

Faktablad om effekter på minne och inlärning

Forskningen har många gånger visat att mikrovågsstrålning från trådlös teknik och lågfrekventa fält försämrar minnet och inlärningsförmågan i såväl djurförsök som forskning på människor. Nedanstående lista på forskning visar att enbart ur denna aspekt bör sådan strålning reduceras.

Forskning som visar effekter på minne och inlärning:

- Människor som exponeras för förhöjda nivåer av mikrovågsstrålning från mobilbasstationer har förhöjd förekomst av sömnsvårigheter, huvudvärk, trötthet, ångest, minnesproblem med mera trots att den uppmätta strålningen var 1250 gånger eller mer under gällande gränsvärden. Över 90% av deltagarna i den högst exponerade gruppen hade minnesproblem. Juli 2025¹
- Råttor exponerade för flertalet frekvenser mellan 1 och 4 GHz, pulsmodulerade, 2 timmar om dagen, 5 dagar i veckan under 8 veckor fick försämrat minne samt stresspåverkan. Mars 2025²
- Djurförsök där råttor exponerades för 900 MHz 1 timma om dagen under 4 veckor uppvisade påverkan på minne. Exponeringen orsakade apoptos i hippocampus – den del av hjärnan som är viktig för minnet. Vidare orsakades apoptos och lymfocytisk infiltration i binjuren. Mars 2025³
- Råttor exponerade för 5G-liknande strålning 3,5 GHz vid nivåer långt under gällande gränsvärde (0,19 W/kg) 1 timma om dagen 5 dagar i veckan under 6 veckor fick inte påverkan på minne däremot betydande påverkan på gener, vilket potentiellt kan påverka glutamat synapser och mitokondriell aktivitet. Forskarna utesluter inte att andra minnestester än de som gjordes i studien hade visat negativ påverkan på minnet. Mars 2025⁴
- Djurförsök (råttor) visar att samtidig exponering för 2,8 GHz och 9,3 GHz orsakade skador på hippocampusvävnad, hämmade hjärnaktiviteten och påverkade hippocampusneuroners metabolism. Inlärnings- och minnesförmåga försämrades. Kombination av både 2,8 och 9,3 minskade råttornas inlärnings- och minnesförmåga mer än exponering för en enda frekvens. Exponeringen relativt hög dock vid icke-termisk nivå. Januari 2025⁵
- Översiktsartikel gällande kognitiv påverkan på barn/tonåringar 14-17 år av WiFi-strålning drar slutsats att exponeringen leder till försämrad uppmärksamhet och minne. 2024⁶
- Översiktsartikel drar slutsatsen att EMF kan påverka celler och molekylära mekanismer i hjärnan som kan leda till påverkan på minne och kognitiv förmåga. 2024⁷
- Översiktsartikel drar slutsats att exponeringar för vissa former av EMF kan och orsaka inlärnings- och minnesproblem, depression och ångest. November 2024⁸
- Exponering före födseln för mobilstrålning leder till försämrat minne och inlärningsförmåga samt stressbeteende hos avkomman (djurförsök). Juli 2024⁹
- Fallstudier av 16 personer som exponerats för 5G nära bostäderna visar att de på kort tid utvecklade sömnproblem, huvudvärk, trötthet, ökad irritabilitet, koncentrations- och minnesproblem, vilka var de mest svåra och förekommande symptomen. Juni 2024¹⁰
- Vaktlar utsatta för 2,45 GHz WiFi-strålning fick skadlig påverkan på hjärnan och hippocampus (bland annat inflammation, betydande minskning av nissilämnena i hippocampusområdet i hjärnan, vilket indikerar neurodegeneration genom oxidativ stressmedierad hippocampusapoptos). Mars 2024¹¹
- Lågfrekventa magnetfält försämrar minnet i djurförsök. December 2023¹²
- Kombinerad exponering för mikrovågor och elektromagnetiska pulser försämrar minnet och inlärning i djurförsök. Båda exponeringarna var för sig försämrade minnet och inlärning. Strålningen orsakar ferroptosis, programmerad celledöd i hippocampus. Juli 2023¹³

- Exponering för 2.856 and 9.375 GHz orsakar försämrat minne i djurförsök. Februari 2023¹⁴
- Möss som exponeras för mikrovågor 2,856 GHz får påverkan på hjärnans funktion som bland annat leder till försämrat minne. April 2023¹⁵
- Forskningsöversikt konstaterar att kronisk exponering för lågfrekventa magnetfält kan försämra minnet. Februari 2023¹⁶
- Glukokortikoidreceptorer i hippocampus som har betydelse för kognitiv förmåga och minne påverkas när råttor exponeras för 2,45 GHz mikrovågor. December 2022¹⁷
- Råttor som exponeras för icke-termisk nivå av mikrovågsstrålning 1,5 GHz får försämrat minne och förändringar i hippocampus i hjärnan. December 2022.¹⁸
- Exponering för 2,45 GHz mikrovågsstrålning orsakar förändringar i hjärnan som i sin tur har betydelse för inlärning och minne. Strålningen skadade både exponerade foster och vuxna djur och kan påverka kommande generationer. December 2022¹⁹
- Djurförsök visar att exponering för kontinuerlig 2450 MHz före och efter födseln kan orsaka förändringar i funktionen hos MAPK-signalvägen, vilket påverkar inlärning och minne, och kan skada både fostrets och vuxnas hjärnvävnad samt kan påverka hjärnan hos kommande generationer. November 2022²⁰
- Samtidig exponering för 1,5 GHz och 4,3 GHz mobilstrålning försämrar minnet i djurförsök. September 2022²¹
- Fallstudie: Person som utsattes för 7,852 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ från basstation för 4G ovanför arbetsrummet utvecklade snabbt mikrovågssyndromet inklusive försämrat minne. Mars 2022²²
- Råttor exponerade för mobilstrålning 2,1 GHz fick försämrade inlärning och cellskador i hippocampus, viktigt för minnet. 2020²³
- Råttor exponerade för mobilstrålning upp till 4 timmar om dagen under 90 dagar fick försämrat minne. Juli 2020²⁴
- Råttor som exponerades för mobilstrålning under de första 19 dagarna under fostertiden, fick försämrat minne och inlärningsförmåga. Effekterna kvarstod vid äldre ålder. Juni 2020²⁵
- Försämrat minne hos råttor som exponerats för mobilstrålning. Maj 2020²⁶
- Exponering för 1800-2100 MHz orsakar skada och minskat antal neuroner i hjärnans hippocampus, vilket försämrar inlärning och minne. Resultat av djurstudie. Februari 2019²⁷
- Barn i åldern 13-16 år som exponeras för strålning från basstationer i närheten av skolan har försämrat minne och uppmärksamhet. Januari 2019²⁸
- Forskning visar genomgående försämrat minne bland ungdomar som utsätts för 1,000–4,000 mJ/kg varje dag under ett år. Översiktsartikel författad av tidigare medlem i ICNIRP som nu är kritisk till de extremt höga gränsvärdena som ICNIRP rekommenderar. Februari 2019²⁹
- Ungdomar 15-19 år som använder mobilen har försämrade minnesfunktion. Studie bland 670 mobilanvändande ungdomar i Schweiz. Juli 2018³⁰
- Djurförsök visar att mobilstrålning (GSM 900) försämrar minnet. Råttor exponerades under 4 veckor. Juli 2018.³¹
- Djurförsök visar att mobilstrålning orsakar skadliga förändringar i hjärncellers genuttryck som kan förklara bland annat att minnet försämras i tidigare djurförsök.³²
- Råttor exponerade för WiFi strålning 2,45 GHz får beteendeförändringar och ökad förekomst av markör för celledöd i hjärnan (caspase 3) samt oxidativ stress. Frekvensen 2,45 GHz gav större effekt än 1,8 GHz och 900 MHz. Råttorna exponerades fyra timmar om dagen i 45 dagar. Forskarna drar slutsatsen att studien klart visar att strålningen leder till skadliga effekter på hjärnan vilka leder till försämrade inlärning och minne och ett förändrat, ångestliknande beteende.³³ Mars 2018.
- Djurförsök visar att magnetfält 7,5 kHz påverkar inlärning och minne sannolikt via en inflammatorisk reaktion i hippocampus.³⁴ December 2017
- Exponering för mikrovågsstrålning vid 10 GHz skadar hjärnan i djurförsök bland annat försämrat minne och inlärningsförmåga, oxidativ stress.³⁵ Maj 2017
- Användning av mobiltelefoner har signifikant negativ påverkan på arbetsminne bland exponerade människor i provokationsstudie. Effekter observerade redan efter 5 minuter. Störst påverkan på människor i åldern över 60 år samt för personer med kognitiva problem. September 2017³⁶
- Mobilstrålning GSM 900 och 1800 skadar celler i hjärnans hippocampus (minne mm) i djurförsök.³⁷ Mars 2016

- Förhöjda nivåer av lågfrekventa magnetfält orsakar försämrat minne.³⁸ Juni 2016
- Ju större användning av mobilen eller exponering för mobilstrålning, ju sämre minne bland ungdomar. Undersökning från Schweiz.³⁹ Juli 2015
- Exponering för mobilstrålning vid låga nivåer, en timma om dagen under längre tid (åtta veckor i denna undersökning av möss) påverkar gener. Kan orsaka försämrad inlärning och försämrat minne genom ett påverka proteiner och metaboliska processer kopplade till hjärnans funktion och sjukdomar.⁴⁰ September 2015
- Kronisk exponering för mobilstrålning 1800 MHz leder till sänkta halter av signalsubstanser (serotonin, dopamin mfl) vilka är viktiga för minne, inlärning och psykisk hälsa.⁴¹ Februari 2015
- Mobilstrålning påverkar produktionen av serotonin, vilket bland annat har betydelse för minne, inlärning och psykisk hälsa.⁴² Februari 2015
- Möss som exponeras för mobilstrålning, tre timmar om dagen i 28 dagar, får försämrat minne och den skyddande blod-hjärnbarriär blir genomsläpplig. Bekräftar tidigare undersökningar som också visat påverkan på blodhjärnbarriär och minne.⁴³ Januari 2015
- Råttor som exponeras för strålning från mobiltelefoner får skadliga förändringar i hjärnceller, oxidativ stress och försämrat minne och inlärning. December 2014⁴⁴
- Möss som exponeras för mikrovågsstrålning får försämrat minne. GABA, en signalsubstans i hjärnan som har betydelse för bland annat minnet, påverkas.⁴⁵ April 2014
- Lågfrekventa elektromagnetiska fält påverkar funktioner i hjärnans som bland annat berör minne och inlärning.⁴⁶ April 2014
- Möss som exponeras för mobilstrålning under fostertiden får försämrad minne- och inlärningsförmåga.⁴⁷ Mars 2014
- Exponering för mobilstrålning GSM 1800 i upp till 120 minuter dagligen i 30 dagar vid nivåer under gällande gränsvärde ledde till försämrat minne och inlärningsförmåga hos möss. Tillskott av selen hade skyddande effekt.⁴⁸ Februari 2014
- Exponering för lågfrekventa elektromagnetiska fält orsakar förändringar i hjärnan som kan förklara försämrad inlärning och minne.⁴⁹ Januari 2014
- Aluminium och lågfrekventa elektromagnetiska fält har samma negativa påverkan på hjärnan genom försämrat minne och försämrat försvar mot oxidativ stress i djurförsök.⁵⁰ Oktober 2013
- Mobilstrålning långt under gällande gränsvärden förändrar signalsubstanser i hjärnan på möss. Kan förklara rapporterade effekter på minne, inlärning och hjärnstress.⁵¹ Juli 2013.
- Mobilstrålning orsakar DNA-skada i hjärnan på möss. Kan i förlängningen leda till neurodegenerativa sjukdomar och cancer.⁵² Juli 2013
- Signifikant ökad förekomst av sömnsvårigheter, huvudvärk, yrsel, obehagskänsla, depressioner, minnesstörningar, ökad irritabilitet samt nervositet bland boende inom 300 meter från mobilmast jämfört med boende på längre avstånd. 2013⁵³
- Mobilstrålning (GSM 1800) försämrar minnet hos möss när de exponeras för mobilstrålning 90 minuter om dagen i upp till 148 dagar vid nivåer långt under gällande gränsvärde (0,11 W/kg). Januari 2013⁵⁴
- Exponering för wifi-liknande signaler (2450 MHz) orsakar försämrat glukosupptag i hjärnan som kan leda till sämre minne och inlärningsförmåga.⁵⁵ November 2012
- Råttor som exponeras för mobilstrålning under kort tid (två timmar) får påverkan på orienteringsförmågan och beteende samt förändringar som tyder på oxidativ stress⁵⁶. November 2012
- Mobilstrålning under gällande gränsvärde orsakar sämre minne och skador på hjärnan hos möss som exponerats i maximalt en månad.⁵⁷ September 2012
- Musfoster som exponeras för mycket lågfrekventa elektromagnetiska fält med komplex sammansättning får bestående hjärnskador som yttrar sig i beteendeförändringar.⁵⁸ Juli 2012
- Möss som exponeras för elektromagnetisk strålning under totalt 200 timmar vid nivåer långt under gällande gränsvärde (3 μ T) får symtom som tyder på depression/ångest. Dessutom ökade nivåerna av kortikosteron, som är kopplat till stress och försämrat minne.⁵⁹ Juli 2012
- Myror får försämrad orienteringsförmåga och minne efter exponering för GSM-strålning⁶⁰. Juni 2012
- Lågfrekventa EMF försämrar minnet hos möss.⁶¹ April 2012
- Exponering för mobilstrålning under gällande gränsvärde under fosterstadiet orsakar beteendestörningar (ADHD) och försämrad minnesförmåga hos möss.⁶² Mars 2012

- Försämrat minne, ökad trötthet hör till de effekter som observerats bland barn 7-12 år som använder mobiltelefoner. September 2011⁶³
- Möss som exponeras i åtta timmar om dagen under tre veckor får ökad förekomst av proteiner i hjärnan som är kopplade till hjärnsador och sämre minne. ⁶⁴ Oktober 2010
- Möss som exponeras för en mobiltelefon en timma per dag i fyra veckor får försämrat minne och skadade hjärnceller. ⁶⁵ Januari 2010
- Mobilstrålning försämrar minnet och den kognitiva förmågan hos råttor. ⁶⁶ April 2009
- Unga möss som exponeras för mobilstrålning får minskat antal celler i den del av hjärnan som är viktig för minnet (hippocampus). ⁶⁷ Februari 2009
- Mobilstrålning försämrar minnet hos möss som exponerats i två timmar om dagen i 55 veckor vid effektnivåer som långt underskrider gällande gränsvärden. ⁶⁸ April 2008
- I en undersökning av hälsotillstånd bland närboende till mobilmaster visades att huvudvärk, minnesstörningar, irritation och sömnproblem var de symtom som ökade mest bland de som bodde nära masten. 2006⁶⁹
- WiFi liknande strålning 2,45 GHz försämrar minnet/orienteringsförmågan bland exponerade djur. 2000⁷⁰
- WiFi-liknande strålning 2,45 GHz försämrar minnet och orienteringsförmågan bland exponerade råttor. 1994⁷¹

¹ Sailo, L., Laldinpuii, Zosangzuali, M., Weller, S., Varte, C. L., Tochwawng, L., ... Zothansiamia. (2025). Greater prevalence of symptoms associated with higher exposures to mobile phone base stations in a hilly, densely populated city in Mizoram, India. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 44(4), 385–404.
<https://doi.org/10.1080/15368378.2025.2513900>

² Kolganova, O.I., Panfilova, V.V., Izmestyeva, O.S. *et al.* The Effect of Repeated Exposure to Complexly Organized Electromagnetic Radiation on the Rat Behavior in the "Open Field" Test. *Biol Bull Russ Acad Sci* 51, 3467–3472 (2024).
<https://doi.org/10.1134/S1062359024701826>

³ Narayanan SN, Kumar RS, Kumar N, Prabhakar P, Nayak SB, Bhat PG. Possible effects of radiofrequency electromagnetic radiation on contextual fear conditioning, hippocampal perivascular space, apoptosis and adrenal gland microarchitecture in rats. *Behav Brain Res*. 2025 Mar 12;481:115424. doi: 10.1016/j.bbr.2025.115424.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166432825000105?via%3Dihub>

⁴ Lameth J, Royer J, Martin A, Marie C, Arnaud-Cormos D, Lévêque P, Poirier R, Edeline JM, Mallat M. Repeated Head Exposures to a 5G-3.5 GHz Signal Do Not Alter Behavior but Modify Intracortical Gene Expression in Adult Male Mice. *Int J Mol Sci*. 2025 Mar 10;26(6):2459. doi: 10.3390/ijms26062459. PMID: 40141104; PMCID: PMC11941837.
<https://www.mdpi.com/1422-0067/26/6/2459>

⁵ Sun L, Wang X, Ren K, Yao C, Wang H, Xu X, Wang H, Dong J, Zhang J, Yao B, Wei X, Peng R, Zhao L. Compound exposure of 2.8 GHz and 9.3 GHz microwave causes learning and memory impairment in rats. *Heliyon*. 2025 Jan 3;11(1):e41626. doi: 10.1016/j.heliyon.2025.e41626. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11760294/>

⁶ Khorseva NI, Grigoriev PE. Assessing the risk of negative effects produced by electromagnetic fields of cellular communication on the central nervous system of children and adolescents (review). Part 2. Indicators of cognitive processes. *Health Risk Analysis*, 2024, no. 3, pp. 146–154. doi: 10.21668/health.risk/2024.3.15.eng
<https://journal.fcisk.ru/eng/2024/3/15>

⁷ Abtin S, Seyedaghamiri F, Aalidaejivadi Z, Farrokhi AM, Moshrefi F, Ziveh T, Zibaii MI, Aliakbarian H, Rezaei-Tavirani M, Haghparast A. A review on the consequences of molecular and genomic alterations following exposure to electromagnetic fields: Remodeling of neuronal network and cognitive changes. *Brain Research Bulletin*, Volume 217, 2024. doi: 10.1016/j.brainresbull.2024.111090.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361923024002247>

⁸ Wang X, Ye Y, Zuo H, Li Y. Neurobiological effects and mechanisms of magnetic fields: a review from 2000 to 2023. *BMC Public Health*. 2024 Nov 8;24(1):3094. doi: 10.1186/s12889-024-18987-9.
<https://bmcpubhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-024-18987-9>

⁹ Azimzadeh M, Noorbakhshnia M. Maternal linalool treatment protects against radiofrequency wave-induced deteriorations in adolescent rats: A behavioral and electrophysiological study. *Sci Rep*. 2024 Jul 27;14(1):17257. doi: 10.1038/s41598-024-68103-5. <https://www.nature.com/articles/s41598-024-68103-5>

-
- ¹⁰ Hardell L, Nilsson M. Summary of seven Swedish case reports on the microwave syndrome associated with 5G radiofrequency radiation. *Rev Environ Health*. 2024 Jun 19. doi: 10.1515/reveh-2024-0017. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/reveh-2024-0017/html>
- ¹¹ Gupta V, Srivastava R. Ashwagandha Diminishes Hippocampal Apoptosis Induced by Microwave Radiation by Acetylcholinesterase Dependent Neuro-Inflammatory Pathway in Male *Coturnix coturnix Japonica*. *Neurochem Res*. 2024 Mar 20. doi: 10.1007/s11064-024-04127-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38506951/>
- ¹² Wang L, Li S, Li T, Zheng W, Li Y, Xu G. [Effects of 50 Hz electromagnetic field on rat working memory and investigation of neural mechanisms]. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi*. 2023 Dec 25;40(6):1135-1141. Chinese. doi: 10.7507/1001-5515.202303032. PMID: 38151936; PMCID: PMC10753306. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38151936/>
- ¹³ Lai Y, Wang H, Xu X, Dong J, Song Y, Zhao H, Wu Y, Zhao L, Wang H, Zhang J, Yao B, Zou Y, Zhou H, Peng R. Hippocampal ferroptosis is involved in learning and memory impairment in rats induced by microwave and electromagnetic pulse combined exposure. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2023 Jul;30(35):83717-83727. doi: 10.1007/s11356-023-28280-8. Epub 2023 Jun 22. PMID: 37349489; PMCID: PMC10359380. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37349489/>
- ¹⁴ Wang H, Liu Y, Sun Y, Dong J, Xu X, Wang H, Zhao X, Zhang J, Yao B, Zhao L, Liu S, Peng R. Changes in cognitive function, synaptic structure and protein expression after long-term exposure to 2.856 and 9.375 GHz microwaves. *Cell Commun Signal*. 2023 Feb 13;21(1):34. doi: 10.1186/s12964-022-01011-1. PMID: 36782203; PMCID: PMC9926547. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36782203/>
- ¹⁵ Hao Y, Liu W, Liu Y, Liu Y, Xu Z, Ye Y, Zhou H, Deng H, Zuo H, Yang H, Li Y. Effects of Nonthermal Radiofrequency Stimulation on Neuronal Activity and Neural Circuit in Mice. *Adv Sci (Weinh)*. 2023 Apr;10(11):e2205988. doi: 10.1002/advs.202205988. Epub 2023 Feb 8. PMID: 36755196; PMCID: PMC10104648. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36755196/>
- ¹⁶ Abkhezr et al. 2023The effect of Extremely Low Frequency Electromagnetic Field on spatial memory of mice and rats: A systematic review. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023969023000048>
- ¹⁷ Tarsaei M, Peyrovan ZS, Mahdavi SM, Modarresi Chahardehi A, Vafaei R, Haidari MH. Effects of 2.45 GHz Non-Ionizing Radiation on Anxiety-Like Behavior, Gene Expression, and Corticosterone Level in Male Rats. *J Lasers Med Sci*. 2022 Dec 4;13:e56. doi: 10.34172/jlms.2022.56. PMID: 37041777; PMCID: PMC10082913. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37041777/>
- ¹⁸ Wang H, Song L, Zhao L, Wang H, Xu X, Dong J, Zhang J, Yao B, Zhao X, Peng R. The dose-dependent effect of 1.5-GHz microwave exposure on spatial memory and the NMDAR pathway in Wistar rats. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2023 Mar;30(13):37427-37439. doi: 10.1007/s11356-022-24850-4. Epub 2022 Dec 27. PMID: 36574118; PMCID: PMC9792922. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9792922/>
- ¹⁹ Tan B, Canturk Tan F, Yalcin B, Dasdag S, Yegin K, Yay AH. Changes in the histopathology and in the proteins related to the MAPK pathway in the brains of rats exposed to pre and postnatal radiofrequency radiation over four generations. *J Chem Neuroanat*. 2022 Dec;126:102187. doi: 10.1016/j.jchemneu.2022.102187. Epub 2022 Oct 29. PMID: 36374647. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36374647/>
- ²⁰ Singh KV, Prakash C, Nirala JP, Nanda RK, Rajamani P. Acute radiofrequency electromagnetic radiation exposure impairs neurogenesis and causes neuronal DNA damage in the young rat brain. *Neurotoxicology*. 2023 Jan;94:46-58. doi: 10.1016/j.neuro.2022.11.001. Epub 2022 Nov 3. PMID: 36336097. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36336097/>
- ²¹ Wang H, Liu Y, Sun Y, Zhao L, Dong J, Xu X, Wang H, Zhang J, Yao B, Zhao X, Liu S, Zhang K, Peng R. Changes in rat spatial learning and memory as well as serum exosome proteins after simultaneous exposure to 1.5 GHz and 4.3 GHz microwaves. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2022 Sep 15;243:113983. doi: 10.1016/j.ecoenv.2022.113983. Epub 2022 Aug 17. PMID: 35985199. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35985199/>
- ²² Hardell L, Koppel T. Electromagnetic hypersensitivity close to mobile phone base stations - a case study in Stockholm, Sweden. *Rev Environ Health*. 2022 Mar 2;38(2):219-228. doi: 10.1515/reveh-2021-0169. PMID: 35238501. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35238501/>
- ²³ Sharma A, Sharma S, Shrivastava S, Singhal PK, Shukla S. Mobile phone induced cognitive and neurochemical consequences. *J Chem Neuroanat*. 2019 Dec;102:101684. doi: 10.1016/j.jchemneu.2019.101684. Epub 2019 Sep 22. PMID: 31553920. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31553920/>

- ²⁴ Sharma S, Shukla S. Effect of electromagnetic radiation on redox status, acetylcholine esterase activity and cellular damage contributing to the diminution of the brain working memory in rats. *J Chem Neuroanat.* 2020 Jul;106:101784. doi: 10.1016/j.jchemneu.2020.101784. Epub 2020 Mar 20. PMID: 32205214. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32205214/>
- ²⁵ Hong S, Huang H, Yang M, Wu H, Wang L. Enriched Environment Decreases Cognitive Impairment in Elderly Rats With Prenatal Mobile Phone Exposure. *Front Aging Neurosci.* 2020 Jun 4;12:162. doi: 10.3389/fnagi.2020.00162. PMID: 32581772; PMCID: PMC7287020. <https://www.frontiersin.org/journals/aging-neuroscience/articles/10.3389/fnagi.2020.00162/full>
- ²⁶ Tafakori S, Farrokhi A, Shalchyan V, Daliri MR. Investigating the impact of mobile range electromagnetic radiation on the medial prefrontal cortex of the rat during working memory. *Behav Brain Res.* 2020 Aug 5;391:112703. doi: 10.1016/j.bbr.2020.112703. Epub 2020 May 24. PMID: 32461126. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32461126/>
- ²⁷ Krishna Kishore G et al., Effect of 1800-2100 MHz Electromagnetic Radiation on Learning-Memory and Hippocampal Morphology. *Journal of Clinical and Diagnostic Research.* 2019 Feb, Vol-13(2): AC14-AC17 [https://www.jcdr.net/articles/PDF/12630/39681_CE\[Ra1\]_F\(AC\)_PF1\(PC_SL\)_PFA\(PC_KM\)_PN\(SL\).pdf](https://www.jcdr.net/articles/PDF/12630/39681_CE[Ra1]_F(AC)_PF1(PC_SL)_PFA(PC_KM)_PN(SL).pdf)
- ²⁸ 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 Jan-Feb;13(1):1557988318816914. doi: 10.1177/1557988318816914. Epub 2018 Dec 7. PMID: 30526242; PMCID: PMC6775553. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30526242/>
- ²⁹ J. C. Lin, "Memory Function and Cell Phone Microwave Exposure in Youngsters [Health Matters]," in *IEEE Microwave Magazine*, vol. 20, no. 2, pp. 16-20, Feb. 2019, doi: 10.1109/MMM.2018.2880498. keywords: {Cellular phones;Radiation protection;GSM;Monitoring;Radiation safety;Radiation effects;Smart phones;Safety}, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8608029>
- ³⁰ Foerster M. et al.: A prospective cohort study of adolescents' memory performance and individual brain dose of microwave radiation from wireless communication. *Environmental Health Perspectives*, 2018; <http://dx.doi.org/10.1289/EHP2427>
- ³¹ Ahmadi et al.; Exposure to GSM 900-MHz mobile radiation impaired inhibitory avoidance memory consolidation in rat: involvements of opioidergic and nitregeric systems. *Brain Res.* 2018 Jul; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30030983>
- ³² Fragopoulou et al. 2018; 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 [Junhttps://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29786969](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29786969)
- ³³ Varghese et al. 2018: Rats exposed to 2.45 GHz of non-ionizing radiation exhibit behavioral changes with increased brain expression of apoptotic caspase 3. *Pathophysiology* March 2018. [https://www.pathophysiologyjournal.com/article/S0928-4680\(17\)30052-4/fulltext](https://www.pathophysiologyjournal.com/article/S0928-4680(17)30052-4/fulltext)
- ³⁴ Kumari et al.; Behavioral testing of mice exposed to intermediate frequency magnetic fields indicates mild memory impairment. *PLoS One.* 2017 Dec 4; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29206232>
- ³⁵ Sharma et al.; Ten gigahertz microwave radiation impairs spatial memory, enzymes activity, and histopathology of developing mice brain; *Mol Cell Biochem.* 2017 Nov; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28470342>
- ³⁶ Kalafatakis et al. 2017; Mobile phone use for 5 minutes can cause significant memory impairment in humans. *Hell J Nucl Med.* 2017 Sep-Dec; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29324924>
- ³⁷ Muguntan et al.; Effects of Long Term Exposure of 900-1800 MHz Radiation Emitted from 2G Mobile Phone on Mice Hippocampus- A Histomorphometric Study. *J Clin Diagn Res.* 2016 Aug; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27656427?dopt=Abstract>
- ³⁸ Ghadamgahi et al.; Memory loss risk assessment for the students nearby high-voltage power lines-a case study; *Environ Monit Assess.* 2016 Jun; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27194231?dopt=Abstract>
- ³⁹ Schoeni et al. Symptoms and Cognitive Functions in Adolescents in Relation to Mobile Phone Use during Night; *PLoS One.* 2015; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4519186/>

-
- ⁴⁰ Zhao et al.; Neuritin reverses deficits in murine novel object associative recognition memory caused by exposure to extremely low-frequency (50 Hz) electromagnetic fields; *Nature Scientific Reports* volume 5; <https://www.nature.com/articles/srep11768>
- ⁴¹ Megha et al., Effect of Low-Intensity Microwave Radiation on Monoamine Neurotransmitters and Their Key Regulating Enzymes in Rat Brain; *Cell Biochem Biophys*. 2015 Se; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25672490?dopt=Abstract>
- ⁴² Eris et al.; Effect of Short-term 900 MHz low level electromagnetic radiation exposure on blood serotonin and glutamate levels; *Bratisl Lek Listy*. 2015; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25665475?dopt=Abstract>
- ⁴³ Tang et al.; Exposure to 900 MHz electromagnetic fields activates the mcp-1/ERK pathway and causes blood-brain barrier damage and cognitive impairment in rats. *Brain Res*. 2015 Mar; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25598203?dopt=Abstract>
- ⁴⁴ Saikhedkar et al.: Effects of mobile phone radiation (900 MHz radiofrequency) on structure and functions of rat brain; *Neurol Res*. 2014 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24861496>
- ⁴⁵ Qiao et al.; Reduction of Phosphorylated Synapsin I (Ser-553) Leads to Spatial Memory Impairment by Attenuating GABA Release after Microwave Exposure in Wistar Rats; *PLoSone* April 2014; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3990695/pdf/pone.0095503.pdf>
- ⁴⁶ Komaki et al.; Effects of exposure to an extremely low frequency electromagnetic field on hippocampal long-term potentiation in rat.; *Brain Res*. 2014 May; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24727530?dopt=Abstract>
- ⁴⁷ Razavinasab et al. 2014; Maternal mobile phone exposure alters intrinsic electrophysiological properties of CA1 pyramidal neurons in rat offspring.; *Toxicol Ind Health*. 2016 Jun; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24604340?dopt=Abstract>
- ⁴⁸ Quin et al.; [Effects of nano-selenium on cognition performance of mice exposed in 1800 MHz radiofrequency fields]; Wei Sheng Yan Jiu. 2014 Jan; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24564105?dopt=Abstract>
- ⁴⁹ Xiong et al.; Changes of dendritic spine density and morphology in the superficial layers of the medial entorhinal cortex induced by extremely low-frequency magnetic field exposure. *PLoS One*. 2013 Dec; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24376717?dopt=Abstract>
- ⁵⁰ Deng et al.; Effects of aluminum and extremely low frequency electromagnetic radiation on oxidative stress and memory in brain of mice; *Biol Trace Elem Res*. 2013 Dec; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24158621?dopt=Abstract>
- ⁵¹ About Ezz et al.: 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 Jul;17(13):1782-8; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=About+Ezz+mobile+phone>
- ⁵² Deshmukh et al. Detection of Low Level Microwave Radiation Induced Deoxyribonucleic Acid Damage Vis-à-vis Genotoxicity in Brain of Fischer Rats; *Toxicol Int*. 2013 Jan;20(1):19-24. doi: 10.4103/0971-6580.111549. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23833433>
- ⁵³ Shahbazi-Gahrouei et al.: Health effects of living near mobile phone base transceiver station (BTS) antennae: a report from Isfahan, Iran; *Electromagn Biol Med*. 2013 Jun 19; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23781985?dopt=Abstract>
- ⁵⁴ Ntzouni et al.: Transient and cumulative memory impairments induced by GSM 1.8 GHz cell phone signal in a mouse model; *Elektromagn Biol Med*; 2013 Mar;32(1):95-120. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23320614>
- ⁵⁵ Lu et al.: Glucose administration attenuates spatial memory deficits induced by chronic low-power-density microwave exposure; *Physiol Behav*; 2012; 106 (5): 631 – 637. <http://www.emf-portal.de/viewer.php?l=e&aid=20709>
- ⁵⁶ Khirazova 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 <http://www.emf-portal.de/viewer.php?l=e&aid=21407>

- ⁵⁷ Zhao et al.: Relationship between cognition function and hippocampus structure after long-term microwave exposure; *Biomed Environ Sci*; 2012 Apr;25(2):182-8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22998825?dopt=Abstract>
- ⁵⁸ Fournier et al.: Neurodevelopmental anomalies of the hippocampus in rats exposed to weak intensity complex magnetic fields throughout gestation; *Int J Dev Neurosci*; 2012 Oct;30(6):427-33. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22867731?dopt=Abstract>
- ⁵⁹ Kitaoka et al.: Chronic exposure to an extremely low-frequency magnetic field induces depression-like behavior and corticosterone secretion without enhancement of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in mice; *Bioelectromagnetics*; 2013 Jan;34(1):43-51. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22753092?dopt=Abstract>
- ⁶⁰ Cammaerts et al.: GSM 900 MHz radiation inhibits ants' association between food sites and encountered cues; *Electromn Biol Med*; 2012 Jun;31(2):151-65. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=22268919>
- ⁶¹ Foroozandeh et al.: Toxic effects of 50 Hz electromagnetic field on memory consolidation in male and female mice; *Toxicol Ind Health*; 2013 Apr; 29(3):293-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Toxic+effects+of+50+Hz+electromagnetic+field+on+memory+consolidation+in+male+and+female+mice>
- ⁶² Aldad et al.: Fetal Radiofrequency Radiation Exposure From 800-1900 Mhz-Rated Cellular Telephones Affects Neurodevelopment and Behavior in Mice; *Scientific Reports*; 15 March 2012 ; *Scientific Reports* 2,Article number:312,doi:10.1038/srep00312. <http://www.nature.com/srep/2012/120315/srep00312/full/srep00312.html>
- ⁶³ Khorseva et al. Psychophysiological indicators for children using mobile phones. Communication 2. Results of four-year monitoring; *Radiats Biol Radioecol*. 2011 Sep; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22279774>
- ⁶⁴ Maskey et al.: Chronic 835-MHz radiofrequency exposure to mice hippocampus alters the distribution of calbindin and GFAP immunoreactivity; *Brain Research* 2010 <http://gnusha.org/~nmz787/biological%20radio%20research/Chronic%20835-MHz%20radiofrequency%20exposure%20to%20mice%20hippocampus%20alters%20the%20distribution%20of%20calbindin%20and%20GFAP%20immunoreactivity.pdf>
- ⁶⁵ Narayanan et al.: Effect of radio-frequency electromagnetic radiations (RF-EMR) on passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in Wistar rats; *Upsala Journal of Medical Sciences*; 2010; 115: 91–96. <http://informahealthcare.com/doi/pdf/10.3109/03009730903552661>
- ⁶⁶ Narayanan et al.: Spatial memory performance of wistar rats exposed to mobile phone; *Clinics* vol.64 no.3 São Paulo Mar. 2009 http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-59322009000300014&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- ⁶⁷ Bas et al.: 900 MHz electromagnetic field exposure affects qualitative and quantitative features of hippocampal pyramidal cells in the adult female rat; *Brain Res*; 2009 Apr 10;1265:178-85. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19230827?ordinalpos=8&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_Result_sPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pubmed_RVDocSum
- ⁶⁸ Nittby et al.: Cognitive impairment in rats after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation; *Bioelectromagnetics*; 2008 Apr;29(3):219-32. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18044737>
- ⁶⁹ Abdel-Rassoul et al.: Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations; *Neurotoxicology*. 2007 Mar; 28(2):434-40. Epub 2006 Aug 1; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16962663>
- ⁷⁰ Wang et Lai: Acute exposure to pulsed 2450-MHz microwaves affects water-maze performance of rats; *Bioelectromagnetics* 2000; [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1521-186X\(200001\)21:1%3C52::AID-BEM8%3E3.0.CO;2-6](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1521-186X(200001)21:1%3C52::AID-BEM8%3E3.0.CO;2-6)
- ⁷¹ Lai et al.; *Bioelectromagnetics*. 1994;15(2):95-104; Microwave irradiation affects radial-arm maze performance in the rat. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8024608>