

اثرات ناشی از امواج الکترومقناطیسی تلفن همراه بر سیستم شنوایی

فضل احمد فروزان

پوهنمل، فزیک، تعلیم و تربیه، پوهنتون غور، فیروز کوه، افغانستان (نویسنده مسئول). ایمل:

Fazlahmadfrozan81@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۶ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۹ - تاریخ نشر: ۱۴۰۴/۱۲/۲۸

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از تلفن همراه به‌طور چشمگیری افزایش یافته و شمار کاربران آن به بیش از ۱۰۶ میلیارد نفر در سراسر جهان رسیده است. این گسترش استفاده، نگرانی‌ها و گمانه‌زنی‌هایی را در خصوص خطرات احتمالی ساحه‌های الکترومقناطیسی با فرکانس بالا بر سلامت انسان برانگیخته است. تلفن‌های همراه امواج میکروویو را در محدوده فرکانس ۸۰۰ تا ۲۰۰۰ مگاهرتز دریافت و ارسال می‌کنند. با توجه به نزدیکی گوشی به سر هنگام استفاده، دستگاه شنوایی و مغز بیش از سایر بخش‌های بدن در معرض این تشعشعات قرار دارند. مطالعه حاضر باهدف مرور و بررسی تحقیقات انجام‌شده در این زمینه صورت گرفته است. با استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی Web of Science، PubMed و Google Scholar، مطالعات مرتبط گردآوری و موردبررسی قرار گرفتند. از میان مقالات شناسایی‌شده، مرتبط به موضوع و بر اساس نوع مطالعه (انسانی) و مدت مواجهه (کوتاه‌مدت و بلندمدت) دسته‌بندی شدند. مطالعاتی که اثرات کوتاه‌مدت امواج الکترومقناطیسی بر سلامت و دستگاه شنوایی را بررسی کرده‌اند، تغییرات قابل توجهی گزارش نکرده‌اند. با این حال، در بخش عمده‌ای از تحقیقاتی که اثرات بلندمدت را مورد مطالعه قرار داده‌اند، نتایج چشمگیری مشاهده‌شده است. انجام تحقیقات بیشتر برای تعیین مدت زمانی لازم تا بروز تغییرات قابل‌اندازه‌گیری ضروری است تا بتوان اقدامات پیشگیرانه مناسب برای حفاظت از سلامت دستگاه شنوایی را طراحی و اجرا کرد.

کلمات کلیدی: امواج الکترومقناطیسی، سیستم شنوایی، تلفن همراه.

استناد: فروزان، فضل احمد. (۱۴۰۴). اثرات ناشی از امواج الکترومقناطیسی تلفن همراه بر سیستم شنوایی.

مجله علمی - تحقیقی پوهنتون غور، شماره ۲(۲)، ۱۷۱-۱۸۲.

Effects of Electromagnetic Waves from Mobile Phones on the Auditory System

Fazl Ahmad frozan

Senior Teaching, Physics, Education, Ghor University, FirozKoh, Afghanistan
(Corresponding author). Email: Fazlahmadfrozan81@gmail.com

Received: 26/1/2026 | Accepted: 18/2/2026 | Published: 19/3/2026

Abstract

In recent years, the use of mobile phones has increased dramatically, with more than 1.6 billion people worldwide using them. This expansion of use has raised concerns and speculations about the potential risks of high-frequency electromagnetic fields to human health. Mobile phones receive and transmit microwave waves in the frequency range of 800 to 2000 MHz. Given the proximity of the phone to the head during use, the hearing system and the brain are more exposed to these radiations than other parts of the body. The present study aimed to review and examine the research conducted in this field. Using the Web of Science, PubMed and Google Scholar databases, relevant studies were collected and reviewed. Among the identified articles, they were categorized according to the topic and based on the type of study (human) and the duration of exposure (short-term and long-term). Studies that have examined the short-term effects of electromagnetic waves on health and hearing have not reported significant changes. However, the majority of studies that have studied long-term effects have observed significant results. Further research is needed to determine the time it takes for measurable changes to occur so that appropriate preventive measures can be designed and implemented to protect hearing health.

Keywords: electromagnetic waves, auditory system, mobile phone

Cite this article: Frozan, F. (2026). Effects of electromagnetic waves from mobile phones on the auditory system. *Scientific Research Journal of Ghor University*, 2(2), 172–182.

مقدمه

الحمد لله رب العالمين، والعاقبة للمتقين، والصلاة والسلام على نبينا وإمامنا وسيدنا محمد و آله واصحابه اجمعين.

استفاده از تلفن همراه در سال های اخیر به طور چشمگیری افزایش یافته و شمار کاربران آن به بیش از ۱٫۶ میلیارد نفر در سراسر جهان می رسد [۱]. تلفن های همراه به بخش جدایی ناپذیر زندگی بسیاری از افراد تبدیل شده و امکان برقراری ارتباط با خانواده، دوستان و روابط کاری را در هر مکانی که سیگنال در دسترس باشد فراهم می کنند. همچنین، این ابزار ارتباطی امکان تعامل با افراد در سراسر جهان را میسر ساخته است.

نسل جدید تلفن های همراه علاوه بر تماس صوتی، قابلیت دسترسی به داده ها، گوش دادن به موسیقی، انجام بازی، ارسال و دریافت پیام کوتاه، خدمات پیام چندرسانه ای، ویدئو و اتصال به اینترنت از طریق پروتکل های بی سیم را در اختیار کاربران قرار می دهد [۲]. با این حال، استفاده گسترده از تلفن های همراه نگرانی هایی را در خصوص خطرات احتمالی ناشی از تشعشعات میدان های الکترومغناطیسی با فرکانس بالا و اثرات فیزیولوژیک آن بر سلامت انسان برانگیخته است [۳،۴].

تشعشعات الکترومغناطیسی می توانند آیون ساز یا غیر آیون ساز باشند. تشعشعات غیر آیون ساز به دلیل انرژی پایین قادر به یونیزه کردن نیستند، اما می توانند آسیب های سلولی الکتریکی، شیمیایی و ترمودینامیکی ایجاد کنند [۵]. نمونه هایی از این تشعشعات شامل مادون قرمز، ماورای بنفش، لیزر، امواج رادیویی و تشعشعات میکروویو هستند [۶]. امواج رادیویی در محدوده فرکانس ۳ کیلوهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز قرار دارند [۷] و بخشی از آن ها می تواند دستگاه شنوایی را تحریک کند [۶]. این امواج توسط منابع طبیعی یا مصنوعی تولید شده و قادرند در بافت های بدن نفوذ کنند [۸].

به طور معمول، امواج رادیویی برای ارتباطات راه دور مانند رادیو، تلویزیون، وای فای، تلفن های بی سیم و سلولار و رادار مورد استفاده قرار می گیرند [۶]. میزان جذب انرژی ناشی از این امواج به شدت تشعشع و ویژگی های بافت بستگی دارد. انرژی جذب شده به گرما تبدیل می شود [۸] و در نتیجه می تواند اثرات حرارتی و غیر حرارتی بر بدن انسان داشته باشد [۹].

اهمیت و ضرورت تحقیق

با توجه به افزایش بی‌رویه استفاده از تلفن‌های همراه و نگرانی‌های عمومی در مورد اثرات سلامتی این تکنولوژی، بررسی اثرات امواج الکترومقناطیسی تلفن همراه بر شنوایی انسان یک ضرورت است. این تحقیق می‌تواند به ایجاد آگاهی در جامعه و سیاست‌گذاران کمک کند و پیشنهادات مفیدی برای استفاده بهینه و بی‌خطر از تلفن‌های همراه ارائه دهد. علاوه بر این، این پژوهش می‌تواند به بهبود راهکارهای پیشگیری از آسیب‌های شنوایی کمک کند.

بیان مسئله

برای سنجش اثرات حرارتی امواج رادیویی، از پارامتر «میزان جذب ویژه (SAR)» استفاده می‌شود که توان جذب‌شده بر واحد کتله بافت را با واحد وات بر کیلوگرم بیان می‌کند [۵]. این شاخص به‌طور مستقیم با افزایش موضعی درجه حرارت مرتبط است. مؤسسه بین‌المللی حفاظت در برابر تشعشعات غیر آیونی، با توجه به نزدیکی تلفن همراه به سر یا بدن، میزان جذب ویژه موضعی را کمتر از میانگین وات بر کیلوگرم در ۱۰ گرم بافت تعیین کرده است [۶]. تلفن‌های همراه عمدتاً در محدوده فرکانس 800MHz تا 2000MHz امواج میکروویف را دریافت و ارسال می‌کنند [۱۰]. این فرکانس‌های غیر آ‌یون‌ساز موجب چرخش مولکول‌های آب و برخی ترکیبات آلی می‌شوند [۱۱]، اما آسیب مستقیمی به DNA وارد نمی‌کنند [۹].

چگونگی بررسی اثرات امواج الکترومقناطیسی تلفن همراه بر سیستم شنوایی؟

اهداف تحقیق

بررسی تأثیرات امواج الکترومقناطیسی تلفن همراه بر سیستم شنوایی انسان. تحلیل شواهد علمی موجود و ارزیابی نتایج تحقیقات پیشین. ارزیابی خطرات بالقوه ناشی از استفاده طولانی‌مدت از تلفن همراه بر شنوایی. ارائه پیشنهادات برای کاهش خطرات احتمالی این امواج.

سوالات تحقیق

سوال اصلی

۱. آیا امواج الکترومقناطیسی تلفن همراه تأثیر منفی بر شنوایی انسان دارند؟

سوالات فرعی

۱. شدت تأثیر این امواج بر گوش داخلی و سلول‌های شنوایی چقدر است؟
۲. آیا استفاده طولانی مدت از تلفن همراه باعث افت شنوایی می‌شود؟
۳. تفاوت‌های اثرات این امواج بر افراد مختلف چیست؟ (مثلاً در سنین مختلف یا کسانی که به مشکلات شنوایی مبتلا هستند)

پیشینه تحقیق

مطالعات مختلف در ایران و جهان نتایج متفاوتی ارائه کرده‌اند. برخی تحقیق‌ها کاهش شنوایی و وزوز گوش را گزارش کرده‌اند، در حالی که برخی دیگر اثرات قابل توجهی نیافته‌اند. این اختلاف نتایج نشان‌دهنده نیاز به تحقیقات جامع‌تر و طولانی مدت است. اثرات حرارتی گزارش شده شامل سردرد، احساس گرما و سوزش اطراف گوش، تحریک پوست صورت و تغییرات در سد خونی- مغزی است. اثرات غیرحرارتی نیز شامل تغییر الگوهای خواب، افزایش فشارخون، اختلال در عملکردهای شناختی، تغییرات ساختاری و عملکردی در سیتوپلاسم و تغییرات الکتروفیزیولوژیک سلول‌های زنده گزارش شده‌اند. بحث در مورد اثرات سرطان‌زای این امواج همچنان ادامه دارد [۳].

با توجه به نزدیکی تلفن همراه به سر هنگام استفاده، دستگاه شنوایی و مغز بیش از سایر بخش‌های بدن در معرض میزان جذب ویژه بالا قرار دارند. اثرات بیولوژیک امواج رادیویی به فرکانس، شدت تشعشع، مدت زمان مواجهه، وضعیت دستگاه عصبی و سیستم ایمنی فرد بستگی دارد [۱۲-۱۶]. در سال‌های اخیر مطالعات متعددی به بررسی اثرات مواجهه با تلفن همراه بر عملکرد دستگاه شنوایی پرداخته‌اند. مقاله حاضر باهدف مرور نتایج این مطالعات انجام شده است.

مواد و روش کار

این تحقیق به صورت مرور سیستماتیک مطالعات موجود انجام خواهد شد. در این مطالعه، مقالات علمی و تحقیقات پیشین در مورد اثرات امواج الکترومقناطیسی تلفن همراه بر شنوایی انسان جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شده است. از روش‌های آماری برای ارزیابی نتایج و تطبیق آن‌ها با یکدیگر استفاده خواهد شد. همچنین، در صورت نیاز، مطالعات بالینی برای ارزیابی

دقیق تر اثرات امواج استفاده خواهد شد.

بررسی تأثیرات قرارگیری کوتاه مدت در معرض امواج الکترومقناطیس

مطالعات متعددی اثرات قرارگیری کوتاه مدت در معرض امواج الکترومقناطیس را با استفاده از ابزارهای مختلف بررسی کرده اند که در ادامه به برخی از آن ها اشاره می شود.

در سال ۲۰۱۰ میلادی، پارازینی و همکاران [۲۰] اثرات تشعشعات رادیویی را بر ۷۳ فرد که به مدت ۲۰ دقیقه در معرض این تشعشعات قرار داشتند، با استفاده از آزمون های ادیومتری فرکانس بالا، DPOAE، ساپرنش دگرسویی TEOAE و پوتانسیل های برانگیخته شنوایی بررسی کردند. تحلیل نتایج نشان دهنده الگوی ثابت و مشخصی بین گروه ها نبود.

کان و همکاران [۲۱] در همان سال، اثرات قرارگیری کوتاه مدت در معرض امواج الکترومقناطیس را بر ۱۷ فرد در محدوده سنی ۱۱ تا ۱۲ سال با استفاده از آزمون های وابسته به رویداد شامل P1، N2، MMN، P3a و P1 مطالعه کردند. نتایج آماری اختلاف معناداری نشان نداد.

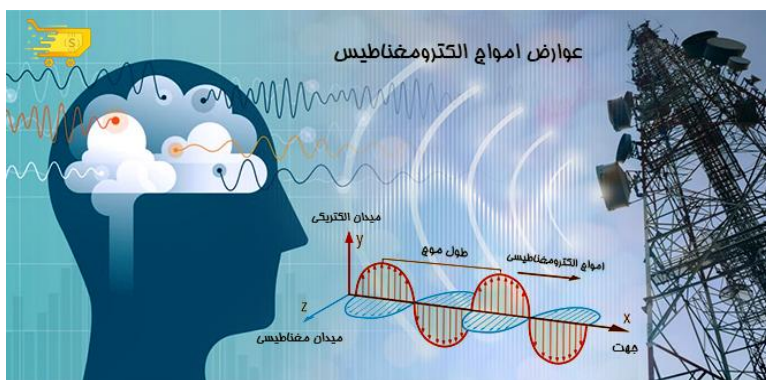
در مطالعه دیگری، کان و همکاران [۲۲] در سال ۲۰۱۰ پاسخ های برانگیخته ساقه مغز را هنگام و پس از قرارگیری در معرض امواج الکترومقناطیس در ۱۷ فرد جوان سالم ثبت کردند. نتایج نشان داد که قرارگیری کوتاه مدت در معرض امواج تلفن همراه تأثیری بر انتقال محرک حسی از حلقون تا ساقه مغز ندارد.

استفانیز و همکاران [۲۳] در سال ۲۰۰۸ اثرات قرارگیری کوتاه مدت (۲۰ دقیقه) در معرض امواج الکترومقناطیس را بر ۲۹ فرد با استفاده از پاسخ های وابسته به رویداد N200، P200 و P300 بررسی کردند. نتایج آماری تغییرات قابل اندازه گیری را نشان نداد.

مرتضوی و همکاران [۲۴] در سال ۲۰۰۷ ارتباط بین استفاده از تلفن همراه و بروز علائمی مانند سردرد، خستگی، عدم تمرکز، سرگیجه، اختلال توجه، عصبانیت، لرزش، کمردرد، درد عضلانی و وزوز گوش را در ۵۱۸ فرد با استفاده از پرسشنامه بررسی کردند. نتایج آماری ارتباط معناداری را نشان نداد.

به طور کلی، بیشتر مطالعاتی که اثرات کوتاه مدت امواج الکترومقناطیس بر سلامت و دستگاه شنوایی را بررسی کرده اند، تغییرات قابل توجهی گزارش نکرده اند. با این حال، احتمال

آسیب‌های بلندمدت و اثرات تجمعی تشعشعات نباید نادیده گرفته شود. همچنین ممکن است برخی اثرات جزئی با ابزارهای کنونی قابل ثبت و اندازه‌گیری نباشند. در مطالعه‌ای دیگر، مابی و همکاران [۲۵] اثرات امواج رادیویی تلفن همراه بر فعالیت قشری شنوایی انسان را بررسی کردند. این تحقیق بر افراد سالم و مریض مبتلا به صرع با استفاده از پاسخ‌های برانگیخته شنوایی انجام شد. نتایج نشان‌دهنده افزایش دامنه $N100$ در هر دو گروه بود و بیان شد که امواج رادیویی تلفن همراه فعالیت قشری شنوایی را تغییر می‌دهند، هرچند تأثیرات آن بر عملکرد کلی مغز هنوز به‌طور قطعی اثبات نشده است.



شکل ۱: عوارض امواج الکترومغناطیسی بر بدن انسان است

بررسی تأثیرات قرارگیری طولانی‌مدت در معرض امواج الکترومغناطیس

مطالعات متعددی اثرات قرارگیری طولانی‌مدت در معرض امواج الکترومغناطیس را با استفاده از آزمون‌ها و ابزارهای مختلف بررسی کرده‌اند و نتایج گاهاً متناقضی گزارش شده است. در ادامه به برخی از این تحقیقات اشاره می‌شود.

باگات و همکاران [۳] در سال ۲۰۱۶ پژوهشی باهدف بررسی اثرات قرارگیری بیش از چهار سال در معرض امواج الکترومغناطیسی تلفن همراه بر عملکرد شنوایی طراحی و اجرا کردند. در این مطالعه، آزمون‌های ادیومتری تُن خالص، ایمیتانس آکوستیک و پاسخ برانگیخته ساقه مغز بر روی ۴۰ فرد بزرگسال در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال انجام شد. نتایج آماری اختلاف معناداری بین گروه‌ها نشان نداد.

پراجاپاتی و همکاران [۲۶] در سال ۲۰۱۵ اثر استفاده مزمن از تلفن همراه را بر دستگاه شنوایی ۶۰ فرد جوان (۱۵ تا ۴۰ سال) با استفاده از آزمون ادیومتری ثن خالص بررسی کردند. یافته‌ها نشان‌دهنده افزایش متوسط کم‌شنوایی، به‌ویژه در فرکانس‌های بالا، با افزایش مدت زمان استفاده از تلفن همراه بود.

گوپتا و همکاران [۲۷] در همان سال اثرات امواج الکترومقناطیس تلفن همراه را با ثبت پاسخ‌های برانگیخته ساقه مغز در ۱۰۰ فرد سالم (۱۸ تا ۳۰ سال) مطالعه کردند. نتایج تفاوت معناداری در زمان نهفتگی مطلق، تأخیر بین امواج و دامنه پاسخ‌ها بین دو گروه (افراد با استفاده بیش از یک سال و افراد بدون استفاده از تلفن همراه) نشان نداد.

استالین و همکاران [۲۳] در سال ۲۰۱۶ طی یک مطالعه مقطعی میزان استفاده از تلفن همراه و اثرات آن بر سلامت ۲۱ فرد بزرگسال را با پرسشنامه بررسی کردند. نتایج ارتباط معناداری بین استفاده از تلفن همراه و بروز مشکلاتی مانند سردرد، گوش‌درد، گردن‌درد، وزوز گوش، درد انگشتان، بی‌قراری، خستگی، سوزش انگشتان، مشکلات چشمی، بی‌نظمی خواب و افزایش فشارخون نشان داد.

پاندا و همکاران [۲۶] در سال ۲۰۱۰ مطالعه‌ای کوهورت با هدف بررسی عملکرد شنوایی افراد با سابقه طولانی استفاده از تلفن همراه طراحی کردند. در این پژوهش، آزمون‌های ادیولوژیک شامل ادیومتری ثن خالص، تمپانومتری، گسیل‌های صوتی اعوجاجی گوش، پاسخ برانگیخته ساقه مغز و پاسخ‌های میان‌رس شنوایی بر روی ۱۲۵ فرد در معرض مزمن و ۵۸ فرد گروه کنترل اجرا شد. نتایج آماری اختلاف معناداری بین دو گروه نشان داد.

به‌طور کلی، مطالعات اندکی اثرات طولانی‌مدت امواج الکترومقناطیس بر دستگاه شنوایی انسان را بررسی کرده‌اند. برخی تحقیقات [۱۵، ۲۷] نتایج چشمگیری گزارش کرده‌اند، در حالی که مطالعات دیگر [۳، ۵] تغییرات قابل توجهی نشان نداده‌اند. نبود معیار مشخص برای تعریف «کوتاه‌مدت» و «طولانی‌مدت» در مواجهه با امواج الکترومقناطیس می‌تواند یکی از دلایل نتایج متناقض باشد. علاوه بر این، آزمون‌های به‌کاررفته در مطالعات مختلف بخش‌های متفاوتی از دستگاه شنوایی را ارزیابی می‌کنند؛ بنابراین مقایسه مستقیم نتایج دشوار است. به نظر می‌رسد انجام مطالعات بیشتر با معیارهای یکسان و استاندارد ضروری باشد.

نتیجه گیری

مطالعه حاضر به مرور تحقیقات انجام شده در زمینه تأثیرات امواج رادیویی الکترومقناطیس تلفن همراه بر سلامت بدن و دستگاه شنوایی پرداخت. شواهد موجود نشان دهنده اثرات زیان بار این تشعشعات بر دستگاه شنوایی در مواجهه های طولانی مدت است.

انجام مطالعات بیشتر برای تعیین میزان و نوع آسیب های شنوایی و اختلالات شناختی مرتبط با سیستم شنوایی، بررسی پیامدهای ناشی از استفاده طولانی مدت به منظور مشخص کردن بازه ایمن استفاده از تلفن همراه، آموزش نکات ضروری برای حفاظت از سلامت شنوایی و همچنین توجه جدی سازندگان به جنبه های ایمنی و سلامت کاربران، امری ضروری به نظر می رسد.

امواج الکترومقناطیسی تلفن همراه می توانند اثرات بالقوه ای بر سیستم شنوایی داشته باشند، به ویژه در استفاده طولانی مدت و تماس مستقیم با گوش. هرچند شواهد قطعی هنوز وجود ندارد، اما رعایت اصول ایمنی مانند استفاده از هندزفری، محدود کردن مدت مکالمه و تغییر گوش در هنگام صحبت می تواند خطرات احتمالی را کاهش دهد. ادامه تحقیقات گسترده تر برای دستیابی به نتایج قطعی ضروری است.

منابع

1. Kayabasoglu G, Sezen O, Eraslan G, Aydin E, Coskuner T, Unver S. Effect of chronic exposure to cellular telephone electromagnetic fields on hearing in rats. *The Journal of Laryngology & Otology*. 2011;125(4):348–353. doi:10.1017/S0022215110002239.
2. Velmurugan MS. Environmental and health aspects of mobile phone production and use: Suggestions for innovation and policy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 2016;21:69–79. doi:10.1016/j.eist.2016.04.002.
3. Bhagat S, Varshney S, Bist SS, Goel D, Mishra S, Jha VK. Effects on auditory function of chronic exposure to electromagnetic fields from mobile phones. *Ear, Nose & Throat Journal*. 2016;95(8):E18–E22. PMID:27551848.
4. Galeev A. The effects of microwave radiation from mobile telephones on humans and animals. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2000;30(2):187–194. doi:10.1007/BF02463157.
5. Panda NK, Jain R, Bakshi J, Munjal S. Audiologic disturbances in long-term mobile phone users. *Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*. 2010;39(1):5–11.
6. Prajapati V, Makvana BJ, Gami G, Thakor N. Effect of chronic use of mobile phone on hearing of young adult age group: A case-control study. *International Journal of Research in Medical Sciences*. 2015;3(10):2664–2668. doi:10.18203/2320-6012.ijrms20150810.
7. D'Andrea JA, Ziriaux JM, Adair ER. Radio frequency electromagnetic fields: Mild hyperthermia and safety standards. *Progress in Brain Research*. 2007;162:107–135. doi:10.1016/S0079-6123(06)62007-4.
8. Taurisano MD, Vorst AV. Experimental thermographic analysis of thermal effects induced on a human head exposed to 900-MHz fields of mobile phones. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. 2000;48(11):2022–2032. doi:10.1109/22.884191.
9. Frey AH. Headaches from cellular telephones: Are they real and what are the implications? *Environmental Health Perspectives*. 1998;106(3):101–103. doi:10.1289/ehp.98106101.

10. Dimbylow PJ, Mann SM. SAR calculations in an anatomically realistic model of the head for mobile communication transceivers at 900 MHz and 1.8 GHz. *Physics in Medicine and Biology*. 1994;39(10):1537–1553. doi:10.1088/0031-9155/39/10/003.
11. Heynick LN, Johnston SA, Mason PA. Radio frequency electromagnetic fields: Cancer, mutagenesis, and genotoxicity. *Bioelectromagnetics*. 2003;24(S6):S74–S100. doi:10.1002/bem.10162.
12. Galeev A. The effects of microwave radiation from mobile telephones on humans and animals. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2000;30(2):187–194. doi:10.1007/BF02463157.
13. Hermann DM, Hossmann KA. Neurological effects of microwave exposure related to mobile communication. *Journal of the Neurological Sciences*. 1997;152(1):1–14. doi:10.1016/S0022-510X(97)00140-8.
14. Repacholi MH, Basten A, Gebiski V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymphomas in Eμ-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiation Research*. 1997;147(5):631–640. doi:10.2307/3579630.
15. Çeliker M, Özgür A, Tümkaya L, Terzi S, Yılmaz M, Kalkan Y, et al. Effects of exposure to 2100 MHz GSM-like radiofrequency electromagnetic field on auditory system of rats. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2017;83(6):691–696. doi:10.1016/j.bjorl.2016.10.004.
16. Kaprana AE, Chimona TS, Papadakis CE, Velegrakis SG, Vardiambasis IO, Adamidis G, et al. Auditory brainstem response changes during exposure to GSM-900 radiation: An experimental study. *Audiology and Neurotology*. 2011;16(4):270–276. doi:10.1159/000321337.
17. Galloni P, Parazzini M, Piscitelli M, Pinto R, Lovisolo GA, Tognola G, et al. Electromagnetic fields from mobile phones do not affect the inner auditory system of Sprague-Dawley rats. *Radiation Research*. 2005;164(6):798–804. doi:10.1667/RR3449.1.
18. Parazzini M, Lutman ME, Moulin A, Barnel C, Sliwinska-Kowalska M, Zmyslony M, et al. Absence of short-term effects of UMTS

- exposure on the human auditory system. *Radiation Research*. 2010;173(1):91–97. doi:10.1667/RR1870.1.
19. Kwon MS, Huottilainen M, Shestakova A, Kujala T, Näätänen R, Hämäläinen H. No effects of mobile phone use on cortical auditory change-detection in children: An ERP study. *Bioelectromagnetics*. 2010;31(3):191–199. doi:10.1002/bem.20546.
20. Kwon MS, Jäskeläinen SK, Toivo T, Hämäläinen H. No effects of mobile phone electromagnetic field on auditory brainstem response. *Bioelectromagnetics*. 2010;31(1):48–55. doi:10.1002/bem.20526.
21. Stefanics G, Thuróczy G, Kellényi L, Hernádi I. Effects of twenty-minute 3G mobile phone irradiation on event-related potential components and early gamma synchronization in auditory oddball paradigm. *Neuroscience*. 2008;157(2):453–462. doi:10.1016/j.neuroscience.2008.08.066.
22. Mortazavi S, Ahmadi J, Shariati M. Prevalence of subjective poor health symptoms associated with exposure to electromagnetic fields among university students. *Bioelectromagnetics*. 2007;28(4):326–330. doi:10.1002/bem.20305.
23. Maby E, Jeannes RLB, Liegeok-Chauvel C, Gourevitch B, Faucon G. Analysis of auditory evoked potential parameters in the presence of radiofrequency fields using a support vector machines method. *Medical and Biological Engineering and Computing*. 2004;42(4):562–568. doi:10.1007/BF02351000.
24. Gupta N, Goyal D, Sharma R, Arora KS. Effect of prolonged use of mobile phone on brainstem auditory evoked potentials. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2015;9(5):CC07–CC09. doi:10.7860/JCDR/2015/13831.5976.