone radiation with fatigue, headache, dizziness, tension and sleep disturbance in Saudi population*. Saudi Med J 2004; 25(6): 732-736.
- ¹¹⁶ Wilén J, Hornsten R, Sandström M, Bjerle P, Wiklund U, Stensson O, et al. *Electromagnetic field exposure and health among RF plastic sealer operators*. Bioelectromagnetics 2004; 25(1): 5-15.
- ¹¹⁷ Balikci K, Cem Ozcan I, Turgut-Balik D, Balik HH. *A survey study on some neurological symptoms and sensations experienced by long term users of mobile phones*. Pathol Biol (Paris) 2005; 53(1): 30-34.
- ¹¹⁸ Meo SA, Al-Drees AM. *Mobile phone related-hazards and subjective hearing and vision symptoms in the Saudi population*. Int J Occup Med Environ Health 2005; 18(1): 53-57.
- ¹¹⁹ Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, El-Batanouny M, et al. *Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations*. Neurotoxicology 2007; 28(2): 434-440.
- ¹²⁰ Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, et al. *Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany*. Occup Environ Med 2009; 66(2): 118-123.
- ¹²¹ Eger H, Jahn M. *Spezifische Symptome und Mobilfunkstrahlung in Selbitz (Bayern) - Evidenz für eine Dosiswirkungsbeziehung*. umwelt-medizin-gesellschaft 2010; 23(2): 130-139.



- ¹²² Baliatsas C, van Kamp I, Kelfkens G, Schipper M, Bolte J, Yzermans J, et al. *Non-specific physical symptoms in relation to actual and perceived proximity to mobile phone base stations and powerlines*. BMC Public Health 2011; 11: 421.
- ¹²³ Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szyjowska A, Politanski P, Mamrot P, Szymczak W, et al. *Subjective complaints of people living near mobile phone base stations in Poland*. Int J Occup Med Environ Health 2012; 25(1): 31-40.
- ¹²⁴ Liu H, Chen G, Pan Y, Chen Z, Jin W, Sun C, et al. *Occupational electromagnetic field exposures associated with sleep quality: a cross-sectional study*. PLoS One 2014; 9(10): e110825.
- ¹²⁵ Lamech F. *Self-reporting of symptom development from exposure to radiofrequency fields of wireless smart meters in Victoria, Australia: a case series*. Altern Ther Health Med 2014; 20(6): 28-39.
- ¹²⁶ Silva DF, Barros WR, Almeida Mda C, Rego MA. *Exposure to non-ionizing electromagnetic radiation from mobile telephony and the association with psychiatric symptoms*. Cad Saude Publica 2015; 31(10): 2110-2126.
- ¹²⁷ Singh K, Nagaraj A, Yousuf A, Ganta S, Pareek S, Vishnani P. *Effect of electromagnetic radiations from mobile phone base stations on general health and salivary function*. J Int Soc Prev Community Dent 2016; 6(1): 54-59.
- ¹²⁸ Hegazy AA, Alkhail BA, Awadalla NJ, Qadi M, Al-Ahmadi J. *Mobile phone use and risk of adverse health impacts among medical students in Jeddah, Saudi Arabia*. Br J Med Med Res 2016; 15(1): 1-11.
- ¹²⁹ Adair ER, Kelleher SA, Mack GW, Morocco TS. *Thermophysiological responses of human volunteers during controlled whole-body radio frequency exposure at 450 MHz*. Bioelectromagnetics 1998; 19(4): 232-245.
- ¹³⁰ Braune S, Wrocklage C, Raczek J, Gailus T, Lucking CH. *Resting blood pressure increase during exposure to a radio-frequency electromagnetic field*. Lancet 1998; 351(9119): 1857-1858.
- ¹³¹ Zhang J, Clement D, Taunton J. *The efficacy of Farabloc, an electromagnetic shield, in attenuating delayed-onset muscle soreness*. Clinical Journal of Sport Medicine 2000; 10(1): 15-21.
- ¹³² Barth A, Maritzak L, Valic E, Konnaris C, Wolf C. *[Pseudostenocardia due to exposure to "electrosmog"]*. Dtsch Med Wochenschr 2000; 125(27): 830-832.
- ¹³³ Adair ER, Mylacraine KS, Cobb BL. *Human exposure to 2450 MHz CW energy at levels outside the IEEE C95.1 standard does not increase core temperature*. Bioelectromagnetics 2001; 22(6): 429-439.
- ¹³⁴ Adair ER, Mylacraine KS, Cobb BL. *Partial-body exposure of human volunteers to 2450 MHz pulsed or CW fields provokes similar thermoregulatory responses*. Bioelectromagnetics 2001; 22(4): 246-259.



- ¹³⁵ Bortkiewicz A, Pilacik B, Gadzicka E, Szymczak W. *The excretion of 6-hydroxymelatonin sulfate in healthy young men exposed to electromagnetic fields emitted by cellular phone -- an experimental study*. Neuro Endocrinol Lett 2002; 23 Suppl 1: 88-91.
- ¹³⁶ Hocking B, Westerman R. *Neurological changes induced by a mobile phone*. Occup Med (Lond) 2002; 52(7): 413-415.
- ¹³⁷ Adair ER, Mylacraine KS, Allen SJ. *Thermophysiological consequences of whole body resonant RF exposure (100 MHz) in human volunteers*. Bioelectromagnetics 2003; 24(7): 489-501.
- ¹³⁸ Uloziene I, Uloza V, Gradauskiene E, Saferis V. *Assessment of potential effects of the electromagnetic fields of mobile phones on hearing*. BMC Public Health 2005; 5: 39.
- ¹³⁹ Adair ER, Blick DW, Allen SJ, Mylacraine KS, Ziriak JM, Scholl DM. *Thermophysiological responses of human volunteers to whole body RF exposure at 220 MHz*. Bioelectromagnetics 2005; 26(6): 448-461.
- ¹⁴⁰ Eliyahu I, Luria R, Hareuveny R, Margaliot M, Meiran N, Shani G. *Effects of radiofrequency radiation emitted by cellular telephones on the cognitive functions of humans*. Bioelectromagnetics 2006; 27(2): 119-126.
- ¹⁴¹ Bachmann M, Hinrikus H, Adamasoo K, Võhma Ü, Lass J, Rubljova J, et al. *Modulated microwave effects on individuals with depressive disorder*. The Environmentalist 2007; 27: 505-510.
- ¹⁴² Hung CS, Anderson C, Horne JA, McEvoy P. *Mobile phone 'talk-mode' signal delays EEG-determined sleep onset*. Neurosci Lett 2007; 421(1): 82-86.
- ¹⁴³ Luria R, Eliyahu I, Hareuveny R, Margaliot M, Meiran N. *Cognitive effects of radiation emitted by cellular phones: the influence of exposure side and time*. Bioelectromagnetics 2009; 30(3): 198-204.
- ¹⁴⁴ Mortazavi SM, Mahbudi A, Atefi M, Bagheri S, Bahaedini N, Besharati A. *An old issue and a new look: electromagnetic hypersensitivity caused by radiations emitted by GSM mobile phones*. Technol Health Care 2011; 19(6): 435-443.
- ¹⁴⁵ Alsanosi AA, Al-Momani MO, Hagr AA, Almomani FM, Shami IM, Al-Habeeb SF. *The acute auditory effects of exposure for 60 minutes to mobile's electromagnetic field*. Saudi Med J 2013; 34(2): 142-146.
- ¹⁴⁶ Havas M, Marrongelle J. *Replication of heart rate variability provocation study with 2.4-GHz cordless phone confirms original findings*. Electromagn Biol Med 2013; 32(2): 253-266.
- ¹⁴⁷ Trunk A, Stefanics G, Zentai N, Kovacs-Balint Z, Thuroczy G, Hernadi I. *No effects of a single 3G UMTS mobile phone exposure on spontaneous EEG activity, ERP correlates, and automatic deviance detection*. Bioelectromagnetics 2013; 34(1): 31-42.
- ¹⁴⁸ Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Cartellieri M, Denk-Linnert DM, Katzinger M, et al. *Tinnitus and mobile phone use*. Occup Environ Med 2010; 67(12): 804-808.



- ¹⁴⁹ Mortazavi SM, Ahmadi J, Shariati M. *Prevalence of subjective poor health symptoms associated with exposure to electromagnetic fields among university students*. Bioelectromagnetics 2007; 28(4): 326-330.
- ¹⁵⁰ Sudan M, Kheifets L, Arah OA, Olsen J. *Cell phone exposures and hearing loss in children in the Danish National Birth Cohort*. Paediatr Perinat Epidemiol 2013; 27(3): 247-257.
- ¹⁵¹ Gupta N, Goyal D, Sharma R, Arora KS. *Effect of prolonged use of mobile phone on brainstem auditory evoked potentials*. J Clin Diagn Res 2015; 9(5): CC07-09.
- ¹⁵² Bhagat S, Varshney S, Bist SS, Goel D, Mishra S, Jha VK. *Effects on auditory function of chronic exposure to electromagnetic fields from mobile phones*. Ear Nose Throat J 2016; 95(8): E18-22.
- ¹⁵³ Janssen T, Boege P, von Mikusch-Buchberg J, Raczek J. *Investigation of potential effects of cellular phones on human auditory function by means of distortion product otoacoustic emissions*. J Acoust Soc Am 2005; 117(3 Pt 1): 1241-1247.
- ¹⁵⁴ Parazzini M, Bell S, Thuróczy G, Molnar F, Tognola G, Lutman ME, et al. *Influence on the mechanisms of generation of distortion product otoacoustic emissions of mobile phone exposure*. Hear Res 2005; 208(1-2): 68-78.
- ¹⁵⁵ Parazzini M, Brazzale AR, Paglialonga A, Tognola G, Collet L, Moulin A, et al. *Effects of GSM cellular phones on human hearing: The European project "GUARD"*. Radiation Research 2007; 168(5): 608-613.
- ¹⁵⁶ Paglialonga A, Tognola G, Parazzini M, Lutman ME, Bell SL, Thuroczy G, et al. *Effects of mobile phone exposure on time frequency fine structure of transiently evoked otoacoustic emissions*. J Acoust Soc Am 2007; 122(4): 2174-2182.
- ¹⁵⁷ Bamiau DE, Ceranic B, Cox R, Watt H, Chadwick P, Luxon LM. *Mobile telephone use effects on peripheral audiovestibular function: A case-control study*. Bioelectromagnetics 2008; 29(2): 108-117.
- ¹⁵⁸ Bamiau DE, Ceranic B, Vickers D, Zamyslowska-Szmytko E, Cox R, Chadwick P, et al. *Mobile telephone use effects on perception of verticality*. Bioelectromagnetics 2015; 36(1): 27-34.
- ¹⁵⁹ Stefanics G, Thuróczy G, Kellényi L, Hernádi I. *Effects of twenty-minute 3G mobile phone irradiation on event related potential components and early gamma synchronization in auditory oddball paradigm*. Neuroscience 2008; 157(2): 453-462.
- ¹⁶⁰ Parazzini M, Sibella F, Lutman ME, Mishra S, Moulin A, Sliwinska-Kowalska M, et al. *Effects of UMTS cellular phones on human hearing: results of the European project EMFnEAR*. Radiat Res 2009; 172(2): 244-251.
- ¹⁶¹ Parazzini M, Lutman ME, Moulin A, Barnel C, Sliwinska-Kowalska M, Zmyslony M, et al. *Absence of short-term effects of UMTS exposure on the human auditory system*. Radiat Res 2010; 173(1): 91-97.
- ¹⁶² Kwon MS, Jaaskelainen SK, Toivo T, Hämäläinen H. *No effects of mobile phone electromagnetic field on auditory brainstem response*. Bioelectromagnetics 2010; 31(1): 48-55.



- ¹⁶³ Marino C, Cristalli G, Galloni P, Pasqualetti P, Piscitelli M, Lovisolo GA. *Effects of microwaves (900 MHz) on the cochlear receptor: exposure systems and preliminary results*. Radiat Environ Biophys 2000; 39(2): 131-136.
- ¹⁶⁴ Aran JM, Carrere N, Chalan Y, Dulou PE, Larrieu S, Letenneur L, et al. *Effects of exposure of the ear to GSM microwaves: in vivo and in vitro experimental studies*. Int J Audiol 2004; 43(9): 545-554.
- ¹⁶⁵ Galloni P, Lovisolo GA, Mancini S, Parazzini M, Pinto R, Piscitelli M, et al. *Effects of 900 MHz electromagnetic fields exposure on cochlear cells' functionality in rats: evaluation of distortion product otoacoustic emissions*. Bioelectromagnetics 2005; 26(7): 536-547.
- ¹⁶⁶ Galloni P, Parazzini M, Piscitelli M, Pinto R, Lovisolo GA, Tognola G, et al. *Electromagnetic fields from mobile phones do not affect the inner auditory system of Sprague-Dawley rats*. Radiat Res 2005; 164(6): 798-804.
- ¹⁶⁷ Parazzini M, Galloni P, Piscitelli M, Pinto R, Lovisolo GA, Tognola G, et al. *Possible combined effects of 900 MHz continuous-wave electromagnetic fields and gentamicin on the auditory system of rats*. Radiat Res 2007; 167(5): 600-605.
- ¹⁶⁸ Galloni P, Lopresto V, Parazzini M, Pinto R, Piscitelli M, Ravazzani P, et al. *No effects of UMTS exposure on the function of rat outer hair cells*. Bioelectromagnetics 2009; 30(5): 385-392.
- ¹⁶⁹ Hidisoglu E, Kantar-Gok D, Ozen S, Yargicoglu P. *Short-term 2.1 GHz radiofrequency radiation treatment induces significant changes on the auditory evoked potentials in adult rats*. Int J Radiat Biol 2018; 94(9): 858-871.
- ¹⁷⁰ Kim JH, Huh YH, Lee JH, Jung JY, Ahn SC, Kim HR. *Early exposure to radiofrequency electromagnetic fields at 1850 MHz affects auditory circuits in early postnatal mice*. Sci Rep 2019; 9(1): 377.
- ¹⁷¹ Sagiv D, Migirov L, Madgar O, Nakache G, Wolf M, Shapira Y. *Mobile phone usage does not affect sudden sensorineural hearing loss*. J Laryngol Otol 2018; 132(1): 29-32.
- ¹⁷² Kellenyi L, Thuróczy G, Faludy B, Lenard L. *Effects of mobile GSM radiotelephone exposure on the auditory brainstem response (ABR)*. Neurobiology (Bp) 1999; 7(1): 79-81.
- ¹⁷³ de Sèze R, Mausset AL, Ayoub J, Pina G, Miro L. *Evaluation of the health impact of the radio-frequency fields from mobile telephones*. Indoor Built Environ 2001; 10(5): 284-290.
- ¹⁷⁴ Ozturan O, Erdem T, Miman MC, Kalcioglu MT, Oncel S. *Effects of the electromagnetic field of mobile telephones on hearing*. Acta Otolaryngol 2002; 122(3): 289-293.
- ¹⁷⁵ Arai N, Enomoto H, Okabe S, Yuasa K, Kamimura Y, Ugawa Y. *Thirty minutes mobile phone use has no short-term adverse effects on central auditory pathways*. Clin Neurophysiol 2003; 114(8): 1390-1394.
- ¹⁷⁶ Bak M, Sliwinska-Kowalska M, Zmyslony M, Dudarewicz A. *No effects of acute exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on brainstem auditory potentials in young volunteers*. Int J Occup Med Environ Health 2003; 16(3): 201-208.



- ¹⁷⁷ Monnery PM, Srouji EI, Bartlett J. *Is cochlear outer hair cell function affected by mobile telephone radiation?* Clin Otolaryngol Allied Sci 2004; 29(6): 747-749.
- ¹⁷⁸ Pau HW, Sievert U, Eggert S, Wild W. *Can electromagnetic fields emitted by mobile phones stimulate the vestibular organ?* Otolaryngol Head Neck Surg 2005; 132(1): 43-49.
- ¹⁷⁹ Sievert U, Eggert S, Pau HW. *Can mobile phone emissions affect auditory functions of cochlea or brain stem?* Otolaryngol Head Neck Surg 2005; 132(3): 451-455.
- ¹⁸⁰ Oysu C, Topak M, Celik O, Yilmaz HB, Sahin AA. *Effects of the acute exposure to the electromagnetic field of mobile phones on human auditory brainstem responses.* Eur Arch Otorhinolaryngol 2005; 262(10): 839-843.
- ¹⁸¹ Mora R, Crippa B, Mora F, Dellepiane M. *A study of the effects of cellular telephone microwave radiation on the auditory system in healthy men.* Ear Nose Throat J 2006; 85(3): 160, 162-163.
- ¹⁸² Sievert U, Eggert S, Goltz S, Pau HW. *[Effects of electromagnetic fields emitted by cellular phone on auditory and vestibular labyrinth].* Laryngorhinootologie 2007; 86(4): 264-270.
- ¹⁸³ Stefanics G, Kellényi L, Molnar F, Kubinyi G, Thuróczy G, Hernádi I. *Short GSM mobile phone exposure does not alter human auditory brainstem response.* BMC Public Health 2007; 7: 325.
- ¹⁸⁴ Colletti V, Mandala M, Manganotti P, Ramat S, Sacchetto L, Colletti L. *Intraoperative observation of changes in cochlear nerve action potentials during exposure to electromagnetic fields generated by mobile phones.* Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry 2011; 82(7): 766-771.
- ¹⁸⁵ Balachandran R, Prepageran N, Rahmat O, Zulkiflee AB, Hufaida KS. *Effects of Bluetooth device electromagnetic field on hearing: pilot study.* J Laryngol Otol 2012; 126(4): 345-348.
- ¹⁸⁶ Mandala M, Colletti V, Sacchetto L, Manganotti P, Ramat S, Marcocci A, et al. *Effect of Bluetooth headset and mobile phone electromagnetic fields on the human auditory nerve.* Laryngoscope 2014; 124(1): 255-259.
- ¹⁸⁷ Singh K. *Effect of electromagnetic waves emitted from mobile phone on brain stem auditory evoked potential in adult males.* Indian J Physiol Pharmacol 2015; 59(4): 402-406.
- ¹⁸⁸ Kizilay A, Ozturan O, Erdem T, Kalcioglu MT, Miman MC. *Effects of chronic exposure of electromagnetic fields from mobile phones on hearing in rats.* Auris Nasus Larynx 2003; 30(3): 239-245.
- ¹⁸⁹ Budak GG, Muluk NB, Budak B, Ozturk GG, Apan A, Seyhan N. *Effects of intrauterine and extrauterine exposure to GSM-like radiofrequency on distortion product otoacoustic emissions in infant male rabbits.* Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2009; 73(3): 391-399.
- ¹⁹⁰ Budak GG, Muluk NB, Budak B, Ozturk GG, Apan A, Seyhan N. *Effects of GSM-like radiofrequency on distortion product otoacoustic emissions of rabbits: comparison of infants versus adults.* Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2009; 73(8): 1143-1147.



- ¹⁹¹ Budak GG, Muluk NB, Ozturk GG, Budak B, Apan A, Seyhan N, et al. *Effects of GSM-like radiofrequency on distortion product otoacoustic emissions in pregnant adult rabbits*. Clin Invest Med 2009; 32(2): E112-E116.
- ¹⁹² Kayabasoglu G, Sezen OS, Eraslan G, Aydin E, Coskuner T, Unver S. *Effect of chronic exposure to cellular telephone electromagnetic fields on hearing in rats*. J Laryngol Otol 2011; 125(4): 348-353.
- ¹⁹³ Kaprana AE, Chimona TS, Papadakis CE, Velegrakis SG, Vardiambasis IO, Adamidis G, et al. *Auditory brainstem response changes during exposure to GSM-900 radiation: an experimental study*. Audiol Neurotol 2011; 16(4): 270-276.
- ¹⁹⁴ Seckin E, Suren Basar F, Atmaca S, Kaymaz FF, Suzer A, Akar A, et al. *The effect of radiofrequency radiation generated by a Global System for Mobile Communications source on cochlear development in a rat model*. J Laryngol Otol 2014; 128(5): 400-405.
- ¹⁹⁵ Schmid G, Sauter C, Stepansky R, Lobentanz IS, Zeithofer J. *No influence on selected parameters of human visual perception of 1970 MHz UMTS-like exposure*. Bioelectromagnetics 2005; 26(4): 243-250.
- ¹⁹⁶ Irlenbusch L, Bartsch B, Cooper J, Herget I, Marx B, Raczek J, et al. *Influence of a 902.4 MHz GSM signal on the human visual system: investigation of the discrimination threshold*. Bioelectromagnetics 2007; 28(8): 648-654.
- ¹⁹⁷ Unterlechner M, Sauter C, Schmid G, Zeithofer J. *No effect of an UMTS mobile phone-like electromagnetic field of 1.97 GHz on human attention and reaction time*. Bioelectromagnetics 2008; 29(2): 145-153.
- ¹⁹⁸ Eker ED, Arslan B, Yildirim M, Akar A, Aras N. *The effect of exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation on epidermal growth factor, caspase-3, Hsp27 and p38MAPK gene expressions in the rat eye*. Bratisl Lek Listy 2018; 119(9): 588-592.
- ¹⁹⁹ Kamimura Y, Saito K, Saiga T, Amenmiya Y. *Effect of 2.45 GHz microwave irradiation on monkey eyes*. IEICE Trans Comm 1994; E77-B: 762-765.
- ²⁰⁰ Lu ST, D'Andrea J, Chalfin S, Crane C, Marchello D, Garay R, et al. *Absence of corneal endothelium injury in non-human primates treated with and without ophthalmologic drugs and exposed to 2.8 GHz pulsed microwaves*. Bioelectromagnetics 2010; 31(4): 324-333.
- ²⁰¹ Kues HA, Monahan JC, D'Anna SA, McLeod DS, Luty GA, Koslov S. *Increased sensitivity of the non-human primate eye to microwave radiation following ophthalmic drug pretreatment*. Bioelectromagnetics 1992; 13(5): 379-393.
- ²⁰² Ye J, Yao K, Lu D, Wu R, Jiang H. *Low power density microwave radiation induced early changes in rabbit lens epithelial cells*. Chin Med J (Engl) 2001; 114(12): 1290-1294.
- ²⁰³ Cleary SF, Pasternack BS, Beebe GW. *Cataract incidence in radar workers*. Arch Environ Health 1965; 11(2): 179-182.



- ²⁰⁴ Gawit KG, Tiwari SA, Kasabe GH, Deshpande PK, Ghongane BB. *Effect of cellular mobile phone use and cetirizine on hand-eye coordination and visual acuity*. J Clin Diagn Res 2017; 11(9): FC09-FC12.
- ²⁰⁵ Inalöz SS, Daşdağ S, Çeviz A, Bilici A. *Acceptable radiation leakage of microwave ovens on pregnant and newborn rat brains*. Clin Exp Obstet Gynecol 1997; 24(4): 215-219.
- ²⁰⁶ Balci M, Devrim E, Durak I. *Effects of mobile phones on oxidant/antioxidant balance in cornea and lens of rats*. Curr Eye Res 2007; 32(1): 21-25.
- ²⁰⁷ Balci M, Namuslu M, Devrim E, Durak I. *Effects of computer monitor-emitted radiation on oxidant/antioxidant balance in cornea and lens from rats*. Mol Vis 2009; 15: 2521-2525.
- ²⁰⁸ Hässig M, Jud F, Naegeli H, Kupper J, Spiess BM. *Prevalence of nuclear cataract in Swiss veal calves and its possible association with mobile telephone antenna base stations*. Schweiz Arch Tierheilkd 2009; 151(10): 471-478.
- ²⁰⁹ Zareen N, Khan MY, Minhas LA. *Derangement of chick embryo retinal differentiation caused by radiofrequency electromagnetic fields*. Congenit Anom (Kyoto) 2009; 49(1): 15-19.
- ²¹⁰ Demirel S, Doganay S, Turkoz Y, Dogan Z, Turan B, Firat PG. *Effects of third generation mobile phone-emitted electromagnetic radiation on oxidative stress parameters in eye tissue and blood of rats*. Cutan Ocul Toxicol 2012; 31(2): 89-94.
- ²¹¹ Hässig M, Jud F, Spiess B. *[Increased occurrence of nuclear cataract in the calf after erection of a mobile phone base station]*. Schweiz Arch Tierheilkd 2012; 154(2): 82-86.
- ²¹² Beekhuizen J, Vermeulen R, Kromhout H, Burgi A, Huss A. *Geospatial modelling of electromagnetic fields from mobile phone base stations*. Sci Total Environ 2013; 445-446: 202-209.
- ²¹³ Akar A, Karayigit MO, Bolat D, Gultiken ME, Yarim M, Castellani G. *Effects of low level electromagnetic field exposure at 2.45 GHz on rat cornea*. Int J Radiat Biol 2013; 89(4): 243-249.
- ²¹⁴ Tök L, Naziroglu M, Dogan S, Kahya MC, Tök O. *Effects of melatonin on Wi-Fi-induced oxidative stress in lens of rats*. Indian J Ophthalmol 2014; 62(1): 12-15.
- ²¹⁵ Benson VS, Pirie K, Schüz J, Reeves GK, Beral V, Green J. *Mobile phone use and risk of brain neoplasms and other cancers: prospective study*. Int J Epidemiol 2013; 42(3): 792-802.
- ²¹⁶ Mann K, Röschke J, Connemann B, Beta H. *No effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on heart rate variability during human sleep*. Neuropsychobiology 1998; 38(4): 251-256.
- ²¹⁷ Braune S, Riedel A, Schulte-Monting J, Raczek J. *Influence of a radiofrequency electromagnetic field on cardiovascular and hormonal parameters of the autonomic nervous system in healthy individuals*. Radiat Res 2002; 158(3): 352-356.
- ²¹⁸ Barker AT, Jackson PR, Parry H, Coulton LA, Cook GG, Wood SM. *The effect of GSM and TETRA mobile handset signals on blood pressure*,



- catechol levels and heart rate variability*. Bioelectromagnetics 2007; 28(6): 433-438.
- ²¹⁹ Atlasz T, Kellenyi L, Kovacs P, Babai N, Thuroczy G, Hejjel L, et al. *The application of surface plethysmography for heart rate variability analysis after GSM radiofrequency exposure*. J Biochem Biophys Methods 2006; 69(1-2): 233-236.
- ²²⁰ Ghosn R, Thuróczy G, Loos N, Brenet-Dufour V, Liabeuf S, de Sèze R, et al. *Effects of GSM 900 MHz on middle cerebral artery blood flow assessed by transcranial Doppler sonography*. Radiat Res 2012; 178(6): 543-550.
- ²²¹ Ghosn R, Yahia-Cherif L, Hugueville L, Ducorps A, Lemarechal JD, Thuroczy G, et al. *Radiofrequency signal affects alpha band in resting electroencephalogram*. J Neurophysiol 2015; 113(7): 2753-2759.
- ²²² Parazzini M, Ravazzani P, Thuróczy G, Molnar FB, Ardesi G, Sacchettini A, et al. *Nonlinear heart rate variability measures under electromagnetic fields produced by GSM cellular phones*. Electromagn Biol Med 2013; 32(2): 173-181.
- ²²³ Loos N, Thuróczy G, Ghosn R, Brenet-Dufour V, Liabeuf S, Selmaoui B, et al. *Is the effect of mobile phone radiofrequency waves on human skin perfusion non-thermal?* Microcirculation 2013; 20(7): 629-636.
- ²²⁴ Lindholm H, Alanko T, Rintamaki H, Kannala S, Toivonen T, Sistonen H, et al. *Thermal effects of mobile phone RF fields on children: a provocation study*. Prog Biophys Mol Biol 2011; 107(3): 399-403.
- ²²⁵ Andrianome S, Gobert J, Hugueville L, Stephan-Blanchard E, Telliez F, Selmaoui B. *An assessment of the autonomic nervous system in the electrosensitive population: a heart rate variability and skin conductance study*. J Appl Physiol (1985) 2017; 123(5): 1055-1062.
- ²²⁶ Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, Sepulveda F, et al. *Short-term exposure to mobile phone base station signals does not affect cognitive functioning or physiological measures in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields and controls*. Bioelectromagnetics 2009; 30(7): 556-563.
- ²²⁷ Tikhonova GI. *[Epidemiological risk assessment of pathology development in occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields]*. Radiats Biol Radioecol 2003; 43(5): 559-564.
- ²²⁸ Paredi P, Kharitonov SA, Hanazawa T, Barnes PJ. *Local vasodilator response to mobile phones*. Laryngoscope 2001; 111(1): 159-162.
- ²²⁹ Monfrecola G, Moffa G, Procaccini EM. *Non-ionizing electromagnetic radiations, emitted by a cellular phone, modify cutaneous blood flow*. Dermatology 2003; 207(1): 10-14.
- ²³⁰ Celik O, Hascalik S. *Effect of electromagnetic field emitted by cellular phones on fetal heart rate patterns*. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 2004; 112(1): 55-56.
- ²³¹ Esen F, Esen H. *Effect of electromagnetic fields emitted by cellular phones on the latency of evoked electrodermal activity*. Int J Neurosci 2006; 116(3): 321-329.



- ²³² Nam KC, Kim SW, Kim SC, Kim DW. *Effects of RF exposure of teenagers and adults by CDMA cellular phones*. Bioelectromagnetics 2006; 27(7): 509-514.
- ²³³ Ahamed VI, Karthick NG, Joseph PK. *Effect of mobile phone radiation on heart rate variability*. Comput Biol Med 2008; 38(6): 709-712.
- ²³⁴ Andrzejak R, Poreba R, Poreba M, Derkacz A, Skalik R, Gac P, et al. *The influence of the call with a mobile phone on heart rate variability parameters in healthy volunteers*. Ind Health 2008; 46(4): 409-417.
- ²³⁵ Rezk AY, Abdulqawi K, Mustafa RM, Abo El-Azm TM, Al-Inany H. *Fetal and neonatal responses following maternal exposure to mobile phones*. Saudi Med J 2008; 29(2): 218-223.
- ²³⁶ Tamer A, Gunduz H, Ozyildirim S. *The cardiac effects of a mobile phone positioned closest to the heart*. Anadolu Kardiyol Derg 2009; 9(5): 380-384.
- ²³⁷ Yilmaz D, Yildiz M. *Analysis of the mobile phone effect on the heart rate variability by using the largest Lyapunov exponent*. J Med Syst 2010; 34(6): 1097-1103.
- ²³⁸ Havas M, Marrongelle J, Pollner B, Kelley E, Rees CRG, Tully L. *Provocation study using heart rate variability shows microwave radiation from 2.4 GHz cordless phone affects autonomic nervous system*. Eur J Oncol Libr 2010; 5: 273-300.
- ²³⁹ Faust O, Acharya UR, Nergui M, Ghista DN, Chattopadhyay S, Joseph P, et al. *Effects of mobile phone radiation on cardiac health*. J Mechanics Med Biol 2011; 11(5): 1241-1253.
- ²⁴⁰ Barutcu I, Esen AM, Kaya D, Turkmen M, Karakaya O, Saglam M, et al. *Do mobile phones pose a potential risk to autonomic modulation of the heart?* Pacing Clin Electrophysiol 2011; 34(11): 1511-1514.
- ²⁴¹ Alhusseiny A, Al-Nimer M, Majeed A. *Electromagnetic energy radiated from mobile phone alters electrocardiographic records of patients with ischemic heart disease*. Ann Med Health Sci Res 2012; 2(2): 146-151.
- ²⁴² Devasia T, Nandra A, Kareem H, Manu MK, Thakkar AS. *Acute effect of mobile phone on cardiac electrical activity in healthy volunteers*. Int J Clin Med 2014; 5(5): 167-170.
- ²⁴³ Malek F, Rani KA, Rahim HA, Omar MH. *Effect of short-term mobile phone base station exposure on cognitive performance, body temperature, heart rate and blood pressure of Malaysians*. Sci Rep 2015; 5: 13206.
- ²⁴⁴ Messina A, Russo G, Monda V, Valenzano A, Villano I, Ascione A, et al. *Effect of radiofrequency on sympathetic nervous system functioning*. Acta Medica Mediterranea 2017; 33(5): 833-840.
- ²⁴⁵ Umar ZU, Abubakar MB, Ige J, Igbokwe UV, Mojiminiyi FB, Isezuo SA. *Effect of mobile phone radiofrequency electromagnetic fields on cardiovascular parameters in apparently healthy individuals*. Niger J Physiol Sci 2014; 29(2): 137-140.
- ²⁴⁶ Luna J, Leleu JP, Preux PM, Corcia P, Couratier P, Marin B, et al. *Residential exposure to ultra high frequency electromagnetic fields emitted by Global System for Mobile (GSM) antennas and amyotrophic*



- lateral sclerosis incidence: A geo-epidemiological population-based study.* Environ Res 2019; 176: 108525.
- ²⁴⁷ Silva M, Santana VS. *[Occupation and mortality in the Brazilian Navy].* Rev Saude Publica 2004; 38(5): 709-715.
- ²⁴⁸ Beard JD, Engel LS, Richardson DB, Gammon MD, Baird C, Umbach DM, et al. *Military service, deployments, and exposures in relation to amyotrophic lateral sclerosis etiology.* Environ Int 2016; 91: 104-115.
- ²⁴⁹ Arendash GW, Sanchez-Ramos J, Mori T, Mamcarz M, Lin X, Runfeldt M, et al. *Electromagnetic field treatment protects against and reverses cognitive impairment in Alzheimer's disease mice.* J Alzheimers Dis 2010; 19(1): 191-210.
- ²⁵⁰ Dragicevic N, Bradshaw PC, Mamcarz M, Lin X, Wang L, Cao C, et al. *Long-term electromagnetic field treatment enhances brain mitochondrial function of both Alzheimer's transgenic mice and normal mice: a mechanism for electromagnetic field-induced cognitive benefit?* Neuroscience 2011; 185: 135-149.
- ²⁵¹ Banaceur S, Banasr S, Sakly M, Abdelmelek H. *Whole body exposure to 2.4 GHz WIFI signals: effects on cognitive impairment in adult triple transgenic mouse models of Alzheimer's disease (3xTg-AD).* Behav Brain Res 2013; 240: 197-201.
- ²⁵² Ribeiro EP, Rhoden EL, Horn MM, Rhoden C, Lima LP, Toniolo L. *Effects of subchronic exposure to radio frequency from a conventional cellular telephone on testicular function in adult rats.* J Urol 2007; 177(1): 395-399.
- ²⁵³ Daşdağ S, Akdağ MZ, Ulukaya E, Uzunlar AK, Yegin D. *Mobile phone exposure does not induce apoptosis on spermatogenesis in rats.* Arch Med Res 2008; 39(1): 40-44.
- ²⁵⁴ Lee H-J, Pack J-K, Kim T-H, Kim N, Choi S-Y, Lee J-S, et al. *The lack of histological changes of CDMA cellular phone-based radio frequency on rat testis.* Bioelectromagnetics 2010; 31(7): 528-534.
- ²⁵⁵ Lee H-J, Jin Y-B, Kim T-H, Pack J-K, Kim N, Choi H-D, et al. *The effects of simultaneous combined exposure to CDMA and WCDMA electromagnetic fields on rat testicular function.* Bioelectromagnetics 2012; 33: 356-364.
- ²⁵⁶ Trošić I, Matausic-Pisl M, Pavicic I, Marjanovic AM. *Histological and cytological examination of rat reproductive tissue after short-time intermittent radiofrequency exposure.* Arh Hig Rada Toksikol 2013; 64(4): 513-519.
- ²⁵⁷ Qin F, Zhang J, Cao H, Guo W, Chen L, Shen O, et al. *Circadian alterations of reproductive functional markers in male rats exposed to 1800 MHz radiofrequency field.* Chronobiol Int 2014; 31(1): 123-133.
- ²⁵⁸ Houston BJ, Nixon B, McEwan KE, Martin JH, King BV, Aitken RJ, et al. *Whole-body exposures to radiofrequency-electromagnetic energy can cause DNA damage in mouse spermatozoa via an oxidative mechanism.* Sci Rep 2019; 9(1): 17478.
- ²⁵⁹ Azimzadeh M, Jelodar G. *Alteration of testicular regulatory and functional molecules following long-time exposure to 900 MHz RFW emitted from BTS.* Andrologia 2019; 51(9): e13372.



- ²⁶⁰ Yahyazadeh A, Altunkaynak BZ, Kaplan S. *Biochemical, immunohistochemical and morphometrical investigation of the effect of thymoquinone on the rat testis following exposure to a 900-MHz electromagnetic field*. Acta Histochem 2020; 122(1): 151467.
- ²⁶¹ Forgács Z, Somosy Z, Kubinyi G, Bakos J, Hudák A, Surjan A, et al. *Effect of whole-body 1800 MHz GSM-like microwave exposure on testicular steroidogenesis and histology in mice*. Reprod Toxicol 2006; 22(1): 111-117.
- ²⁶² Imai N, Kawabe M, Hikage T, Nojima T, Takahashi S, Shirai T. *Effects on rat testis of 1.95-GHz W-CDMA for IMT-2000 cellular phones*. Syst Biol Reprod Med 2011; 57(4): 204-209.
- ²⁶³ Nisbet HO, Nisbet C, Akar A, Cevik M, Karayigit MO. *Effects of exposure to electromagnetic field (1.8/0.9 GHz) on testicular function and structure in growing rats*. Res Vet Sci 2012; 93(2): 1001-1005.
- ²⁶⁴ Taş M, Daşdağ S, Akdağ MZ, Cirit U, Yegin K, Seker U, et al. *Long-term effects of 900 MHz radiofrequency radiation emitted from mobile phone on testicular tissue and epididymal semen quality*. Electromagn Biol Med 2014; 33(3): 216-222.
- ²⁶⁵ Saygin M, Caliskan S, Karahan N, Koyu A, Gumral N, Uguz A. *Testicular apoptosis and histopathological changes induced by a 2.45 GHz electromagnetic field*. Toxicol Ind Health 2011; 27(5): 455-463.
- ²⁶⁶ Meena R, Kumari K, Kumar J, Rajamani P, Verma HN, Kesari KK. *Therapeutic approaches of melatonin in microwave radiations-induced oxidative stress-mediated toxicity on male fertility pattern of Wistar rats*. Electromagn Biol Med 2014; 33(2): 81-91.
- ²⁶⁷ Shahin S, Mishra V, Singh SP, Chaturvedi CM. *2.45-GHz microwave irradiation adversely affects reproductive function in male mouse, Mus musculus by inducing oxidative and nitrosative stress*. Free Radic Res 2014; 48(5): 511-525.
- ²⁶⁸ Saygin M, Caliskan S, Ozguner MF, Gumral N, Comlekci S, Karahan N. *Impact of L-carnitine and selenium treatment on testicular apoptosis in rats exposed to 2.45 GHz microwave energy*. West Indian Med J 2015; 64(2): 55-61.
- ²⁶⁹ Dasdag S, Tas M, Akdag MZ, Yegin K. *Effect of long-term exposure of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on testes functions*. Electromagn Biol Med 2015; 34(1): 37-42.
- ²⁷⁰ Saygin M, Asci H, Ozmen O, Cankara FN, Dincoglu D, Ilhan I. *Impact of 2.45 GHz microwave radiation on the testicular inflammatory pathway biomarkers in young rats: The role of gallic acid*. Environ Toxicol 2016; 31(12): 1771-1784.
- ²⁷¹ Jonwal C, Sisodia R, Saxena VK, Kesari KK. *Effect of 2.45 GHz microwave radiation on the fertility pattern in male mice*. Gen Physiol Biophys 2018; 37(4): 453-460.
- ²⁷² Bilgici B, Gun S, Avci B, Akar A, B KE. *What is adverse effect of wireless local area network, using 2.45 GHz, on the reproductive system?* Int J Radiat Biol 2018; 94(11): 1054-1061.



- ²⁷³ Shahin S, Singh SP, Chaturvedi CM. *2.45 GHz microwave radiation induced oxidative and nitrosative stress mediated testicular apoptosis: Involvement of a p53 dependent bax-caspase-3 mediated pathway.* Environ Toxicol 2018; 33(9): 931-945.
- ²⁷⁴ Yu G, Tang Z, Chen H, Chen Z, Wang L, Cao H, et al. *Long-term exposure to 4G smartphone radiofrequency electromagnetic radiation diminished male reproductive potential by directly disrupting Spock3-MMP2-BTB axis in the testes of adult rats.* Sci Total Environ 2020; 698: 133860.
- ²⁷⁵ Weyandt TB, Schrader SM, Turner TW, Simon SD. *Semen analysis of military personnel associated with military duty assignments.* Reprod Toxicol 1996; 10(6): 521-528.
- ²⁷⁶ Schrader SM, Langford RE, Turner TW, Breitenstein MJ, Clark JC, Jenkins BL, et al. *Reproductive function in relation to duty assignments among military personnel.* Reprod Toxicol 1998; 12(4): 465-468.
- ²⁷⁷ Ding XP, Yan SW, Zhang N, Tang J, Lu HO, Wang XL, et al. *[A cross-sectional study on nonionizing radiation to male fertility].* Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi 2004; 25(1): 40-43.
- ²⁷⁸ Yan SW, Zhang N, Tang J, Lu HO, Wang XL. *[Long-term exposure to low intensity microwave radiation affects male reproductivity].* Zhonghua Nan Ke Xue 2007; 13(4): 306-308.
- ²⁷⁹ Baste V, Riise T, Moen BE. *Radiofrequency electromagnetic fields; male infertility and sex ratio of offspring.* Eur J Epidemiol 2008; 23(5): 369-377.
- ²⁸⁰ Baste V, Moen BE, Oftedal G, Strand LA, Bjorge L, Hansson Mild K. *Pregnancy outcomes after paternal radiofrequency field exposure aboard fast patrol boats.* J Occup Environ Med 2012; 54(4): 431-438.
- ²⁸¹ Davoudi M, Brössner C, Kuber W. *Der Einfluss elektromagnetischer Wellen auf die Spermienmotilität.* J Urol Urogynäk 2002; 9(3): 18-22.
- ²⁸² Daşdağ S, Ketani MA, Akdağ Z, Ersay AR, Sari I, Demirtas OC, et al. *Whole-body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats.* Urol Res 1999; 27(3): 219-223.
- ²⁸³ Daşdağ S, Akdağ MZ, Aksen F, Yilmaz F, Bashan M, Daşdag MM, et al. *Whole body exposure of rats to microwaves emitted from a cell phone does not affect the testes.* Bioelectromagnetics 2003; 24(3): 182-188.
- ²⁸⁴ Ozguner M, Koyu A, Cesur G, Ural M, Ozguner F, Gokcimen A, et al. *Biological and morphological effects on the reproductive organ of rats after exposure to electromagnetic field.* Saudi Med J 2005; 26(3): 405-410.
- ²⁸⁵ Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, Granlund A, Matloub HS. *Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats.* Fertil Steril 2007; 88(4): 957-964.
- ²⁸⁶ Mailankot M, Kunnath AP, Jayalekshmi H, Koduru B, Valsalan R. *Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8 GHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats.* Clinics (Sao Paulo) 2009; 64(6): 561-565.
- ²⁸⁷ Kesari KK, Kumar S, Behari J. *Mobile phone usage and male infertility in Wistar rats.* Indian J Exp Biol 2010; 48(10): 987-992.



- ²⁸⁸ Meo SA, Al-Drees AM, Husain S, Khan MM, Imran MB. *Effects of mobile phone radiation on serum testosterone in Wistar albino rats.* Saudi Med J 2010; 31(8): 869-873.
- ²⁸⁹ Otitoloju AA, Obe IA, Adewale OA, Otubanjo OA, Osunkalu VO. *Preliminary study on the induction of sperm head abnormalities in mice, Mus musculus, exposed to radiofrequency radiations from global system for mobile communication base stations.* Bull Environ Contam Toxicol 2010; 84(1): 51-54.
- ²⁹⁰ Esmekaya MA, Ozer C, Seyhan N. *900 MHz pulse-modulated radiofrequency radiation induces oxidative stress on heart, lung, testis and liver tissues.* Gen Physiol Biophys 2011; 30(1): 84-89.
- ²⁹¹ Kesari KK, Kumar S, Behari J. *Effects of radiofrequency electromagnetic wave exposure from cellular phones on the reproductive pattern in male Wistar rats.* Appl Biochem Biotechnol 2011; 164(4): 546-559.
- ²⁹² Meo SA, Arif M, Rashied S, Khan MM, Vohra MS, Usmani AM, et al. *Hypospermatogenesis and spermatozoa maturation arrest in rats induced by mobile phone radiation.* J Coll Physicians Surg Pak 2011; 21(5): 262-265.
- ²⁹³ Sarookhani MR, Asiabanha Rezaei M, Safari A, Zaroushani V, Ziaeiha M. *The influence of 950 MHz magnetic field (mobile phone radiation) on sex organ and adrenal function of male rabbits.* Afr J Biochem Res 2011; 5(2): 77-80.
- ²⁹⁴ Al-Damegh MA. *Rat testicular impairment induced by electromagnetic radiation from a conventional cellular telephone and the protective effects of the antioxidants vitamins C and E.* Clinics (Sao Paulo) 2012; 67(7): 785-792.
- ²⁹⁵ Çelik S, Aridogan IA, Izol V, Erdoğan S, Polat S, Doran Ş. *An evaluation of the effects of long-term cell phone use on the testes via light and electron microscope analysis.* Urology 2012; 79(2): 346-350.
- ²⁹⁶ Kesari KK, Behari J. *Evidence for mobile phone radiation exposure effects on reproductive pattern of male rats: role of ROS.* Electromagn Biol Med 2012; 31(3): 213-222.
- ²⁹⁷ Atasoy HI, Gunal MY, Atasoy P, Elgun S, Bugdayci G. *Immunohistopathologic demonstration of deleterious effects on growing rat testes of radiofrequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices.* J Pediatr Urol 2013; 9(2): 223-229.
- ²⁹⁸ Ghanbari M, Mortazavi SB, Khavanin A, Khazaei M. *The effects of cell phone waves (900 MHz-GSM band) on sperm parameters and total antioxidant capacity in rats.* Int J Fertil Steril 2013; 7(1): 21-28.
- ²⁹⁹ Shahin S, Singh VP, Shukla RK, Dhawan A, Gangwar RK, Singh SP, et al. *2.45 GHz microwave irradiation-induced oxidative stress affects implantation or pregnancy in mice, Mus musculus.* Appl Biochem Biotechnol 2013; 169(5): 1727-1751.
- ³⁰⁰ Karaman MI, Gokce AM, Koca O, Karaman B, Ozturk MI, Yurdakul N, et al. *The effects of electromagnetic waves emitted by the cell phones on the testicular tissue.* Arch Ital Urol Androl 2014; 86(4): 274-277.



- ³⁰¹ Kumar S, Nirala JP, Behari J, Paulraj R. *Effect of electromagnetic irradiation produced by 3G mobile phone on male rat reproductive system in a simulated scenario*. Indian J Exp Biol 2014; 52(9): 890-897.
- ³⁰² Oksay T, Naziroglu M, Dogan S, Guzel A, Gumral N, Kosar PA. *Protective effects of melatonin against oxidative injury in rat testis induced by wireless (2.45 GHz) devices*. Andrologia 2014; 46(1): 65-72.
- ³⁰³ Sepehrimanesh M, Saeb M, Nazifi S, Kazemipour N, Jelodar G, Saeb S. *Impact of 900 MHz electromagnetic field exposure on main male reproductive hormone levels: a Rattus norvegicus model*. Int J Biometeorol 2014; 58(7): 1657-1663.
- ³⁰⁴ Azadi Oskouyi E, Rajaei F, Safari Variani A, Sarokhani MR, Javadi A. *Effects of microwaves (950 MHz mobile phone) on morphometric and apoptotic changes of rabbit epididymis*. Andrologia 2015; 47(6): 700-705.
- ³⁰⁵ Bin-Meferij MM, El-Kott AF. *The radioprotective effects of Moringa oleifera against mobile phone electromagnetic radiation-induced infertility in rats*. Int J Clin Exp Med 2015; 8(8): 12487-12497.
- ³⁰⁶ Tumkaya L, Kalkan Y, Bas O, Yilmaz A. *Mobile phone radiation during pubertal development has no effect on testicular histology in rats*. Toxicol Ind Health 2016; 32(2): 328-336.
- ³⁰⁷ Cetkin M, Kizilkan N, Demirel C, Bozdog Z, Erkilic S, Erbagci H. *Quantitative changes in testicular structure and function in rat exposed to mobile phone radiation*. Andrologia 2017;
- ³⁰⁸ Pandey N, Giri S, Das S, Upadhaya P. *Radiofrequency radiation (900 MHz)-induced DNA damage and cell cycle arrest in testicular germ cells in swiss albino mice*. Toxicol Ind Health 2017; 33(4): 373-384.
- ³⁰⁹ Sepehrimanesh M, Kazemipour N, Saeb M, Nazifi S, Davis DL. *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 Int 2017; 24(15): 13666-13673.
- ³¹⁰ Shahin S, Singh SP, Chaturvedi CM. *Mobile phone (1800MHz) radiation impairs female reproduction in mice, Mus musculus, through stress induced inhibition of ovarian and uterine activity*. Reprod Toxicol 2017; 73: 41-60.
- ³¹¹ Oyewopo AO, Olaniyi SK, Oyewopo CI, Jimoh AT. *Radiofrequency electromagnetic radiation from cell phone causes defective testicular function in male Wistar rats*. Andrologia 2017; 49(10):
- ³¹² Narayanan SN, Lukose ST, Arun G, Mohapatra N, Pamala J, Concessao PL, et al. *Modulatory effect of 900 MHz radiation on biochemical and reproductive parameters in rats*. Bratisl Lek Listy 2018; 119(9): 581-587.
- ³¹³ Oh JJ, Byun SS, Lee SE, Choe G, Hong SK. *Effect of Electromagnetic Waves from Mobile Phones on Spermatogenesis in the Era of 4G-LTE*. Biomed Res Int 2018; 2018: 1801798.
- ³¹⁴ Shahin S, Singh SP, Chaturvedi CM. *1800 MHz mobile phone irradiation induced oxidative and nitrosative stress leads to p53*



- dependent Bax mediated testicular apoptosis in mice, Mus musculus.* J Cell Physiol 2018; 233(9): 7253-7267.
- ³¹⁵ Hu HX, Sun J, Gao YJ, Fang H, Xu SQ, Dong J, et al. *Effect of modified Wuzi Yanzong Pill () on Tip60-mediated apoptosis in testis of male rats after microwave radiation.* Chin J Integr Med 2019; 25(5): 342-347.
- ³¹⁶ Yahyazadeh A, Altunkaynak BZ. *Protective effects of luteolin on rat testis following exposure to 900 MHz electromagnetic field.* Biotech Histochem 2019; 94(4): 298-307.
- ³¹⁷ Gautam R, Singh KV, Nirala J, Murmu NN, Meena R, Rajamani P. *Oxidative stress-mediated alterations on sperm parameters in male Wistar rats exposed to 3G mobile phone radiation.* Andrologia 2019; 51(3): e13201.
- ³¹⁸ Tsarna E, Reedijk M, Birks LE, Guxens M, Ballester F, Ha M, et al. *Associations of maternal cell-phone use during pregnancy with pregnancy duration and fetal growth in 4 birth cohorts.* Am J Epidemiol 2019; 188(7): 1270-1280.
- ³¹⁹ Bornhausen M, Scheingraber H. *Prenatal exposure to 900 MHz, cell-phone electromagnetic fields had no effect on operant-behavior performances of adult rats.* Bioelectromagnetics 2000; 21(8): 566-574.
- ³²⁰ Ferreira AR, Knakiewicz T, Pasquali MA, Gelain DP, Dal-Pizzol F, Fernandez CE, et al. *Ultra high frequency-electromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring.* Life Sci 2006; 80(1): 43-50.
- ³²¹ Sommer AM, Grote K, Reinhardt T, Streckert J, Hansen V, Lerchl A. *Effects of radiofrequency electromagnetic fields (UMTS) on reproduction and development of mice: a multi-generation study.* Radiat Res 2009; 171(1): 89-95.
- ³²² Ogawa K, Nabae K, Wang J, Wake K, Watanabe S, Kawabe M, et al. *Effects of gestational exposure to 1.95-GHz W-CDMA signals for IMT-2000 cellular phones: lack of embryotoxicity and teratogenicity in rats.* Bioelectromagnetics 2009; 30(3): 205-212.
- ³²³ Lee H-J, Lee J-S, Pack J-K, Choi H-D, Kim N, Kim S-H, et al. *Lack of teratogenicity after combined exposure of pregnant mice to CDMA and WCDMA radiofrequency electromagnetic fields.* Radiat Res 2009; 172(5): 648-652.
- ³²⁴ Fragopoulou AF, Koussoulakos SL, Margaritis LH. *Cranial and postcranial skeletal variations induced in mouse embryos by mobile phone radiation.* Pathophysiology 2010; 17(3): 169-177.
- ³²⁵ Shirai T, Wang J, Kawabe M, Wake K, Watanabe SI, Takahashi S, et al. *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 2017; 58(1): 48-58.
- ³²⁶ Nisbet HO, Akar A, Nisbet C, Gulbahar MY, Ozak A, Yardimci C, et al. *Effects of electromagnetic field (1.8/0.9 GHz) exposure on growth plate in growing rats.* Res Vet Sci 2016; 104: 24-29.



- ³²⁷ Abad M, Malekafzali H, Simbar M, Seyed Mosaavi H, Merghati Khoei E. *Association between electromagnetic field exposure and abortion in pregnant women living in Tehran*. Int J Reprod Biomed (Yazd) 2016; 14(5): 347-354.
- ³²⁸ Takahashi S, Imai N, Nabae K, Wake K, Kawai H, Wang J, et al. *Lack of adverse effects of whole-body exposure to a mobile telecommunication electromagnetic field on the rat fetus*. Radiat Res 2010; 173(3): 362-372.
- ³²⁹ Aït-Aïssa S, Billaudel B, Poullétier de Gannes F, Ruffie G, Duleu S, Hurtier A, et al. *In utero and early-life exposure of rats to a Wi-Fi signal: screening of immune markers in sera and gestational outcome*. Bioelectromagnetics 2012; 33(5): 410-420.
- ³³⁰ Poullétier de Gannes F, Haro E, Hurtier A, Taxile M, Athane A, Ait-Aïssa S, et al. *Effect of in utero Wi-Fi exposure on the pre- and postnatal development of rats*. Birth Defects Res B Dev Reprod Toxicol 2012; 95(2): 130-136.
- ³³¹ Poullétier de Gannes F, Billaudel B, Haro E, Taxile M, Le Montagner L, Hurtier A, et al. *Rat fertility and embryo fetal development: influence of exposure to the Wi-Fi signal*. Reprod Toxicol 2013; 36: 1-5.
- ³³² Shirai T, Imai N, Wang J, Takahashi S, Kawabe M, Wake K, et al. *Multigenerational effects of whole body exposure to 2.14 GHz W-CDMA cellular phone signals on brain function in rats*. Bioelectromagnetics 2014; 35(7): 497-511.
- ³³³ Woelders H, de Wit A, Lourens A, Stockhofe N, Engel B, Hulsege I, et al. *Study of potential health effects of electromagnetic fields of telephony and Wi-Fi, using chicken embryo development as animal model*. Bioelectromagnetics 2017; 38(3): 186-203.
- ³³⁴ Sangun O, Dundar B, Darici H, Comlekci S, Doguc DK, Çelik S. *The effects of long-term exposure to a 2450 MHz electromagnetic field on growth and pubertal development in female Wistar rats*. Electromagn Biol Med 2015; 34(1): 63-71.
- ³³⁵ Kuybulu AE, Oktem F, Ciris IM, Sutcu R, Ormeci AR, Comlekci S, et al. *Effects of long-term pre- and post-natal exposure to 2.45 GHz wireless devices on developing male rat kidney*. Ren Fail 2016; 38(4): 571-580.
- ³³⁶ Magras IN, Xenos TD. *RF radiation-induced changes in the prenatal development of mice*. Bioelectromagnetics 1997; 18(6): 455-461.
- ³³⁷ Nakamura H, Nagase H, Ogino K, Hatta K, Matsuzaki I. *Uteroplacental circulatory disturbance mediated by prostaglandin f2alpha in rats exposed to microwaves*. Reprod Toxicol 2000; 14(3): 235-240.
- ³³⁸ Nakamura H, Matsuzaki I, Hatta K, Nobukuni Y, Kambayashi Y, Ogino K. *Nonthermal effects of mobile-phone frequency microwaves on uteroplacental functions in pregnant rats*. Reprod Toxicol 2003; 17(3): 321-326.
- ³³⁹ Bas O, Odaci E, Mollaoglu H, Uçok K, Kaplan S. *Chronic prenatal exposure to the 900 megahertz electromagnetic field induces pyramidal cell loss in the hippocampus of newborn rats*. Toxicol Ind Health 2009; 25(6): 377-384.



- ³⁴⁰ Gul A, Celebi H, Uğraş S. *The effects of microwave emitted by cellular phones on ovarian follicles in rats*. Arch Gynecol Obstet 2009; 280(5): 729-733.
- ³⁴¹ Rağbetli MÇ, Aydinlioğlu A, Koyun N, Rağbetli C, Karayel M. *Effect of prenatal exposure to mobile phone on pyramidal cell numbers in the mouse hippocampus: a stereological study*. Int J Neurosci 2009; 119(7): 1031-1041.
- ³⁴² Aldad TS, Gan G, Gao XB, Taylor HS. *Fetal radiofrequency radiation exposure from 800-1900 MHz-rated cellular telephones affects neurodevelopment and behavior in mice*. Sci Rep 2012; 2: 312.
- ³⁴³ Jing J, Yuhua Z, Xiao-qian Y, Rongping J, Dong-mei G, Xi C. *The influence of microwave radiation from cellular phone on fetal rat brain*. Electromagn Biol Med 2012; 31(1): 57-66.
- ³⁴⁴ Haghani M, Shabani M, Moazzami K. *Maternal mobile phone exposure adversely affects the electrophysiological properties of Purkinje neurons in rat offspring*. Neuroscience 2013; 250: 588-598.
- ³⁴⁵ Köktürk S, Yardimoglu M, Celikozlu SD, Dolanbay EG, Cimbiz A. *Effect of Lycopersicon esculentum extract on apoptosis in the rat cerebellum, following prenatal and postnatal exposure to an electromagnetic field*. Exp Ther Med 2013; 6(1): 52-56.
- ³⁴⁶ Bedir R, Tumkaya L, Sehitoglu I, Kalkan Y, Yilmaz A, Sahin OZ. *The effect of exposure of rats during prenatal period to radiation spreading from mobile phones on renal development*. Ren Fail 2015; 37(2): 305-309.
- ³⁴⁷ Odaci E, Unal D, Mercantepe T, Topal Z, Hanci H, Turedi S, et al. *Pathological effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat kidney*. Biotech Histochem 2015; 90(2): 93-101.
- ³⁴⁸ Türedi S, Hanci H, Topal Z, Unal D, Mercantepe T, Bozkurt I, et al. *The effects of prenatal exposure to a 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old male rat heart*. Electromagn Biol Med 2015; 34(4): 390-397.
- ³⁴⁹ Zhang Y, Li Z, Gao Y, Zhang C. *Effects of fetal microwave radiation exposure on offspring behavior in mice*. J Radiat Res 2015; 56(2): 261-268.
- ³⁵⁰ Erkut A, Tumkaya L, Balik MS, Kalkan Y, Guvercin Y, Yilmaz A, et al. *The effect of prenatal exposure to 1800 MHz electromagnetic field on calcineurin and bone development in rats*. Acta Cir Bras 2016; 31(2): 74-83.
- ³⁵¹ Razavinasab M, Moazzami K, Shabani M. *Maternal mobile phone exposure alters intrinsic electrophysiological properties of CA1 pyramidal neurons in rat offspring*. Toxicol Ind Health 2016; 32(6): 968-979.
- ³⁵² Turedi S, Hanci H, Colakoglu S, Kaya H, Odaci E. *Disruption of the ovarian follicle reservoir of prepubertal rats following prenatal exposure to a continuous 900-MHz electromagnetic field*. Int J Radiat Biol 2016; 92(6): 329-337.
- ³⁵³ 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; 52: 239-247.
- ³⁵⁴ 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; 32(5): 1459-1469.
- ³⁵⁵ Yilmaz A, Tumkaya L, Akyildiz K, Kalkan Y, Bodur AF, Sargin F, et al. *Lasting hepatotoxic effects of prenatal mobile phone exposure.* J Matern Fetal Neonatal Med 2017; 30(11): 1355-1359.
- ³⁵⁶ Alimohammadi I, Ashtarinezhad A, Asl BM, Masruri B, Moghadasi N. *The effects of radiofrequency radiation on mice fetus weight, length and tissues.* Data Brief 2018; 19: 2189-2194.
- ³⁵⁷ Tumkaya L, Yilmaz A, Akyildiz K, Mercantepe T, Yazici ZA, Yilmaz H. *Prenatal effects of a 1,800-MHz electromagnetic field on rat livers.* Cells Tissues Organs 2019; 207(3-4): 187-196.
- ³⁵⁸ Amandokht Saghezchi S, Azad N, Heidari R, Jajarmi V, Abdi S, Abaszadeh HA, et al. *The effect of prenatal exposure to 2.4 GHz radio frequency on the histology and expression of the osteocalcin and RUNX2 gene of the forelimb in an NMRI mouse.* J Lasers Med Sci 2019; 10(4): 283-289.
- ³⁵⁹ Guxens M, Vermeulen R, Steenkamer I, Beekhuizen J, Vrijkotte TGM, Kromhout H, et al. *Radiofrequency electromagnetic fields, screen time, and emotional and behavioural problems in 5-year-old children.* Int J Hyg Environ Health 2019; 222(2): 188-194.
- ³⁶⁰ Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J. *Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children.* Epidemiology 2008; 19(4): 523-529.
- ³⁶¹ Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J. *Cell phone use and behavioural problems in young children.* J Epidemiol Community Health 2012; 66(6): 524-529.
- ³⁶² Byun YH, Ha M, Kwon HJ, Hong YC, Leem JH, Sakong J, et al. *Mobile phone use, blood lead levels, and attention deficit hyperactivity symptoms in children: a longitudinal study.* PLoS One 2013; 8(3): e59742.
- ³⁶³ Sudan M, Olsen J, Arah OA, Obel C, Kheifets L. *Prospective cohort analysis of cellphone use and emotional and behavioural difficulties in children.* J Epidemiol Community Health 2016; 70(12): 1207-1213.
- ³⁶⁴ Roser K, Schoeni A, Rösli M. *Mobile phone use, behavioural problems and concentration capacity in adolescents: a prospective study.* International Journal of Hygiene and Environmental Health 2016; 219: 759–769.
- ³⁶⁵ Zheng F, Gao P, He M, Li M, Wang C, Zeng Q, et al. *Association between mobile phone use and inattention in 7102 Chinese adolescents: a population-based cross-sectional study.* BMC Public Health 2014; 14: 1022.
- ³⁶⁶ Thomas S, Heinrich S, von Kries R, Radon K. *Exposure to radio-frequency electromagnetic fields and behavioural problems in Bavarian children and adolescents.* Eur J Epidemiol 2010; 25(2): 135-141.



- ³⁶⁷ D'Andrea JA, Cobb BL, De Lorge JO. *Lack of behavioral effects in the rhesus monkey: high peak microwave pulses at 1.3 GHz*. Bioelectromagnetics 1989; 10(1): 65-76.
- ³⁶⁸ Quock RM, Klauenberg BJ, Hurt WD, Merritt JH. *Influence of microwave exposure on chlordiazepoxide effects in the mouse staircase test*. Pharmacol Biochem Behav 1994; 47(4): 845-849.
- ³⁶⁹ Dubreuil D, Jay T, Edeline JM. *Head-only exposure to GSM 900-MHz electromagnetic fields does not alter rat's memory in spatial and non-spatial tasks*. Behav Brain Res 2003; 145(1-2): 51-61.
- ³⁷⁰ Mausset-Bonnefont AL, Hirbec H, Bonnefont X, Privat A, Vignon J, de Sèze R. *Acute exposure to GSM 900-MHz electromagnetic fields induces glial reactivity and biochemical modifications in the rat brain*. Neurobiol Dis 2004; 17(3): 445-454.
- ³⁷¹ Nittby H, Grafström G, Tian DP, Malmgren L, Brun A, Persson BR, et al. *Cognitive impairment in rats after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation*. Bioelectromagnetics 2008; 29(3): 219-232.
- ³⁷² Bouji M, Lecomte A, Hode Y, de Sèze R, Villégier AS. *Effects of 900 MHz radiofrequency on corticosterone, emotional memory and neuroinflammation in middle-aged rats*. Exp Gerontol 2012; 47(6): 444-451.
- ³⁷³ Klose M, Grote K, Spathmann O, Streckert J, Clemens M, Hansen VW, et al. *Effects of early-onset radiofrequency electromagnetic field exposure (GSM 900 MHz) on behavior and memory in rats*. Radiat Res 2014; 182(4): 435-447.
- ³⁷⁴ Huss A, van Eijsden M, Guxens M, Beekhuizen J, van Strien R, Kromhout H, et al. *Environmental Radiofrequency Electromagnetic Fields Exposure at Home, Mobile and Cordless Phone Use, and Sleep Problems in 7-Year-Old Children*. PLoS One 2015; 10(10): e0139869.
- ³⁷⁵ Son Y, Jeong YJ, Kwon JH, Choi HD, Pack JK, Kim N, et al. *1950 MHz radiofrequency electromagnetic fields do not aggravate memory deficits in 5xFAD mice*. Bioelectromagnetics 2016; 37(6): 391-399.
- ³⁷⁶ Barthélémy A, Mouchard A, Bouji M, Blazy K, Puigsegur R, Villegier AS. *Glial markers and emotional memory in rats following acute cerebral radiofrequency exposures*. Environ Sci Pollut Res Int 2016; 23(24): 25343-25355.
- ³⁷⁷ Petitdant N, Lecomte A, Robidel F, Gamez C, Blazy K, Villegier AS. *Cerebral radiofrequency exposures during adolescence: Impact on astrocytes and brain functions in healthy and pathologic rat models*. Bioelectromagnetics 2016; 37(5): 338-350.
- ³⁷⁸ Gupta SK, Mesharam MK, Krishnamurthy S. *Electromagnetic radiation 2450 MHz exposure causes cognition deficit with mitochondrial dysfunction and activation of intrinsic pathway of apoptosis in rats*. J Biosci 2018; 43(2): 263-276.
- ³⁷⁹ Gupta SK, Patel SK, Tomar MS, Singh SK, Mesharam MK, Krishnamurthy S. *Long-term exposure of 2450 MHz electromagnetic radiation induces stress and anxiety like behavior in rats*. Neurochem Int 2019; 128: 1-13.



- ³⁸⁰ Lebovitz RM. *Prolonged microwave irradiation of rats: effects on concurrent operant behavior*. Bioelectromagnetics 1981; 2(2): 169-185.
- ³⁸¹ Lebovitz RM. *Pulse modulated and continuous wave microwave radiation yield equivalent changes in operant behavior of rodents*. Physiol Behav 1983; 30(6): 891-898.
- ³⁸² Akyel Y, Hunt EL, Gambrill C, Vargas C, Jr. *Immediate post-exposure effects of high-peak-power microwave pulses on operant behavior of Wistar rats*. Bioelectromagnetics 1991; 12(3): 183-195.
- ³⁸³ Daniels WM, Pitout IL, Afullo TJ, Mabandla MV. *The effect of electromagnetic radiation in the mobile phone range on the behaviour of the rat*. Metab Brain Dis 2009; 24(4): 629-641.
- ³⁸⁴ Khirazova EE, Baizhumanov AA, Trofimova LK, Deev LI, Maslova MV, Sokolova NA, et al. *Effects of GSM-Frequency Electromagnetic Radiation on Some Physiological and Biochemical Parameters in Rats*. Bull Exp Biol Med 2012; 153(6): 816-819.
- ³⁸⁵ Schneider J, Stangassinger M. *Nonthermal effects of lifelong high-frequency electromagnetic field exposure on social memory performance in rats*. Behav Neurosci 2014; 128(5): 633-637.
- ³⁸⁶ Zhang JP, Zhang KY, Guo L, Chen QL, Gao P, Wang T, et al. *Effects of 1.8 GHz radiofrequency fields on the emotional behavior and spatial memory of adolescent mice*. Int J Environ Res Public Health 2017; 14(11):
- ³⁸⁷ Jeong YJ, Son Y, Han NK, Choi HD, Pack JK, Kim N, et al. *Impact of Long-Term RF-EMF on Oxidative Stress and Neuroinflammation in Aging Brains of C57BL/6 Mice*. Int J Mol Sci 2018; 19(7):
- ³⁸⁸ Kumlin T, Iivonen H, Miettinen P, Juvonen A, van Groen T, Puranen L, et al. *Mobile phone radiation and the developing brain: behavioral and morphological effects in juvenile rats*. Radiat Res 2007; 168(4): 471-479.
- ³⁸⁹ Kim JH, Yu DH, Huh YH, Lee EH, Kim HG, Kim HR. *Long-term exposure to 835 MHz RF-EMF induces hyperactivity, autophagy and demyelination in the cortical neurons of mice*. Sci Rep 2017; 7: 41129.
- ³⁹⁰ Wang K, Lu JM, Xing ZH, Zhao QR, Hu LQ, Xue L, et al. *Effect of 1.8 GHz radiofrequency electromagnetic radiation on novel object associative recognition memory in mice*. Sci Rep 2017; 7: 44521.
- ³⁹¹ Son Y, Kim JS, Jeong YJ, Jeong YK, Kwon JH, Choi HD, et al. *Long-term RF exposure on behavior and cerebral glucose metabolism in 5xFAD mice*. Neurosci Lett 2018; 666: 64-69.
- ³⁹² Broom KA, Findlay R, Addison DS, Goiceanu C, Sienkiewicz Z. *Early-life exposure to pulsed LTE radiofrequency fields causes persistent changes in activity and behavior in C57BL/6 J mice*. Bioelectromagnetics 2019; 40(7): 498-511.
- ³⁹³ Quock RM, Kouchich FJ, Ishii TK, Lange DG. *Microwave facilitation of domperidone antagonism of apomorphine-induced stereotypic climbing in mice*. Bioelectromagnetics 1987; 8(1): 45-55.



- ³⁹⁴ Mitchell CL, McRee DI, Peterson NJ, Tilson HA, Shandala MG, Rudnev MI, et al. *Results of a United States and Soviet Union joint project on nervous system effects of microwave radiation*. Environ Health Perspect 1989; 81: 201-209.
- ³⁹⁵ Kemerov S, Marinkev M, Getova D. *Effects of low-intensity electromagnetic fields on behavioral activity of rats*. Folia Med (Plovdiv) 1999; 41(3): 75-80.
- ³⁹⁶ Cosquer B, Galani R, Kuster N, Cassel JC. *Whole-body exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields does not alter anxiety responses in rats: a plus-maze study including test validation*. Behav Brain Res 2005; 156(1): 65-74.
- ³⁹⁷ Crouzier D, Testylier G, Perrin A, Debouzy JC. *[Which neurophysiologic effects at low level 2.45 GHz RF exposure?] Quels effets neurophysiologiques pour un champ electromagnetique de faible puissance a 2,45 GHz?* Pathol Biol (Paris) 2007; 55(5): 235-241.
- ³⁹⁸ Thomas JR, Schrot J, Banvard RA. *Comparative effects of pulsed and continuous-wave 2.8-GHz microwaves on temporally defined behavior*. Bioelectromagnetics 1982; 3(2): 227-235.
- ³⁹⁹ Lai H, Horita A, Chou CK, Guy AW. *Psychoactive-drug response is affected by acute low-level microwave irradiation*. Bioelectromagnetics 1983; 4(3): 205-214.
- ⁴⁰⁰ D'Andrea JA, DeWitt JR, Portuguez LM, Gandhi OP. *Reduced exposure to microwave radiation by rats: frequency specific effects*. Prog Clin Biol Res 1988; 257: 289-308.
- ⁴⁰¹ Chou CK, Guy AW, Kunz LL, Johnson RB, Crowley JJ, Krupp JH. *Long-term, low-level microwave irradiation of rats*. Bioelectromagnetics 1992; 13(6): 469-496.
- ⁴⁰² Raslear TG, Akyel Y, Bates F, Belt M, Lu ST. *Temporal bisection in rats: the effects of high-peak-power pulsed microwave irradiation*. Bioelectromagnetics 1993; 14(5): 459-478.
- ⁴⁰³ Shtemberg AS, Uzbekov MG, Shikhov SN, Bazyan AS, Chernyakov GM. *Some neurotropic effects of low-intensity electromagnetic waves in rats with different typological characteristics of higher nervous activity*. Neurosci Behav Physiol 2001; 31(5): 547-553.
- ⁴⁰⁴ Chaturvedi CM, Singh VP, Singh P, Basu P, Shukla RK, Dhawan A, et al. *2.45 GHz (CW) microwave irradiation alters circadian organization, spatial memory, DNA structure in the brain cells and blood cell counts of male mice, Mus musculus*. Prog Electromagn Res B 2011; 29: 23-42.
- ⁴⁰⁵ Kumar M, Singh SP, Chaturvedi CM. *Chronic nonmodulated microwave radiations in mice produce anxiety-like and depression-like behaviours and calcium- and NO-related biochemical changes in the brain*. Exp Neurobiol 2016; 25(6): 318-327.
- ⁴⁰⁶ Obajuluwa AO, Akinyemi AJ, Afolabi OB, Adekoya K, Sanya JO, Ishola AO. *Exposure to radio-frequency electromagnetic waves alters acetylcholinesterase gene expression, exploratory and motor coordination-linked behaviour in male rats*. Toxicol Rep 2017; 4: 530-534.



- ⁴⁰⁷ Sinha RK, Aggarwal Y, Upadhyay PK, Dwivedi A, Keshri AK, Das BN. *Neural network-based evaluation of chronic non-thermal effects of modulated 2450 MHz microwave radiation on electroencephalogram*. Ann Biomed Eng 2008; 36(5): 839-851.
- ⁴⁰⁸ Sinha RK. *Chronic non-thermal exposure of modulated 2450 MHz microwave radiation alters thyroid hormones and behavior of male rats*. Int J Radiat Biol 2008; 84(6): 505-513.
- ⁴⁰⁹ Calvente I, Perez-Lobato R, Nunez MI, Ramos R, Guxens M, Villalba J, et al. *Does exposure to environmental radiofrequency electromagnetic fields cause cognitive and behavioral effects in 10-year-old boys?* Bioelectromagnetics 2016; 37(1): 25-36.
- ⁴¹⁰ Galloway WD. *Microwave dose-response relationships on two behavioral tasks*. Ann N Y Acad Sci 1975; 247: 410-416.
- ⁴¹¹ Mattsson JL, Oliva SA. *Effect of electromagnetic pulse on avoidance behavior and electroencephalogram of a rhesus monkey*. Aviat Space Environ Med 1976; 47(6): 644-648.
- ⁴¹² Thomas JR, Schrot J, Banvard RA. *Behavioral effects of chlorpromazine and diazepam combined with low-level microwaves*. Neurobehav Toxicol 1980; 2(2): 131-135.
- ⁴¹³ Carratalá F, Moya M. *Febrile convulsions induced by microwaves and the alteration in behavior of albino mouse OF1*. Biol Neonate 1991; 60(1): 62-68.
- ⁴¹⁴ Jensh RP. *Behavioral teratologic studies using microwave radiation: is there an increased risk from exposure to cellular phones and microwave ovens?* Reprod Toxicol 1997; 11(4): 601-611.
- ⁴¹⁵ Crouzier D, Debouzy JC, Bourbon F, Collin A, Perrin A, Testylier G. *Neurophysiologic effects at low level 1.8 GHz radiofrequency field exposure: a multiparametric approach on freely moving rats*. Pathol Biol (Paris) 2007; 55(3-4): 134-142.
- ⁴¹⁶ Narayanan SN, Kumar RS, Potu BK, Nayak S, Mailankot M. *Spatial memory performance of Wistar rats exposed to mobile phone*. Clinics (Sao Paulo) 2009; 64(3): 231-234.
- ⁴¹⁷ Narayanan SN, Kumar RS, Potu BK, Nayak S, Bhat PG, Mailankot M. *Effect of radio-frequency electromagnetic radiations (RF-EMR) on passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in Wistar rats*. Ups J Med Sci 2010; 115(2): 91-96.
- ⁴¹⁸ Carballo-Quintás M, Martínez-Silva I, Cadarso-Suárez C, Álvarez-Figueiras M, Ares-Pena FJ, López-Martín E. *A study of neurotoxic biomarkers, c-fos and GFAP after acute exposure to GSM radiation at 900 MHz in the picrotoxin model of rat brains*. Neurotoxicology 2011; 32(4): 478-494.
- ⁴¹⁹ Ntzouni MP, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Margaritis LH. *Short-term memory in mice is affected by mobile phone radiation*. Pathophysiology 2011; 18(3): 193-199.
- ⁴²⁰ El Kholy SE, El Husseiny EM. *Effect of 60 minutes exposure to electromagnetic field on fecundity, learning and memory, speed of*



movement and whole body protein of the fruit fly Drosophila melanogaster. J Egypt Soc Parasitol 2012; 42(3): 639-648.

⁴²¹ Sokolovic D, Djordjevic B, Kocic G, Babovic P, Ristic G, Stanojkovic Z, et al. *The effect of melatonin on body mass and behaviour of rats during an exposure to microwave radiation from mobile phone.*

Bratisl Lek Listy 2012; 113(5): 265-269.

⁴²² Ntzouni MP, Skouroliahou A, Kostomitsopoulos N, Margaritis LH. *Transient and cumulative memory impairments induced by GSM 1.8 GHz cell phone signal in a mouse model.* Electromagn Biol Med 2013; 32(1): 95-120.

⁴²³ de Caires Júnior LC, Guimarães Eda S, Musso CM, Stabler CT, González Garcia RM, Mourão-Júnior CA, et al. *Behavior and memory evaluation of Wistar rats exposed to 1.8 GHz radiofrequency electromagnetic radiation.* Neurol Res 2014; 36(9): 800-803.

⁴²⁴ Saikhedkar N, Bhatnagar M, Jain A, Sukhwai P, Sharma C, Jaiswal N. *Effects of mobile phone radiation (900 MHz radiofrequency) on structure and functions of rat brain.* Neurol Res 2014; 36(12): 1072-1079.

⁴²⁵ Chiu CT, Chang YH, Chen CC, Ko MC, Li CY. *Mobile phone use and health symptoms in children.* J Formos Med Assoc 2015; 114(7): 598-604.

⁴²⁶ Shehu A, Mohammed A, Magaji RA, Muhammad MS. *Exposure to mobile phone electromagnetic field radiation, ringtone and vibration*

affects anxiety-like behaviour and oxidative stress biomarkers in albino wistar rats. Metab Brain Dis 2016; 31(2): 355-362.

⁴²⁷ Hassanshahi A, Shafeie SA, Fatemi I, Hassanshahi E, Allahtavakoli M, Shabani M, et al. *The effect of Wi-Fi electromagnetic waves in unimodal and multimodal object recognition tasks in male rats.* Neurol Sci 2017; 38(6): 1069-1076.

⁴²⁸ Thomas S, Benke G, Dimitriadis C, Inyang I, Sim MR, Wolfe R, et al. *Use of mobile phones and changes in cognitive function in adolescents.* Occup Environ Med 2010; 67(12): 861-866.

⁴²⁹ Foerster M, Thielens A, Joseph W, Eeftens M, Roosli M. *A prospective cohort study of adolescents' memory performance and individual brain dose of microwave radiation from wireless communication.* Environ Health Perspect 2018; 126(7): 077007.

⁴³⁰ Ng TP, Lim ML, Niti M, Collinson S. *Long-term digital mobile phone use and cognitive decline in the elderly.* Bioelectromagnetics 2012; 33: 176-185.

⁴³¹ Brzozek C, Benke KK, Zeleke BM, Croft RJ, Dalecki A, Dimitriadis C, et al. *Uncertainty analysis of mobile phone use and its effect on cognitive function: the application of Monte Carlo simulation in a cohort of Australian primary school children.* Int J Environ Res Public Health 2019; 16(13):

⁴³² Redmayne M, Smith CL, Benke G, Croft RJ, Dalecki A, Dimitriadis C, et al. *Use of mobile and cordless phones and cognition in Australian*



- primary school children: a prospective cohort study*. Environ Health 2016; 15: 26.
- ⁴³³ Abramson MJ, Benke GP, Dimitriadis C, Inyang IO, Sim MR, Wolfe RS, et al. *Mobile telephone use is associated with changes in cognitive function in young adolescents*. Bioelectromagnetics 2009; 30(8): 678-686.
- ⁴³⁴ Lee TM, Ho SM, Tsang LY, Yang SH, Li LS, Chan CC, et al. *Effect on human attention of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones*. Neuroreport 2001; 12(4): 729-731.
- ⁴³⁵ Guxens M, Vermeulen R, van Eijsden M, Beekhuizen J, Vrijkotte TG, van Strien RT, et al. *Outdoor and indoor sources of residential radiofrequency electromagnetic fields, personal cell phone and cordless phone use, and cognitive function in 5-6 years old children*. Environ Res 2016; 150: 364-374.
- ⁴³⁶ Freude G, Ullsperger P, Eggert S, Ruppe I. *Effects of microwaves emitted by cellular phones on human slow brain potentials*. Bioelectromagnetics 1998; 19(6): 384-387.
- ⁴³⁷ Freude G, Ullsperger P, Eggert S, Ruppe I. *Microwaves emitted by cellular telephones affect human slow brain potentials*. Eur J Appl Physiol 2000; 81(1-2): 18-27.
- ⁴³⁸ Krause CM, Sillanmaki L, Koivisto M, Haggqvist A, Saarela C, Revonsuo A, et al. *Effects of electromagnetic fields emitted by cellular phones on the electroencephalogram during a visual working memory task*. Int J Radiat Biol 2000; 76(12): 1659-1667.
- ⁴³⁹ Krause CM, Sillanmaki L, Koivisto M, Haggqvist A, Saarela C, Revonsuo A, et al. *Effects of electromagnetic field emitted by cellular phones on the EEG during a memory task*. Neuroreport 2000; 11(4): 761-764.
- ⁴⁴⁰ Krause CM, Pesonen M, Haarala Björnberg C, Hämäläinen H. *Effects of pulsed and continuous wave 902 MHz mobile phone exposure on brain oscillatory activity during cognitive processing*. Bioelectromagnetics 2007; 28(4): 296-308.
- ⁴⁴¹ Haarala C, Björnberg L, Ek M, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, et al. *Effect of a 902 MHz electromagnetic field emitted by mobile phones on human cognitive function: A replication study*. Bioelectromagnetics 2003; 24(4): 283-288.
- ⁴⁴² Haarala C, Ek M, Björnberg L, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, et al. *902 MHz mobile phone does not affect short term memory in humans*. Bioelectromagnetics 2004; 25(6): 452-456.
- ⁴⁴³ Haarala C, Aalto S, Hautzel H, Julkunen L, Rinne JO, Laine M, et al. *Effects of a 902 MHz mobile phone on cerebral blood flow in humans: a PET study*. Neuroreport 2003; 14(16): 2019-2023.
- ⁴⁴⁴ Aalto S, Haarala C, Bruck A, Sipila H, Hämäläinen H, Rinne JO. *Mobile phone affects cerebral blood flow in humans*. J Cereb Blood Flow Metab 2006; 26(7): 885-890.
- ⁴⁴⁵ Kwon MS, Vorobyev V, Kannala S, Laine M, Rinne JO, Toivonen T, et al. *GSM mobile phone radiation suppresses brain glucose metabolism*. J Cereb Blood Flow Metab 2011; 31(12): 2293-2301.



- ⁴⁴⁶ Kwon MS, Vorobyev V, Kannala S, Laine M, Rinne JO, Toivonen T, et al. *No effects of short-term GSM mobile phone radiation on cerebral blood flow measured using positron emission tomography*. Bioelectromagnetics 2012; 33(3): 247-256.
- ⁴⁴⁷ Hamblin DL, Croft RJ, Wood AW, Stough C, Spong J. *The sensitivity of human event-related potentials and reaction time to mobile phone emitted electromagnetic fields*. Bioelectromagnetics 2006; 27(4): 265-273.
- ⁴⁴⁸ Besset A, Espa F, Dauvilliers Y, Billiard M, de Seze R. *No effect on cognitive function from daily mobile phone use*. Bioelectromagnetics 2005; 26(2): 102-108.
- ⁴⁴⁹ Curcio G, Valentini E, Moroni F, Ferrara M, De Gennaro L, Bertini M. *Psychomotor performance is not influenced by brief repeated exposures to mobile phones*. Bioelectromagnetics 2008; 29(3): 237-241.
- ⁴⁵⁰ Terao Y, Okano T, Furubayashi T, Ugawa Y. *Effects of thirty-minute mobile phone use on visuo-motor reaction time*. Clinical Neurophysiology 2006; 117(11): 2504-2511.
- ⁴⁵¹ Terao Y, Okano T, Furubayashi T, Yugeta A, Inomata-Terada S, Ugawa Y. *Effects of thirty-minute mobile phone exposure on saccades*. Clin Neurophysiol 2007; 118(7): 1545-1556.
- ⁴⁵² Russo R, Fox E, Cinel C, Boldini A, Defeyter MA, Mirshekar-Syahkal D, et al. *Does acute exposure to mobile phones affect human attention?* Bioelectromagnetics 2006; 27(3): 215-220.
- ⁴⁵³ Cinel C, Boldini A, Russo R, Fox E. *Effects of mobile phone electromagnetic fields on an auditory order threshold task*. Bioelectromagnetics 2007; 28(6): 493-496.
- ⁴⁵⁴ Haarala C, Takio F, Rintee T, Laine M, Koivisto M, Revonsuo A, et al. *Pulsed and continuous wave mobile phone exposure over left versus right hemisphere: effects on human cognitive function*. Bioelectromagnetics 2007; 28(4): 289-295.
- ⁴⁵⁵ Kleinlogel H, Dierks T, Koenig T, Lehmann H, Minder A, Berz R. *Effects of weak mobile phone - electromagnetic fields (GSM, UMTS) on event related potentials and cognitive functions*. Bioelectromagnetics 2008; 29(6): 488-497.
- ⁴⁵⁶ Sauter C, Dorn H, Bahr A, Hansen ML, Peter A, Bajbouj M, et al. *Effects of exposure to electromagnetic fields emitted by GSM 900 and WCDMA mobile phones on cognitive function in young male subjects*. Bioelectromagnetics 2011; 32(3): 179-190.
- ⁴⁵⁷ Curcio G, Nardo D, Perrucci MG, Pasqualetti P, Chen TL, Del Gratta C, et al. *Effects of mobile phone signals over BOLD response while performing a cognitive task*. Clin Neurophysiol 2012; 123(1): 129-136.
- ⁴⁵⁸ Krause CM, Haarala C, Sillanmaki L, Koivisto M, Alanko K, Revonsuo A, et al. *Effects of electromagnetic field emitted by cellular phones on the EEG during an auditory memory task: a double blind replication study*. Bioelectromagnetics 2004; 25(1): 33-40.
- ⁴⁵⁹ Hamblin DL, Wood AW, Croft RJ, Stough C. *Examining the effects of electromagnetic fields emitted by GSM mobile phones on human event-*



related potentials and performance during an auditory task.

Clin Neurophysiol 2004; 115(1): 171-178.

⁴⁶⁰ Keetley V, Wood AW, Spong J, Stough C. *Neuropsychological sequelae of digital mobile phone exposure in humans.* Neuropsychologia 2006; 44(10): 1843-1848.

⁴⁶¹ Preece AW, Iwi G, Davies-Smith A, Wesnes K, Butler S, Lim E, et al. *Effect of a 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in man.* Int J Radiat Biol 1999; 75(4): 447-456.

⁴⁶² Koivisto M, Revonsuo A, Krause C, Haarala C, Sillanmaki L, Laine M, et al. *Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular telephones on response times in humans.* Neuroreport 2000; 11(2): 413-415.

⁴⁶³ Koivisto M, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H. *The effects of electromagnetic field emitted by GSM phones on working memory.* Neuroreport 2000; 11(8): 1641-1643.

⁴⁶⁴ Curcio G, Ferrara M, De Gennaro L, Cristiani R, D'Inzeo G, Bertini M. *Time-course of electromagnetic field effects on human performance and tympanic temperature.* Neuroreport 2004; 15(1): 161-164.

⁴⁶⁵ Regel SJ, Tinguely G, Schuderer J, Adam M, Kuster N, Landolt HP, et al. *Pulsed radio-frequency electromagnetic fields: dose-dependent effects on sleep, the sleep EEG and cognitive performance.* J Sleep Res 2007; 16(3): 253-258.

⁴⁶⁶ Preece AW, Goodfellow S, Wright MG, Butler SR, Dunn EJ, Johnson Y, et al. *Effect of 902 MHz mobile phone transmission on cognitive function in children.* Bioelectromagnetics 2005; Suppl 7: S138-143.

⁴⁶⁷ Haarala C, Bergman M, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, Hämäläinen H. *Electromagnetic field emitted by 902 MHz mobile phones shows no effects on children's cognitive function.* Bioelectromagnetics 2005; Suppl 7: S144-150.

⁴⁶⁸ Loughran SP, Benz DC, Schmid MR, Murbach M, Kuster N, Achermann P. *No increased sensitivity in brain activity of adolescents exposed to mobile phone-like emissions.* Clin Neurophysiol 2013; 124(7): 1303-1308.

⁴⁶⁹ Leung S, Croft RJ, McKenzie RJ, Iskra S, Silber B, Cooper NR, et al. *Effects of 2G and 3G mobile phones on performance and electrophysiology in adolescents, young adults and older adults.* Clin Neurophysiol 2011; 122(11): 2203-2216.

⁴⁷⁰ Jech R, Sonka K, Ruzicka E, Nebuzelsky A, Bohm J, Juklickova M, et al. *Electromagnetic field of mobile phones affects visual event related potential in patients with narcolepsy.* Bioelectromagnetics 2001; 22(7): 519-528.

⁴⁷¹ Wiholm C, Lowden A, Kuster N, Hillert L, Arnetz BB, Åkerstedt T, et al. *Mobile phone exposure and spatial memory.* Bioelectromagnetics 2009; 30(1): 59-65.



- ⁴⁷² Maier R, Greter SE, Schaller G, Hommel G. *[The effects of pulsed low-level EM fields on memory processes]*. Z Med Phys 2004; 14(2): 105-112.
- ⁴⁷³ Sienkiewicz ZJ, Blackwell RP, Haylock RG, Saunders RD, Cobb BL. *Low-level exposure to pulsed 900 MHz microwave radiation does not cause deficits in the performance of a spatial learning task in mice*. Bioelectromagnetics 2000; 21(3): 151-158.
- ⁴⁷⁴ Dubreuil D, Jay T, Edeline JM. *Does head-only exposure to GSM-900 electromagnetic fields affect the performance of rats in spatial learning tasks?* Behav Brain Res 2002; 129(1-2): 203-210.
- ⁴⁷⁵ Yamaguchi H, Tsurita G, Ueno S, Watanabe S, Wake K, Taki M, et al. *1439 MHz pulsed TDMA fields affect performance of rats in a T-maze task only when body temperature is elevated*. Bioelectromagnetics 2003; 24(4): 223-230.
- ⁴⁷⁶ Ammari M, Jacquet A, Lecomte A, Sakly M, Abdelmelek H, de Seze R. *Effect of head-only sub-chronic and chronic exposure to 900-MHz GSM electromagnetic fields on spatial memory in rats*. Brain Inj 2008; 22(13-14): 1021-1029.
- ⁴⁷⁷ Mori T, Arendash GW. *Long-term electromagnetic field treatment increases brain neuronal activity: linkage to cognitive benefit and therapeutic implications for Alzheimer's disease*. J Alzheimers Dis 2011; 1(2): 102-105.
- ⁴⁷⁸ Arendash GW, Mori T, Dorsey M, Gonzalez R, Tajiri N, Borlongan C. *Electromagnetic treatment to old Alzheimer's mice reverses beta-amyloid deposition, modifies cerebral blood flow, and provides selected cognitive benefit*. PLoS One 2012; 7(4): e35751.
- ⁴⁷⁹ Bouji M, Lecomte A, Gamez C, Blazy K, Villegier AS. *Neurobiological effects of repeated radiofrequency exposures in male senescent rats*. Biogerontology 2016; 17(5-6): 841-857.
- ⁴⁸⁰ Keles AI, Yildirim M, Gedikli O, Colakoglu S, Kaya H, Bas O, et al. *The effects of a continuous 1-h a day 900-MHz electromagnetic field applied throughout early and mid-adolescence on hippocampus morphology and learning behavior in late adolescent male rats*. J Chem Neuroanat 2018; 94: 46-53.
- ⁴⁸¹ Bouji M, Lecomte A, Gamez C, Blazy K, Villegier AS. *Impact of cerebral radiofrequency exposures on oxidative stress and corticosterone in a rat model of Alzheimer's disease*. J Alzheimers Dis 2020; 73(2): 467-476.
- ⁴⁸² Deshmukh PS, Banerjee BD, Abegaonkar MP, Megha K, Ahmed RS, Tripathi AK, et al. *Effect of low level microwave radiation exposure on cognitive function and oxidative stress in rats*. Indian J Biochem Biophys 2013; 50(2): 114-119.
- ⁴⁸³ Jeong YJ, Kang GY, Kwon JH, Choi HD, Pack JK, Kim N, et al. *1950 MHz electromagnetic fields ameliorate A β pathology in Alzheimer's disease mice*. Curr Alzheimer Res 2015; 12(5): 481-492.
- ⁴⁸⁴ Deshmukh PS, Nasare N, Megha K, Banerjee BD, Ahmed RS, Singh D, et al. *Cognitive impairment and neurogenotoxic effects in rats exposed to low-intensity microwave radiation*. Int J Toxicol 2015; 34(3): 284-290.



- ⁴⁸⁵ Tang J, Zhang Y, Yang L, Chen Q, Tan L, Zuo S, et al. *Exposure to 900 MHz electromagnetic fields activates the mkp-1/ERK pathway and causes blood-brain barrier damage and cognitive impairment in rats.* Brain Res 2015; 1601: 92-101.
- ⁴⁸⁶ Deshmukh PS, Megha K, Nasare N, Banerjee BD, Ahmed RS, Abegaonkar MP, et al. *Effect of low level subchronic microwave radiation on rat brain.* Biomed Environ Sci 2016; 29(12): 858-867.
- ⁴⁸⁷ Kim JH, Kim HJ, Yu DH, Kweon HS, Huh YH, Kim HR. *Changes in numbers and size of synaptic vesicles of cortical neurons induced by exposure to 835 MHz radiofrequency-electromagnetic field.* PLoS One 2017; 12(10): e0186416.
- ⁴⁸⁸ Tan S, Wang H, Xu X, Zhao L, Zhang J, Dong J, et al. *Study on dose-dependent, frequency-dependent, and accumulative effects of 1.5 GHz and 2.856 GHz microwave on cognitive functions in Wistar rats.* Sci Rep 2017; 7(1): 10781.
- ⁴⁸⁹ Ahmadi S, Alavi SS, Jadidi M, Ardjmand A. *Exposure to GSM 900-MHz mobile radiation impaired inhibitory avoidance memory consolidation in rat: Involvements of opioidergic and nitrenergic systems.* Brain Res 2018; 1701: 36-45.
- ⁴⁹⁰ Sharma A, Sharma S, Shrivastava S, Singhal PK, Shukla S. *Mobile phone induced cognitive and neurochemical consequences.* J Chem Neuroanat 2019; 102: 101684.
- ⁴⁹¹ Hosseini MA, Hosseini A, Jarideh S, Argasi H, Shekoohi-Shooli F, Zamani A, et al. *Evaluating short-term exposure to Wi-Fi signals on students' reaction time, short-term memory and reasoning ability.* Radiat Prot Dosimetry 2019;
- ⁴⁹² Bamdad K, Adel Z, Esmaeili M. *Complications of nonionizing radiofrequency on divided attention.* J Cell Biochem 2019; 120(6): 10572-10575.
- ⁴⁹³ Cobb BL, Jauchem JR, Adair ER. *Radial arm maze performance of rats following repeated low level microwave radiation exposure.* Bioelectromagnetics 2004; 25(1): 49-57.
- ⁴⁹⁴ Cassel JC, Cosquer B, Galani R, Kuster N. *Whole-body exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields does not alter radial-maze performance in rats.* Behav Brain Res 2004; 155(1): 37-43.
- ⁴⁹⁵ Cosquer B, Vasconcelos AP, Fröhlich J, Cassel JC. *Blood-brain barrier and electromagnetic fields: effects of scopolamine methylbromide on working memory after whole-body exposure to 2.45 GHz microwaves in rats.* Behav Brain Res 2005; 161(2): 229-237.
- ⁴⁹⁶ Cosquer B, Kuster N, Cassel JC. *Whole-body exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields does not alter 12-arm radial-maze with reduced access to spatial cues in rats.* Behav Brain Res 2005; 161(2): 331-334.
- ⁴⁹⁷ Lai H, Horita A, Guy AW. *Microwave irradiation affects radial-arm maze performance in the rat.* Bioelectromagnetics 1994; 15(2): 95-104.
- ⁴⁹⁸ Wang B, Lai H. *Acute exposure to pulsed 2450-MHz microwaves affects water-maze performance of rats.* Bioelectromagnetics 2000; 21(1): 52-56.



- ⁴⁹⁹ Lai H. *Interaction of microwaves and a temporally incoherent magnetic field on spatial learning in the rat*. *Physiol Behav* 2004; 82(5): 785-789.
- ⁵⁰⁰ Li M, Wang Y, Zhang Y, Zhou Z, Yu Z. *Elevation of plasma corticosterone levels and hippocampal glucocorticoid receptor translocation in rats: a potential mechanism for cognition impairment following chronic low-power-density microwave exposure*. *J Radiat Res* 2008; 49(2): 163-170.
- ⁵⁰¹ Lu Y, Xu S, He M, Chen C, Zhang L, Liu C, et al. *Glucose administration attenuates spatial memory deficits induced by chronic low-power-density microwave exposure*. *Physiol Behav* 2012; 106(5): 631-637.
- ⁵⁰² Wang H, Peng R, Zhou H, Wang S, Gao Y, Wang L, et al. *Impairment of long-term potentiation induction is essential for the disruption of spatial memory after microwave exposure*. *Int J Radiat Biol* 2013; 89(12): 1100-1107.
- ⁵⁰³ Qiao S, Peng R, Yan H, Gao Y, Wang C, Wang S, et al. *Reduction of phosphorylated synapsin I (ser-553) leads to spatial memory impairment by attenuating GABA release after microwave exposure in Wistar rats*. *PLoS One* 2014; 9(4): e95503.
- ⁵⁰⁴ Wang H, Peng R, Zhao L, Wang S, Gao Y, Wang L, et al. *The relationship between NMDA receptors and microwave-induced learning and memory impairment: a long-term observation on Wistar rats*. *Int J Radiat Biol* 2015; 91(3): 262-269.
- ⁵⁰⁵ Li HJ, Peng RY, Wang CZ, Qiao SM, Yong Z, Gao YB, et al. *Alterations of cognitive function and 5-HT system in rats after long term microwave exposure*. *Physiol Behav* 2015; 140: 236-246.
- ⁵⁰⁶ Shahin S, Banerjee S, Singh SP, Chaturvedi CM. *2.45 GHz microwave radiation impairs learning and spatial memory via oxidative/nitrosative stress induced p53-dependent/independent hippocampal apoptosis: molecular basis and underlying mechanism*. *Toxicol Sci* 2015; 148(2): 380-399.
- ⁵⁰⁷ Wang H, Tan S, Xu X, Zhao L, Zhang J, Yao B, et al. *Long term impairment of cognitive functions and alterations of NMDAR subunits after continuous microwave exposure*. *Physiol Behav* 2017; 181: 1-9.
- ⁵⁰⁸ Shahin S, Banerjee S, Swarup V, Singh SP, Chaturvedi CM. *From the cover: 2.45-GHz microwave radiation impairs hippocampal learning and spatial memory: involvement of local stress mechanism-induced suppression of iGluR/ERK/CREB signaling*. *Toxicol Sci* 2018; 161(2): 349-374.
- ⁵⁰⁹ Karimi N, Bayat M, Haghani M, Saadi HF, Ghazipour GR. *2.45 GHz microwave radiation impairs learning, memory, and hippocampal synaptic plasticity in the rat*. *Toxicol Ind Health* 2018; 748233718798976.
- ⁵¹⁰ Arns M, Van Luijckelaar G, Sumich A, Hamilton R, Gordon E. *Electroencephalographic, personality, and executive function measures associated with frequent mobile phone use*. *Int J Neurosci* 2007; 117(9): 1341-1360.



- ⁵¹¹ Mortazavi SMJ, Taeb S, Dehghan N. *Alterations of visual reaction time and short term memory in military radar personnel*. Iran J Public Health 2013; 42(4): 428-435.
- ⁵¹² Jarideh S, Taeb S, Pishva SM, Haghani M, Sina S, Mortazavi SA, et al. *Does occupational exposure of Shahid Dastghieb International Airport workers to radiofrequency radiation affect their short term memory and reaction time?* J Biomed Phys Eng 2015; 5(3): 143-150.
- ⁵¹³ Mohan M, Khaliq F, Panwar A, Vaney N. *Does chronic exposure to mobile phones affect cognition?* Funct Neurol 2016; 31(1): 47-51.
- ⁵¹⁴ Meo SA, Almahmoud M, Alsultan Q, Alotaibi N, Alnajashi I, Hajjar WM. *Mobile phone base station tower settings adjacent to school buildings: impact on students' cognitive health*. Am J Mens Health 2019; 13(1): 1557988318816914.
- ⁵¹⁵ Eibert TF, Hansen V, Kammerer H, Vaupel T, Spittler JF, Calabrese P, et al. *Investigation of cerebro-biological effects in low-frequency pulsed RF fields*. Frequenz 1997; 51(11-12): 276-279.
- ⁵¹⁶ Hladky A, Musil J, Roth Z, Urban P, Blazkova V. *Acute effects of using a mobile phone on CNS functions*. Cent Eur J Public Health 1999; 7(4): 165-167.
- ⁵¹⁷ Croft RJ, Chandler JS, Burgess AP, Barry RJ, Williams JD, Clarke AR. *Acute mobile phone operation affects neural function in humans*. Clin Neurophysiol 2002; 113(10): 1623-1632.
- ⁵¹⁸ Edelstyn N, Oldershaw A. *The acute effects of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention*. Neuroreport 2002; 13(1): 119-121.
- ⁵¹⁹ Lee TM, Lam PK, Yee LT, Chan CC. *The effect of the duration of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention*. Neuroreport 2003; 14(10): 1361-1364.
- ⁵²⁰ Smythe JW, Costall B. *Mobile phone use facilitates memory in male, but not female, subjects*. Neuroreport 2003; 14(2): 243-246.
- ⁵²¹ Maier R, Greter SE, Maier N. *Effects of pulsed electromagnetic fields on cognitive processes - a pilot study on pulsed field interference with cognitive regeneration*. Acta Neurol Scand 2004; 110(1): 46-52.
- ⁵²² Papageorgiou CC, Nanou ED, Tsiafakis VG, Capsalis CN, Rabavilas AD. *Gender related differences on the EEG during a simulated mobile phone signal*. Neuroreport 2004; 15(16): 2557-2560.
- ⁵²³ Papageorgiou CC, Nanou ED, Tsiafakis VG, Kapareliotis E, Kontoangelos KA, Capsalis CN, et al. *Acute mobile phone effects on pre-attentive operation*. Neurosci Lett 2006; 397(1-2): 99-103.
- ⁵²⁴ Hareuveny R, Eliyahu I, Luria R, Meiran N, Margaliot M. *Cognitive effects of cellular phones: a possible role of non-radiofrequency radiation factors*. Bioelectromagnetics 2011; 32(7): 585-588.
- ⁵²⁵ Mortazavi SM, Rouintan MS, Taeb S, Dehghan N, Ghaffarpanah AA, Sadeghi Z, et al. *Human short-term exposure to electromagnetic fields emitted by mobile phones decreases computer-assisted visual reaction time*. Acta Neurol Belg 2012; 112(2): 171-175.



- ⁵²⁶ Vecchio F, Buffo P, Sergio S, Iacoviello D, Rossini PM, Babiloni C. *Mobile phone emission modulates event-related desynchronization of alpha rhythms and cognitive-motor performance in healthy humans.* Clin Neurophysiol 2012; 123(1): 121-128.
- ⁵²⁷ Movvahedi MM, Tavakkoli-Golpayegani A, Mortazavi SA, Haghani M, Razi Z, Shojaie-Fard MB, et al. *Does exposure to GSM 900 MHz mobile phone radiation affect short-term memory of elementary school students?* J Pediatr Neurosci 2014; 9(2): 121-124.
- ⁵²⁸ Kalafatakis F, Bekiaridis-Moschou D, Gkioka E, Tsolaki M. *Mobile phone use for 5 minutes can cause significant memory impairment in humans.* Hell J Nucl Med 2017; 20 Suppl: 146-154.
- ⁵²⁹ Altuntas G, Sadoglu D, Ardic S, Yilmaz H, Imamoglu M, Turedi S. *Acute effects of the electromagnetic waves emitted by mobile phones on attention in emergency physicians.* Am J Emerg Med 2018; 36(3): 455-460.
- ⁵³⁰ Kumar RS, Sareesh NN, Nayak S, Mailankot M. *Hypoactivity of Wistar rats exposed to mobile phone on elevated plus maze.* Indian J Physiol Pharmacol 2009; 53(3): 283-286.
- ⁵³¹ Fragopoulou AF, Miltiadous P, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Koussoulakos SL, Margaritis LH. *Whole body exposure with GSM 900MHz affects spatial memory in mice.* Pathophysiology 2010; 17(3): 179-187.
- ⁵³² Zhao L, Peng RY, Wang SM, Wang LF, Gao YB, Dong J, et al. *Relationship between cognition function and hippocampus structure after long-term microwave exposure.* Biomed Environ Sci 2012; 25(2): 182-188.
- ⁵³³ Hao D, Yang L, Chen S, Tian Y, Wu S. *916 MHz electromagnetic field exposure affects rat behavior and hippocampal neuronal discharge.* Neural Regen Res 2012; 7(19): 1488-1492.
- ⁵³⁴ Hao D, Yang L, Chen S, Tong J, Tian Y, Su B, et al. *Effects of long-term electromagnetic field exposure on spatial learning and memory in rats.* Neurol Sci 2013; 34(2): 157-164.
- ⁵³⁵ İkinci A, Odacı E, Yildirim M, Kaya H, Akca M, Hancı H, et al. *The effects of prenatal exposure to a 900 megahertz electromagnetic field on hippocampus morphology and learning behavior in rat pups.* Neuroquantology 2013; 11(4): 582-590.
- ⁵³⁶ Maaroufi K, Had-Aissouni L, Melon C, Sakly M, Abdelmelek H, Poucet B, et al. *Spatial learning, monoamines and oxidative stress in rats exposed to 900 MHz electromagnetic field in combination with iron overload.* Behav Brain Res 2014; 258: 80-89.
- ⁵³⁷ Narayanan SN, Kumar RS, Karun KM, Nayak SB, Bhat PG. *Possible cause for altered spatial cognition of prepubescent rats exposed to chronic radiofrequency electromagnetic radiation.* Metab Brain Dis 2015; 30(5): 1193-1206.
- ⁵³⁸ Nirwane A, Sridhar V, Majumdar A. *Neurobehavioural changes and brain oxidative stress induced by acute exposure to GSM900 mobile phone radiations in zebrafish (Danio rerio).* Toxicol Res 2016; 32(2): 123-132.



- ⁵³⁹ Wang LF, Tian DW, Li HJ, Gao YB, Wang CZ, Zhao L, et al. *Identification of a novel rat NR2B subunit gene promoter region variant and its association with microwave-induced neuron impairment*. Mol Neurobiol 2016; 53(4): 2100-2111.
- ⁵⁴⁰ Nasser M, Chedid P, Salami A, Khalifeh M, El Shamieh S, Joumaa WH. *Dataset on significant role of Candesartan on cognitive functions in rats having memory impairment induced by electromagnetic waves*. Data Brief 2018; 21: 2390-2394.
- ⁵⁴¹ Cabré-Riera A, Torrent M, Donaire-Gonzalez D, Vrijheid M, Cardis E, Guxens M. *Telecommunication devices use, screen time and sleep in adolescents*. Environ Res 2019; 171: 341-347.
- ⁵⁴² Tettamanti G, Auvinen A, Akerstedt T, Kojo K, Ahlbom A, Heinavaara S, et al. *Long-term effect of mobile phone use on sleep quality: Results from the cohort study of mobile phone use and health (COSMOS)*. Environ Int 2020: 105687.
- ⁵⁴³ Rösli M, Mohler E, Frei P. *Sense and sensibility in the context of radiofrequency electromagnetic field exposure*. Comptes Rend Phys 2010; 11(9-10): 576-584.
- ⁵⁴⁴ Wagner P, Rösche J, Mann K, Hiller W, Frank C. *Human sleep under the influence of pulsed radiofrequency electromagnetic fields: A polysomnographic study using standardized conditions*. Bioelectromagnetics 1998; 19(3): 199-202.
- ⁵⁴⁵ Wagner P, Rösche J, Mann K, Fell J, Hiller W, Frank C, et al. *Human sleep EEG under the influence of pulsed radio frequency electromagnetic fields - Results from polysomnographies using submaximal high power flux densities*. Neuropsychobiology 2000; 42(4): 207-212.
- ⁵⁴⁶ Danker-Hopfe H, Dorn H, Bahr A, Anderer P, Sauter C. *Effects of electromagnetic fields emitted by mobile phones (GSM 900 and WCDMA/UMTS) on the macrostructure of sleep*. J Sleep Res 2011; 20(1 Pt 1): 73-81.
- ⁵⁴⁷ Lustenberger C, Murbach M, Tushaus L, Wehrle F, Kuster N, Achermann P, et al. *Inter-individual and intra-individual variation of the effects of pulsed RF EMF exposure on the human sleep EEG*. Bioelectromagnetics 2015; 36(3): 169-177.
- ⁵⁴⁸ Nakatani-Enomoto S, Furubayashi T, Ushiyama A, Groiss SJ, Ueshima K, Sokejima S, et al. *Effects of electromagnetic fields emitted from W-CDMA-like mobile phones on sleep in humans*. Bioelectromagnetics 2013; 34(8): 589-598.
- ⁵⁴⁹ Huber R, Treyer V, Borbély AA, Schuderer J, Gottselig JM, Landolt HP, et al. *Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG*. J Sleep Res 2002; 11(4): 289-295.
- ⁵⁵⁰ Loughran SP, Wood AW, Barton JM, Croft RJ, Thompson B, Stough C. *The effect of electromagnetic fields emitted by mobile phones on human sleep*. Neuroreport 2005; 16(17): 1973-1976.
- ⁵⁵¹ Danker-Hopfe H, Dorn H, Bolz T, Peter A, Hansen ML, Eggert T, et al. *Effects of mobile phone exposure (GSM 900 and WCDMA/UMTS) on*



polysomnography based sleep quality: An intra- and inter-individual perspective. Environ Res 2016; 145: 50-60.

⁵⁵² Hata K, Yamaguchi H, Tsurita G, Watanabe S, Wake K, Taki M, et al. *Short term exposure to 1439 MHz pulsed TDMA field does not alter melatonin synthesis in rats.* Bioelectromagnetics 2005; 26(1): 49-53.

⁵⁵³ Mausset AL, de Sèze R, Montpeyroux F, Privat A. *Effects of radiofrequency exposure on the GABAergic system in the rat cerebellum: clues from semi-quantitative immunohistochemistry.* Brain Res 2001; 912(1): 33-46.

⁵⁵⁴ Aboul Ezz HS, Khadrawy YA, Ahmed NA, Radwan NM, El Bakry MM. *The effect of pulsed electromagnetic radiation from mobile phone on the levels of monoamine neurotransmitters in four different areas of rat brain.* Eur Rev Med Pharmacol Sci 2013; 17(13): 1782-1788.

⁵⁵⁵ Megha K, Deshmukh PS, Ravi AK, Tripathi AK, Abegaonkar MP, Banerjee BD. *Effect of Low-Intensity Microwave Radiation on Monoamine Neurotransmitters and Their Key Regulating Enzymes in Rat Brain.* Cell Biochem Biophys 2015; 73(1): 93-100.

⁵⁵⁶ Kim JH, Huh YH, Kim HR. *Trafficking of synaptic vesicles is changed at the hypothalamus by exposure to an 835 MHz radiofrequency electromagnetic field.* Gen Physiol Biophys 2019; 38(5): 379-388.

⁵⁵⁷ Belyaev IY, Koch CB, Terenius O, Roxstrom-Lindquist K, Malmgren LO, W HS, et al. *Exposure of rat brain to 915 MHz GSM microwaves induces changes in gene expression but not double stranded DNA*

breaks or effects on chromatin conformation. Bioelectromagnetics 2006; 27(4): 295-306.

⁵⁵⁸ Boder P, Antkowiak B, Paluch M, Sirav B, Siwicki AK, Stankiewicz W. *The effects of radio-frequency radiation (RFR) exposure on the analgesic efficacy of morphine in healthy rats and rats with inflammation.* Int J Occup Med Environ Health 2019; 32(4): 465-474.

⁵⁵⁹ Khadrawy YA, Ahmed NA, Aboul Ezz HS, Rad NM, Wan C. *Effect of electromagnetic radiation from mobile phone on the level of amino acid neurotransmitters in adult and young rats.* Romanian J Biophys 2009; 19: 295-305.

⁵⁶⁰ Ahmed NA, Radwan NM, Aboul Ezz HS, Khadrawy YA, Salama NA. *The chronic effect of pulsed 1800 MHz electromagnetic radiation on amino acid neurotransmitters in three different areas of juvenile and young adult rat brain.* Toxicol Ind Health 2018: 748233718798975.

⁵⁶¹ Lai H, Carino MA, Horita A, Guy AW. *Corticotropin-releasing factor antagonist blocks microwave-induced decreases in high-affinity choline uptake in the rat brain.* Brain Res Bull 1990; 25(4): 609-612.

⁵⁶² Lai H, Carino MA, Wen YF, Horita A, Guy AW. *Naltrexone pretreatment blocks microwave-induced changes in central cholinergic receptors.* Bioelectromagnetics 1991; 12(1): 27-33.

⁵⁶³ Lai H, Carino MA, Horita A, Guy AW. *Opioid receptor subtypes that mediate a microwave-induced decrease in central cholinergic activity in the rat.* Bioelectromagnetics 1992; 13(3): 237-246.



- ⁵⁶⁴ Inaba R, Shishido K, Okada A, Moroji T. *Effects of whole body microwave exposure on the rat brain contents of biogenic amines.* Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1992; 65(2): 124-128.
- ⁵⁶⁵ Lai H, Carino MA, Horita A, Guy AW. *Intraseptal microinjection of beta-funaltrexamine blocked a microwave-induced decrease of hippocampal cholinergic activity in the rat.* Pharmacol Biochem Behav 1996; 53(3): 613-616.
- ⁵⁶⁶ Wang LF, Wei L, Qiao SM, Gao XN, Gao YB, Wang SM, et al. *Microwave-Induced Structural and Functional Injury of Hippocampal and PC12 Cells Is Accompanied by Abnormal Changes in the NMDAR-PSD95-CaMKII Pathway.* Pathobiology 2015; 82(5): 181-194.
- ⁵⁶⁷ Lai H, Carino MA, Horita A, Guy AW. *Single vs. repeated microwave exposure: effects on benzodiazepine receptors in the brain of the rat.* Bioelectromagnetics 1992; 13(1): 57-66.
- ⁵⁶⁸ Wang L, Peng R, Hu X, Gao Y, Wang S, Zhao L, et al. *Abnormality of synaptic vesicular associated proteins in cerebral cortex and hippocampus after microwave exposure.* Synapse 2009; 63(11): 1010-1016.
- ⁵⁶⁹ Maskey D, Pradhan J, Aryal B, Lee CM, Choi IY, Park KS, et al. *Chronic 835-MHz radiofrequency exposure to mice hippocampus alters the distribution of calbindin and GFAP immunoreactivity.* Brain Res 2010; 1346: 237-246.
- ⁵⁷⁰ Noor NA, Mohammed HS, Ahmed NA, Radwan NM. *Variations in amino acid neurotransmitters in some brain areas of adult and young male albino rats due to exposure to mobile phone radiation.* Eur Rev Med Pharmacol Sci 2011; 15(7): 729-742.
- ⁵⁷¹ Dogan M, Turtay MG, Oguzturk H, Samdanci E, Turkoz Y, Tasdemir S, et al. *Effects of electromagnetic radiation produced by 3G mobile phones on rat brains: magnetic resonance spectroscopy, biochemical, and histopathological evaluation.* Hum Exp Toxicol 2012; 31(6): 557-564.
- ⁵⁷² Wang LF, Hu XJ, Peng RY, Wang SM, Gao YB, Dong J, et al. *Application of 1H-NMR-based metabolomics for detecting injury induced by long-term microwave exposure in Wistar rats' urine.* Anal Bioanal Chem 2012; 404(1): 69-78.
- ⁵⁷³ Maskey D, Kim HG, Suh MW, Roh GS, Kim MJ. *Alteration of glycine receptor immunoreactivity in the auditory brainstem of mice following three months of exposure to radiofrequency radiation at SAR 4.0 W/kg.* Int J Mol Med 2014; 34(2): 409-419.
- ⁵⁷⁴ Song B, Wang F, Wang W. *Effect of aqueous extract from Morinda officinalis F. C. How on microwave-induced hypothalamic-pituitary-testis axis impairment in male Sprague-Dawley rats.* Evid Based Complement Alternat Med 2015; 2015: 360730.
- ⁵⁷⁵ Hinrichs H, Heinze HJ. *Effects of GSM electromagnetic field on the MEG during an encoding-retrieval task.* Neuroreport 2004; 15(7): 1191-1194.



- ⁵⁷⁶ Yuasa K, Arai N, Okabe S, Tarusawa Y, Nojima T, Hanajima R, et al. *Effects of thirty minutes mobile phone use on the human sensory cortex*. Clinical Neurophysiology 2006; 117(4): 900-905.
- ⁵⁷⁷ Ferreri F, Curcio G, Pasqualetti P, De Gennaro L, Fini R, Rossini PM. *Mobile phone emissions and human brain excitability*. Ann Neurol 2006; 60(2): 188-196.
- ⁵⁷⁸ Kwon MS, Kujala T, Huotilainen M, Shestakova A, Naatanen R, Hämäläinen H. *Preattentive auditory information processing under exposure to the 902 MHz GSM mobile phone electromagnetic field: a mismatch negativity (MMN) study*. Bioelectromagnetics 2009; 30(3): 241-248.
- ⁵⁷⁹ Trunk A, Stefanics G, Zentai N, Bacskey I, Felinger A, Thuroczy G, et al. *Lack of interaction between concurrent caffeine and mobile phone exposure on visual target detection: an ERP study*. Pharmacol Biochem Behav 2014; 124: 412-420.
- ⁵⁸⁰ Dalecki A, Loughran SP, Verrender A, Burdon CA, Taylor NAS, Croft RJ. *Does acute radio-frequency electromagnetic field exposure affect visual event-related potentials in healthy adults?* Clin Neurophysiol 2018; 129(5): 901-908.
- ⁵⁸¹ Inomata-Terada S, Okabe S, Arai N, Hanajima R, Terao Y, Frubayashi T, et al. *Effects of high frequency electromagnetic field (EMF) emitted by mobile phones on the human motor cortex*. Bioelectromagnetics 2007; 28(7): 553-561.
- ⁵⁸² Maby E, Le Bouquin Jeannes R, Faucon G. *Scalp localization of human auditory cortical activity modified by GSM electromagnetic fields*. Int J Radiat Biol 2006; 82(7): 465-472.
- ⁵⁸³ Maby E, Le Bouquin Jeannes R, Faucon G, Liegeois-Chauvel C, De Seze R. *Effects of GSM signals on auditory evoked responses*. Bioelectromagnetics 2005; 26(5): 341-350.
- ⁵⁸⁴ Tombini M, Pellegrino G, Pasqualetti P, Assenza G, Benvenga A, Fabrizio E, et al. *Mobile phone emissions modulate brain excitability in patients with focal epilepsy*. Brain Stimul 2013; 6(3): 448-454.
- ⁵⁸⁵ Curcio G, Mazzucchi E, Della Marca G, Vollono C, Rossini PM. *Electromagnetic fields and EEG spiking rate in patients with focal epilepsy*. Clin Neurophysiol 2015; 126(4): 659-666.
- ⁵⁸⁶ Kwon MS, Huotilainen M, Shestakova A, Kujala T, Naatanen R, Hämäläinen H. *No effects of mobile phone use on cortical auditory change-detection in children: an ERP study*. Bioelectromagnetics 2010; 31(3): 191-199.
- ⁵⁸⁷ Krause CM, Björnberg CH, Pesonen M, Hulten A, Liesivuori T, Koivisto M, et al. *Mobile phone effects on children's event-related oscillatory EEG during an auditory memory task*. Int J Radiat Biol 2006; 82(6): 443-450.
- ⁵⁸⁸ Röschke J, Mann K. *No short-term effects of digital mobile radio telephone on the awake human electroencephalogram*. Bioelectromagnetics 1997; 18(2): 172-176.



- ⁵⁸⁹ Perentos N, Croft RJ, McKenzie RJ, Cvetkovic D, Cosic I. *Comparison of the effects of continuous and pulsed mobile phone like RF exposure on the human EEG*. Australas Phys Eng Sci Med 2007; 30(4): 274-280.
- ⁵⁹⁰ Hietanen M, Kovalainen T, Hämäläinen AM. *Human brain activity during exposure to radiofrequency fields emitted by cellular phones*. Scand J Work Environ Health 2000; 26(2): 87-92.
- ⁵⁹¹ D'Costa H, Trueman G, Tang L, Abdel-rahman U, Abdel-rahman W, Ong K, et al. *Human brain wave activity during exposure to radiofrequency field emissions from mobile phones*. Australas Phys Eng Sci Med 2003; 26(4): 162-167.
- ⁵⁹² Regel SJ, Gottselig JM, Schuderer J, Tinguely G, Retey JV, Kuster N, et al. *Pulsed radio frequency radiation affects cognitive performance and the waking electroencephalogram*. Neuroreport 2007; 18(8): 803-807.
- ⁵⁹³ Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Curcio G, Fini R, Del Percio C, et al. *Mobile phone emission modulates interhemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms*. Eur J Neurosci 2007; 25(6): 1908-1913.
- ⁵⁹⁴ Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Buffo P, Cibelli G, Curcio G, et al. *Mobile phone emission modulates inter-hemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms in elderly compared to young subjects*. Clin Neurophysiol 2010; 121(2): 163-171.
- ⁵⁹⁵ Croft RJ, Hamblin DL, Spong J, Wood AW, McKenzie RJ, Stough C. *The effect of mobile phone electromagnetic fields on the alpha rhythm of human electroencephalogram*. Bioelectromagnetics 2008; 29(1): 1-10.
- ⁵⁹⁶ Hountala CD, Maganioti AE, Papageorgiou CC, Nanou ED, Kyprianou MA, Tsiafakis VG, et al. *The spectral power coherence of the EEG under different EMF conditions*. Neurosci Lett 2008; 441(2): 188-192.
- ⁵⁹⁷ Perentos N, Croft RJ, McKenzie RJ, Cosic I. *The alpha band of the resting electroencephalogram under pulsed and continuous radio frequency exposures*. IEEE Trans Biomed Eng 2013; 60(6): 1702-1710.
- ⁵⁹⁸ Lv B, Chen Z, Wu T, Shao Q, Yan D, Ma L, et al. *The alteration of spontaneous low frequency oscillations caused by acute electromagnetic fields exposure*. Clin Neurophysiol 2014; 125(2): 277-286.
- ⁵⁹⁹ Yang L, Chen Q, Lv B, Wu T. *Long-Term Evolution Electromagnetic Fields Exposure Modulates the Resting State EEG on Alpha and Beta Bands*. Clin EEG Neurosci 2017; 48(3): 168-175.
- ⁶⁰⁰ Vecchio F, Tombini M, Buffo P, Assenza G, Pellegrino G, Benvenga A, et al. *Mobile phone emission increases inter-hemispheric functional coupling of electroencephalographic alpha rhythms in epileptic patients*. Int J Psychophysiol 2012; 84(2): 164-171.
- ⁶⁰¹ López-Martín E, Bregains J, Relova-Quinteiro JL, Cadarso-Suárez C, Jorge-Barreiro FJ, Ares-Pena FJ. *The action of pulse-modulated GSM radiation increases regional changes in brain activity and c-Fos expression in cortical and subcortical areas in a rat model of picrotoxin-induced seizure proneness*. J Neurosci Res 2009; 87(6): 1484-1499.



- ⁶⁰² Pelletier A, Delanaud S, Decima P, Thuroczy G, de Seze R, Cerri M, et al. *Effects of chronic exposure to radiofrequency electromagnetic fields on energy balance in developing rats*. Environ Sci Pollut Res Int 2013; 20(5): 2735-2746.
- ⁶⁰³ Prochnow N, Gebing T, Ladage K, Krause-Finkeldey D, El Ouardi A, Bitz A, et al. *Electromagnetic field effect or simply stress? Effects of UMTS exposure on hippocampal longterm plasticity in the context of procedure related hormone release*. PLoS One 2011; 6(5): e19437.
- ⁶⁰⁴ Chizhenkova RA, Safroshkina AA. *Electrical reactions of brain to microwave irradiation*. Electro Magnetobiol 1996; 15(3): 253-258.
- ⁶⁰⁵ Vorobyov V, Pesic V, Janac B, Prolic Z. *Repeated exposure to low-level extremely low frequency-modulated microwaves affects baseline and scopolamine-modified electroencephalograms in freely moving rats*. Int J Radiat Biol 2004; 80(9): 691-698.
- ⁶⁰⁶ Vorobyov V, Janac B, Pesic V, Prolic Z. *Repeated exposure to low-level extremely low frequency-modulated microwaves affects cortex-hypothalamus interplay in freely moving rats: EEG study*. Int J Radiat Biol 2010; 86(5): 376-383.
- ⁶⁰⁷ Mohammed HS, Fahmy HM, Radwan NM, Elsayed AA. *Non-thermal continuous and modulated electromagnetic radiation fields effects on sleep EEG of rats*. J Adv Res 2013; 4(2): 181-187.
- ⁶⁰⁸ Hidisoglu E, Kantar Gok D, Er H, Akpinar D, Uysal F, Akkoyunlu G, et al. *2100-MHz electromagnetic fields have different effects on visual evoked potentials and oxidant/antioxidant status depending on exposure duration*. Brain Res 2016; 1635: 1-11.
- ⁶⁰⁹ Zentai N, Csatho A, Trunk A, Fiocchi S, Parazzini M, Ravazzani P, et al. *No effects of acute exposure to Wi-Fi electromagnetic fields on spontaneous EEG activity and psychomotor vigilance in healthy human volunteers*. Radiat Res 2015; 184(6): 568-577.
- ⁶¹⁰ Thuróczy G, Kubinyi G, Bodo M, Bakos J, Szabo LD. *Simultaneous response of brain electrical activity (EEG) and cerebral circulation (REG) to microwave exposure in rats*. Rev Environ Health 1994; 10(2): 135-148.
- ⁶¹¹ Lv B, Shao Q, Chen Z, Ma L, Wu T. *Effects of acute electromagnetic fields exposure on the interhemispheric homotopic functional connectivity during resting state*. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2015; 2015: 1813-1816.
- ⁶¹² Roggeveen S, van Os J, Lousberg R. *Does the brain detect 3G mobile phone radiation peaks? An explorative in-depth analysis of an experimental study*. PLoS One 2015; 10(5): e0125390.
- ⁶¹³ Roggeveen S, van Os J, Viechtbauer W, Lousberg R. *EEG changes due to experimentally induced 3G mobile phone radiation*. PLoS One 2015; 10(6): e0129496.
- ⁶¹⁴ Vorobyov VV, Galchenko AA, Kukushkin NI, Akoev IG. *Effects of weak microwave fields amplitude modulated at ELF on EEG of symmetric brain areas in rats*. Bioelectromagnetics 1997; 18(4): 293-298.



- ⁶¹⁵ Sidorenko AV. *The analysis of animal bioelectric brain activity influenced by microwaves or by the introduction of strychnine.* Bioelectrochem Bioenerg 1999; 48(1): 223-226.
- ⁶¹⁶ Marino AA, Nilsen E, Frilot C. *Nonlinear changes in brain electrical activity due to cell phone radiation.* Bioelectromagnetics 2003; 24(5): 339-346.
- ⁶¹⁷ Chizhenkova RA. *Pulse activity of populations of cortical neurons under microwave exposures of different intensity.* Bioelectrochemistry 2004; 63(1-2): 343-346.
- ⁶¹⁸ Barcal J, Cendelin J, Vozeh F, Zalud V. *Effect of whole-body exposure to high-frequency electromagnetic field on the brain electrogensy in neurodefective and healthy mice.* Prague Med Rep 2005; 106(1): 91-100.
- ⁶¹⁹ Petrova EV, Gulyaeva NV, Titarov SI, Rozhnov YV, Koval'zon VM. *Actions of pulsed ultra-broadband electromagnetic irradiation on the EEG and sleep in laboratory animals.* Neurosci Behav Physiol 2005; 35(2): 165-170.
- ⁶²⁰ Sallam SM. *Cortical spreading depression elicited in rat brain after exposure to microwave from GSM mobile phone.* Int J Biomed Sci 2006; 2(2): 172-177.
- ⁶²¹ Sallam SM, Mohamed EI, Dawood AF. *Changes in mice brain spontaneous electrical activity during cortical spreading depression due to mobile phone radiation.* Int J Biomed Sci 2008; 4(2): 130-134.
- ⁶²² Sistani S, Fatemi I, Shafeie SA, Kaeidi A, Azin M, Shamsizadeh A. *The effect of Wi-Fi electromagnetic waves on neuronal response properties in rat barrel cortex.* Somatosens Mot Res 2019; 36(4): 292-297.
- ⁶²³ Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L. *Use of wireless telephones and serum S100B levels: a descriptive cross-sectional study among healthy Swedish adults aged 18-65 years.* Sci Total Environ 2009; 407(2): 798-805.
- ⁶²⁴ Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L. *Mobile and cordless telephones, serum transthyretin and the blood-cerebrospinal fluid barrier: a cross-sectional study.* Environ Health 2009; 8: 19.
- ⁶²⁵ Söderqvist F, Carlberg M, Zetterberg H, Hardell L. *Use of wireless phones and serum beta-trace protein in randomly recruited persons aged 18-65 years: a cross-sectional study.* Electromagn Biol Med 2012; 31(4): 416-424.
- ⁶²⁶ Finnie JW, Blumbergs PC, Manavis J, Utteridge TD, Gebiski V, Swift JG, et al. *Effect of global system for mobile communication (gsm)-like radiofrequency fields on vascular permeability in mouse brain.* Pathology 2001; 33(3): 338-340.
- ⁶²⁷ Finnie JW, Blumbergs PC, Manavis J, Utteridge TD, Gebiski V, Davies RA, et al. *Effect of long-term mobile communication microwave exposure on vascular permeability in mouse brain.* Pathology 2002; 34(4): 344-347.
- ⁶²⁸ Finnie JW, Blumbergs PC. *Mobile telephones and brain vascular leakage.* Pathology 2004; 36(1): 96-97.



- ⁶²⁹ Kuribayashi M, Wang J, Fujiwara O, Doi Y, Nabae K, Tamano S, et al. *Lack of effects of 1439 MHz electromagnetic near field exposure on the blood-brain barrier in immature and young rats*. Bioelectromagnetics 2005; 26(7): 578-588.
- ⁶³⁰ Finnie JW, Blumbergs PC, Cai Z, Manavis J, Kuchel TR. *Effect of mobile telephony on blood-brain barrier permeability in the fetal mouse brain*. Pathology 2006; 38(1): 63-65.
- ⁶³¹ Finnie JW, Blumbergs PC, Cai Z, Manavis J, Kuchel TR. *Neonatal mouse brain exposure to mobile telephony and effect on blood-brain barrier permeability*. Pathology 2006; 38(3): 262-263.
- ⁶³² Masuda H, Ushiyama A, Hirota S, Wake K, Watanabe S, Yamanaka Y, et al. *Effects of acute exposure to a 1439 MHz electromagnetic field on the microcirculatory parameters in rat brain*. In Vivo 2007; 21(4): 555-562.
- ⁶³³ Masuda H, Ushiyama A, Hirota S, Wake K, Watanabe S, Yamanaka Y, et al. *Effects of subchronic exposure to a 1439 MHz electromagnetic field on the microcirculatory parameters in rat brain*. In Vivo 2007; 21(4): 563-570.
- ⁶³⁴ Ushiyama A, Masuda H, Hirota S, Wake K, Kawai H, Watanabe S, et al. *Biological effect on blood cerebrospinal fluid barrier due to radio frequency electromagnetic fields exposure of the rat brain in vivo*. The Environmentalist 2007; 27(4): 489-492.
- ⁶³⁵ Grafström G, Nittby H, Brun A, Malmgren L, Persson BR, Salford LG, et al. *Histopathological examinations of rat brains after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation*. Brain Res Bull 2008; 77(5): 257-263.
- ⁶³⁶ McQuade JM, Merritt JH, Miller SA, Scholin T, Cook MC, Salazar A, et al. *Radiofrequency-radiation exposure does not induce detectable leakage of albumin across the blood-brain barrier*. Radiat Res 2009; 171(5): 615-621.
- ⁶³⁷ Masuda H, Ushiyama A, Takahashi M, Wang J, Fujiwara O, Hikage T, et al. *Effects of 915 MHz electromagnetic-field radiation in TEM cell on the blood-brain barrier and neurons in the rat brain*. Radiat Res 2009; 172(1): 66-73.
- ⁶³⁸ Poullietier de Gannes F, Billaudel B, Taxile M, Haro E, Ruffie G, Leveque P, et al. *Effects of head-only exposure of rats to GSM-900 on blood-brain barrier permeability and neuronal degeneration*. Radiat Res 2009; 172(3): 359-367.
- ⁶³⁹ Finnie JW, Blumbergs PC, Cai Z, Manavis J. *Expression of the water channel protein, aquaporin-4, in mouse brains exposed to mobile telephone radiofrequency fields*. Pathology 2009; 41(5): 473-475.
- ⁶⁴⁰ Nittby H, Brun A, Strömblad S, Moghadam MK, Sun W, Malmgren L, et al. *Nonthermal GSM RF and ELF EMF effects upon rat BBB permeability*. The Environmentalist 2011; 31(2): 140-148.
- ⁶⁴¹ Masuda H, Hirota S, Ushiyama A, Hirata A, Arima T, Kawai H, et al. *No dynamic changes in blood-brain barrier permeability occur in developing rats during local cortex exposure to microwaves*. In Vivo 2015; 29(3): 351-357.



- ⁶⁴² Masuda H, Hirota S, Ushiyama A, Hirata A, Arima T, Watanabe H, et al. *No changes in cerebral microcirculatory parameters in rat during local cortex exposure to microwaves*. In Vivo 2015; 29(2): 207-215.
- ⁶⁴³ Poullietier de Gannes F, Masuda H, Billaudel B, Poque-Haro E, Hurtier A, Leveque P, et al. *Effects of GSM and UMTS mobile telephony signals on neuron degeneration and blood-brain barrier permeation in the rat brain*. Sci Rep 2017; 7(1): 15496.
- ⁶⁴⁴ Fritze K, Sommer C, Schmitz B, Mies G, Hossmann KA, Kiessling M, et al. *Effect of global system for mobile communication (GSM) microwave exposure on blood-brain barrier permeability in rat*. Acta Neuropathol 1997; 94(5): 465-470.
- ⁶⁴⁵ Eberhardt JL, Persson BR, Brun AE, Salford LG, Malmgren LO. *Blood-brain barrier permeability and nerve cell damage in rat brain 14 and 28 days after exposure to microwaves from GSM mobile phones*. Electromagn Biol Med 2008; 27(3): 215-229.
- ⁶⁴⁶ Sirav B, Seyhan N. *Blood-brain barrier disruption by continuous-wave radio frequency radiation*. Electromagn Biol Med 2009; 28(2): 215-222.
- ⁶⁴⁷ Sirav B, Seyhan N. *Effects of radiofrequency radiation exposure on blood-brain barrier permeability in male and female rats*. Electromagn Biol Med 2011; 30(4): 253-260.
- ⁶⁴⁸ Sirav B, Seyhan N. *Effects of GSM modulated radio-frequency electromagnetic radiation on permeability of blood-brain barrier in male & female rats*. J Chem Neuroanat 2016; 75(Pt B): 123-127.
- ⁶⁴⁹ Nittby H, Widegren B, Krogh M, Grafström G, Berlin H, Rehn G, et al. *Exposure to radiation from global system for mobile communications at 1,800 MHz significantly changes gene expression in rat hippocampus and cortex*. The Environmentalist 2008; 28(4): 458-465.
- ⁶⁵⁰ Moriyama E, Salcman M, Broadwell RD. *Blood-brain barrier alteration after microwave-induced hyperthermia is purely a thermal effect: I. Temperature and power measurements*. Surg Neurol 1991; 35(3): 177-182.
- ⁶⁵¹ Lin JC, Yuan PMK, Jung DT. *Enhancement of anticancer drug delivery to the brain by microwave induced hyperthermia*. Bioelectrochem Bioenerg 1998; 47(2): 259-264.
- ⁶⁵² Neubauer C, Phelan AM, Kues H, Lange DG. *Microwave irradiation of rats at 2.45 GHz activates pinocytotic-like uptake of tracer by capillary endothelial cells of cerebral cortex*. Bioelectromagnetics 1990; 11(4): 261-268.
- ⁶⁵³ Lange DG, Sedmak J. *Japanese encephalitis virus (JEV): potentiation of lethality in mice by microwave radiation*. Bioelectromagnetics 1991; 12(6): 335-348.
- ⁶⁵⁴ Persson BR, Salford LG, Brun A, Eberhardt JL, Malmgren L. *Increased permeability of the blood-brain barrier induced by magnetic and electromagnetic fields*. Ann N Y Acad Sci 1992; 649: 356-358.
- ⁶⁵⁵ Salford LG, Eberhardt JL, Persson BR. *Permeability of the blood-brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous*



wave and modulated at 8, 16, 50 and 200 Hz. *Bioelectrochem Bioenerg* 1993; 30: 293-301.

⁶⁵⁶ Salford LG, Brun A, Stureson K, Eberhardt JL, Persson BR.

Permeability of the blood-brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave and modulated at 8, 16, 50, and 200 Hz. *Microsc Res Tech* 1994; 27(6): 535-542.

⁶⁵⁷ Persson BR, Salford LG, Brun A. *Blood-brain barrier permeability in rats exposed to electromagnetic fields used in wireless communication.* *Wireless Netw* 1997; 3: 455-461.

⁶⁵⁸ Tsurita G, Nagawa H, Ueno S, Watanabe S, Taki M. *Biological and morphological effects on the brain after exposure of rats to a 1439 MHz TDMA field.* *Bioelectromagnetics* 2000; 21(5): 364-371.

⁶⁵⁹ Salford LG, Brun AE, Eberhard JL, Malmgren L, Persson BRR. *Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones.* *Environ Health Perspect* 2003; 111(7): 881-883.

⁶⁶⁰ Persson BRR, Eberhardt J, Malmgren L, Persson MB, Brun A, Salford LG. *Effects of microwaves from GSM mobile phones on the blood-brain barrier and neurons in rat brain.* *PIERS Online* 2005; 1(6): 638-641.

⁶⁶¹ Vojtisek M, Knotkova J, Kasparova L, Hornychova M, Frantik M, Svandova E. *Potential impact of simulated mobile phone radiation on blood-brain barrier.* *Electromagn Biol Med* 2005; 24(3): 355-358.

⁶⁶² Nittby H, Brun A, Eberhardt J, Malmgren L, Persson BR, Salford LG. *Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days*

after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone.

Pathophysiology 2009; 16(2-3): 103-112.

⁶⁶³ de Pomerai DI, Iqbal N, Lafayette I, Nagarajan A, Kaviani Moghadam M, Fineberg A, et al. *Microwave fields have little effect on alpha-synuclein aggregation in a Caenorhabditis elegans model of Parkinson's disease.* *Bioelectromagnetics* 2016; 37(2): 116-129.

⁶⁶⁴ Gökçek-Saraç Ç, Er H, Kencebay Manas C, Kantar Gok D, Özen S, Derin N. *Effects of acute and chronic exposure to both 900 MHz and 2100 MHz electromagnetic radiation on glutamate receptor signaling pathway.* *Int J Radiat Biol* 2017; 93(9): 980-989.

⁶⁶⁵ Kim JH, Yu DH, Kim HJ, Huh YH, Cho SW, Lee JK, et al. *Exposure to 835 MHz radiofrequency electromagnetic field induces autophagy in hippocampus but not in brain stem of mice.* *Toxicol Ind Health* 2018; 34(1): 23-35.

⁶⁶⁶ Keles AI, Nyengaard JR, Odaci E. *Changes in pyramidal and granular neuron numbers in the rat hippocampus 7 days after exposure to a continuous 900-MHz electromagnetic field during early and mid-adolescence.* *J Chem Neuroanat* 2019; 101: 101681.

⁶⁶⁷ Seaman RL, Phelix CF. *Acute effects of pulsed microwaves and 3-nitropropionic acid on neuronal ultrastructure in the rat caudate-putamen.* *Bioelectromagnetics* 2005; 26(2): 82-101.

⁶⁶⁸ Daşdağ S, Akdağ MZ, Kizil G, Kizil M, Cakir DU, Yokus B. *Effect of 900 MHz radio frequency radiation on beta amyloid protein, protein*



carbonyl, and malondialdehyde in the brain. Electromagn Biol Med 2012; 31(1): 67-74.

⁶⁶⁹ Celikozlu SD, Ozyurt MS, Cimbiz A, Yardimoglu MY, Cayci MK, Ozay Y. *The effects of long-term exposure of magnetic field via 900-MHz GSM radiation on some biochemical parameters and brain histology in rats.* Electromagn Biol Med 2012; 31(4): 344-355.

⁶⁷⁰ Kopani M, Filova B, Sevcik P, Kosnac D, Misek J, Polak S, et al. *Iron deposition in rabbit cerebellum after exposure to generated and mobile GSM electromagnetic fields.* Bratisl Lek Listy 2017; 118(10): 575-579.

⁶⁷¹ Fragopoulou AF, Polyzos A, Papadopoulou MD, Sansone A, Manta AK, Balafas E, et al. *Hippocampal lipidome and transcriptome profile alterations triggered by acute exposure of mice to GSM 1800 MHz mobile phone radiation: An exploratory study.* Brain Behav 2018; 8(6): e01001.

⁶⁷² Seymen CM, Ilgaz C, Erdogan D, Elmas C, Saglam A, Elmazoglu Z, et al. *Melatonin modulates NMDA-receptor 2B/Calpain-1/ Caspase-12 pathways in rat brain after long time exposure to GSM radiation.* Turk Neurosurg 2019; 29(6): 887-900.

⁶⁷³ Fritze K, Wiessner C, Kuster N, Sommer C, Gass P, Hermann DM, et al. *Effect of global system for mobile communication microwave exposure on the genomic response of the rat brain.* Neuroscience 1997; 81(3): 627-639.

⁶⁷⁴ Stagg RB, Hawel LH, Pastorian K, Cain C, Adey WR, Byus CV. *Effect of immobilization and concurrent exposure to a pulse-modulated*

microwave field on core body temperature, plasma ACTH and corticosteroid, and brain ornithine decarboxylase, Fos and Jun mRNA. Radiat Res 2001; 155(4): 584-592.

⁶⁷⁵ Finnie JW. *Expression of the immediate early gene, c-fos, in mouse brain after acute global system for mobile communication microwave exposure.* Pathology 2005; 37(3): 231-233.

⁶⁷⁶ Finnie JW, Cai Z, Blumbergs PC, Manavis J, Kuchel TR. *Expression of the immediate early gene, c-fos, in fetal brain after whole of gestation exposure of pregnant mice to global system for mobile communication microwaves.* Pathology 2006; 38(4): 333-335.

⁶⁷⁷ Finnie JW, Cai Z, Blumbergs PC, Manavis J, Kuchel TR. *Stress response in mouse brain after long-term (2 year) exposure to mobile telephone radiofrequency fields using the immediate early gene, c-fos.* Pathology 2007; 39(2): 271-273.

⁶⁷⁸ Paparini A, Rossi P, Gianfranceschi G, Brugaletta V, Falsaperla R, De Luca P, et al. *No evidence of major transcriptional changes in the brain of mice exposed to 1800 MHz GSM signal.* Bioelectromagnetics 2008; 29(4): 312-323.

⁶⁷⁹ Finnie JW, Chidlow G, Blumbergs PC, Manavis J, Cai Z. *Heat shock protein induction in fetal mouse brain as a measure of stress after whole of gestation exposure to mobile telephony radiofrequency fields.* Pathology 2009; 41(3): 276-279.

⁶⁸⁰ Finnie JW, Cai Z, Manavis J, Helps S, Blumbergs PC. *Microglial activation as a measure of stress in mouse brains exposed acutely*



(60 minutes) and long-term (2 years) to mobile telephone radiofrequency fields. *Pathology* 2010; 42(2): 151-154.

- ⁶⁸¹ Watilliaux A, Edeline JM, Lévêque P, Jay TM, Mallat M. *Effect of exposure to 1,800 MHz electromagnetic fields on heat shock proteins and glial cells in the brain of developing rats*. *Neurotox Res* 2011; 20(2): 109-119.
- ⁶⁸² Court-Kowalski S, Finnie JW, Manavis J, Blumbergs PC, Helps SC, Vink R. *Effect of long-term (2 years) exposure of mouse brains to global system for mobile communication (GSM) radiofrequency fields on astrocytic immunoreactivity*. *Bioelectromagnetics* 2015; 36(3): 245-250.
- ⁶⁸³ McNamee JP, Bellier PV, Konkle AT, Thomas R, Wasoontarajaroen S, Lemay E, et al. *Analysis of gene expression in mouse brain regions after exposure to 1.9 GHz radiofrequency fields*. *Int J Radiat Biol* 2016; 92(6): 338-350.
- ⁶⁸⁴ Lameth J, Gervais A, Colin C, Lévêque P, Jay TM, Edeline JM, et al. *Acute Neuroinflammation Promotes Cell Responses to 1800 MHz GSM Electromagnetic Fields in the Rat Cerebral Cortex*. *Neurotox Res* 2017; 32(3): 444-459.
- ⁶⁸⁵ Morrissey JJ, Raney S, Heasley E, Rathinavelu P, Dauphinee M, Fallon JH. *IRIDIUM exposure increases c-fos expression in the mouse brain only at levels which likely result in tissue heating*. *Neuroscience* 1999; 92(4): 1539-1546.

- ⁶⁸⁶ Brillaud E, Piotrowski A, de Sèze R. *Effect of an acute 900MHz GSM exposure on glia in the rat brain: a time-dependent study*. *Toxicology* 2007; 238(1): 23-33.
- ⁶⁸⁷ Ammari M, Brillaud E, Gamez C, Lecomte A, Sakly M, Abdelmelek H, et al. *Effect of a chronic GSM 900 MHz exposure on glia in the rat brain*. *Biomed Pharmacother* 2008; 62(4): 273-281.
- ⁶⁸⁸ Ammari M, Gamez C, Lecomte A, Sakly M, Abdelmelek H, De Sèze R. *GFAP expression in the rat brain following sub-chronic exposure to a 900 MHz electromagnetic field signal*. *Int J Radiat Biol* 2010; 86(5): 367-375.
- ⁶⁸⁹ Daşdağ S, Akdağ MZ, Erdal ME, Erdal N, Ay OI, Ay ME, et al. *Long term and excessive use of 900 MHz radiofrequency radiation alter microRNA expression in brain*. *Int J Radiat Biol* 2015: 1-6.
- ⁶⁹⁰ Xu F, Bai Q, Zhou K, Ma L, Duan J, Zhuang F, et al. *Age-dependent acute interference with stem and progenitor cell proliferation in the hippocampus after exposure to 1800 MHz electromagnetic radiation*. *Electromagn Biol Med* 2017; 36(2): 158-166.
- ⁶⁹¹ Kumar R, Deshmukh PS, Sharma S, Banerjee B. *Activation of endoplasmic reticulum stress in rat brain following low-intensity microwave exposure*. *Environ Sci Pollut Res Int* 2019; 26(9): 9314-9321.
- ⁶⁹² Zhao YL, Li YX, Ma HB, Li D, Li HL, Jiang R, et al. *The Screening of Genes Sensitive to Long-Term, Low-Level Microwave Exposure and*



- Bioinformatic Analysis of Potential Correlations to Learning and Memory*. Biomed Environ Sci 2015; 28(8): 558-570.
- ⁶⁹³ Fragopoulou AF, Samara A, Antonelou MH, Xanthopoulou A, Papadopoulou A, Vougas K, et al. *Brain proteome response following whole body exposure of mice to mobile phone or wireless DECT base radiation*. Electromagn Biol Med 2012; 31(4): 250-274.
- ⁶⁹⁴ Xiong L, Sun CF, Zhang J, Gao YB, Wang LF, Zuo HY, et al. *Microwave exposure impairs synaptic plasticity in the rat hippocampus and PC12 cells through over-activation of the NMDA receptor signaling pathway*. Biomed Environ Sci 2015; 28(1): 13-24.
- ⁶⁹⁵ Paulraj R, Behari J. *Protein kinase C activity in developing rat brain cells exposed to 2.45 GHz radiation*. Electromagn Biol Med 2006; 25(1): 61-70.
- ⁶⁹⁶ Jorge-Mora T, Misa-Agustiño MJ, Rodríguez-González JA, Jorge-Barreiro FJ, Ares-Pena FJ, López-Martín E. *The effects of single and repeated exposure to 2.45 GHz radiofrequency fields on c-Fos protein expression in the paraventricular nucleus of rat hypothalamus*. Neurochem Res 2011; 36(12): 2322-2332.
- ⁶⁹⁷ Ohtani S, Ushiyama A, Maeda M, Hattori K, Kunugita N, Wang J, et al. *Exposure time-dependent thermal effects of radiofrequency electromagnetic field exposure on the whole body of rats*. J Toxicol Sci 2016; 41(5): 655-666.
- ⁶⁹⁸ Yang XS, He GL, Hao YT, Xiao Y, Chen CH, Zhang GB, et al. *Exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields elicits an HSP-related stress response in rat hippocampus*. Brain Res Bull 2012; 88(4): 371-378.
- ⁶⁹⁹ Singh N, Rudra N, Bansal P, Mathur R, Behari J, Nayar U. *Poly ADP ribosylation as a possible mechanism of microwave--biointeraction*. Indian J Physiol Pharmacol 1994; 38(3): 181-184.
- ⁷⁰⁰ Daşdağ S, Akdağ MZ, Aksen F. *Does 900 MHz GSM mobile phone exposure affect rat brain?* Electromagn Biol Med 2004; 23(3): 201-214.
- ⁷⁰¹ El-Swefy S, Soliman H, Huessein M. *Calcium channel blockade alleviates brain injury induced by long term exposure to an electromagnetic field*. J Appl Biomed 2008; 6: 153-163.
- ⁷⁰² Kim TH, Huang TQ, Jang JJ, Kim MH, Kim HJ, Lee JS, et al. *Local exposure of 849 MHz and 1763 MHz radiofrequency radiation to mouse heads does not induce cell death or cell proliferation in brain*. Exp Mol Med 2008; 40(3): 294-303.
- ⁷⁰³ Lee KS, Choi JS, Hong SY, Son TH, Yu K. *Mobile phone electromagnetic radiation activates MAPK signaling and regulates viability in Drosophila*. Bioelectromagnetics 2008; 29(5): 371-379.
- ⁷⁰⁴ Yilmaz F, Daşdağ S, Akdağ MZ, Kilinc N. *Whole-body exposure of radiation emitted from 900 MHz mobile phones does not seem to affect the levels of anti-apoptotic bcl-2 protein*. Electromagn Biol Med 2008; 27(1): 65-72.



- ⁷⁰⁵ Guler G, Tomruk A, Ozgur E, Seyhan N. *The effect of radiofrequency radiation on DNA and lipid damage in non-pregnant and pregnant rabbits and their newborns*. Gen Physiol Biophys 2010; 29(1): 59-66.
- ⁷⁰⁶ Maskey D, Kim M, Aryal B, Pradhan J, Choi IY, Park KS, et al. *Effect of 835 MHz radiofrequency radiation exposure on calcium binding proteins in the hippocampus of the mouse brain*. Brain Res 2010; 1313: 232-241.
- ⁷⁰⁷ Aryal B, Maskey D, Kim MJ, Yang JW, Kim HG. *Effect of Ginseng on Calretinin Expression in Mouse Hippocampus Following Exposure to 835 MHz Radiofrequency*. J Ginseng Res 2011; 35(2): 138-148.
- ⁷⁰⁸ Maskey D, Kim HJ, Kim HG, Kim MJ. *Calcium-binding proteins and GFAP immunoreactivity alterations in murine hippocampus after 1 month of exposure to 835 MHz radiofrequency at SAR values of 1.6 and 4.0 W/kg*. Neurosci Lett 2012; 506(2): 292-296.
- ⁷⁰⁹ Tsybulin O, Sidorik E, Kyrlylenko S, Henshel D, Yakymenko I. *GSM 900 MHz microwave radiation affects embryo development of Japanese quails*. Electromagn Biol Med 2012; 31(1): 75-86.
- ⁷¹⁰ Eser O, Songur A, Aktas C, Karavelioglu E, Caglar V, Aylak F, et al. *The effect of electromagnetic radiation on the rat brain: an experimental study*. Turk Neurosurg 2013; 23(6): 707-715.
- ⁷¹¹ Kesari KK, Meena R, Nirala J, Kumar J, Verma HN. *Effect of 3G cell phone exposure with computer controlled 2-D stepper motor on non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway in rat brain*. Cell Biochem Biophys 2014; 68(2): 347-358.
- ⁷¹² Motawi TK, Darwish HA, Moustafa YM, Labib MM. *Biochemical modifications and neuronal damage in brain of young and adult rats after long-term exposure to mobile phone radiations*. Cell Biochem Biophys 2014; 70(2): 845-855.
- ⁷¹³ Yilmaz A, Yilmaz N, Serarslan Y, Aras M, Altas M, Ozgur T, et al. *The effects of mobile phones on apoptosis in cerebral tissue: an experimental study on rats*. Eur Rev Med Pharmacol Sci 2014; 18(7): 992-1000.
- ⁷¹⁴ Saili L, Hanini A, Smirani C, Azzouz I, Azzouz A, Sakly M, et al. *Effects of acute exposure to WIFI signals (2.45 GHz) on heart variability and blood pressure in Albinos rabbit*. Environ Toxicol Pharmacol 2015; 40(2): 600-605.
- ⁷¹⁵ Tohidi FZ, Bahreyni-Toosi MH, ZAzimian H, Khademi S, Fardid R, Anani Sarab G. *The gene expression level of p53 and p21 in mouse brain exposed to radiofrequency field*. Int J Radiat Res 2015; 13(4): 337-343.
- ⁷¹⁶ Guler G, Ozgur E, Keles H, Tomruk A, Vural SA, Seyhan N. *Neurodegenerative changes and apoptosis induced by intrauterine and extrauterine exposure of radiofrequency radiation*. J Chem Neuroanat 2016; 75(Pt B): 128-133.
- ⁷¹⁷ Hussein S, El-Saba AA, Galal MK. *Biochemical and histological studies on adverse effects of mobile phone radiation on rat's brain*. J Chem Neuroanat 2016; 78: 10-19.



- ⁷¹⁸ Kerimoğlu G, Aslan A, Baş O, Çolakoğlu S, Odaci E. *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 2016; 78: 125-130.
- ⁷¹⁹ Kim JH, Huh YH, Kim HR. *Induction of Autophagy in the Striatum and Hypothalamus of Mice after 835 MHz Radiofrequency Exposure*. PLoS One 2016; 11(4): e0153308.
- ⁷²⁰ Kim JH, Yu DH, Kim HR. *Activation of autophagy at cerebral cortex and apoptosis at brainstem are differential responses to 835 MHz RF-EMF exposure*. Korean J Physiol Pharmacol 2017; 21(2): 179-188.
- ⁷²¹ Ghatei N, Nabavi AS, Toosi MHB, Azimian H, Homayoun M, Targhi RG, et al. *Evaluation of bax, bcl-2, p21 and p53 genes expression variations on cerebellum of BALB/c mice before and after birth under mobile phone radiation exposure*. Iran J Basic Med Sci 2017; 20(9): 1037-1043.
- ⁷²² Gohari FA, Saranjam B, Asgari M, Omid L, Ekrami H, Moussavi-Najarkola SA. *An experimental study of the effects of combined exposure to microwave and heat on gene expression and sperm parameters in mice*. J Hum Reprod Sci 2017; 10(2): 128-134.
- ⁷²³ Ibitayo AO, Afolabi OB, Akinyemi AJ, Ojiezeh TI, Adekoya KO, Ojewunmi OO. *RAPD profiling, DNA fragmentation, and histomorphometric examination in brains of Wistar rats exposed to indoor 2.5 GHz Wi-Fi devices radiation*. Biomed Res Int 2017; 2017: 8653286.
- ⁷²⁴ Radon K, Parera D, Rose DM, Jung D, Vollrath L. *No effects of pulsed radio frequency electromagnetic fields on melatonin, cortisol, and selected markers of the immune system in man*. Bioelectromagnetics 2001; 22(4): 280-287.
- ⁷²⁵ Augner C, Hacker GW, Oberfeld G, Florian M, Hitzl W, Hutter J, et al. *Effects of exposure to GSM mobile phone base station signals on salivary cortisol, alpha-amylase, and immunoglobulin A*. Biomed Environ Sci 2010; 23(3): 199-207.
- ⁷²⁶ Chagnaud JL, Veyret B. *In vivo exposure of rats to GSM-modulated microwaves: flow cytometry analysis of lymphocyte subpopulations and of mitogen stimulation*. Int J Radiat Biol 1999; 75(1): 111-113.
- ⁷²⁷ Gatta L, Pinto R, Ubaldi V, Pace L, Galloni P, Lovisolo GA, et al. *Effects of in vivo exposure to GSM-modulated 900 MHz radiation on mouse peripheral lymphocytes*. Radiat Res 2003; 160(5): 600-605.
- ⁷²⁸ Nasta F, Prisco MG, Pinto R, Lovisolo GA, Marino C, Pioli C. *Effects of GSM-modulated radiofrequency electromagnetic fields on B-cell peripheral differentiation and antibody production*. Radiat Res 2006; 165(6): 664-670.
- ⁷²⁹ Prisco MG, Nasta F, Rosado MM, Lovisolo GA, Marino C, Pioli C. *Effects of GSM-modulated radiofrequency electromagnetic fields on mouse bone marrow cells*. Radiat Res 2008; 170(6): 803-810.



- ⁷³⁰ Jin YB, Pyun BJ, Jin H, Choi HD, Pack JK, Kim N, et al. *Effects of simultaneous combined exposure to CDMA and WCDMA electromagnetic field on immune functions in rats*. Int J Radiat Biol 2012; 88(11): 814-821.
- ⁷³¹ Rosado MM, Nasta F, Prisco MG, Lovisolo GA, Marino C, Pioli C. *Effects of GSM-modulated 900 MHz radiofrequency electromagnetic fields on the hematopoietic potential of mouse bone marrow cells*. Bioelectromagnetics 2014; 35(8): 559-567.
- ⁷³² Megha K, Deshmukh PS, Banerjee BD, Tripathi AK, Abegaonkar MP. *Microwave radiation induced oxidative stress, cognitive impairment and inflammation in brain of Fischer rats*. Indian J Exp Biol 2012; 50(12): 889-896.
- ⁷³³ Elekes E, Thuróczy G, Szabo LD. *Effect on the immune system of mice exposed chronically to 50 Hz amplitude-modulated 2.45 GHz microwaves*. Bioelectromagnetics 1996; 17(3): 246-248.
- ⁷³⁴ Poullétier de Gannes F, Taxile M, Duleu S, Hurtier A, Haro E, Geffard M, et al. *A confirmation study of Russian and Ukrainian data on effects of 2450 MHz microwave exposure on immunological processes and teratology in rats*. Radiat Res 2009; 172(5): 617-624.
- ⁷³⁵ Sambucci M, Laudisi F, Nasta F, Pinto R, Lodato R, Altavista P, et al. *Prenatal exposure to non-ionizing radiation: effects of WiFi signals on pregnancy outcome, peripheral B-cell compartment and antibody production*. Radiat Res 2010; 174(6): 732-740.
- ⁷³⁶ Laudisi F, Sambucci M, Nasta F, Pinto R, Lodato R, Altavista P, et al. *Prenatal exposure to radiofrequencies: effects of WiFi signals on thymocyte development and peripheral T cell compartment in an animal model*. Bioelectromagnetics 2012; 33(8): 652-661.
- ⁷³⁷ Nakamura H, Seto T, Nagase H, Yoshida M, Dan S, Ogino K. *Effects of exposure to microwaves on cellular immunity and placental steroids in pregnant rats*. Occup Environ Med 1997; 54(9): 676-680.
- ⁷³⁸ Nakamura H, Seto T, Hatta K, Matsuzaki I, Nagase H, Yoshida M, et al. *Natural killer cell activity reduced by microwave exposure during pregnancy is mediated by opioid systems*. Environ Res 1998; 79(2): 106-113.
- ⁷³⁹ Grigoriev YG, Grigoriev OA, Ivanov AA, Lyaginskaya AM, Merkulov AV, Shagina NB, et al. *Confirmation studies of Soviet research on immunological effects of microwaves: Russian immunology results*. Bioelectromagnetics 2010; 31(8): 589-602.
- ⁷⁴⁰ Sambucci M, Laudisi F, Nasta F, Pinto R, Lodato R, Lopresto V, et al. *Early life exposure to 2.45GHz WiFi-like signals: effects on development and maturation of the immune system*. Prog Biophys Mol Biol 2011; 107(3): 393-398.
- ⁷⁴¹ Fesenko EE, Makar VR, Novoselova EG, Sadovnikov VB. *Microwaves and cellular immunity. I. Effect of whole body microwave irradiation on tumor necrosis factor production in mouse cells*. Bioelectrochem Bioenerg 1999; 49(1): 29-35.



- ⁷⁴² Novoselova EG, Fesenko EE, Makar VR, Sadovnikov VB. *Microwaves and cellular immunity. II. Immunostimulating effects of microwaves and naturally occurring antioxidant nutrients*. Bioelectrochem Bioenerg 1999; 49(1): 37-41.
- ⁷⁴³ Moustafa YM, Moustafa RM, Belacy A, Abou-El-Ela SH, Ali FM. *Effects of acute exposure to the radiofrequency fields of cellular phones on plasma lipid peroxide and antioxidant activities in human erythrocytes*. J Pharm Biomed Anal 2001; 26(4): 605-608.
- ⁷⁴⁴ Kimata H. *Microwave radiation from cellular phones increases allergen-specific IgE production*. Allergy 2005; 60(6): 838-839.
- ⁷⁴⁵ Jin YB, Lee HJ, Seon Lee J, Pack JK, Kim N, Lee YS. *One-year, simultaneous combined exposure of CDMA and WCDMA radiofrequency electromagnetic fields to rats*. Int J Radiat Biol 2011; 87(4): 416-423.
- ⁷⁴⁶ Kismali G, Ozgur E, Guler G, Akcay A, Sel T, Seyhan N. *The influence of 1800 MHz GSM-like signals on blood chemistry and oxidative stress in non-pregnant and pregnant rabbits*. Int J Radiat Biol 2012; 88(5): 414-419.
- ⁷⁴⁷ Cao Y, Xu Q, Jin ZD, Zhou Z, Nie JH, Tong J. *Induction of adaptive response: pre-exposure of mice to 900 MHz radiofrequency fields reduces hematopoietic damage caused by subsequent exposure to ionising radiation*. Int J Radiat Biol 2011; 87(7): 720-728.
- ⁷⁴⁸ Braithwaite LA, Morrison WD, Bate L, Otten L, Hunter B, Pei DC. *Effect of exposure to operant-controlled microwaves on certain blood and immunological parameters in the young chick*. Poult Sci 1991; 70(3): 509-514.
- ⁷⁴⁹ Trošić I, Busljeta I, Pavičić I. *Blood-forming system in rats after whole-body microwave exposure; reference to the lymphocytes*. Toxicol Lett 2004; 154(1-2): 125-132.
- ⁷⁵⁰ Trošić I, Busljeta I. *Erythropoietic dynamic equilibrium in rats maintained after microwave irradiation*. Exp Toxicol Pathol 2006; 57(3): 247-251.
- ⁷⁵¹ Goldoni J, Durek M, Koren Z. *Health status of personnel occupationally exposed to radiowaves*. Arh Hig Rada Toksikol 1993; 44(3): 223-228.
- ⁷⁵² Busljeta I, Trošić I, Milkovic-Kraus S. *Erythropoietic changes in rats after 2.45 GHz nonthermal irradiation*. Int J Hyg Environ Health 2004; 207(6): 549-554.
- ⁷⁵³ Adang D, Remacle C, Vander Vorst A. *Results of a long-term low-level microwave exposure of rats*. IEEE Trans Microw Theory Tech 2009; 57(10): 2488-2497.
- ⁷⁵⁴ van Rongen E, van Rhoon GC, Aleman A, Kelfkens G, Kromhout H, van Leeuwen FE, et al. *Comments on "Results of a long-term low-level microwave exposure of rats"*. IEEE Trans Microw Theory Tech 2011; 7(59): 1893-1894.
- ⁷⁵⁵ Achudume A, Onibere B, Aina F, Tchokossa P. *Induction of oxidative stress in male rats subchronically exposed to electromagnetic fields at non-thermal intensities*. J Electromagn Anal Appl 2010; 2(8): 482-487.



- ⁷⁵⁶ Mortavazi S, Motamedifar M, Mehdizadeh AR, Namdari G, Taheri M. *The effect of pre-exposure to radiofrequency radiations emitted from a GSM mobile phone on the susceptibility of BALB/c mice to Escherichia coli*. J Biomed Phys Eng 2012; 2(4): 139-146.
- ⁷⁵⁷ Shojaeifard MB, Jarideh S, Owjifard M, Nematollahii S, Talaei-Khozani T, Malekzadeh M. *Electromagnetic Fields of Mobile Phone Jammer Exposure on Blood Factors in Rats*. J Biomed Phys Eng 2018; 8(4): 403-408.
- ⁷⁵⁸ El-Maleky NF, Ebrahim RH. *Effects of exposure to electromagnetic field from mobile phone on serum hepcidin and iron status in male albino rats*. Electromagn Biol Med 2019; 38(1): 66-73.
- ⁷⁵⁹ Mann K, Wagner P, Brunn G, Hassan F, Hiemke C, Röschke J. *Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on the neuroendocrine system*. Neuroendocrinology 1998; 67(2): 139-144.
- ⁷⁶⁰ Wood AW, Loughran SP, Stough C. *Does evening exposure to mobile phone radiation affect subsequent melatonin production?* Int J Radiat Biol 2006; 82(2): 69-76.
- ⁷⁶¹ Singh S, Kapoor N. *Occupational EMF exposure from radar at X and Ku frequency band and plasma catecholamine levels*. Bioelectromagnetics 2015; 36(6): 444-450.
- ⁷⁶² de Sèze R, Ayoub J, Peray P, Miro L, Touitou Y. *Evaluation in humans of the effects of radiocellular telephones on the circadian patterns of melatonin secretion, a chronobiological rhythm marker*. J Pineal Res 1999; 27(4): 237-242.
- ⁷⁶³ de Sèze R, Fabbro-Peray P, Miro L. *GSM radiocellular telephones do not disturb the secretion of antepituitary hormones in humans*. Bioelectromagnetics 1998; 19(5): 271-278.
- ⁷⁶⁴ Djeridane Y, Touitou Y, de Sèze R. *Influence of electromagnetic fields emitted by GSM-900 cellular telephones on the circadian patterns of gonadal, adrenal and pituitary hormones in men*. Radiat Res 2008; 169(3): 337-343.
- ⁷⁶⁵ Geronikolou SA, Chamakou A, Mantzou A, Chrousos G, Kanaka--Gantenbein C. *Frequent cellular phone use modifies hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to a cellular phone call after mental stress in healthy children and adolescents: A pilot study*. Sci Total Environ 2015; 536: 182-188.
- ⁷⁶⁶ Jarupat S, Kawabata A, Tokura H, Borkiewicz A. *Effects of the 1900 MHz electromagnetic field emitted from cellular phone on nocturnal melatonin secretion*. J Physiol Anthropol Appl Human Sci 2003; 22(1): 61-63.
- ⁷⁶⁷ Møllerlækken OJ, Moen BE, Baste V, Mageroy N, Oftedal G, Neto E, et al. *No effects of MRI scan on male reproduction hormones*. Reprod Toxicol 2012; 34(1): 133-139.
- ⁷⁶⁸ Ferreira AR, Bonatto F, de Bittencourt Pasquali MA, Polydoro M, Dal-Pizzol F, Fernandez C, et al. *Oxidative stress effects on the central nervous system of rats after acute exposure to ultra high frequency electromagnetic fields*. Bioelectromagnetics 2006; 27(6): 487-493.



- ⁷⁶⁹ Khalil AM, Alshamali AM, Gagaa MH. *Detection of oxidative stress induced by mobile phone radiation in tissues of mice using 8-oxo-7,8-dihydro-20-deoxyguanosine as a biomarker*. World Acad Sci Eng Technol 2011; 76: 657-662.
- ⁷⁷⁰ Kerimoğlu G, Hanci H, Baş O, Aslan A, Erol HS, Turgut A, et al. *Pernicious effects of long-term, continuous 900-MHz electromagnetic field throughout adolescence on hippocampus morphology, biochemistry and pyramidal neuron numbers in 60-day-old Sprague Dawley male rats*. J Chem Neuroanat 2016; 77: 169-175.
- ⁷⁷¹ Köylü H, Mollaoglu H, Ozguner F, Naziroglu M, Delibas N. *Melatonin modulates 900 Mhz microwave-induced lipid peroxidation changes in rat brain*. Toxicol Ind Health 2006; 22(5): 211-216.
- ⁷⁷² Ozguner F, Bardak Y, Comlekci S. *Protective effects of melatonin and caffeic acid phenethyl ester against retinal oxidative stress in long-term use of mobile phone: a comparative study*. Mol Cell Biochem 2006; 282(1-2): 83-88.
- ⁷⁷³ Sokolovic D, Djindjic B, Nikolic J, Bjelakovic G, Pavlovic D, Kocic G, et al. *Melatonin reduces oxidative stress induced by chronic exposure of microwave radiation from mobile phones in rat brain*. J Radiat Res 2008; 49(6): 579-586.
- ⁷⁷⁴ Daşdağ S, Akdağ MZ, Ulukaya E, Uzunlar AK, Ocak AR. *Effect of mobile phone exposure on apoptotic glial cells and status of oxidative stress in rat brain*. Electromagn Biol Med 2009; 28(4): 342-354.
- ⁷⁷⁵ Aydin B, Akar A. *Effects of a 900-MHz electromagnetic field on oxidative stress parameters in rat lymphoid organs, polymorphonuclear leukocytes and plasma*. Arch Med Res 2011; 42(4): 261-267.
- ⁷⁷⁶ Kerman M, Senol N. *Oxidative stress in hippocampus induced by 900 MHz electromagnetic field emitting mobile phone: protection by melatonin*. Biomed Res (Aligarh) 2012; 23(1): 147-151.
- ⁷⁷⁷ Jelodar G, Akbari A, Nazifi S. *The prophylactic effect of vitamin C on oxidative stress indexes in rat eyes following exposure to radiofrequency wave generated by a BTS antenna model*. Int J Radiat Biol 2013; 89(2): 128-131.
- ⁷⁷⁸ Akbari A, Jelodar G, Nazifi S. *Vitamin C protects rat cerebellum and encephalon from oxidative stress following exposure to radiofrequency wave generated by a BTS antenna model*. Toxicol Mech Methods 2014; 24(5): 347-352.
- ⁷⁷⁹ Megha K, Deshmukh PS, Banerjee BD, Tripathi AK, Ahmed R, Abegaonkar MP. *Low intensity microwave radiation induced oxidative stress, inflammatory response and DNA damage in rat brain*. Neurotoxicology 2015; 51: 158-165.
- ⁷⁸⁰ Furtado-Filho OV, Borba JB, Maraschin T, Souza LM, Henriques JA, Moreira JC, et al. *Effects of chronic exposure to 950 MHz ultra-high-frequency electromagnetic radiation on reactive oxygen species metabolism in the right and left cerebral cortex of young rats of different ages*. Int J Radiat Biol 2015; 91(11): 891-897.



- ⁷⁸¹ Boder P, Stankiewicz W, Antkowiak B, Paluch M, Kieliszek J, Sobiech J, et al. *Influence of electromagnetic field (1800 MHz) on lipid peroxidation in brain, blood, liver and kidney in rats*. Int J Occup Med Environ Health 2015; 28(4): 751-759.
- ⁷⁸² Sahin D, Ozgur E, Guler G, Tomruk A, Unlu I, Sepici-Dincel A, et al. *The 2100 MHz radiofrequency radiation of a 3G-mobile phone and the DNA oxidative damage in brain*. J Chem Neuroanat 2016; 75(Pt B): 94-98.
- ⁷⁸³ Boder P, Makarova K, Zawada K, Antkowiak B, Paluch M, Sobiczewska E, et al. *The effect of 1800MHz radio-frequency radiation on NMDA receptor subunit NR1 expression and peroxidation in the rat brain in healthy and inflammatory states*. Biomed Pharmacother 2017; 92: 802-809.
- ⁷⁸⁴ Ertilav K, Uslusoy F, Ataizi S, Naziroglu M. *Long term exposure to cell phone frequencies (900 and 1800 MHz) induces apoptosis, mitochondrial oxidative stress and TRPV1 channel activation in the hippocampus and dorsal root ganglion of rats*. Metab Brain Dis 2018; 33(3): 753-763.
- ⁷⁸⁵ Alkis ME, Bilgin HM, Akpolat V, Dasdag S, Yegin K, Yavas MC, et al. *Effect of 900-, 1800-, and 2100-MHz radiofrequency radiation on DNA and oxidative stress in brain*. Electromagn Biol Med 2019; 38(1): 32-47.
- ⁷⁸⁶ Ahmed NA, Radwan NM, Aboul Ezz HS, Salama NA. *The antioxidant effect of Green Tea Mega EGCG against electromagnetic radiation-induced oxidative stress in the hippocampus and striatum of rats*. Electromagn Biol Med 2017; 36(1): 63-73.
- ⁷⁸⁷ Naziroğlu M, Gümrall N. *Modulator effects of L-carnitine and selenium on wireless devices (2.45 GHz)-induced oxidative stress and electroencephalography records in brain of rat*. Int J Radiat Biol 2009; 85(8): 680-689.
- ⁷⁸⁸ Ait-Aïssa S, Pouletier de Gannes F, Taxile M, Billaudel B, Hurtier A, Haro E, et al. *In situ expression of heat-shock proteins and 3-nitrotyrosine in brains of young rats exposed to a WiFi signal in utero and in early life*. Radiat Res 2013; 179(6): 707-716.
- ⁷⁸⁹ Chauhan P, Verma HN, Sisodia R, Kesari KK. *Microwave radiation (2.45 GHz)-induced oxidative stress: Whole-body exposure effect on histopathology of Wistar rats*. Electromagn Biol Med 2017; 36(1): 20-30.
- ⁷⁹⁰ Irmak MK, Fadillioğlu E, Güleç M, Erdoğan H, Yağmurca M, Akyol O. *Effects of electromagnetic radiation from a cellular telephone on the oxidant and antioxidant levels in rabbits*. Cell Biochem Funct 2002; 20(4): 279-283.
- ⁷⁹¹ İlhan A, Gürel A, Armutcu F, Kamisli S, İraz M, Akyol O, et al. *Ginkgo biloba prevents mobile phone-induced oxidative stress in rat brain*. Clin Chim Acta 2004; 340(1-2): 153-162.
- ⁷⁹² Meral I, Mert H, Mert N, Deger Y, Yoruk I, Yetkin A, et al. *Effects of 900-MHz electromagnetic field emitted from cellular phone on brain*



oxidative stress and some vitamin levels of guinea pigs. Brain Res 2007; 1169: 120-124.

- ⁷⁹³ Imge EB, Kilicoglu B, Devrim E, Cetin R, Durak I. *Effects of mobile phone use on brain tissue from the rat and a possible protective role of vitamin C - a preliminary study.* Int J Radiat Biol 2010; 86(12): 1044-1049.
- ⁷⁹⁴ Kesari KK, Kumar S, Behari J. *900-MHz microwave radiation promotes oxidation in rat brain.* Electromagn Biol Med 2011; 30(4): 219-234.
- ⁷⁹⁵ Avci B, Akar A, Bilgici B, Tunçel OK. *Oxidative stress induced by 1.8 GHz radio frequency electromagnetic radiation and effects of garlic extract in rats.* Int J Radiat Biol 2012; 88(11): 799-805.
- ⁷⁹⁶ Nazıroğlu M, Celik O, Ozgul C, Cig B, Dogan S, Bal R, et al. *Melatonin modulates wireless (2.45 GHz)-induced oxidative injury through TRPM2 and voltage gated Ca(2+) channels in brain and dorsal root ganglion in rat.* Physiol Behav 2012; 105(3): 683-692.
- ⁷⁹⁷ Ben Salah M, Abdelmelek H, Abderraba M. *Effects of olive leave extract on metabolic disorders and oxidative stress induced by 2.45 GHz WIFI signals.* Environ Toxicol Pharmacol 2013; 36(3): 826-834.
- ⁷⁹⁸ Bilgici B, Akar A, Avci B, Tuncel OK. *Effect of 900 MHz radiofrequency radiation on oxidative stress in rat brain and serum.* Electromagn Biol Med 2013; 32(1): 20-29.
- ⁷⁹⁹ Çetin H, Nazıroğlu M, Çelik O, Yüksel M, Pastaci N, Özkaya MO. *Liver antioxidant stores protect the brain from electromagnetic radiation (900 and 1800 MHz)-induced oxidative stress in rats during pregnancy and*

the development of offspring. J Matern Fetal Neonatal Med 2014; 27(18): 1915-1921.

- ⁸⁰⁰ Gürler HŞ, Bilgici B, Akar AK, Tomak L, Bedir A. *Increased DNA oxidation (8-OHdG) and protein oxidation (AOPP) by low level electromagnetic field (2.45 GHz) in rat brain and protective effect of garlic.* Int J Radiat Biol 2014; 90(10): 892-896.
- ⁸⁰¹ Hu S, Peng R, Wang C, Wang S, Gao Y, Dong J, et al. *Neuroprotective effects of dietary supplement Kang-fu-ling against high-power microwave through antioxidant action.* Food Funct 2014; 5(9): 2243-2251.
- ⁸⁰² Narayanan SN, Kumar RS, Kedage V, Nalini K, Nayak S, Bhat PG. *Evaluation of oxidant stress and antioxidant defense in discrete brain regions of rats exposed to 900 MHz radiation.* Bratisl Lek Listy 2014; 115(5): 260-266.
- ⁸⁰³ Ragy MM. *Effect of exposure and withdrawal of 900-MHz-electromagnetic waves on brain, kidney and liver oxidative stress and some biochemical parameters in male rats.* Electromagn Biol Med 2014:
- ⁸⁰⁴ An K, Wang Q, Zhang Y, Guo D, Cui X. *The preventative effects of zinc and vitamin E supplementation on cellular phone radiation-induced oxidative stress in brain tissues of rats and their fetuses.* Trace Elem Electrol 2015; 32(3): 119-125.



- ⁸⁰⁵ Kamali K, Taravati A, Sayyadi S, Gharib FZ, Maftoon H. *Evidence of oxidative stress after continuous exposure to Wi-Fi radiation in rat model*. Environ Sci Pollut Res Int 2018; 25(35): 35396-35403.
- ⁸⁰⁶ Hansson Mild K, Bach Andersen J, Pedersen GF. *Is there any exposure from a mobile phone in stand-by mode?* Electromagn Biol Med 2012; 31(1): 52-56.
- ⁸⁰⁷ Schulz KF, Altman DG, Moher D, Group C. *CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials*. BMJ 2010; 340: c332.
- ⁸⁰⁸ Hooijmans C, de Vries R, Leenaars M, Ritskes-Hoitinga M. *The Gold Standard Publication Checklist (GSPC) for improved design, reporting and scientific quality of animal studies GSPC versus ARRIVE guidelines*. Lab Anim 2011; 45(1): 61.
- ⁸⁰⁹ Samaras T, Kuster N, Negovetic S. *Deliverable D36: Recommendations on engineering requirements/aspects for experimental research in Bioelectromagnetics; Deliverable D37: Recommendations on quality assurance in Bioelectromagnetics research* EMF-NET; 2006. http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our_activities/public-health/exposure_health_impact_met/emf-net/docs/reports/Report%20on%20Reccomendation%20in%20Bioelectromagnetcs%20Aug2006.pdf
- ⁸¹⁰ Zeni O, Scarfi MR. *Experimental requirements for in vitro studies aimed to evaluate the biological effects of radiofrequency radiation*. Costanzo Ss. Microwave Materials Characterization. InTech; 2012. www.intechopen.com/books/microwave-materials-characterization/experimental-requirements-for-in-vitro-studies-aimed-to-evaluate-the-biological-effects-of-radiofreq. Geraadpleegd: 26 September 2014.



De Gezondheidsraad, ingesteld in 1902, is een adviesorgaan met als taak de regering en het parlement ‘voor te lichten over de stand der wetenschap ten aanzien van vraagstukken op het gebied van de volksgezondheid en het gezondheids(zorg)onderzoek’ (art. 22 Gezondheidswet).

De Gezondheidsraad ontvangt de meeste adviesvragen van de bewindslieden van Volksgezondheid, Welzijn en Sport; Infrastructuur en Waterstaat; Sociale Zaken en Werkgelegenheid en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. De raad kan ook op eigen initiatief adviezen uitbrengen, en ontwikkelingen of trends signaleren die van belang zijn voor het overheidsbeleid.

De adviezen van de Gezondheidsraad zijn openbaar en worden als regel opgesteld door multidisciplinaire commissies van – op persoonlijke titel benoemde – Nederlandse en soms buitenlandse deskundigen.

U kunt dit document downloaden van www.gezondheidsraad.nl.

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:

Gezondheidsraad. Achtergronddocument advies 5G en gezondheid. Achtergronddocument bij 5G en gezondheid.

Den Haag: Gezondheidsraad, 2020; publicatienr. 2020/16A.

Auteursrecht voorbehouden

