

Strålningens effekter på cellnivå: Oxidativ stress och DNA-skador

Forskningen har sedan 2008 upprepade gånger visat att såväl mikrovågsstrålning från trådlös teknik som lågfrekventa elektromagnetiska fält orsakar oxidativ stress vid exponeringsnivåer under gällande gränsvärden. Nästan lika många gånger har forskarlag från hela världen visat att strålningen skadar DNA och försämrar cellernas naturliga reparation av DNA-skador. Oxidativ stress och DNA-skador anses i dag ligga bakom många olika sjukdomar, bland dem cancer och Alzheimers.

Nedanstående lista är exempel på forskning som redovisats och publicerats endast under de senaste fyra åren. Listan bevisar att alla yrkanden om att forskningen inte skulle ha lyckats påvisa effekter under gällande gränsvärden eller att forskarna aldrig lyckats upprepa resultat som visat skadliga effekter, är felaktiga.

Forskning som visar oxidativ stress och bildning av fria radikaler

- Mobilstrålning långt under gällande gränsvärde orsakar oxidativ stress och gentoxiska effekter på daggmaskar. Effekterna ökade med ökad exponering och vid modulerad signal. [Tkalec et al 2013](#).¹
- Mikrovågor vid 2,45 GHz (Wifi trådlöst datanätverk) vid nivåer långt under gällande gränsvärde (0,002 W/kg) orsakar försämrad fertilitet och skador på embryo hos möss som exponerats. Återigen konstateras att strålningen orsakar oxidativ stress som kan leda till DNA-skador. [Shahin et al 2013](#).²
- Wifi-liknande strålning (2,45 GHz) orsakar ökad celldöd och oxidativ stress i hjärnceller. Melatonin har skyddande effekt. [Naziroğlu et al 2012](#).³
- Elektromagnetiska fält vid nivåer hundratals gånger under gällande gränsvärde orsakar mer oxidativ stress i hjärnan på medelålders försöksdjur jämfört med yngre försöksdjur, vilket indikerar att äldre individer har sämre försvar mot skadliga effekter av strålningen. [Selaković et al 2013](#).⁴
- Råttor som exponeras för mobilstrålning under kort tid (2 timmar) får påverkan på orienteringsförmågan och beteende samt förändringar som tyder på oxidativ stress. [Khirazova et al 2012](#).⁵
- Försöksdjur (hannar) som exponerats för mobilstrålning 2 timmar om dagen i 45 dagar får lägre halter av det manliga könshormonet testosteron och ökad fri radikalbildning samt ökat antal missbildade spermier jämfört med oexponerad kontrollgrupp. [Kesari et al 2012](#).⁶
- Mobilanvändare har mer oxidativ stress i saliv än icke-mobilanvändare. [Hamzany et al 2012](#).⁷
- Mobilstrålning orsakar oxidativ stress i testiklarna hos möss som exponerats 15, 30 eller 60 minuter om dagen. Vitamin C och vitamin E reducerar den oxidativa stressen orsakad av strålningen. [Al-Damegh 2012](#).⁸
- Mobilstrålning orsakar oxidativ stress i ögon på möss som exponerats. Vitamin C skyddar mot skadeeffekterna. [Jelodar et al 2012](#).⁹

- Celler som exponeras för lågfrekventa elektromagnetiska fält vid 1 mikrottesla (100 gånger under gällande gränsvärde) får ökad förekomst av fria radikalbildning och skador på DNA. [Bułdak et al 2012](#).¹⁰
- Mobilstrålning långt under gällande gränsvärde (0,4W/kg mot 2 W/kg) orsakar fria radikaler och oxidativ stress. [Avci et al 2012](#).¹¹
- Celler exponeras långt under gällande gränsvärde (0,4W/kg mot 2W/kg) i 2-6 timmar leder till bildning av fria radikaler och celledöd (apoptos). [Lu et al 2012](#).¹²
- Genomgång av forskning visar att spermier skadas av mobilstrålning. Mänskliga spermier som exponeras för mobilstrålning får onormalt utseende, sämre rörlighet och ökad oxidativ stress. Män som använder mobilen har lägre antal spermier, spermier med sämre rörlighet och överlevnadsförmåga. [La Vignera et al 2012](#).¹³
- Exponering för mobilstrålning 2 timmar om dagen i 10 månader orsakade förhöjda nivåer av ett protein ([carbonyl](#)¹⁴) som är en markör för oxidativ stress och som är kopplat till neurodegenerativa skador. [Dasdaq et al 2012](#).¹⁵
- Lågfrekventa elektromagnetiska fält (50 Hz) långt under gällande gränsvärde (10 mikrottesla) leder till ökad förekomst av markörer för DNA-skada (mikrokärntest). Undersökningen bekräftade att elektromagnetiska fält orsakar oxidativ stress. [Miyakoshi et al 2012](#).¹⁶
- Lågfrekventa fält (50 gånger under gränsvärdet) orsakar oxidativ stress i hjärnceller. [Chu et al 2012](#).¹⁷
- Lågfrekventa elektromagnetiska fält orsakar oxidativ stress. [Emre et al 2012](#).¹⁸
- Mobilstrålning orsakar oxidativ stress och påverkar viktiga signalsubstanser (noradrenalin och dopamin) i fosters hjärnor, då deras mödrar exponerats för mobilstrålning. [Jing et al 2012](#).¹⁹
- Mobilstrålning skadar fertiliteten och försvårar reparation av cellskador och ökar bildningen av fria radikaler. [Kesari et al 2011](#).²⁰
- Personal som exponeras för pulssade mikrovågor från radaranläggningar har genetiska och andra förändringar i blodceller. Oxidativ stress är den sannolika mekanismen för uppkomsten av de konstaterade DNA-skadorna i blodcellerna. [Garaj-Vrhovac et al 2010](#).²¹
- Mobilstrålning orsakar oxidativ stress. [Gumral et al 2009](#).²²
- Oxidativ skada på kaniner som exponerats för mobilstrålning (GSM 1800) under fostertiden. [Tomruk et al 2009](#).²³
- Mobilstrålning skadar hjärncellers DNA genom oxidativ stress: [Xu et al 2009](#).²⁴
- Mobilmaster orsakar oxidativ stress samt ökad förekomst av grå starr i kalvars ögon. [Hässig et al 2009](#).²⁵
- Mobilstrålning leder till oxidativ stress och DNA-skador i lymfocyter från möss. [Gajski et al 2009](#).²⁶
- Mobilstrålning orsakar oxidativ stress och DNA-skador i spermier. [De luliis et al 2009](#).²⁷
- Mobilstrålning orsakar oxidativ stress och försämrar spermiers rörlighet. [Mailankot et al 2009](#).²⁸
- Mobilstrålning orsakar oxidativ stress och DNA-skada i leukocyter från möss. [Garaj-Vrhovac et al 2009](#).²⁹

Forskning som visar DNA-skador

- Mobilstrålning (GSM 1800) orsakar DNA-skada på celler. [Xu et al 2013](#).³⁰

- Mobilstrålning långt under gällande gränsvärde orsakar oxidativ stress och gentoxiska effekter på daggmaskar. Effekterna ökade med ökad exponering och vid modulerad signal. [Tkalec et al 2013](#).³¹
- Mobilstrålning (GSM 1800) orsakar oxidativ stress och skada på DNA vid icke-termiska nivåer. [Liu et al 2012](#).³²
- Mikrovågor vid 2,45 GHz (Wifi trådlöst datanätverk) vid nivåer långt under gällande gränsvärde (0,002 W/kg) orsakar försämrad fertilitet och skador på embryo hos möss som exponerats. Strålningen orsakar oxidativ stress som kan leda till DNA-skador. [Shahin et al 2013](#).³³
- Exponering för mobilstrålning under gällande gränsvärde (0,6W/kg), en timma om dagen i två veckor, kan orsaka DNA-skador i lever och njurceller från råttor. [Trosić et al 2011](#).³⁴
- Celler som exponeras för lågfrekventa elektromagnetiska fält vid 1 mikrottesla (100 gånger under gällande gränsvärde) får ökad förekomst av friradikalbildning och skador på DNA. [Buldak et al 2012](#).³⁵
- Exponering av celler i över 2 timmar för mobilstrålning under gällande gränsvärde leder till bildning av fria radikaler, DNA-skador och celdöd (apoptos). [Lu et al 2012](#).³⁶
- Lågfrekventa elektromagnetiska fält (50 Hz) långt under gällande gränsvärde (10 mikrottesla, gränsvärdet är 100) leder till ökad förekomst av markörer för DNA-skada (mikrokärntest). Undersökningen bekräftade också ännu en gång att elektromagnetiska fält orsakar oxidativ stress. [Miyakoshi et al 2012](#).³⁷
- Strålning från Wifi skadar DNA och påverkan på enzymer viktiga för cellernas försvar mot skada. [Atasoy et al 2012](#).³⁸
- Mobilstrålning långt under gränsvärdet skadar hjärncellers DNA och förändrar gener, vilket kan leda till cancer. [Karaca et al 2011](#).³⁹
- Lågfrekventa elektromagnetiska fält skadar DNA vid nivåer långt under ICNIRP:s gränsvärde. [Kim et al 2010](#).⁴⁰
- Personal som exponeras för pulstade mikrovågor från radaranläggningar har genetiska och andra förändringar i blodceller. Oxidativ stress är den sannolika mekanismen för uppkomsten av de observerade DNA-skadorna i blodcellerna. [Garaj-Vrhovac et al 2010](#).⁴¹
- Råttor som exponerades under 2 timmar per dag i 35 dagar för effektnivåer 1 W/kg (gränsvärdet är 2 W/kg) fick DNA-skador på hjärncellerna. Råttorna var åldermässigt motsvarande barn. [Paulray & Behari 2010](#).⁴²
- Lågfrekventa elektromagnetiska fält orsakar DNA-skada i mänskliga celler. [Focke et al 2009](#).⁴³ Detta är en upprepning av REFLEX-resultaten [Ivancsits et al 2002](#)⁴⁴; [Winker et al 2005](#).⁴⁵
- Mobilstrålning skadar hjärncellers DNA genom oxidativ stress: [Xu et al 2009](#).⁴⁶
- Lågfrekventa fält skadar DNA [Yokus et al 2009](#).⁴⁷
- Studie visar DNA-skada i celler efter att de exponerats för mobilstrålning (GSM 1800). Studien visar också att signalens karaktär har betydelse för effekten: en kontinuerlig icke-modulerad signal orsakade inga effekter, i motsats till den amplitud-modulerade signalen. Dessa resultat bekräftar de tidigare [Reflex-resultaten](#)⁴⁸ från Universitetet i Wien. [Franzelli et al 2009](#).⁴⁹
- Mobilstrålning leder till oxidativ stress och DNA-skador i lymfocyter från möss. [Gajski et al 2009](#).⁵⁰
- Mobilstrålning orsakar oxidativ stress och DNA-skador i spermier. [De Luliis et al 2009](#).⁵¹
- Mobilstrålning/wifi-strålning vid 2,45 GHz under gällande gränsvärden orsakar oxidativ stress och DNA-skada. [Garaj-Vrhovac et al 2009](#).⁵²
- Sammanställning av forskning om genetiska effekter. Sammantaget finns det omfattande belegg (49 studier) som har visat gentoxiska effekter av radiofrekvent strålning. 8 studier att RF ökar den gentoxiska effekten av andra kemikalier. [Ruediger HW 2009](#).⁵³
- Mobilstrålning (3G) försämrar cellers naturliga försvar mot DNA-skada. [Belyaev et al 2008](#).⁵⁴
- Mobilstrålning (3G) orsakar DNA-skador i mänskliga celler. [Schwartz et al 2008](#).⁵⁵

Strålskyddsstiftelsen är en insamlingsstiftelse som arbetar för att människor och miljö skyddas mot skadlig elektromagnetisk strålning genom att informera om riskerna och publicera rekommendationer. Stiftelsen verkar för skärpt lagstiftning, stärkt konsumentskydd samt stöd till de som redan skadats.

☎ 010-101 16 20 | info@stralskyddsstiftelsen.se | www.stralskyddsstiftelsen.se

STÖD STRÅLSKYDDSSTIFTELSENS ARBETE
SÄTT IN DIN GÅVA PÅ **BANKGIRO 814-8504**

 **Strålskyddsstiftelsen**
Swedish Radiation Protection Foundation

- ¹ Tkalec M, Stambuk A, Srut M, Malarić K, Klobučar GI. Oxidative and genotoxic effects of 900MHz electromagnetic fields in the earthworm *Eisenia fetida*. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2013 Jan 23. doi:pil: S0147-6513(12)00458-7.10.1016/j.ecoenv.2012.12.005. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 23352129.
- ² Shahin S, Singh VP, Shukla RK, Dhawan A, Gangwar RK, Singh SP, Chaturvedi CM. 2.45 GHz Microwave Irradiation-Induced Oxidative Stress Affects Implantation or Pregnancy in Mice, *Mus musculus*. *Appl Biochem Biotechnol*. 2013 Jan 22. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 23334843.
- ³ Nazıroğlu M, Çelik Ö, Özgül C, Çiğ B, Doğan S, Bal R, Gümral N, Rodríguez AB, Pariente JA. 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 Feb 1;105(3):683-92. doi: 10.1016/j.physbeh.2011.10.005. Epub 2011 Oct 12. PubMed PMID: 22019785.
- ⁴ Selaković V, Rauš Balind S, Radenović L, Prolić Z, Janać B. Age-Dependent Effects of ELF-MF on Oxidative Stress in the Brain of Mongolian Gerbils. *Cell Biochem Biophys*. 2013 Jan 6. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 23292355.
- ⁵ Khirazova EE, Baizhumanov AA, Trofimova LK, Deev LI, Maslova MV, Sokolova NA, Kudryashova NY. Effects of GSM-Frequency Electromagnetic Radiation on Some Physiological and Biochemical Parameters in Rats. *Bull Exp Biol Med*. 2012 Oct;153(6):816-9. English, Russian. PubMed PMID: 23113292.
- ⁶ Kesari KK, Behari J. Evidence for mobile phone radiation exposure effects on reproductive pattern of male rats: role of ROS. *Electromagn Biol Med*. 2012 Sep;31(3):213-22. doi: 10.3109/15368378.2012.700292. PubMed PMID: 22897402.
- ⁷ Hamzany Y, Feinmesser R, Shpitzer T, Mizrahi A, Hilly O, Hod R, Bahar G, Otradnov I, Gavish M, Nagler RM. Is human saliva an indicator of the adverse health effects of using mobile phones? *Antioxid Redox Signal*. 2013 Feb 20;18(6):622-7. doi: 10.1089/ars.2012.4751. Epub 2012 Oct 9. PubMed PMID: 22894683.
- ⁸ 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 Jul;67(7):785-92. PubMed PMID: 22892924; PubMed Central PMCID: PMC3400170.
- ⁹ 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 Feb;89(2):128-31. doi: 10.3109/09553002.2012.721051. Epub 2012 Sep 7. PubMed PMID: 22892052.
- ¹⁰ Bułdak RJ, Polaniak R, Bułdak L, Zwirska-Korczala K, Skonieczna M, Monsiol A, Kukla M, Duława-Bułdak A, Birkner E. Short-term exposure to 50 Hz ELF-EMF alters the cisplatin-induced oxidative response in AT478 murine squamous cell carcinoma cells. *Bioelectromagnetics*. 2012 Dec;33(8):641-51. doi: 10.1002/bem.21732. Epub 2012 Apr 25. PubMed PMID: 22535669.
- ¹¹ Avci B, Akar A, Bilgici B, Tunçel ÖK. Oxidative stress induced by 1.8 GHz radio frequency electromagnetic radiation and effects of garlic extract in rats. *Int J Radiat Biol*. 2012 Nov;88(11):799-805. doi: 10.3109/09553002.2012.711504. Epub 2012 Aug 8. PubMed PMID: 22788526.
- ¹² Lu YS, Huang BT, Huang YX. Reactive oxygen species formation and apoptosis in human peripheral blood mononuclear cell induced by 900 MHz mobile phone radiation. *Oxid Med Cell Longev*. 2012;2012:740280. doi: 10.1155/2012/740280. Epub 2012 Jun 14. PubMed PMID: 22778799; PubMed Central PMCID: PMC3384892.

-
- ¹³ La Vignera S, Condorelli RA, Vicari E, D'Agata R, Calogero AE. Effects of the exposure to mobile phones on male reproduction: a review of the literature. *J Androl*. 2012 May-Jun;33(3):350-6. doi: 10.2164/jandrol.111.014373. Epub 2011 Jul 28. Review. PubMed PMID: 21799142.
- ¹⁴ Chevion M, Berenshtein E, Stadtman ER. Human studies related to protein oxidation: protein carbonyl content as a marker of damage. *Free Radic Res*. 2000 Nov;33 Suppl:S99-108. Review. PubMed PMID: 11191280.
- ¹⁵ Dasdag S, Akdag 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 Mar;31(1):67-74. doi: 10.3109/15368378.2011.624654. Epub 2012 Jan 23. PubMed PMID: 22268730.
- ¹⁶ Miyakoshi Y, Kajihara C, Shimizu H, Yanagisawa H. Tempol suppresses micronuclei formation in astrocytes of newborn rats exposed to 50-Hz, 10-mT electromagnetic fields under bleomycin administration. *Mutat Res*. 2012 Aug 30;747(1):138-41. doi: 10.1016/j.mrgentox.2012.05.001. Epub 2012 May 14. PubMed PMID: 22617403.
- ¹⁷ Chu LY, Lee JH, Nam YS, Lee YJ, Park WH, Lee BC, Kim D, Chung YH, Jeong JH. Extremely low frequency magnetic field induces oxidative stress in mouse cerebellum. *Gen Physiol Biophys*. 2011 Dec;30(4):415-21. doi: 10.4149/gpb_2011_04_415. PubMed PMID: 22131325.
- ¹⁸ Emre M, Cetiner S, Zencir S, Unlukurt I, Kahraman I, Topcu Z. Oxidative stress and apoptosis in relation to exposure to magnetic field. *Cell Biochem Biophys*. 2011 Mar;59(2):71-7. doi: 10.1007/s12013-010-9113-0. PubMed PMID: 20824388.
- ¹⁹ 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 Mar;31(1):57-66. doi: 10.3109/15368378.2011.624652. Epub 2012 Jan 23. PubMed PMID: 22268709.
- ²⁰ Kesari KK, Kumar S, Behari J. Mobile phone usage and male infertility in Wistar rats. *Indian J Exp Biol*. 2010 Oct;48(10):987-92. PubMed PMID: 21299041.
- ²¹ Garaj-Vrhovac V, Gajski G, Pažanin S, Sarolić A, Domijan AM, Flajs D, Peraica M. Assessment of cytogenetic damage and oxidative stress in personnel occupationally exposed to the pulsed microwave radiation of marine radar equipment. *Int J Hyg Environ Health*. 2011 Jan;214(1):59-65. doi: 10.1016/j.ijheh.2010.08.003. Epub 2010 Sep 15. PubMed PMID: 20833106.
- ²² Gumral N, Naziroglu M, Koyu A, Ongel K, Celik O, Saygin M, Kahriman M, Caliskan S, Kayan M, Gencil O, Flores-Arce MF. Effects of selenium and L-carnitine on oxidative stress in blood of rat induced by 2.45-GHz radiation from wireless devices. *Biol Trace Elem Res*. 2009 Dec;132(1-3):153-63. doi: 10.1007/s12011-009-8372-3. PubMed PMID: 19396408.
- ²³ Tomruk A, Guler G, Dincel AS. The influence of 1800 MHz GSM-like signals on hepatic oxidative DNA and lipid damage in nonpregnant, pregnant, and newly born rabbits. *Cell Biochem Biophys*. 2010;56(1):39-47. doi: 10.1007/s12013-009-9068-1. PubMed PMID: 19851891.
- ²⁴ Xu S, Zhou Z, Zhang L, Yu Z, Zhang W, Wang Y, Wang X, Li M, Chen Y, Chen C, He M, Zhang G, Zhong M. Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation induces oxidative damage to mitochondrial DNA in primary cultured neurons. *Brain Res*. 2010 Jan 22;1311:189-96. doi: 10.1016/j.brainres.2009.10.062. Epub 2009 Oct 30. PubMed PMID: 19879861.
- ²⁵ 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 Oct;151(10):471-8. doi: 10.1024/0036-7281.151.10.471. PubMed PMID: 19780007.
- ²⁶ Gajski G, Garaj-Vrhovac V. Radioprotective effects of honeybee venom (*Apis mellifera*) against 915-MHz microwave radiation-induced DNA damage in wistar rat lymphocytes: in vitro study. *Int J Toxicol*. 2009 Mar-Apr;28(2):88-98. doi: 10.1177/1091581809335051. PubMed PMID: 19482833.
- ²⁷ De Iuliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. *PLoS One*. 2009 Jul 31;4(7):e6446. doi: 10.1371/journal.pone.0006446. PubMed PMID: 19649291; PubMed Central PMCID: PMC2714176.

-
- ²⁸ Mailankot M, Kunnath AP, Jayalekshmi H, Koduru B, Valsalan R. Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8GHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats. *Clinics (Sao Paulo)*. 2009;64(6):561-5. PubMed PMID: 19578660; PubMed Central PMCID: PMC2705159.
- ²⁹ Garaj-Vrhovac V, Gajski G, Trosić I, Pavčić I. Evaluation of basal DNA damage and oxidative stress in Wistar rat leukocytes after exposure to microwave radiation. *Toxicology*. 2009 May 17;259(3):107-12. doi: 10.1016/j.tox.2009.02.008. Epub 2009 Mar 4. PubMed PMID: 19428950.
- ³⁰ Xu S, Chen G, Chen C, Sun C, Zhang D, Murbach M, Kuster N, Zeng Q, Xu Z. Cell Type-Dependent Induction of DNA Damage by 1800 MHz Radiofrequency Electromagnetic Fields Does Not Result in Significant Cellular Dysfunctions. *PLoS One*. 2013;8(1):e54906. doi: 10.1371/journal.pone.0054906. Epub 2013 Jan 23. PubMed PMID: 23355902; PubMed Central PMCID: PMC3552808.
- ³¹ Tkalec M, Stambuk A, Srut M, Malarić K, Klobučar GI. Oxidative and genotoxic effects of 900MHz electromagnetic fields in the earthworm *Eisenia fetida*. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2013 Jan 23. doi:p11: S0147-6513(12)00458-7. 10.1016/j.ecoenv.2012.12.005. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 23352129.
- ³² Liu C, Duan W, Xu S, Chen C, He M, Zhang L, Yu Z, Zhou Z. Exposure to 1800MHz radiofrequency electromagnetic radiation induces oxidative DNA base damage in a mouse spermatocyte-derived cell line. *Toxicol Lett*. 2013 Jan 18;218(1):2-9. doi: 10.1016/j.toxlet.2013.01.003. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 23333639.
- ³³ Shahin S, Singh VP, Shukla RK, Dhawan A, Gangwar RK, Singh SP, Chaturvedi CM. 2.45 GHz Microwave Irradiation-Induced Oxidative Stress Affects Implantation or Pregnancy in Mice, *Mus musculus*. *Appl Biochem Biotechnol*. 2013 Jan 22. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 23334843.
- ³⁴ Trosić I, Pavčić I, Milković-Kraus S, Mladinić M, Zeljezić D. Effect of electromagnetic radiofrequency radiation on the rats' brain, liver and kidney cells measured by comet assay. *Coll Antropol*. 2011 Dec;35(4):1259-64. PubMed PMID: 22397269.
- ³⁵ Bułdak RJ, Polaniak R, Bułdak L, Zwirska-Korczala K, Skonieczna M, Monsiol A, Kukla M, Duława-Bułdak A, Birkner E. Short-term exposure to 50 Hz ELF-EMF alters the cisplatin-induced oxidative response in AT478 murine squamous cell carcinoma cells. *Bioelectromagnetics*. 2012 Dec;33(8):641-51. doi: 10.1002/bem.21732. Epub 2012 Apr 25. PubMed PMID: 22535669.
- ³⁶ Lu YS, Huang BT, Huang YX. Reactive oxygen species formation and apoptosis in human peripheral blood mononuclear cell induced by 900 MHz mobile phone radiation. *Oxid Med Cell Longev*. 2012;2012:740280. doi: 10.1155/2012/740280. Epub 2012 Jun 14. PubMed PMID: 22778799; PubMed Central PMCID: PMC3384892.
- ³⁷ Miyakoshi Y, Kajihara C, Shimizu H, Yanagisawa H. Tempol suppresses micronuclei formation in astrocytes of newborn rats exposed to 50-Hz, 10-mT electromagnetic fields under bleomycin administration. *Mutat Res*. 2012 Aug 30;747(1):138-41. doi: 10.1016/j.mrgentox.2012.05.001. Epub 2012 May 14. PubMed PMID: 22617403.
- ³⁸ 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*. 2012 Mar 30. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 22465825.
- ³⁹ Karaca E, Durmaz B, Aktug H, Yildiz T, Guducu C, Irgi M, Koksai MG, Ozkinay F, Gunduz C, Cogulu O. The genotoxic effect of radiofrequency waves on mouse brain. *J Neurooncol*. 2012 Jan;106(1):53-8. doi: 10.1007/s11060-011-0644-z. Epub 2011 Jul 6. Erratum in: *J Neurooncol*. 2012 May;107(3):665. Altug, Huseyin [corrected to Aktug, Huseyin]. PubMed PMID: 21732071.
- ⁴⁰ Kim J, Ha CS, Lee HJ, Song K. Repetitive exposure to a 60-Hz time-varying magnetic field induces DNA double-strand breaks and apoptosis in human cells. *Biochem Biophys Res Commun*. 2010 Oct 1;400(4):739-44. doi: 10.1016/j.bbrc.2010.08.140. Epub 2010 Sep 15. PubMed PMID: 20816755.
- ⁴¹ Garaj-Vrhovac V, Gajski G, Pažanin S, Sarolić A, Domijan AM, Flajs D, Peraica M. Assessment of cytogenetic damage and oxidative stress in personnel occupationally exposed to the pulsed microwave radiation of marine radar equipment. *Int J Hyg Environ Health*. 2011 Jan;214(1):59-65. doi: 10.1016/j.ijheh.2010.08.003. Epub 2010 Sep 15. PubMed PMID: 20833106.

-
- ⁴² Paulraj R, Behari J. Single strand DNA breaks in rat brain cells exposed to microwave radiation. *Mutat Res.* 2006 Apr 11;596(1-2):76-80. Epub 2006 Feb 2. PubMed PMID: 16458332.
- ⁴³ Focke F, Schuermann D, Kuster N, Schär P. DNA fragmentation in human fibroblasts under extremely low frequency electromagnetic field exposure. *Mutat Res.* 2010 Jan 5;683(1-2):74-83. doi: 10.1016/j.mrfmmm.2009.10.012. Epub . PubMed PMID: 19896957.
- ⁴⁴ Ivancsits S, Diem E, Pilger A, Rüdiger HW, Jahn O. Induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to extremely-low-frequency electromagnetic fields in human diploid fibroblasts. *Mutat Res.* 2002 Aug 26;519(1-2):1-13. PubMed PMID: 12160887.
- ⁴⁵ Winker R, Ivancsits S, Pilger A, Adlkofer F, Rüdiger HW. Chromosomal damage in human diploid fibroblasts by intermittent exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields. *Mutat Res.* 2005 Aug 1;585(1-2):43-9. PubMed PMID: 16009595.
- ⁴⁶ Xu S, Zhou Z, Zhang L, Yu Z, Zhang W, Wang Y, Wang X, Li M, Chen Y, Chen C, He M, Zhang G, Zhong M. Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation induces oxidative damage to mitochondrial DNA in primary cultured neurons. *Brain Res.* 2010 Jan 22;1311:189-96. doi: 10.1016/j.brainres.2009.10.062. Epub 2009 Oct 30. PubMed PMID: 19879861.
- ⁴⁷ Yokus B, Cakir DU, Akdag MZ, Sert C, Mete N. Oxidative DNA damage in rats exposed to extremely low frequency electro magnetic fields. *Free Radic Res.* 2005 Mar;39(3):317-23. PubMed PMID: 15788236.
- ⁴⁸ Diem E, Schwarz C, Adlkofer F, Jahn O, Rüdiger H. Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutat Res.* 2005 Jun 6;583(2):178-83. PubMed PMID: 15869902.
- ⁴⁹ Franzellitti S, Valbonesi P, Ciancaglini N, Biondi C, Contin A, Bersani F, Fabbri E. Transient DNA damage induced by high-frequency electromagnetic fields (GSM 1.8 GHz) in the human trophoblast HTR-8/SVneo cell line evaluated with the alkaline comet assay. *Mutat Res.* 2010 Jan 5;683(1-2):35-42. doi: 10.1016/j.mrfmmm.2009.10.004. Epub . PubMed PMID: 19822160.
- ⁵⁰ Gajski G, Garaj-Vrhovac V. Radioprotective effects of honeybee venom (*Apis mellifera*) against 915-MHz microwave radiation-induced DNA damage in wistar rat lymphocytes: in vitro study. *Int J Toxicol.* 2009 Mar-Apr;28(2):88-98. doi: 10.1177/1091581809335051. PubMed PMID: 19482833.
- ⁵¹ De Iuliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. *PLoS One.* 2009 Jul 31;4(7):e6446. doi: 10.1371/journal.pone.0006446. PubMed PMID: 19649291; PubMed Central PMCID: PMC2714176.
- ⁵² Garaj-Vrhovac V, Gajski G, Trosić I, Pavčić I. Evaluation of basal DNA damage and oxidative stress in Wistar rat leukocytes after exposure to microwave radiation. *Toxicology.* 2009 May 17;259(3):107-12. doi: 10.1016/j.tox.2009.02.008. Epub 2009 Mar 4. PubMed PMID: 19428950.
- ⁵³ Ruediger HW. Genotoxic effects of radiofrequency electromagnetic fields. *Pathophysiology.* 2009 Aug;16(2-3):89-102. doi: 10.1016/j.pathophys.2008.11.004. Epub 2009 Mar 13. PubMed PMID: 19285841.
- ⁵⁴ Belyaev IY, Markovà E, Hillert L, Malmgren LO, Persson BR. Microwaves from UMTS/GSM mobile phones induce long-lasting inhibition of 53BP1/gamma-H2AX DNA repair foci in human lymphocytes. *Bioelectromagnetics.* 2009 Feb;30(2):129-41. doi: 10.1002/bem.20445. PubMed PMID: 18839414.
- ⁵⁵ Schwarz C, Kratochvil E, Pilger A, Kuster N, Adlkofer F, Rüdiger HW. Radiofrequency electromagnetic fields (UMTS, 1,950 MHz) induce genotoxic effects in vitro in human fibroblasts but not in lymphocytes. *Int Arch Occup Environ Health.* 2008 May;81(6):755-67. doi: 10.1007/s00420-008-0305-5. Epub 2008 Feb 16. PubMed PMID: 18278508.