

01/2026

# Elektrosmogspráva

Technické informácie o význame elektromagnetických polí pre životné prostredie a zdravie



Vysoké frekvencie počas tehotenstva spôsobujú trvalé poškodenie

## Poškodenie mužských reprodukčných orgánov a buniek po prenatálnej expozícii žiarenia s frekvenciou 3,5 GHz: Účinky jeden rok po narodení

Gelenli Dolanbay E, Mert T, Caliskan Bender G, Bektas H, Uslu U, Fernandez-Rodríguez CE, Dasdag S (2025). Poškodenie mužskej reprodukcie a buniek po prenatálnej expozícii žiarenia s frekvenciou 3,5 GHz: Účinky po jednom roku od narodenia. *Annals of the Newyorská akadémia vied*, 1554(1), 140-152. <https://doi.org/10.1111/nyas.70116>

Predchádzajúce štúdie naznačili súvislosť medzi vystavením vysokofrekvenčnému žiareniu a zníženou kvalitou a pohyblivosťou spermií, ako aj zvýšeným oxidačným stresom v testikulárnom tkanive (1). Správa BioInitiative (2012) zdôraznila, že vysokofrekvenčné žiarenie môže spustiť epigenetické zmeny, narušiť mechanizmy opravy DNA a vyvolať nové mutácie, čo môže potenciálne zhoršiť mužskú plodnosť. Rozsah, v akom vystavenie mužského embrya ovplyvňuje reprodukčný systém, však zostáva do značnej miery nepreskúmaný. Táto štúdia sa zaoberá veľmi relevantnou medzerou v literatúre: potenciálnym pretrvávajúcim poškodením po prenatálnej expozícii vysokofrekvenčnému žiareniu a výsledným poškodením spermatogenézy v dospelosti.

### Návrh a implementácia štúdie:

Vedci vystavili gravidné potkany Wistar poliam buď počas celej gravidity (3 týždne; 3T), alebo

### odtlačok

Správa o elektrosmogu, vydanie 01/2026, 32. ročník.

Online publikácia na [www.EMFdata.org](http://www.EMFdata.org)

Objednajte si tlačene vydanie: [shop.diagnose-funk.org/](http://shop.diagnose-funk.org/)  
Elektrosmogreport, číslo objednávky 52601

### Redakčný tím ElectrosmogReport

Roman Heeren (RH), Mgr. | Alain Thill (AT), Mgr.

### Vydavateľ a zodpovedný za obsah

Diagnose-Funk eV | P.O. Box 15 04 48 | D-70076 Stuttgart  
[kontakt@diagnose-funk.de](mailto:kontakt@diagnose-funk.de)

### Darovací účet:

Diagnose-Radio eV | IBAN: DE39 4306 0967 7027 7638 00 BIC: GENODEM1GLS | GLS Bank

Váš dar umožní ďalší výskum a analýzu výskumnej situácie a pokračovanie v publikovaní Správy o elektrosmogu.

## OBSAH

### STRÁNKA

**01** > Vysokofrekvenčné žiarenie počas tehotenstva spôsobuje trvalé poškodenie \_\_\_\_\_

**03** > Prenatálna expozícia mobilným telefónom: horšia prognóza po nedostatku kyseliny \_\_\_\_\_

**04** > Linalool: Ochrana pred prenatálnym poškodením spôsobeným rádiovým žiarením \_\_\_\_\_

**05** > Q10 chráni pred poškodením plodnosti vyvolaným srdcovými chorobami \_\_\_\_\_

**06** > Wi-Fi spôsobuje škody naprieč generáciami \_\_\_\_\_

**07** > Účinky frekvencie 3,6 GHz na hmyz \_\_\_\_\_

**09** > Mobilná komunikácia mení mozgovú aktivitu \_\_\_\_\_

**10** > Mobilné telefóny a rakovina prsníka \_\_\_\_\_

**11** > Rakovina štítnej žľazy a používanie mobilných telefónov \_\_\_\_\_

**12** > Rezonančné frekvencie: Antivírusové EMF? \_\_\_\_\_

**13** > Elektromagnetické pole a vtáky \_\_\_\_\_

**14** > Priemysel v konflikte s vedou \_\_\_\_\_

Počas posledných dvoch týždňov (2T) gravidity boli samice vystavené mobilnej komunikácii GSM s frekvenciou 3,5 GHz počas 2 hodín denne. Namerané intenzity poľa v klietke sa pohybovali od 24 V/m do 28 V/m, hustoty výkonu od 1,53 W/m<sup>2</sup> do 2 W/m<sup>2</sup> a výsledný maximálny SAR, priemerovaný na 10 g, bol 0,038 W/kg. Kontrolné subjekty dostali simulovanú expozíciu. Po narodení bolo náhodne vybraných šesť samičích potomkov a držaných bez ďalšej expozície až do dospelosti (12 mesiacov). Expozícia sa teda uskutočnila iba v maternici. Následne sa vykonali histologické (Johnsonovo skóre, priemer semenných kanálikov a výška epitelu) a imunohistochemické (markery pre dvojvláknové zlomy DNA, autofágiu a apoptózu) analýzy semenníkov, ako aj spermologické vyšetrenie nadsemenníka. Histologické a imunohistochemické vyhodnotenia sa uskutočnili zaslepeným spôsobom. Štatistický ANOVA test bol korigovaný pomocou Holm-Bonferroniho testu.

### Výsledky:

Histologické vyšetrenia odhalili významné morfológické zmeny u oboch potomkov vystavených elektromagnetickému poľu in utero v porovnaní s kontrolnou skupinou vystavenou simulovanému pôsobeniu. Priemer semenných kanálikov, výška epitelu a Johnsonovo skóre boli znížené. Zatiaľ čo počet spermií s fyziologickou morfológiou v skupine vystavenej simulovanému pôsobeniu bol v očakávanom rozmedzí (74 %), počet zdravých spermií bol v exponovaných skupinách znížený. Markery apoptózy (TUNEL a apoptotický index) boli v tkanive semenníkov masívne zvýšené. Marker dvojvláknových zlomov DNA,  $\gamma$ -H2AX, bol tiež štatisticky významne zvýšený. Indikátor autofágiu Beclin-1 bol štatisticky významne zvýšený v skupine 3T.

### Záver:

Prenatálne vystavenie sa mobilným rádiovým vlnám s frekvenciou 3,5 GHz pod medzinárodnými limitmi môže spôsobiť pretrvávajúce štrukturálne a bunkové zmeny v tkanive semenníkov, zhoršenú spermatogenézu, poškodenie DNA, zvýšenú autofágiu a apoptózu, ktoré pretrvávajú u potomstva až do dospelosti. Hoci k vystaveniu experimentálnych zvierat došlo iba v maternici, tkanivo sa z výsledného poškodenia nezotavilo. To naznačuje, že žiarenie z mobilných telefónov počas kritickej fázy embryonálneho vývoja môže predstavovať významné riziko pre mužskú plodnosť. Autori poukazujú na to, že morfológické zmeny v spermiách pravdepodobne nie sú artefakty, pretože fyziologická morfológia spermií u kontrolných zvierat je v očakávanom rozsahu (2). Okrem toho porovnávajú svoje zistenia s relevantnými predchádzajúcimi štúdiami a poznamenávajú, že takmer všetky pozorované nepriaznivé účinky na zdravie už boli opísané (3–6). (Väčšina týchto štúdií bola recenzovaná v predchádzajúcich vydaniach Správy o elektrosmogu, poznámka redaktora).

### Poznámky redaktora:

Štúdia sa vyznačuje jasným dizajnom štúdie (prenatálna expozícia), vysokou relevantnosťou (dlhodobé poškodenie), validovaným meraním expozície, multimodálnou analýzou koncových bodov a vysokými vedeckými štandardmi (zaslepenie, randomizácia, komplexná štatistika). Obzvlášť znepokojujúca je skutočnosť, že opísané dlhodobé poškodenie je spôsobené chronickým vystavením nízkym intenzitám poľa, ktorým sme vystavení v každodennom živote. Žiaduce by bolo preskúmať údaje o funkčnej fertilitate, ako je pohyblivosť spermií a ďalšie molekulárne markery, ktoré by umožnili vyvodit' závery o základných mechanizmoch. Treba tu spomenúť najmä markery oxidačného stresu, keďže autori diskutujú o oxidačnom strese ako o príčine sterilizačného účinku vysokofrekvenčného žiarenia. (RH)

- Cordelli E, Ardoino L, Benassi B, Consales C, Eleuteri P, Marino C a kol. (2024). Účinky vystavenia rádiorefekvenčnému elektromagnetickému poľu (RF-EMF) na mužskú plodnosť: Systematický prehľad experimentálnych štúdií na cicavcoch okrem človeka a ľudských spermiách in vitro. *Medzinárodná organizácia pre životné prostredie*, 185, 108509. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108509>
- van der Horst G, Skosana B, Legendre A, Oyeyipo P, du Plessis SS (2018). Hraničné hodnoty pre normálnu morfológiu a toxikológiu spermií pre automatizovanú analýzu morfológie a morfometrie spermií potkanov. *Biotechnológia a histochemia* 93(1), 49–58. <https://doi.org/10.1080/10520295.2017.1380842>
- Özgen M, Take G, Kaplanoğlu İ, Erdoğan D, Seymen CM (2023). Terapeutické účinky melatonínu pri dlhodobom vystavení rádiorefekvenčnému žiareniu s frekvenciou 2100 MHz na vlastnosti spermií potkanov. *Revista Internacional de Andrologia*, 21(4), 100371. <https://doi.org/10.1016/j.androl.2023.100371>
- Shahin NN, El-Nabarawy NA, Gouda AS, Mégarbane B (2019). Ochranná úloha spermiu proti mužským reprodukčným aberáciám vyvolaným vystavením elektromagnetickému poľu – Experimentálne vyšetrenie na potkanoch. *Toxicológia a aplikovaná farmakológia*, 370, 117–130. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2019.03.009>
- Li R, Ma M, Li L, Zhao L, Zhang T, Gao X a kol. (2018). Ochranný účinok autofágiu na poškodenie DNA v bunkách odvodených z myších spermatocytov vystavených rádiorefekvenčným elektromagnetickým poľiam s frekvenciou 1800 MHz. *Bunková fyziológia a biochemia*, 48(1), 29–41. <https://doi.org/10.1159/000491660>
- Xing F, Zhan Q, He Y, Cui J, He S, Wang G (2016). Mikrovlny s frekvenciou 1800 MHz indukujú p53 a aktiváciu kaspázy-3 sprostredkovanú p53, čo vedie k apoptóze buniek in vitro. *PLoS Jeden*, 11(9), e0163935. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163935>



Vysoká srdcová frekvencia zhoršuje prognózu po nedostatku kyslíka

## Účinky prenatálneho žiarenia mobilných telefónov na expresiu MMP9: Dôsledky pre zápalové procesy, oxidačný stres a senzomotorické poruchy po neonatálnej hypoxii-ischémii u potkanov

Khayat S, Fanaei H, Lakzaee N (2023). Účinky prenatálneho vystavenia žiareniu z mobilných telefónov na expresiu MMP9: Dôsledky pre zápal, oxidačný stres a senzomotorické poškodenie po neonatálnej hypoxii-ischémii u potkanov. *Toxikologické správy*, 11, 378–384. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2023.10.007>

Biologické účinky neionizujúceho žiarenia z mobilných telefónov sú veľmi zaujímavé kvôli jeho všadeprítomnému používaniu. Novorodenecká hypoxická ischémia (nedostatočný prísun kyslíka a krvi do mozgu) je najčastejšou príčinou úmrtia a poškodenia mozgu u novorodencov. V závislosti od závažnosti novorodeneckej hypoxickej ischémie (HI) môže dôjsť k dlhodobým postihnutiam, ako je detská mozgová obrna, mentálne postihnutie a kognitívne a motorické poruchy. (V miernych prípadoch sa však novorodenec môže vyvíjať normálne.) Nedostatočné zásobovanie mozgu vedie ku kaskáde udalostí, ako je zápal, oxidačný stres a vyčerpanie energie, ktoré prispievajú k poškodeniu mozgu. Matrixové metaloproteinázy (MMP) zohrávajú kľúčovú úlohu v patofyziológii novorodeneckej HI. Počas týchto udalostí môže zvýšená regulácia MMP viesť k zvýšenej permeabilite hematoencefalickej bariéry, čo umožňuje zápalovým bunkám a molekulám vstúpiť do mozgu a zhoršiť stav. Predložená štúdia skúma, či prenatálne žiarenie z mobilných telefónov moduluje tvorbu MMP a tým ovplyvňuje rozsah poškodenia mozgu.

### Návrh a implementácia štúdie:

Dvadsať gravidných potkanov kmeňa Wistar bolo náhodne rozdelených do dvoch skupín: simulovaná expozícia a expozícia elektromagnetickým poliám. Zdrojom elektromagnetického poľa bol simulátor mobilného telefónu s frekvenciou 900 MHz s nominálnym výstupným výkonom 2 W/kg; maximálna nameraná hustota výkonu bola 0,45 mW/m<sup>2</sup> vo vzdialenosti 20 cm od vysielacej antény. Zvieratá boli vystavené poľu 12 hodín denne počas celej gravidity. Ihneď po pôrode boli samčie potomstvo rozdelené do štyroch experimentálnych skupín (n = 20): simulovaná (operácia bez poranenia pravej krčnej tepny) a experimentálna (experimentovanie).

+ operácia bez poranenia karotickej artérie), HI (indukcia hypoxie oklúziou pravej karotickej artérie), HI/Exp (terénna liečba + indukcia hypoxie oklúziou pravej karotickej artérie)

desať krčných tepien). 15 dní po narodení sa vykonali neurobehaviorálne testy (test vyhýbania sa útesom, test negatívnej geotaxie). Následne sa extrahovali a analyzovali mozgy mláďat potkanov. Výskumníci hodnotili objem infarktu a mozgový edém, expresiu mRNA MMP-2 a MMP-9 (RT-qPCR), TNF- $\alpha$  a oxidačnú a antioxidačnú kapacitu (TOC/TAC). Štatistická analýza sa vykonala pomocou Bonferroniho korigovanej ANOVA.

### Výsledky:

Všetky molekulárne biologické markery (MMP, TNF- $\alpha$ , TOC/TAC) sa medzi kontrolnou a experimentálnou skupinou významne nelíšili. Naopak, rozdiely medzi skupinami HI a HI/experiment boli štatisticky významné pre všetky markery okrem MMP-2. Podobne v neurobehaviorálnych testoch, objeme infarktu a mozgovom edéme, bola kombinácia HI a expozície poľu spojená so štatisticky významne horšími výsledkami v porovnaní so samotným HI: veľkosť infarktu a mozgový edém sa zvýšili, zatiaľ čo výkon v behaviorálnych a senzomotorických testoch bol horší. Exponované zvieratá bez HI nevykazovali žiadne viditeľné zmeny v týchto oblastiach.

### Záver:

Údaje v tejto publikácii naznačujú, že prenatálna expozícia mobilným telefónom je spojená s horšou prognózou pri hypoxicko-ischemickej encefalopatii (HI). V literatúre sa uvádza, že abnormálna zmena expresie MMP-9, ako je tá, ktorá sa tu pozoruje, môže spôsobiť nenapraviteľné poškodenie neurónov (1,2). V súlade s údajmi v tejto štúdii štúdia in vitro ukázala, že žiarenie z mobilných telefónov je schopné modulovať expresiu MMP (3). Autori predpokladajú, že vnútramaternicová expozícia mobilným telefónom v kontexte HI viedla k zvýšenej expresii MMP-9, čo následne narušilo integritu hematoencefalickej bariéry. Tvrdia, že to vedie k infiltrácii imunitných buniek, oxidačnému stresu a prozápalovým cytokínom, ktoré ďalej podporujú ischemické poškodenie a mozgový edém.

### Poznámky redaktora:

Medzi silné stránky prezentovanej práce patrí relevantný dizajn s vhodnou veľkosťou vzorky (prenatálna expozícia, skúmanie najčastejšej neonatálnej príčiny úmrtia), viacero biochemických a morfológických koncových bodov a prepojené neurobehaviorálne testy. Medzi obmedzenia patrí kvantifikácia absorbovanej dávky v embryu, kde bola meraná celková nízka hustota výkonu, a nedostatok dlhodobých údajov. (RH)

1. Reinhard SM, Razak K, Ethell IM (2015). Krehká rovnováha: úloha MMP-9 vo vývoji mozgu a patofyziológia neuro-

vývinové poruchy *Hranice bunkovej neurovedy*, 9, 280. <https://doi.org/10.3389/fncel.2015.00280>

- Salah MM, Abdelmawla MA, Eid SR, Hasanin RM, Mostafa EA, Abdelhameed MW (2019). Úloha matrixovej metaloproteinázy-9 pri neonatálnej hypoxicko-ischemickej *Encefalopatia*. *Macedónsky časopis lekárskej vied s otvoreným prístupom*. 7(13), 2114–2118. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.618>
- Azimipour F, Zavareh S, Lashkarbolouki T (2020). Vplyv žiarenia vyžarovaného mobilným telefónom na želatínolytickú aktivitu matrixových metaloproteináz-2 a -9 myších preantrálnych folikulov počas kultivácie in vitro. *Bunkový časopis*, 22(1), 1–8. <https://doi.org/10.22074/cellj.2020.6548>



Ochrana pred prenatálnym poškodením rádiovými vlnami

## Podávanie linaloolu matke chráni pred poškodením spôsobeným mobilným telefónom u dospelých potkanov: Behaviorálna a elektrofyziologická štúdia

Azimzadeh M, Noorbakhshnia M (2024). Liečba linaloolom u matiek chráni pred zhoršením stavu vyvolaným rádiovými vlnami u dospelých potkanov: Behaviorálna a elektrofyziologická štúdia. *Vedecké správy*, 14(1), 17257. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68103-5>

Prenatálne obdobie je kritickou fázou vývoja mozgu a je potenciálne obzvlášť citlivé na exogénne stresory, ako je žiarenie z mobilných telefónov. Početné štúdie naznačujú, že žiarenie z mobilných telefónov môže vyvolať úzkosť, kognitívne deficity, narušenie homeostázy vápnika a zvýšenú priepustnosť hematoencefalickej bariéry. Hematoencefalická bariéra a cerebrospínálna fluidná bariéra regulujú rovnováhu stopových prvkov v mozgu prostredníctvom zložitých mechanizmov. Meď (Cu), mangán (Mn), železo (Fe) a zinok (Zn) majú mimoriadny význam pre fyziologickú funkciu a vývoj mozgu. Okrem iného regulujú génovú expresiu, pôsobia ako aktivátory enzýmov a chránia pred tvorbou reaktívnych foriem kyslíka (ROS). Narušenie homeostázy týchto stopových prvkov môže viesť k neurodegeneratívnym ochoreniam, ako je Alzheimerova choroba alebo Parkinsonova choroba. Monoterpen linalool, ktorý sa prirodzene vyskytuje v esenciálnych olejoch, sa používa v naturopatii. Pripisujú sa mu antioxidantné, protizápalové a anxiolytické účinky. Táto štúdia skúma vplyv intrauterinnej expozície mobilným telefónom na dospelé potkany a možný ochranný účinok linaloolu.

### Návrh a implementácia štúdie:

Celkovo 20 gravidných samíc potkanov bolo náhodne rozdelených do 4 skupín (n = 5): 1. Kontrolná skupina (fyziologický roztok) 2. Lina-

Skupina s linaloolom (25 mg/kg linaloolu), 1. Skupina ošetrovaná v teréne (ošetrovanie v teréne + fyziologický roztok), 2. Skupina ošetrovaná v teréne + linalool (ošetrovanie v teréne + 25 mg/kg linaloolu). Ako zdroj poľa slúžil komerčný mobilný telefón GSM s frekvenciou 900 MHz (Nokia 1616) s nasledujúcimi špecifikáciami výrobcu: hodnota SAR 1,19 W/kg (hlava) a 0,32 W/kg (celé telo). Denná dĺžka ošetrovania v teréne počas celej gravidity (21 dní) bola 1 hodina a 40 minút. Žiarenie z mobilných telefónov bolo generované 100 zmeškanými hovormi denne, pričom mobilný telefón bol umiestnený 20 cm od klieťok. Tri až päť potomkov na samicu tvorilo kohortu rozdelenú podľa pohlavia (n = 10) pre následné analýzy. Na 50. deň po narodení sa vykonali behaviorálne testy (vyvýšené plus bludisko, Morrisovo vodné bludisko, svetelná skrinka, tmavá skrinka) a na 60. deň po narodení sa vykonali elektrofyziologické testy mozgových neurónov. Tieto testy skúmali excitabilitu (vstupno-výstupný protokol) a dlhodobú potenciáciu (100 Hz stimulácia Schafferových kolaterálov) neurónov hipokampu. Následne boli kvantifikované stopové prvky meď (Cu), mangán (Mn), železo (Fe) a zinok (Zn) v hipokampe. Štatistická analýza bola vykonaná pomocou ANOVA s príslušnými post-hoc testami. Všetky vyšetrenia boli vykonané samostatne pre každé pohlavie.

### Výsledky:

V neurobehaviorálnych testoch vykazovali potomkovia prenatálne vystavení elektromagnetickým poliám (skupina 3) štatisticky významné zmeny v porovnaní s kontrolnou skupinou (skupina 1). Samce aj samice zvierat vykazovali úzkostné správanie, zhoršené priestorové učenie a zníženú pamäť. Samice boli postihnuté závažnejšie ako samce. Liečba linaloolom u matky významne zmiernila tieto škodlivé účinky elektromagnetických polí, v mnohých prípadoch ich dokonca znížila na úroveň neexponovaných kontrolných zvierat. Elektrofyziologické vyšetrenia odhalili významne zníženú excitabilitu hipokampálnych neurónov, sprevádzanú zhoršenou indukciou a udržiavaním dlhobohéj potenciácie v skupine 3 v porovnaní so skupinou 1. Medzi pohlaviami neboli zdokumentované žiadne rozdiely. Podávanie linaloolu matke opäť viedlo k podstatnému zlepšeniu elektrofyziologických nálezov, čím sa dostali na úroveň kontrolnej skupiny. Homeostáza skúmaných stopových prvkov v hipokampe bola štatisticky významne narušená: Fe, Cu, Mn a pomer Cu/Zn boli významne zvýšené, zatiaľ čo Zn bol významne znížený. S výnimkou zinku bola homeostáza obnovená liečbou linaloolom u matky. To tiež výrazne zlepšilo pomer medi a zinku.

### Záver:

Prenatálne vystavenie komerčnému mobilnému telefónu môže u potkaních modelov spôsobiť značné a pretrvávajúce účinky.

Tieto zistenia spôsobujú poškodenie medzi pohlaviami. Toto poškodenie zahŕňa zhoršenú neuronálnu excitabilitu a synaptickú plasticitu, čo je v súlade s narušeným správaním a zhoršenou kognitívnou výkonnosťou. Autori naznačujú, že príčinou zmenenej homeostázy stopových prvkov je buď oxidačný stres, alebo zvýšená priepustnosť hematoencefalickej bariéry. Pomer medi a zinku sa používa ako marker zápalu a oxidačného stresu. Podľa autorov by zdokumentovaný neuroprotektívny účinok linaloolu mohol súvisieť s jeho antioxidantnými vlastnosťami alebo s jeho schopnosťou zvýšiť synaptickú plasticitu.

### Poznámky redaktora:

Multimodálny dizajn štúdie (neurobehaviorálny, elektrofyziologický, biochemický) a analýza špecifická pre pohlavie vedú k vysokej štatistickej sile. Pozorované škodlivé účinky žiarenia z mobilných telefónov potvrdzujú predchádzajúce štúdie na rôznych druhoch (1–3). Hoci sa nevykonalo žiadne dozimetrické overenie žiarenia z mobilných telefónov, pretože bolo spôsobené komerčným mobilným telefónom, ktorý nespĺňa medzinárodné limity, predstavuje realistický expozičný scenár. Vďaka jednoduchosti expozičných parametrov je reprodukovateľnosť ľahko dosiahnuteľná. (RH)

- Deniz ÖG, Kaplan S (2022). Účinky rôznych bylín na hipokampus potkanov vystavených elektromagnetickému poľu počas jednej hodiny počas prenatálneho obdobia. *Časopis chemickej neuroanatómie*, 119, 102043. <https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2021.102043>
- Qin TZ, Wang X, Du JZ, Lin JJ, Xue YZ, Guo L a kol. (2024). Vplyv rádiových poľí z 5G komunikácie na priestorovú pamäť a emocionálnu stabilitu u myši. *Medzinárodný časopis pre výskum environmentálneho zdravia*, 34(1), 316–327. <https://doi.org/10.1080/09603123.2022.2149708>
- Dasgupta S, Wang G, Simonich MT, Zhang T, Truong L, Liu H a kol. (2020). Vplyv vysokých dávok rádiových poľí z mobilných telefónov s frekvenciou 3,5 GHz na embryonálny vývoj zebričky. *PLoS Jeden*, 15(7), e0235869. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235869>



Q10 chráni pred poškodením plodnosti vyvolaným srdcovými chorobami

## Ochranný účinok koenzýmu Q10 na poškodenie semenníkov a oxidáciu vyvolané vystavením rádiovým frekvenciám v modeli expozície s frekvenciou 3,5 GHz

Bektas H, Yildirim S, Cakir S, Dogu S, Altindag F (2026). Zmierňujúca úloha koenzýmu Q10 pri poruchách semenníkov a oxidačnom poškodení súvisiacich s RF žiarením v modeli expozície s frekvenciou 3,5 GHz. *Bioelektromagnetika*, 47(1), e70043. <https://doi.org/10.1002/bem.70043>

Početné štúdie ukázali, že vysokofrekvenčné elektromagnetické polia (HF-EMF), ako sú tie, ktoré vysielajú bezdrôtové komunikačné zariadenia, môžu spúšťať oxidačné stresové reakcie na bunkovej úrovni. Mobilná komunikácia môže interagovať s iónovými kanálmi a receptormi na bunkovej membráne, čo vedie k zvýšenej produkcii reaktívnych foriem kyslíka (ROS) a súčasne inhibuje antioxidantnú obranu. Koenzým Q10 hrá kľúčovú úlohu v transporte elektrónov v mitochondriách a je nevyhnutný pre produkciu ATP. Pôsobí tiež ako silný antioxidant, ktorý chráni bunkové membrány a DNA pred oxidačným poškodením. Cieľom tejto štúdie bolo preskúmať účinky mobilnej komunikácie GSM s frekvenciou 3,5 GHz na mužský systém plodnosti a potenciálne ochranné účinky Q10 pomocou modelu potkana.

### Návrh a implementácia štúdie:

Dvadsaťosem dospelých samcov potkanov kmeňa Wistar bolo náhodne rozdelených do štyroch skupín (n = 7): 1) vystavenie simulovanému poľu; 2) vystavenie RF poľu; 3) simulované pole + Q10; 4) vystavenie RF poľu + Q10. Zvieratá boli vystavené GSM-modulovanému žiareniu s frekvenciou 3,5 GHz počas 2 hodín denne počas 30 dní. Numerický model na výpočet hodnoty SAR bol validovaný porovnaním simulovaných a nameraných intenzít poľa. Celotelový SAR bol 0,17 W/kg a testikulárny SAR bol 0,027 W/kg. Monitorovala sa teplota. Vedci stanovili hormonálne (testosterón, LH (luteinizačný hormón), FSH (folikuly stimulujúci hormón)), oxidačné (MDA (malondialdehyd), GSH (glutatión), TAS (celkový antioxidantný stav), TOS (celkový oxidačný stav)) a histopatologické parametre. Štatistická analýza bola vykonaná pomocou ANOVA s vhodným post-hoc testom.

### Výsledky:

Expozícia GSM viedla k významnému zníženiu skúmaných hormónov testosterónu, LH a FSH. Podávanie CoQ10 významne zmiernilo účinky expozície RF na LH a testosterón; na FSH sa nezistil žiadny vplyv. Markery oxidačného stresu tiež preukázali štatisticky významný vplyv expozície 3,5 GHz v nasledujúcich oblastiach:

Výsledky boli podobné ako v teste simulovaného ožarovania. MDA a TOS boli zvýšené, zatiaľ čo TAS bol znížený. GSH nebol významne ovplyvnený. Aj tu sa pozoroval zmierňujúci účinok podávania Q10. Histologicky sa pozorovala dezorganizácia semenných kanálikov, degenerácia germinálneho epitelu a štatisticky významne znížené Johnsenovo skóre (hodnotenie spermatogenézy). Podávanie Q10 znížilo histologické poškodenie, ale úplný návrat k kontrolným hladinám sa nedosiahol vo všetkých prípadoch.

### Závery:

Výsledky naznačujú, že chronická expozícia modulovanému signálu GSM s frekvenciou 3,5 GHz môže spôsobiť oxidačný stres v tkanive semenníkov s následným poškodením osi hypotalamus-hypofýza-gonáda u potkanieho modelového štúdia. V dôsledku toho boli pozorované histologické zmeny v dôležitých reprodukčných znakoch. Parametre expozície boli zvolené tak, aby vylúčili tepelné účinky. Koenzým Q10 vykonáva čiastočnú ochranu prostredníctvom svojej antioxidantnej aktivity, najmä na hladiny testosterónu a redoxnú rovnováhu. Celkovo výsledky zdôrazňujú zraniteľnosť mužského reprodukčného systému voči netepelným účinkom mobilnej komunikácie. Autori zdôrazňujú, že vzhľadom na použitú moduláciu GSM by sa nemali vyvodzovať žiadne závery o účinkoch signálov 5G v reálnom svete.

### Poznámky redaktora:

Štúdia je presvedčivá vďaka svojmu integračnému dizajnu, ktorý zahŕňa hormonálne, biochemické a histologické analýzy. Za zmienku stojí aj jasná dokumentácia podmienok netepelnej expozície a transparentné zaradenie výsledkov do kontextu v rámci modulácie signálu (GSM vs. 5G). Kombinácia nosnej frekvencie 5G (3,5 GHz) a modulácie GSM mohla byť zvolená preto, lebo prenos skutočných 5G signálov bez autorizácie je zakázaný z dôvodu možného rušenia. V každom prípade štúdia prispieva k rastúcemu množstvu vedeckých dôkazov o tom, že RF-EMF rôznych frekvencií má škodlivé účinky na mužský reprodukčný systém (1–3). (RH)

1. Yu G, Tang Z, Chen H, Chen Z, Wang L, Cao H a kol. (2020). Dlhodobé vystavenie rádiokvencnému elektromagnetickému žiareniu zo 4G smartfónov znížilo reprodukčný potenciál samcov priamym narušením osi Spock3-MMP2-BTB v semenníkoch dospelých potkanov. *Veda o celkovom prostredí*, 698, 133860. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133860>
2. Cordelli E, Ardoino L, Benassi B, Consales C, Eleuteri P, Marino C a kol. (2024). Účinky vystavenia rádiokvencnému elektromagnetickému poľu (RF-EMF) na mužskú plodnosť: Systematický prehľad experimentálnych štúdií na cicavcoch okrem človeka a ľudských spermách in vitro. *Medzinárodná organizácia pre životné prostredie*, 185, 108509. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108509>
3. Kaur P, Rai U, Singh R (2023). Genotoxické riziká pre mužské reprodukčné zdravie z rádiokvencného žiarenia. *Bunky*, 12(4), 594. <https://doi.org/10.3390/cells12040594>



## Wi-Fi je škodlivé naprieč generáciami Od dospelých k potomkom: Vystavenie sa Wi-Fi poškodzuje reprodukciu dospelých zebričiek. ako aj vývoj a správanie potomstva

Mehta J, Khira R, Fumakiya S, Sharma P, Puneekar A, Jain C a kol. (2025). Od dospelých po potomstvo: Expozícia Wi-Fi RF-EMR u dospelých zebričiek poškodzuje reprodukciu a transgeneračne ovplyvňuje vývoj a správanie potomstva. *Veda o celkovom prostredí*, 1008, 180982. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.180982>

Biologické účinky vysokofrekvenčných elektromagnetických poľí (RF-EMF), najmä tých z Wi-Fi, predstavujú komplexný a niekedy protirečivý obraz, čo sťažuje vyvodenie definitívnych záverov. Napriek tejto komplexnosti stále viac štúdií opisuje oxidačný stres ako dôsledok vystavenia Wi-Fi. Modelové organizmy, ako sú ryby, obojživelníky a hmyz, majú antioxidantný obranný systém porovnateľný so systémom cicavcov, aj keď slabší, a majú obmedzené mechanizmy opravy. Platí to najmä pre skoré vývojové štádiá a zárodočné bunky, ktoré sa už považujú za citlivé na exogénne stresory. Vzhľadom na prebiehajúcu vedeckú diskusiu o účinkoch vysokých frekvencií a tejto zvýšenej citlivosti sú modelové organizmy, ako napríklad zebrička ryбка (*Danio rerio*), cenné pre posúdenie vplyvu stresorov na vývoj. Napriek významným rozdielom medzi prostredím plodovej vody a sladkovodným prostredím, vysoko konzervované vývojové dráhy stavovcov robia z zebričky ryby platný model pre posúdenie účinkov vyvolaných EMF na vývoj a zárodočné bunky vrátane prenosnosti týchto účinkov na ľudské zdravie. Táto štúdia analyzuje práve tieto účinky na reprodukčný systém dospelých zebričiek rybiek, ako aj na vývoj a správanie ich potomstva.

### Návrh a implementácia štúdie:

Dospelé zebričky boli vystavené Wi-Fi poľu komerčného routera 4 hodiny denne počas až 30 dní za kontrolovaných laboratórnych podmienok. Pracovný cyklus routera bol založený na experimentálne nameranom pracovnom cykle Wi-Fi počas nepretržitého streamu videa s rozlíšením 1080p pri rýchlosti 6 Mbps (napr. YouTube). Boli vykonané rozsiahle dozimetrické analýzy. Hodnota SAR sa pohybovala od 0,716 do 2,59 W/kg a hustota výkonu od 1,9 do 6,8 W/m<sup>2</sup> v závislosti od polohy ryby v akváriu. Teplota vody sa udržiavala konštantná.

Dospelé zebričky boli udržiavané pri konštantnej teplote, aby sa vylúčili tepelné účinky. Kontrolné zvieratá boli vystavené simulovaným poliam. Po 10, 20 a 30 dňoch expozície boli dospelé zebričky náhodne krížené. Výsledné embryá boli kultivované bez ďalšej expozície v teréne. Šľachtiteľský experiment sa nezávisle opakoval trikrát, aby sa získali štatisticky robustné údaje. Štatistické modely zahŕňali trenie a akváriá ako náhodné účinky na posúdenie skutočných účinkov expozície Wi-Fi poľu s väčšou spoľahlivosťou. Histomorfologické vyšetrenia vaječníc a semenníkov rodičovských rýb boli vykonané zaslepeným spôsobom. Na potomstve sa vykonali testy liahnutia, úmrtnosti, morfologických abnormalít a správania na posúdenie stresu, úzkosti a kognitívnych funkcií.

### Výsledky:

U dospelých zvierat vystavených poľu vedci zistili dôkazy o poruche gametogenézy (tvorba a dozrievanie zárodočných buniek) vyvolanej Wi-Fi: V porovnaní s kontrolnou skupinou vykazovali vystavené samice významný nárast atretických folikulov, sprevádzaný narušenou stromálnou architektúrou a poklesom zdravých oocytov. U samcov boli tiež pozorované výrazné degeneratívne zmeny v semenníkoch vrátane dezorganizácie semenných kanálikov a významného zníženia spermatogónií a spermíí. U potomstva boli pozorované účinky Wi-Fi závislé od dávky. Štatisticky významne sa zvýšila embryonálna úmrtnosť aj morfologické malformácie u potomstva. Neurobehaviorálne testy tiež odhalili významné zmeny, ako je znížená pohybová aktivita, zvýšené stresové a úzkostné reakcie a znížený kognitívny výkon.

### Záver:

Štúdia poskytuje konzistentné dôkazy o tom, že vystavenie žiareniu Wi-Fi môže spôsobiť štrukturálne poškodenie reprodukčných orgánov dospelých zebričiek, čo môže mať nepriaznivé účinky na potomstvo naprieč generáciami. Poškodenie v rodičovskej aj potomkovej generácii vykazuje vzťah medzi dávkou a reakciou. Autori diskutujú o oxidačnom strese, mitochondriálnej dysfunkcii a epigenetických zmenách ako o možných mechanistických mechanizmoch, ktoré sú základom poškodenia vyvolaného Wi-Fi.

### Poznámky redaktora:

Prezentovaná práca sa vyznačuje štruktúrovaným dizajnom, definovanými a kontrolovanými parametrami poľa a multimodálnou analýzou (histologickou, vývojovo-biologickou, neurobehaviorálnou). Realizmus aplikácie v teréne, a to

Denné 4-hodinové streamovanie videa cez Wi-Fi v kombinácii s komplexnou dozimetriou je pozitívnym aspektom. Postupné načasovanie umožňuje vyvodit' závery týkajúce sa progresie účinku. Nezávislá replikácia experimentov s potomstvom a zaslepenie pri histologických vyšetreniach zvyšujú spoľahlivosť zistení. Obmedzenia však zahŕňajú počet vyšetrených dospelých zvierat. Okrem toho by bolo žiaduce skúmať molekulárne markery oxidačného stresu alebo epigenetických zmien, pretože by mohli poskytnúť poznatky o základných mechanistických mechanizmoch. Štúdia však poskytuje relevantné dôkazy o zraniteľnosti zárodočnej línie voči vysokofrekvenčnému žiareniu s pretrvávajúcim poškodením u potomstva. (RH)



Elektromagnetické pole a hmyz

## Správanie a rozmnožovanie *Drosophila melanogaster* vystavenej vysokofrekvenčným elektromagnetickým poliam s frekvenciou 3,6 GHz

De Boose P, Ribas FO, Bell D, Bouga M, De Borre E, Fröhlich J a kol. (2025). Správanie a rozmnožovanie *Drosophila melanogaster* vystavenej rádiofrekvenčným elektromagnetickým poliam s frekvenciou 3,6 GHz. *PLoS Jeden*, 20(12), e0336228. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0336228>

Vzhľadom na to, že populácie hmyzu a ich rozmanitosť sú už teraz pod značným tlakom, je nevyhnutné preskúmať ďalšie potenciálne škodlivé faktory, ktoré by mohli ešte viac zhoršiť ich pokles. Predchádzajúce štúdie skúmali vystavenie ovocných mušiek *Drosophila* vysokofrekvenčným elektromagnetickým poliam (HF-EMF). Sériá štúdií skupiny Panagopoulos na Univerzite v Aténach skúmala plodnosť po vystavení relatívne nízkym, netepelným úrovniam HF-EMF medzi 0,1 a 6 GHz. Súvisiace štúdie skúmali účinky na vaječníky samíc *Drosophila* pri vystavení HF-EMF v rovnakom frekvenčnom rozsahu. (Poznámka redaktora: Týchto približne 10 predchádzajúcich štúdií použilo skutočné zariadenia vyžarujúce pulzné EMF, väčšinou 1G, 2G alebo DECT.) V tu prezentovanej štúdii európsky výskumný tím skúmal dospelé ovocné mušky *Drosophila* pomocou RF dozimetrie a testov pohybovej aktivity, cirkadiálneho rytmu a plodnosti pri 3,6 GHz. Numerické simulácie po prvýkrát kvantifikujú absorbovaný výkon u tohto druhu.

## Návrh a implementácia štúdie:

Počítačové modely drozofily boli vytvorené z mikro-CT skenov. Tieto slúžia na odhad skutočného príjmu energie v tkanive. Na expozíciu bola použitá smerová anténa, ktorá využíva čistú, nepulzovanú frekvenciu 3,6 GHz (podobnú frekvencii 5G-NR, ale nie variabilne pulzovanú ako skutočný signál 5G), vysielanú signálom...

Anténa bola napájaná generátorom. Bola umiestnená 25 cm od ovocných mušiek. V behaviorálnych experimentoch boli muchy vystavené vysokofrekvenčnému elektromagnetickému žiareniu s frekvenciou 3,6 GHz, ktoré ovplyvnilo ich aktivitu a cirkadiánne rytmy.

Boli skúmané rytmy ovocných mušiek. Ovocné mušky boli vystavené žiareniu počas 5 dní, 12 hodín denne. V experimentoch s plodnosťou bola reprodukčná výkonnosť testovaná pri nepretržitom vystavení žiareniu s frekvenciou 3,6 GHz. Desať samcov a desať samíc ovocných mušiek bolo umiestnených do každej zo šiestich skúmaviek a vystavených žiareniu počas 48 hodín. Absorbovaný výkon bol odhadnutý pomocou simulácií a meraní elektrického poľa in situ.

## Výsledky:

V tejto štúdií bol použitý digitálny 3D model na odhad absorpcie RF-EMF u dospelých ovocných mušiek. Maximálna absorpcia bola pozorovaná pri frekvencii približne 90 GHz, kde 1 V/m zodpovedal 6 nW. Pri úrovniach absorbovaného výkonu medzi 3,56 nW a 9,88 nW (elektrické pole ~5,5 až 9 V/m) sa nepozorovali žiadne účinky na pohyb a pri intenzite 1,91 mW počas 48 hodín sa nezistili žiadne účinky na plodnosť.

## Závery:

Vytvorený digitálny 3D model drozofily umožňuje vylepšenú dozimetriu RF-EMF na skúmanie biologických účinkov. Výpočty absorbovaného výkonu ukazujú fluktuácie v závislosti od frekvencie, polarizácie a vzdialenosti antény. V behaviorálnych a plodnostných experimentoch, kde boli muchy vystavené RF-EMF s frekvenciou 3,6 GHz, sa nepozorovali žiadne štatisticky významné účinky na pohyb, cirkadiánny rytmus ani reprodukciu, čo naznačuje, že pri týchto úrovniach expozície sa nevyskytujú žiadne biologické účinky. Predpokladalo sa však, že nedošlo k žiadnemu významnému otepľovaniu. Model umožňuje presnú simuláciu expozície RF-EMF. Ďalej výskumníci plánujú testovať vyššie frekvencie a nedospelé štádiá (larvy alebo kukly).

### Poznámka redaktora:

Ide o metodologicky veľmi dobre vykonanú štúdiu, ktorá predstavuje významný pokrok v tejto oblasti. 3D modelovanie hmyzu na výpočet absorpčných hotspotov alebo všetkých-

Všeobecná účinnosť absorpcie v závislosti od frekvencie RF-EMF je obohatením a uľahčuje pochopenie. Medzinárodná spolupráca je tiež povzbudivá. Hoci štúdia zistila určité mierne rozdiely medzi ožiarenou skupinou a kontrolnou skupinou, tieto rozdiely nie sú podľa post-hoc testov robustné, a preto sú deklarované ako „žiadny účinok“, čo je metodologicky správne.

**„Predchádzajúce štúdie [...] s skutočné koncové zariadenia (GSM, 2G, DECT) zistil jasné známky zhoršenej reprodukcie.“**

je prijateľné (ale porovnajte s

škodlivosti a použil skutočný signál WLAN na frekvencii 2,4 GHz (1)). Jediným významným nedostatkom štúdie je, že použila iba čistú frekvenciu 3,6 GHz.

Generátor signálu používal signál, ktorý nebol skutočným 5G signálom, ako napríklad 5G malý bunkový NodeB novej generácie alebo 5G terminálové zariadenie. Mnohé predchádzajúce štúdie citované De Booseom a kol., najmä tie od Margaritisa a Panagopoulou v Aténach, všetky používali skutočné 1G (GSM), 2G alebo DECT terminálové zariadenia a našli jasné dôkazy o zhoršenej reprodukcii. Panagopoulos použil v niekoľkých štúdiách v rovnakom experimentálnom nastavení skutočné terminálové signály aj Helmholtzove cievky a generátory signálov a skutočné signály sa opakovane ukázali ako výrazne škodlivejšie (2). Presný mechanizmus ešte nebol identifikovaný, ale Panagopoulos a Yakimenko opísali potenciálny mechanizmus, ktorý bol nezávisle potvrdený pri niekoľkých príležitostiach (3). Héroux nedávno publikoval prehľadnú analýzu fyziky tepelnej absorpcie a tiež postuloval, že faktor výkyvu signálu je kľúčový pre biologické účinky (4). Bolo by vítané, keby budúce štúdie tejto európskej skupiny mohli používať aj širší rozsah frekvencií a najmä realistické modulácie/skutočné 5G signály. (AT)

1. Cappucci U, Casale AM, Proietti M, Marinelli F, Giuliani L, Piacentini L (2022). Rádiofrekvenčné elektromagnetické polia súvisiace s WiFi podporujú dysreguláciu transponovateľných prvkov a genómovú nestabilitu u *Drosophila melanogaster*. *Bunke*, 11(24), 4036. <https://doi.org/10.3390/cells11244036> (uvedené v správe o elektrosmogu 1-2023)
2. Panagopoulos DJ (2019). Porovnanie poškodenia DNA spôsobeného mobilným telefónom a inými typmi umelo vytvorených elektromagnetických polí. *Výskum mutácií / Recenzie vo výskume mutácií*, 781, 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2019.03.003> (uvedené v správe o elektrosmogu 2-2022)
3. Panagopoulos DJ, Yakymenko I, De Iulius GN, Chrousos GP (2025). Komplexný mechanizmus biologických a zdravotných účinkov antropogénnych elektromagnetických polí extrémne nízkych frekvencií a bezdrôtovej komunikácie. *Hranice verejného zdravia*, 13, 1585441. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1585441> (uvedené v správe o elektrosmogu 3-2025)
4. Héroux P (2025). Kolízia medzi bezdrôtovým pripojením a biológom. *Heliyon*, 11(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42267> (uvedené v správe o elektrosmogu 4-2025)



Mobilná komunikácia mení mozgovú aktivitu

## Modulácia funkčnej mozgovej konektivity u zdravých mladých dospelých po expozícii GSM: Štúdia magnetoencefalografie a magnetickej rezonancie

Iranfar S, Wallace J, Selmaoui B, Yahia-Cherif L (2025). Modulácia funkčnej konektivity mozgu u zdravých mladých dospelých po vystavení rádiofrekvenčnému žiareniu GSM: Štúdia magnetoencefalografie a magnetickej rezonancie. *Neuroveda*, 59(1), 103–109. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2025.11.007>

Vzhľadom na rozsiahle používanie bezdrôtových komunikačných technológií a blízkosť mobilných telefónov k hlave je otázka potenciálnych vplyvov vysokofrekvenčných elektromagnetických polí (HF-EMF) na fyziologickú mozgovú aktivitu veľmi relevantná. Predchádzajúce zistenia dokumentujú zvláštnu citlivosť alfa mozgových vln (8–12 Hz) na žiarenie mobilných telefónov. (Alfa vlny sa typicky vyskytujú u zdravých, bdelych dospelých počas období odpočinku so zatvorenými očami. Alfa rytmus je spojený s kognitívnou a vizuálnou relaxáciou – pozn. redaktora.) Predchádzajúce štúdie mozgovej aktivity sa však obmedzovali na EEG analýzy, ktoré primárne skúmajú intenzitu mozgovej aktivity v rôznych frekvenčných rozsahoch. Na zistenie, či mobilná komunikácia môže ovplyvniť aj spoluprácu medzi rôznymi oblasťami mozgu, je potrebné vykonať magnetoencefalografiu (MEG). Táto štúdia je prvou, ktorá skúma vplyv mobilnej komunikácie na prepojenie medzi rôznymi oblasťami mozgu pomocou MEG. Prepojenie sa vzťahuje na súhru a koordináciu medzi rôznymi neurónovými sieťami, keď mozog spracováva informácie. MEG dokáže určiť, ako dobre sú elektrické oscilácie rôznych oblastí mozgu časovo synchronizované a či fungujú v synchrónnom rytme.

### Návrh a implementácia štúdie:

Tridsaťdva zdravých dobrovoľníkov (15 mužov, 17 žien, priemerný vek 25 rokov) podstúpilo randomizovaný, dvojito zaslepený, reverzne skrížený postup s dvoma sedeniami s odstupom jedného týždňa. Každé sedenie pozostávalo z východiskovej, expozičnej a post-expozičnej fázy. Expozičná fáza trvala celkovo 25 minút a 30 sekúnd. Ako zdroj mobilného telefónu slúžili dva mobilné telefóny Nokia 6650 (GSM; 900 MHz s moduláciou 217 Hz), pričom jeden fungoval ako „fiktívne zariadenie“, ktoré nevyžarovalo žiadne žiarenie z mobilného telefónu. Nameraná hodnota SAR, priemerovaná na 10 g tkaniva, bola 0,7 W/kg. Mobilný telefón bol umiestnený pri ľavom uchu pacienta.

Subjekty boli umiestnené do mozgu. Merania MEG boli vykonané pred a po expozičnej fáze. Funkčná konektivita bola vypočítaná pomocou ci-PLV, ktorá kvantifikuje fázovú synchronizáciu. Mozog bol rozdelený do 68 oblastí, čo viedlo k porovnaniu celkovo 2278 spojení (každá oblasť oproti každej inej oblasti). Štatistická analýza bola vykonaná ako obojsmerná ANOVA s Bonferroniho korekciou.

### Výsledky:

Výsledky ukazujú štatisticky významné modulácie konektivity prostredníctvom mobilného telefónu. Po Bonferroniho korekcii zostali tri prepojenia v rámci pravej mozgovej hemisféry štatisticky významne znížené pri porovnaní skupiny so skupinou s aplikovaným poľom a skupinou s aplikovaným poľom: 1) prepojenie medzi pravou transversálnou temporálnou kôrou (rTTC) a pravou entorhinálnou kôrou (rEC), 2) prepojenie medzi rTTC a pravou insulárnou kôrou (rIC) a 3) prepojenie medzi rTTC a pravou zadnou cingulárnou kôrou (rPCC). Modulácie sa vyskytovali prevažne v alfa frekvenčnom rozsahu.

### Záver:

Údaje vedcov ukazujú významné zmeny v prepojení medzi kortikálnymi oblasťami pravej hemisféry, predovšetkým v a okolo spánkového laloku. Táto oblasť zahŕňa TTC, tiež známy ako Heschlov gyrus, štruktúru zapojenú do spracovania sluchových informácií. EC hrá ústrednú úlohu v pamäti, IC sa podieľa na vedomí a emóciách, zatiaľ čo PCC predstavuje kľúčový mozgový uzol. Autori špekulujú, že žiarenie z mobilných telefónov môže ovplyvňovať neuronálnu aktivitu v uchu, pretože sluchové spracovanie prebieha prevažne kontralaterálne (na strane oproti mobilnému telefónu, ktorý je umiestnený pri ľavom uchu).

### Poznámky redaktora:

Silné stránky tejto štúdie spočívajú predovšetkým v jej metodologicky prísnom dizajne štúdie, ktorý minimalizuje kofaktory a artefakty. Použitie MEG je obzvlášť významné, pretože rieši medzeru v našich poznatkoch o vplyve mobilnej komunikácie na mozgovú aktivitu. Medzi obmedzenia patrí malá veľkosť vzorky a zameranie na akútne účinky. Dlhodobá štúdia chronických účinkov by bola tiež veľmi relevantná. (RH)



### Mobilné telefóny a rakovina prsníka

## Vysokofrekvenčné žiarenie z mobilných telefónov a riziko rakoviny prsníka: Multicentrická prípadovo-kontrolná štúdia s ďalšou podozrivou skupinou prípadov na porovnanie.

Tahmasebi S, Mortazavi SMJ, Pourhayoomi M, Sheikhzadeh P, Welsh JS, Seif F a kol. (2025). Rádiofrekvenčné žiarenie z mobilných telefónov a riziko rakoviny prsníka: Multicentrická prípadovo-kontrolná štúdia s ďalšou podozrivou porovnávacou skupinou. *Časopis pre výskum v lekárskech vedách*, 30, 63. [https://doi.org/10.4103/jrms.jrms\\_679\\_25](https://doi.org/10.4103/jrms.jrms_679_25)

Hoci niekoľko rozsiahlych kohortových a prípadovo-kontrolných štúdií skúmalo súvislosť medzi používaním mobilných telefónov a nádormi mozgu, výsledky zostávajú nepresvedčivé a existuje len málo dôkazov o iných malígnych nádoroch, ako je rakovina prsníka. Súčasné zistenia z rozsiahlych kohortových štúdií nepodporujú jasnú súvislosť medzi používaním mobilných telefónov a zvýšeným rizikom rakoviny celkovo. Aby sa táto medzera vo vedomostiach vyriešila, autori vykonali multicentrickú prípadovo-kontrolnú štúdiu s ďalšou podozrivou skupinou prípadov v rádioterapeutických centrách v Iráne.

### Návrh a implementácia štúdie:

Do konečnej analýzy bolo zahrnutých celkovo 226 žien: 77 potvrdených prípadov rakoviny prsníka, 52 podozrivých prípadov a 97 kontrolných skupín. Hoci konvenčné štúdie prípadov a kontrol často zahŕňajú väčší počet kontrolných skupín, obmedzený počet vhodných dobrovoľníkov viedol k nerovnováhe. Na zohľadnenie tejto nerovnováhy bez ohrozenia analytickej validity boli použité modely logistickej regresie. Vyškolení anketári administrovali štruktúrovaný dotazník, ktorý obsahoval demografické, reprodukčné, životné a environmentálne údaje vrátane trvania hovorov z mobilného telefónu, času stráveného pred obrazovkou a umiestnenia telefónu. Súvislosti boli analyzované pomocou multinomickej logistickej regresie s postupnými úpravami demografických, reprodukčných, environmentálnych a životných premenných. Boli vytvorené dva viacrozmerné modely: Model 1 je upravený o vek, hmotnosť, vzdelanie a reprodukčné faktory (napr. vek pri prvej menštruácii). Model 2 stavia na Modele 1 a zahŕňa environmentálne a životné premenné vrátane úrovne znečistenia, spánkových návykov, používania mobilného telefónu a času stráveného pred obrazovkou.

### Výsledky:

Medzi skupinami sa výrazne líšilo niekoľko faktorov životného štýlu vrátane počtu tehotenstiev.

Nasledujúce premenné vykazovali štatisticky významné rozdiely medzi skupinami: zdravie ( $p < 0,001$ ), konzumácia ovocia a zeleniny ( $p < 0,001$ ), úroveň príjmu ( $p = 0,017$ ), užívanie hormonálnej terapie ( $p = 0,015$ ), anamnéza chirurgických zákrokov alebo biopsií ( $p = 0,007$ ), vystavenie znečisťujúcim látkam ( $p = 0,036$ ), čas strávený vonku ( $p < 0,001$ ), trvanie konverzácie ( $p = 0,004$ ), čas strávený pred obrazovkou ( $p = 0,003$ ), ťažkosti so zaspávaním ( $p = 0,003$ ) a skoré prebúdzanie ( $p < 0,001$ ). Ostatné premenné, ako napríklad užívanie drog, menopauzálny stav, príjem tukov, konzumácia cukru, konzumácia spracovaných potravín, rádioterapia, konzumácia alkoholu a fyzická aktivita, nevykazovali štatisticky významné rozdiely medzi skupinami.

V plne prispôbenom modeli (Model 2) niektoré významné premenné preukázali vyššie riziko potvrdenej rakoviny prsníka a/alebo podozrenia na rakovinu prsníka:

- > Dosiagnuté vzdelanie bolo významne spojené so statusom prípadu (stredná škola OR = 5,11 [1,5–17,9],  $p = 0,011$ ).
- > Vek pri menarche bol významným prediktorom statusu prípadu (OR = 1,39 [1,0–1,9],  $p = 0,040$ ).
- > Expozícia znečisťujúcim látkam silne súvisela so stavom prípadu (OR = 7,29 [1,9–27,8],  $p = 0,004$ ).
- > Trvanie telefonátov na mobilný telefón bolo významné, pričom viac ako 60 minút telefonátov bolo spojených s prípadmi (OR = 3,49, 95 % CI: 1,0 – 11,9,  $p = 0,046$ ) aj s podozrením na ochorenie (OR = 10,84 [2,3 – 51,4],  $p = 0,003$ ).
- > Dlhší čas strávený pred obrazovkou (> 4 hodiny/deň) bol tiež spojený so zvýšenou pravdepodobnosťou.

### Záver:

Táto štúdia poskytuje nové poznatky o potenciálnej úlohe životného štýlu a environmentálnych faktorov – najmä používania mobilných telefónov, času stráveného pred obrazovkou a vystavenia sa nočnému svetlu – pri rozvoji rakoviny prsníka. Najkonzistentnejším a najpresvedčivejším zistením bola významná súvislosť medzi dlhšími dennými telefonátmi a rizikom rakoviny prsníka. Ženy, ktoré používali mobilné telefóny viac ako 60 minút denne, mali 3,5-násobne zvýšené riziko potvrdenej rakoviny prsníka a viac ako desaťnásobne zvýšené riziko klasifikácie ako podozrivý prípad v porovnaní so ženami, ktoré uviedli, že používajú telefóny menej ako 10 minút denne. Tento vzťah závislý od dávky posilňuje biologickú pravdepodobnosť súvislosti medzi dlhodobým vystavením sa rádiofrekvenčným a elektromagnetickým poliam a rozvojom rakoviny prsníka.

V tejto multinomickej analýze bolo dlhšie používanie mobilného telefónu spojené so zvýšeným rizikom podozrenia aj potvrdených prípadov rakoviny prsníka. Táto súvislosť však nepreukazuje kauzálny vzťah, pretože expozícia nebola meraná nezávisle a nemožno vylúčiť potenciálne zostávajúce matúce faktory. Tieto výsledky by sa preto mali interpretovať s opatrnosťou a na objasnenie, či táto súvislosť odráža kauzalitu alebo iba koreláciu, sú potrebné rozsiahlejšie prospektívne štúdie s objektívnymi meraniami expozície. (AT)



Rakovina štítnej žľazy a používanie mobilných telefónov

## Rastúci výskyt rakoviny štítnej žľazy a používanie smartfónov

Lin JC (2026). Rastúci výskyt rakoviny štítnej žľazy a používanie smartfónov [Health Matters]. *Časopis IEEE pre mikrovlnné rúry*, 27(1), 14–6. <https://doi.org/10.1109/MMM.2025.3613612>

James C. Lin, emeritný profesor, je poprednou autoritou v oblasti bioelektromagnetizmu. Lin, člen IEEE, AAAS, AIMBE a URSI, pôsobil ako šéfredaktor časopisu *Bioelectromagnetics* v rokoch 2006 až 2022 a ako člen Medzinárodnej komisie pre ochranu pred neionizujúcim žiarením (ICNIRP) v rokoch 2004 až 2016. V novom prehľade zdravia Lin zhrňa súčasný stav poznatkov o súvislosti medzi rakovinou štítnej žľazy a používaním mobilných telekomunikácií. Anatomicky sa štítna žľaza nachádza u ľudí v prednej stredovej čiare krku. Produkuje hormóny štítnej žľazy, ktoré sú nevyhnutné pre rast a metabolizmus. Nedávno aktualizovaná štúdia zo Švédska naznačuje, že vystavenie mikrovlnnému a rádiovlnovému žiareniu z používania mobilných telefónov alebo smartfónov môže byť príčinou zvýšeného výskytu rakoviny štítnej žľazy (1).

### Hardell a Carlsberg (2025):

Hardell a Carlsberg ukazujú, že výskyt rakoviny štítnej žľazy v dospeljej populácii za posledných 40 rokov, a najmä za posledných 20 rokov, neustále rastie. Vzostupný trend medzi rokmi 2000 a 2020 zodpovedá 1,85-násobnému nárastu u žien vo veku 20 až 60 rokov a 1,3-násobnému nárastu u mužov rovnakej vekovej skupiny. V smartfónoch súčasnej generácie sa hlavná komunikačná anténa zvyčajne nachádza na spodnej strane. Keď sa smartfón drží pri uchu počas hovoru, hlavná anténa je bližšie k štítnej žľaze, čo môže viesť k vyššej expozícii žľazy rádiovlnovému žiareniu v porovnaní so staršími modelmi mobilných telefónov, kde bola anténa umiestnená na vrchu krytu. Samotné pozorovanie zvýšeného výskytu rakoviny štítnej žľazy v populácii však neznamena priamu kauzálnu súvislosť, napríklad s elektromagnetickým žiarením z mobilných telefónov.

### Luo a kol. 2019, 2020:

Lin sa preto odvoláva na skoršiu štúdiu Luo a kol. z roku 2019 (2), ktorá zahŕňala kohortu približne 500 prípadov rakoviny a zodpovedajúce kontrolné skupiny. V porovnaní s používateľmi, ktorí nepoužívali mobilné telefóny, niekoľko skupín preukázalo mierne zvýšené riziko mikrokarcinómov štítnej žľazy (so zvýšenými pomermi šancí medzi 1,2 a 1,58). Tieto skupiny zahŕňali najmä účastníkov, ktorí používali mobilný telefón viac ako 15 rokov.

používatelia mobilných telefónov (OR: 1,29), tí, ktorí používali mobilný telefón viac ako 2 hodiny denne (OR: 1,4), tí, ktorí mali najviac kumulatívnych hodín používania (OR: 1,58) a tí, ktorí mali najviac kumulatívnych hovorov (OR: 1,2).

V novej rozšírenej kohortovej štúdií s použitím údajov z britskej biobanky (3) (Zhang a kol. 2024) sa tiež zistila OR 1,26 pre mužov, ale iba OR 0,90 pre ženy (častí používatelia mobilných telefónov v porovnaní s nepoužívateľmi ako kontrolná skupina). V tejto štúdií sa však expozícia odhadovala len približne.

Následná štúdia výskumnej skupiny Luo skúmala otázku genetickej predispozície (4). Zistili, že jednonukleotidové polymorfizmy (SNP) v génoch pre opravu DNA modifikujú účinky mikrovlnného a RF žiarenia z používania mobilných telefónov. Výsledky ukázali, že 10 SNP malo p-hodnotu < 0,01 pre interakciu vo všetkých typoch rakoviny štítnej žľazy. Nositelia SNP s poruchou génovej opravy vykazovali pomer šancí > 2 pre výskyt rakoviny štítnej žľazy. Zjednodušene povedané, výsledky ukázali, že v prítomnosti určitých genetických variantov bolo žiarenie z mobilných telefónov významne korelované s rakovinou štítnej žľazy. Okrem toho sa korelácia zvyšovala so zvyšujúcim sa trvaním a frekvenciou žiarenia z mobilných telefónov.

### Záver:

Používanie mobilných telefónov, najmä smartfónov, sa od prelomu tisícročia výrazne zvýšilo. Napríklad vo Švédsku sa používanie mobilných telefónov medzi rokmi 2001 a 2024 zvýšilo viac ako desaťnásobne. Lin poukazuje na to, že rozsiahle používanie počítačovej tomografie na diagnostickú rádiológiu za posledné dve desaťročia viedlo k zjavne zvýšenému výskytu rakoviny v dôsledku včasnej detekcie. Je pozoruhodné, že včasná detekcia by mala viesť aj k následnému poklesu výskytu, čo v tomto prípade nebol prípad. Štúdia namiesto toho ukázala neustále rastúci výskyt rakoviny štítnej žľazy, čo je trend zodpovedajúci rastúcej expozícii štítnej žľazy mikrovlnnému a rádiovlnovému žiareniu z používania smartfónov počas rovnakého obdobia. (AT)

1. Hardell L, Nilsson M, Carlberg M (2025). Prehodnotenie rastúceho výskytu rakoviny štítnej žľazy vo Švédsku. *Časopis Fortune pre zdravotnícke vedy*, 8(3), 716–722. <https://doi.org/10.26502/fjhs.328>
2. Luo J, Deziel NC, Huang H, Chen Y, Ni X, Ma S a kol. (2019). Používanie mobilných telefónov a riziko rakoviny štítnej žľazy: populačná prípadovo-kontrolná štúdia v Connecticute. *Annals of Epidemiology*, 29, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2018.10.004>
3. Zhang Y, Zhang Y, Ye Z, Yang S, Liu M, Wu Q a kol. (2024). Používanie mobilných telefónov a riziká celkového a 25 druhov rakoviny špecifických pre dané miesto: Prospektívna štúdia zo štúdie UK Biobank. *Epidemiológia rakoviny, biomarkery a prevencia*, 33(1), 88–95. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-23-0766>
4. Luo J, Li H, Deziel NC, Huang H, Zhao N, Ma S a kol. (2020). Genetická predispozícia môže ovplyvniť súvislosť medzi používaním mobilných telefónov a rakovinou štítnej žľazy: Populačná prípadovo-kontrolná štúdia v Connecticute. *Environmentálny výskum*, 182, 109013. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.109013>



### Antivírusové EMF?

## Identifikácia rezonančných frekvencií vírusov pre detekciu a inaktiváciu patogénnych vírusov pomocou mikrovln

Kuang Z, Luginsland J, Hung CS, Stamps BW, Thomas RJ, Kelley-Loughnane N a kol. (2025). Identifikácia rezonančných frekvencií vírusov pre detekciu a inaktiváciu patogénnych vírusov pomocou mikrovln. *Vedecké správy*, 15(1), 43920. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-27669-4>

Prirodzené vibračné frekvencie biologických častí obsahujú dôležité informácie o ich štruktúre a vlastnostiach. Biofyzikálne metódy založené na rezonančných frekvenciách by mohli predstavovať zaujímavú alternatívu ku konvenčným vakcínam a antivírusovým liekom. V budúcnosti by mohlo byť možné použiť špeciálne navrhnuté vysokofrekvenčné emisie na deaktiváciu patogénnych vírusov, ako je Covid-19, alebo aspoň na zníženie ich virulencie ovplyvnením ich replikačných alebo dokovacích mechanizmov. Dve rezonančné frekvencie boli predtým priamo merané pomocou senzora založeného na koplanárnom vlnovode: 4 a 7,5 GHz pre SARS-CoV-2 a 4,2 a 7,5 GHz pre HCoV-229E. Meranie prirodzených vibračných frekvencií jedného viriónu v biologickom prostredí je však náročné. Priradenie štruktúrálnych znakov k nameraným spektrám je ešte ťažšie. Doteraz nie je známe, ktoré zložky vírusu zodpovedajú nameraným rezonančným frekvenciám pri 4 a 7,5 GHz. Autori tu prezentovanej práce preto skúmali dynamický pohyb hrotového proteínu SARS-CoV-2 pomocou presnej molekulárno-dynamickej simulácie, ktorá zohľadňuje všetky atómy proteínu.

### Návrh a implementácia štúdie:

COVID spike proteín (S) je jednou zo štyroch štruktúrálnych zložiek vírusu. Ďalšími zložkami sú nukleokapsida, membrána a koruna. S proteín je tripartitný, pozostávajúci z troch identických aminokyselinových reťazcov s 1273 aminokyselinami. Molekula bola modelovaná v počítačovej simulácii v rámci fyzikálneho simulačného boxu. Molekulárno-dynamická (MD) simulácia bola najprv vykonaná sekcia po sekcii, v prekrývajúcich sa segmentoch troch vlákien/reťazcov. Následne boli prekrývajúce sa segmenty integrované za vzniku kompletnej molekuly. Vychádzajúc z predtým vyváženého systému, boli vykonané tri nezávislé MD simulácie. Všetky MD simulácie boli vykonané pomocou balíka NAMD 3.0.

### Výsledky:

Pre spike proteín bola zistená rezonančná frekvencia 7,3 – 7,4 GHz. Bližšie skúmanie ukázalo, že táto rezonancia zodpovedá fragmentu S2, čo je časť S proteínu ukotvená v lipidovej membráne vírusu.

### Záver:

Detailná simulácia molekulárnej dynamiky, ktorá umožňuje objavenie špecifických rezonančných frekvencií, umožňuje pripísať experimentálne pozorovaný vrchol mikrovlnnej absorpcie SARS-CoV-2 pri frekvencii ~7,5 GHz vnútorným vibráciám hrotového proteínu. To sa líši od dipólového modelu vírusového obalu a jadra, ktorý predtým navrhli iné výskumné skupiny. Nové fyzikálne stratégie, ako je ultrazvuk a netermálne mikrovlny, sú sľubné pre inaktiváciu vírusu, pretože ich možno naladiť na rezonančné frekvencie špecifických viriónových štruktúr bez poškodenia ľudských buniek. Inaktivácia pomocou mikrovln by mohla zničiť viriónové štruktúry prostredníctvom netermálnych účinkov a javov štruktúrného rezonančného prenosu energie.

### Poznámka redaktora:

Je povzbudivé, že tieto a súvisiace štúdie hojne používajú termín „netermálny“, pravdepodobne preto, že sa týkajú terapeutických aplikácií EMF. V súčasnosti je však k dispozícii len málo podrobností o intenzitách výkonu, ktoré by boli prakticky potrebné na selektívnu deaktiváciu vírusov v živých organizmoch. To by však mohlo umožniť prelomové medicínske aplikácie. Teraz, keď je možné uspokojivo simulovať špecifické rezonančné frekvencie vírusových proteínov, mala by sa dôkladne preskúmať praktická použiteľnosť v experimentoch na zvieratách. Naopak, prirodzene vyvstáva otázka, s ktorými ľudskými alebo živočíšnymi makromolekulami – ako sú napríklad exozómy – by mohli existujúce technológie rezonovať, a aj toto by sa malo dôkladne preskúmať. (AT)

- Sadraeian M, Kabakova I, Zhou J, Jin D (2024). Inaktivácia vírusu prispôbením vibračnej rezonancii. *Recenzie aplikovanej fyziky*, 11(2). <https://doi.org/10.1063/5.0183276>



Elektromagnetické pole a vtáky

## O vplyve neionizujúceho žiarenia (NIR) na vtáky: právna situácia, vedecký stav a odporúčania pre ochranu vtákov

Bächler E (2025). O vplyve neionizujúceho žiarenia (NIR) na vtáky: právna situácia, vedecký stav a odporúčania na ochranu vtákov. *Ornitologický pozorovateľ*, 122(4). [https://www.ala-schweiz.ch/images/stories/pdf/ob/2025\\_122/OrnitholBeob\\_2025\\_122\\_352\\_Baechler.pdf](https://www.ala-schweiz.ch/images/stories/pdf/ob/2025_122/OrnitholBeob_2025_122_352_Baechler.pdf)

Nová vedecká štúdia sumarizuje súčasný stav poznatkov o účinkoch elektromagnetických polí (EMF) na vtáky. Neionizujúce žiarenie (NIR) môže zahrievať a poškodzovať telesné tkanivá vtákov, najmä embryá a mláďatá, keď sú v tesnej blízkosti. Tento tepelný účinok je vedecky nespochybniteľný a vyžaduje si právnu ochranu. Inštalácia vysielateľov v budovách používaných ako hniezdiská, ako sú kostolné veže, je obzvlášť kritická. Nízkofrekvenčné elektrické a magnetické polia (LF-EF/MF, 1 Hz – 100 kHz) sú generované striedavými prúdmi alebo pulznými jednosmernými prúdmi; hlavnými zdrojmi sú železničné a elektrické siete (50 Hz). Pri vysokých frekvenciách (100 kHz až 300 GHz) sú elektrické a magnetické polia prepojené a šíria sa vlnovo. Tepelné účinky sa vyskytujú iba pri vysokých intenzitách poľa, zatiaľ čo netepelné účinky, ako je zhoršená magnetická orientácia alebo oxidačný stres u vtákov, sú tiež vedecky zdokumentované.

Zhrnutie zistení výskumu:

Nízkofrekvenčné elektrické a magnetické polia (NF-EF/MF): Štúdie skúmali teratogénne účinky NF-EF/MF a embryonálnu úmrtnosť. Niektoré genotypy sú citlivejšie, zatiaľ čo iné sú necitlivé. Okrem malformácií sa pozorovala zvýšená aktivita enzýmu ornitín-dekarboxylázy, oxidačný stres a zvýšené stresové proteíny (Hsp70) (1) – dokonca aj pri nízkych intenzitách poľa blízko limitu zariadenia. Biologické systémy reagujú na slabé EF/MF a EMF, pričom kryptochrómové proteíny sa diskutujú ako možné receptory. Kryptochrómy regulujú fyziologické procesy, ako sú cirkadiánne rytmy a oxidačná rovnováha, a sú ústredným prvkom orientácie magnetického poľa u vtákov.

Vysokofrekvenčné striedavé elektromagnetické polia (HF-EMF): Slabé HF-EMF až do približne 100 MHz narúša magnetický kompas vtákov, ale vplyv na sťahovavé vtáky nie je jasný. Engels a kol. (2014) preukázali poruchy aj pri typických HF-EMF (20 kHz – 5 MHz), zatiaľ čo Leberecht a kol. (2022) potvrdili účinky až do 85 MHz a 5,6 nT (2). Teoreticky je horná hranica vplyvu 116 MHz. Iné štúdie ukazujú zvýšený oxidačný stres u vtákov, napríklad pri 1800

MHz alebo 900 MHz. Mechanizmy antioxidačnej ochrany majú svoje limity, najmä u mladých alebo starých jedincov. Molekulárne dôkazy netermálnych účinkov, ako je vplyv na Hsp70, podčiarkujú ich význam.

Terénne štúdie: Sakraoui a kol. (2024) zistili nižšiu mieru prežitia u bocianov bielych hniezdiacich na anténach mobilných telefónov v Alžírsku (3). Balmori a ďalší výskumníci korelovali úspešnosť rozmnožovania bocianov bielych a vrabcov domácich s intenzitou mobilných telefónov (900/1800 MHz), ale iné faktory neboli zohľadnené (4). Novšia štúdia nezistila žiadny vplyv na vrabce domáce a ich populácie sa vo Švajčiarsku zvýšili. Prenosnosť laboratórnych účinkov na prírodné podmienky nie je jasná, pretože organizmy môžu čiastočne kompenzovať škody, ale úlohu zohrávajú aj multifaktoriálne príčiny, ako je genetika a prostredie.

### Záver:

Vtáky musia byť chránené pred žiarením NIS podľa environmentálnych predpisov, ale chýbajú konkrétne pravidlá. Švajčiarsky ornitologický inštitút odporúča uplatňovať nariadenie o ochrane NIS aj na vtáky, najmä na miestach rozmnožovania. Embryá vtákov sú ohrozené už pri zvýšení teploty o 0,5 °C, zatiaľ čo u ľudí je tolerovaná teplota 1 °C. Limitné hodnoty pre ľudí sú pre vtáky príliš vysoké. Vedecky nespochybniteľné riziká, ako sú tepelné účinky, sa niekedy ignorujú, napríklad na webovej stránke [www.5g-info.ch](http://www.5g-info.ch). Ochrana flóry a fauny si vyžaduje aktuálnejšie, vedecky podložené individuálne posúdenia. (AT)

1. Mevissen M, Schürmann D (2021). Existujú dôkazy o zvýšenom oxidačnom strese v dôsledku elektromagnetických polí? Zhrnutie nedávnych relevantných štúdií na zvieratách a bunkách týkajúcich sa účinkov na zdravie. *Univerzity v Berne a Bazileji, v mene Federálneho úradu pre životné prostredie (BAFU), Švajčiarsko.*
2. Engels S, Schneider NL, Lefeldt N, Hein CM, Zapka M, Michalik A a kol. (2014). Antropogénny elektromagnetický šum narúša orientáciu magnetického kompasu u sťahovavého vtáka. *Nature* 509: 353–356. <https://doi.org/10.1038/nature13290>

Leberecht B, Kobylkov D, Karwinkel T, Döge S, Burnus L, Wong SY a kol. (2022). Širokopásmové rádiofrekvenčné polia s frekvenciou 75 – 85 MHz narúšajú orientáciu magnetického kompasu u spevavcov migrujúcich v noci, čo zodpovedá magnetoreceptoru s radikálovým párom na báze flavínu. *Časopis porovnávacej fyziológie*, 208(1), 97–106. <https://doi.org/10.1007/s00359-021-01537-8>

3. Sakraoui D, Ziane N, Ghalem R, Boukheroufa M, Habbachi W (2023). Existuje vplyv elektromagnetických vln zo základňových staníc na úspech chovu *Ciconia ciconia* v Alžírsku? *Rozmanitosť biosystémov*, 31(4), 493–499. <https://doi.org/10.15421/012358>
4. Balmori A (2009). Možné účinky elektromagnetických polí z telefónnych stožiarov na populáciu bociana bieleho (*Ciconia ciconia*). *Elektromagnetická biológia a medicína*, 24(2), 109–119. <https://doi.org/10.1080/15368370500205472>



## Priemysel v konflikte s vedou

# Rozdiely v názoroch na zdravotné a biologické účinky elektromagnetického žiarenia sa zväčšujú

Heroux P (2025). Budovanie priepasti názorov na zdravotné a biologické účinky elektromagnetického žiarenia. *Hranice verejného zdravia*, 13, 1589021. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1589021>

Paul Héroux je profesorom na McGill University v Montreale v Kanade. Špecializuje sa na environmentálne zdravie a zameriava sa na témy, ako sú elektromagnetické polia a ich vplyv na zdravie. Publikoval množstvo výskumných prác a kníh na tieto témy. Tento článok skúma rôzne názory na zdravotné účinky elektromagnetického žiarenia, ktoré vychádzajú z osobných skúseností autora v priebehu času. Od 80. rokov 20. storočia prebiehajú kontroverzie okolo zdravotných účinkov netermálneho elektromagnetického žiarenia v rozsahu ELF a RF. Zástupcovia priemyslu a environmentalisti sa spoliehajú na rôzne odborné názory a interpretácie tej istej vedeckej literatúry. Postupom času sa objavili rôzne názory na zdravotné účinky technologického elektromagnetického žiarenia. Vedecké konferencie sa konajú po celom svete, aby sa diskutovalo o zdravotných účinkoch elektromagnetického žiarenia s cieľom rozvíjať vedu a formovať názory. Správa o udalostiach, ktorých sa autor osobne zúčastnil, tu slúži ako prostriedok na vysvetlenie rôznych názorov na zdravotné účinky elektromagnetického žiarenia.

### Adair 1990:

Robert Adair, jadrový fyzik na dôchodku, sa zamerl na zdravotné účinky magnetických polí ELF, ovplyvnený prácou svojej manželky Eleanor Adairovej o zdravotných účinkoch rádiových frekvencií žiarenia. Adair na stretnutí Bioelektromagnetickej spoločnosti (BEMS) v roku 1991 argumentoval, že zdravotné účinky nízkofrekvenčných magnetických polí (ELF-MF) sú v rozpore s konvenčnou fyzikou vrátane kvantovej mechaniky. Lednevo mechanizmus založený na kvantovej mechanike kritizoval ako „nezmysel“. V apríli 1991 sa fyzici na konferencii zhodli Agentúra na ochranu životného prostredia (EPA) dostala pokyn odstrániť odkazy na Adairov článok zo svojich odporúčaní. Adairove myšlienky však boli na konferencii BEMS veľmi pozitívne prijaté. Účastníci, vrátane zástupcov priemyslu a výskumníkov, prezentovali -

Adairove komentáre priaznivé pre priemysel neboli spochybnené kvôli finančným stimulom a povahe panelových prezentácií. Adairov najdôležitejší argument, príklad uvedený v jeho zhrnutí, sa následne ukázal ako nesprávny. Fyzik Adair si zamenil polia jednosmerného a striedavého prúdu, čo bol v diskusii prehlád. Napriek tomu Adair prezentoval svoje argumenty dôrazne, čo mohlo ovplyvniť tých, ktorí už boli skeptickí voči biologickým účinkom ELF. Fyzici EPA spochybnili jeho závery.

### Armstrong 1994:

V roku 1991 vyvinul Héroux elektromagnetický dozimeter a v roku 1994 spolu s Armstrongom publikovali štúdiu o „súvislosti medzi vystavením pulzným elektromagnetickým poliam a rakovinou u pracovníkov verejných služieb v Quebecu, Kanade a Francúzsku“. Hérouxov dozimeter bol schopný merať elektrické a magnetické polia sieťovej frekvencie, ako aj pulzné elektromagnetické polia (PEMF) alebo vysokofrekvenčné prechodové javy (HFT). Na rozšírenie frekvenčného rozsahu meraných polí bola pridaná detekčná funkcia PEMF-HFT. Štúdia sa spočiatku zamerala na frekvencie 60 a 50 Hz. Armstrong zistil silnú súvislosť medzi vystavením PEMF-HFT a rakovinou pľúc u pracovníkov verejných služieb. Obaja výskumníci požiadali o ďalších 50 000 dolárov na preskúmanie možnej súvislosti medzi PEMF-HFT a rakovinou, ale ich žiadosť bola zamietnutá. Boli povinní vrátiť všetky dozimetre a údaje energetickej spoločnosti a bolo im zakázané ich v budúcnosti používať. Po publikovaní s Armstrongom bol Héroux požiadaný, aby predstavil svoje zistenia z výskumu rakoviny výboru IEEE, ktorému predsedala Eleanor Adair. Cítil sa zastrašený známym skepticizmom pani Adairovej. Výbor sa rozhodol vytvoriť skupinu na vyšetrovanie. Héroux zdvihol ruku v nádeji, že bude vybraný, pretože mal viac interných informácií o dozimetri a bol súčasťou epidemiologického tímu. Autor však bol vylúčený z ďalšej práce IEEE na PEMF-HFT, pravdepodobne kvôli konfirmačnému skresleniu – nedostatku dôvery vo výskumníkov, ktorí sa zdali byť príliš nezávislí od priemyslu. Nasledoval obmedzený výskum s použitím dánskych dozimetrov. Neistota okolo údajov dozimetrov viedla odvetvia verejných služieb a telekomunikácií k tomu, aby sa dištancovali od obáv týkajúcich sa miery výskytu rakoviny. V roku 1995 poveril EPRI (Electric Power Research Institute) dve spoločnosti vývojom dozimetra PEMF-HFT. Projekt však zlyhal pred výzvou -

Cieľom je vyvinúť kompaktné zariadenie pre epidemiologické štúdie. Priemysel sa možno vyhýbal zameraniu sa na prechodové javy, pretože tie by mohli presiahnuť tepelný šum. Výskum PEMF-HFT a mobilných telefónov je náročný a nákladný.

Hravé. Neisté výsledky môžu zmeniť bezpečnostné perspektívy a urobiť ďalšie vyšetrovania neatraktívnymi pre spoločnosti a vládne agentúry, čo je niečo, čo je ťažké zvaliť na spoločnosti v kapitalistickom systéme. Výskumníci ako Robert Becker použili

PEMF na regeneráciu tkanív. Héroux zámerne použil termín „vysokofrekvenčné prechodové javy“, aby sa vyhol negatívnym asociáciám s terapeutickými aplikáciami PEMF. Armstrong nahradil HFT termínom PEMF, čo viedlo k Beckerovým obavám z potenciálnych rizík rakoviny. PEMF sa používajú dodnes, ale termín HFT upadol do zabudnutia. Dichotómia medzi morbiditou a terapiou súvisí s biologickým kontextom, intenzitou expozície, trvaním a pulznou frekvenciou. RF modulácie a špičkové faktory významne určujú biologické výsledky.

#### Lai 1997, Phillips 2009:

V roku 1997 Lai a Singh prezentovali svoje zistenia o zlomoch reťazcov DNA spôsobených magnetickými poľami na konferencii. Motorola kritizovala Laiovu prácu a požadovala ďalší výskum. Lai bol ostrakizovaný priemyslom, ktorý požadoval jeho prepustenie z univerzitetnej pozície. Priemysel často odmietal zistenia biologických štúdií kvôli neistotám. To viedlo k nedôvere medzi inžinierstvom a vedami o živote. Skepticizmus priemyslu bol pravdepodobne poháňaný ekonomickými a politickými faktormi, nie vedeckou platnosťou. Interdisciplinárna komunikácia zostáva dodnes výzvou. K tomu prispievajú rozdielne názory na zdravotné účinky elektromagnetického žiarenia, kontrola diskusie priemyslom, zameranie sa na teplo, zanedbávanie biologických aspektov, zaujatá účasť na vedeckých konferenciách a protichodné informácie.

Interpretácie založené na vzdelaní a zamestnaní.

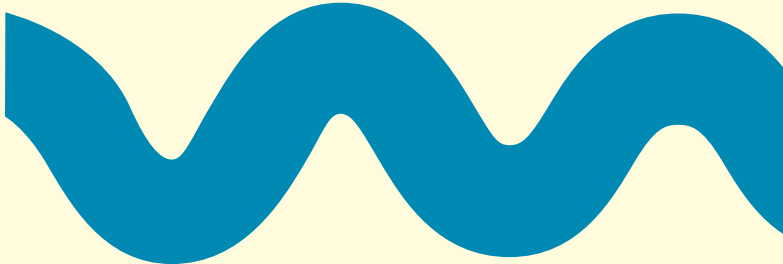
Autor sa v roku 2009 zúčastnil konferencie, kde Dr. Phillips prezentoval svoju štúdiu o „elektromagnetických poliach a poškodení DNA“ (na základe metodiky Laia a Singha).

**„Bolo preto opodstatnené, aby priemysel...“  
prevzal kontrolu nad  
debatou a zameral sa na to.  
Obmedzený tepelný účinok,  
pretože mala živý  
záujem o výsledky?“**

Test komét, ktorý Hérouxov nadriadený považoval za nevhodný, sa následne ukázal ako veľmi spoľahlivý. Phillips citoval Francisa Cricka: „... Wis- Vedci, ktorí teoreticky nesúhlasia Tí, ktorí zastávajú odlišné postoje, sa môžu zúčastniť plodných debát s cieľom zlepšiť pochopenie základných princípov.

zlepšiť pien a rozvíjať vedu vo všeobecnosti... Existujú však vonkajšie faktory z ekonomiky a politiky, ktoré tomu bránia.“

Héroux uzatvára svoje úvahy nasledujúcimi otázkami: „Ponúka špecifická miera absorpcie, miera tepla, viac jasnosti ako elektrické a magnetické polia? Mal by technický pohľad na problém zatieniť biologické aspekty? Môžu byť ľudia skutočne simulovaní ako roztok soli a cukru, ako je to v prípade meraní SAR? A čo problémy s nesledovaním zložitých hľadísk (Armstrong), s tlakom na tých, ktorí hlásia nevítané pozorovania (Lai), a s podkopávaním alebo podceňovaním metód biológie (Phillips)? [...] Otázka zdravotných účinkov EMF bola v určitých obdobiach považovaná za kľúčovú pre záujmy priemyslu, zatiaľ čo biomedicínskej komunite sa mohla zdať menej naliehavá. Bolo preto opodstatnené, aby priemysel prevzal kontrolu nad diskusiou a obmedzil ju na tepelný efekt, vzhľadom na jeho akútny záujem o výsledky? Bolo opodstatnené, aby priemysel zverejnil svoju tepelnú agendu prostredníctvom IEEE toľkým vládam na celom svete? Bolo opodstatnené, aby priemysel kontroloval rozvoj výskumu EMF a svoje odborné znalosti v tejto oblasti?“ Elektromagnetizmus sa používal na ovládnutie tejto oblasti, hoci najdôležitejšie prvky sa nachádzali v biológii a medicíne?“ (AT)



## Adresy pre ďalšie spoľahlivé informácie

Diagnose-Funk – Environmentálna a spotrebiteľská organizácia na ochranu pred elektromagnetickým žiarením e. V.

Nemecko:

[diagnose-funk.org](http://diagnose-funk.org), [info@diagnose-funk.de](mailto:info@diagnose-funk.de)

Mikrovlnné správy, USA:

[microwavenews.com](http://microwavenews.com), [louis@microwavenews.com](mailto:louis@microwavenews.com)

Prof. Joel Moskowitz, riaditeľ Centra pre zdravie rodiny a komunity na Fakulte verejného zdravia v Berkeley (USA):

Domovská stránka inštitútu: [publichealth.berkeley.edu/people/joelmoskowitz](http://publichealth.berkeley.edu/people/joelmoskowitz)

Domovská stránka EMF: [saferemr.com](http://saferemr.com)

Prof. Devra Davis (USA):

[ehtrust.org](http://ehtrust.org), [info@ehtrust.org](mailto:info@ehtrust.org)

Prof. Igor Beljajev, Biomedicínske výskumné centrum Slovenskej akadémie vied, Oddelenie rádiobiológie: [biomedcentrum.sav.sk/research-departments/departments-ofradiobiology/?lang=en#1511872382060-6857c1c8-f447](http://biomedcentrum.sav.sk/research-departments/departments-ofradiobiology/?lang=en#1511872382060-6857c1c8-f447), [shortlinks.de/jmi4](http://shortlinks.de/jmi4)

Blog prof. Dariusa Leszczynského (Fínsko):

[betweenrockandhardplace.wordpress.com](http://betweenrockandhardplace.wordpress.com)

## Databázy

[emfdata.org](http://emfdata.org)

[emf-portal.de](http://emf-portal.de)

[orsaa.org](http://orsaa.org)

