

Review Article

Effect of Electromagnetic Fields from Mobile Phones on the Hearing System: A Narrative Review



Azadeh Borna¹, *Mehri Maleki^{1,2}

1. Department of Audiology, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. Department of Speech Therapy and Audiology, School of Rehabilitation Sciences, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.



Citation Borna A, Maleki M. [Effect of Electromagnetic Fields from Mobile Phones on the Hearing System: A Narrative Review (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021; 10(2):372-383. <https://dx.doi.org/10.22037/jrm.2020.111410.1972>

doi <http://dx.doi.org/10.22037/jrm.2020.111410.1972>



Received: 16 Oct 2019

Accepted: 26 Jan 2020

Available Online: 01 Jun 2021

Keywords:

Electromagnetic fields, Mobile phone, Radio frequency waves, Auditory system, Hearing impairment

ABSTRACT

Background and Aims Mobile phone use has increased in recent years and there is more than 1.6 billion users worldwide. This has increased speculations about the potential dangers of high-frequency Electromagnetic Fields (EMF) on health. Mobile phones receive and transmit microwave radiation in the frequency range of 800-2000 MHz, and due to the proximity of mobile phones to the head during use, the hearing system and brain are more exposed to radiation compared to other parts of the body. The present study aims to review the studies conducted on examining the effect of EMF from mobile phones on the hearing system.

Methods In this narrative review study, the search was conducted in Google Scholar, PubMed, and Web of Science databases on the related studies.

Results The studies investigating the short-term effects of EMF on the health of auditory system did not report significant effects, but most of those conducted on its long-term effects showed significant effects.

Conclusion Further studies are needed to determine how long after the use of mobile phones the effects can be measured so that the necessary measures can be taken to protect the health of the hearing system.

Extended Abstract

1. Introduction

Mobile phones have become a staple of most people's lives which allow them to communicate with family, friends and coworkers wherever there is a mobile signal. They also enable them to connect with other people around the world. Widespread use of mobile phones has increased speculation about the potential dangers of high-frequency electromagnetic fields (EMF) to health and its destructive physiological effects. Due to the proximity of mobile phones to the head during use, the hearing system

and brain are more exposed to high Specific Absorption Rate (SAR) than other parts of the body. The biological effects of EMF depend on the frequency, intensity, and duration of radiation as well as the condition of the nervous system and the immune system. In recent years, several studies have examined the effects of EMF from mobile phones on hearing function. This study aims to review the results of these studies.

2. Methods

In this review study, a search was conducted on related studies published from 2000 to present in online databases including Google Scholar, PubMed, and Web of Science by

* **Corresponding Author:**

Mehri Maleki

Address: Department of Audiology, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Tel: +98 (41) 33251499

E-Mail: mehri.maaleki.a@gmail.com

using following keywords: Electromagnetic field, mobile phones, radio waves, hearing damage, and hearing devices.

3. Results

Out of 191 articles, 48 articles related to the study subject were selected and arranged based on the case (human or animal) and duration of exposure (short-term and long-term). Limited studies have evaluated the effects of EMF on mice and rabbits in vitro, and had conflicting results. Most studies that have investigated the short-term effects of EMF on health and hearing had not reported significant effects. However, the possibility of long-term damage and the cumulative effects of EMF should not be overlooked. On the other hand, minor effects may not be recordable and measurable with the current tools. Maby et al. reported that exposure to EMF changes the cortical activity of humans, but its effects on brain function have not yet been proven.

In some studies, the effects of long-term exposure to EMF using various tests and instruments were investigated and contradictory results were reported. In 2016, Bhagat et al. conducted a study to investigate the effects of long-term exposure (more than 4 years) to EMF from mobile phones on auditory function. Their statistical results did not show a significant difference between the two study groups. In 2015, Prajapati et al. studied the effect of chronic mobile phone use on the hearing of 60 young people aged 15-40 years using pure tone audiometry. The results showed an increase in the average hearing loss (especially at high frequencies) with increasing duration of mobile phone use. In 2015, Gupta et al. examined the effects of EMF from mobile phones on brainstem auditory evoked potentials of 100 normal individuals. The results did not show a statistically significant difference between the absolute latency, delay between waves and amplitude of auditory brainstem response waves. In 2016, Stalin et al. in a cross-sectional study examined the effect of mobile phone use on the health of 2121 adults using a questionnaire. The results showed a significant relationship. In 2010, Panda et al. conducted a cohort study to examine the auditory function of people who were chronically exposed to EMF from mobile phones. In their study, audiological tests were performed on 125 individuals with a long history of mobile phone use and 58 controls. Statistical studies showed a significant difference between the two groups. Studies have shown significant effects of EMF in long time so far; however, no considerable effects have been found in the studies.

Studies have not specified a specific criterion for short-term and long-term exposure to EMF, which can justify the contradictory results in different studies. Moreover, the tests used in different studies had examined different parts

of the hearing system, hence, it is not possible to compare the results of studies that have used different instruments. It seems necessary to conduct more studies in this field.

4. Discussion and Conclusion

Evidence confirms the harmful long-term effects of EMF from mobile phones on the hearing system. Designing and conducting further studies to determine the extent and type of hearing and cognitive impairments, examining damages caused by long-term use of mobile phones in order to determine the safe duration of mobile phone usage, teaching important tips in using a mobile phone to protect the hearing system, and obliging manufacturers to pay attention to hearing health seems necessary.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The present review study was conducted while maintaining fidelity and respecting the rights of authors.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

Both authors equally contributed to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

This Page Intentionally Left Blank

مقاله مروری

تأثیر امواج الکترومغناطیس گوشی همراه بر دستگاه شنوایی؛ مطالعه مروری نقلی

آزاده برنا^۱، مهری ملکی^{۲*}

۱. گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
 ۲. گروه گفتاردرمانی و شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

چکیده

اهداف در سال‌های اخیر استفاده از گوشی همراه افزایش یافته و بیش از ۱/۶ میلیارد مصرف‌کننده در سراسر جهان دارد. استفاده گسترده از گوشی همراه گمانه‌زنی در مورد خطرات احتمالی میدان‌های الکترومغناطیسی فرکانس بالا را بر سلامت افزایش داده است. گوشی‌های همراه تشعشعات میکروویو در محدوده فرکانس‌های هشتصد تا دو هزار مگاهرتز را دریافت و ارسال می‌کند و با توجه به نزدیکی گوشی‌های همراه به سر در مدت استفاده، دستگاه شنوایی و مغز بیش از بقیه بخش‌های بدن در معرض تشعشعات قرار دارند. مطالعه حاضر با هدف بررسی مطالعات انجام‌شده در این زمینه انجام شده است.

مواد و روش‌ها با استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی وب آو ساینس، پابمد و گوگل اسکالر مطالعات مرتبط با موضوع جمع‌آوری و بررسی شد. یافته‌ها از میان ۱۹۱ مقاله به‌دست‌آمده ۴۸ مقاله مرتبط با موضوع مورد بررسی انتخاب و بر اساس مورد مطالعه (انسانی یا حیوانی) و مدت مواجهه (کوتاه‌مدت و بلندمدت) مرتب شدند.

نتیجه‌گیری مطالعاتی که اثرات کوتاه‌مدت امواج الکترومغناطیس بر سلامت و دستگاه شنوایی را مورد پژوهش قرار داده‌اند، تأثیرات قابل توجهی را گزارش نکرده‌اند. با وجود این، در بیشتر مطالعاتی که اثرات طولانی‌مدت را بررسی کرده‌اند، تأثیرات چشمگیری مشاهده شده است. اجرای مطالعات بیشتر به جهت تعیین اینکه بعد از چه مدت‌زمانی از استفاده گوشی همراه تغییرات قابل اندازه‌گیری می‌شود، ضروری به نظر می‌رسد تا بتوان اقدامات لازم برای حفاظت از سلامت دستگاه شنوایی را انجام داد.

تاریخ دریافت: ۲۴ مهر ۱۳۹۸
 تاریخ پذیرش: ۰۶ بهمن ۱۳۹۹
 تاریخ انتشار: ۱۱ خرداد ۱۴۰۰

کلیدواژه‌ها:

میدان الکترومغناطیس، گوشی‌های همراه، امواج رادیویی، دستگاه شنوایی، آسیب شنوایی

مقدمه

در سال‌های اخیر استفاده از گوشی همراه افزایش یافته است و بیش از ۱/۶ میلیارد مصرف‌کننده در سراسر جهان دارد [۱]. گوشی‌های همراه جزء اصلی زندگی بیشتر افراد شده و امکان برقراری ارتباط با اعضای خانواده، دوستان و ارتباطات کاری در هر مکانی که سیگنال در دسترس باشد را فراهم می‌کند. همچنین، ارتباط آن‌ها را با انسان‌های دیگر در سراسر جهان میسر می‌کند.

علاوه بر این، نسل جدید گوشی‌های همراه امکان دسترسی به دیتا، گوش دادن به موزیک، بازی، ارسال و دریافت پیام کوتاه، خدمات

پیام‌های چندگانه^۲، صدا^۳، ویدئو و دسترسی به اینترنت از طریق پروتکل برنامه کاربردی بی‌سیم^۴ را به کاربر می‌دهد [۲]. استفاده گسترده از گوشی‌های همراه گمانه‌زنی در مورد خطرات احتمالی تشعشعات میدان‌های الکترومغناطیسی فرکانس بالا بر سلامت [۳] و تأثیرات فیزیولوژیک مخرب آن را افزایش داده است [۴].

تشعشعات الکترومغناطیسی^۵ می‌تواند یون‌ساز یا غیر یون‌ساز باشد. تشعشعات غیر یون‌ساز به دلیل انرژی کم قادر به یونیزه شدن نیست. با وجود این، می‌تواند آسیب سلولی الکتریکی، شیمیایی و ترمودینامیک ایجاد کند [۵] که نمونه این تشعشعات مادون قرمز، ماورای بنفش، لیزر، امواج رادیویی و تشعشعات

- 2. Multimedia Messaging Services
- 3. Voice
- 4. Wireless Application Protocol
- 5. Electromagnetic Radiation

- 1. Short Message Service

* نویسنده مسئول:

مهری ملکی

نشانی: تبریز، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، دانشکده علوم توانبخشی، گروه گفتاردرمانی و شنوایی شناسی.

تلفن: ۳۳۲۵۱۴۹۹ (۴۱) ۹۸+

رایانامه: mehri.maaleki.a@gmail.com

جدول ۱. مطالعات حیوانی

محققین	حجم نمونه	ابزار مورد استفاده	یافته‌ها
Çeliker M, et al (2017) [17]	چهارده عدد موش	آزمون ABR، بررسی‌های هیستوپاتولوژیک و ایمونوهیستوکیماکال	بین دو گروه با / بدون مواجهه ۴۰ دقیقه‌ای در نتایج ABR تفاوت وجود نداشت، ولی در بررسی‌های دیگر دژنراسیون عصبی سیستم شنوایی و افزایش شاخص Apoptotic در گروه دارای مواجهه مشاهده شد.
KapranaAe, et al (2011) [18]	سی عدد خرگوش سالم	ثبت ABR	امواج الکترومغناطیس موبایل بر فعالیت الکتروفیزیولوژیک نرمال سیستم شنوایی تأثیر گذار است.
Galloni P, et al (2005) [19]	48 Sprague-Dawley rats	آزمون DPOAE قبل، هنگام و بعد از قرارگیری در معرض امواج	اختلاف معناداری مشاهده نشد.

طب توانبخشی

میکروویو هستند [۶].

سوزش و گرما در اطراف گوش، احساس سوزش روی پوست صورت و تغییرات در دیواره خونی مغزی است و تأثیرات غیرحرارتی نیز شامل تغییر الگوهای خواب، افزایش فشار خون، تغییرات در عملکردهای شناختی، تأثیرات ساختاری و عملکردی بر سیتوپلاسم و ایجاد تغییرات در الکتروفیزیولوژی سلول‌های زنده است. اثرات سرطان‌زای امواج رادیویی تشعشعات الکترومغناطیسی نیز بحث‌انگیز است [۳].

با توجه به نزدیکی گوش‌های همراه به سر در طول مدت استفاده، دستگاه شنوایی و مغز بیش از بقیه بخش‌های بدن در معرض میزان جذب خاص بالا قرار دارند. تأثیرات بیولوژیکی امواج رادیویی تشعشعات الکترومغناطیسی به فرکانس، شدت تشعشعات، طول مدت، وضعیت دستگاه عصبی و سیستم ایمنی فرد بستگی دارد [۱۶-۱۲].

در سال‌های اخیر مطالعات متعددی به بررسی تأثیرات قرارگیری در معرض گوش‌های همراه بر عملکرد دستگاه شنوایی پرداخته‌اند، مقاله حاضر با هدف بررسی نتایج مطالعات در این زمینه، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، تأثیرات امواج الکترومغناطیس بر دستگاه شنوایی با استفاده از کلیدواژه‌های «میدان الکترومغناطیسی»، «گوشی‌های همراه»، «امواج رادیویی»، «آسیب شنوایی» و «دستگاه شنوایی» به صورت الکترونیکی در پایگاه‌های اطلاعاتی گوگل اسکالر^۸، وب آو ساینس^۹ و پابمد^{۱۰} مطالعه شد. مطالعات انجام‌شده از سال ۲۰۰۰ تاکنون جمع‌آوری و بررسی شد.

یافته‌ها

از ۱۹۱ مقاله به‌دست‌آمده، ۴۸ مقاله مرتبط با موضوع مورد بررسی انتخاب و بر اساس مورد مطالعه (انسانی یا حیوانی) و مدت مواجهه (کوتاه‌مدت و بلندمدت) در **جدول شماره ۱، ۲ و ۳** دسته‌بندی شد.

امواج رادیویی تشعشعات الکترومغناطیسی^۶ فرکانس‌های بین ۳ کیلوهرتز تا ۳۰۰ گیگا هرتز را شامل می‌شود [۷]؛ بنابراین بخشی از آن‌ها می‌تواند دستگاه شنوایی را تحریک کند [۶]. این تشعشعات به وسیله منابع طبیعی یا ساختگی تولید شده و ممکن است در بافت‌هایی که در معرض آن‌ها قرار دارد، نفوذ کند [۸].

در حقیقت، امواج رادیویی تشعشعات الکترومغناطیسی به طور معمول برای ارتباط از راه دور (رادیو، تلویزیون، وای‌فای، گوشی‌های بی‌سیم و سلولار و رادار) مورد استفاده قرار می‌گیرد [۶]. میزان جذب انرژی به قدرت امواج رادیویی تشعشعات الکترومغناطیسی و مشخصات بافت بستگی دارد. انرژی جذب‌شده به گرما تبدیل می‌شود [۸]؛ بنابراین امواج رادیویی تشعشعات الکترومغناطیسی تأثیرات حرارتی و غیرحرارتی روی بدن انسان‌ها دارد [۹].

برای اندازه‌گیری اثر حرارتی امواج رادیویی تشعشعات الکترومغناطیسی بر بدن انسان از پارامتر میزان جذب خاص^۷ استفاده می‌شود که میزان توان بر واحد جرم است و با واحد وات بر کیلوگرم بیان می‌شود. در واقع میزان جذب خاص، میزان انرژی جذب‌شده به وسیله بافت را کم می‌کند که به طور مستقیم با افزایش موضعی دما متناسب است [۵].

مؤسسه بین‌المللی حفاظت تشعشعات غیریونیزه به دلیل نزدیکی گوش‌های همراه به سر یا بدن، میزان جذب خاص موضعی آن‌ها را کمتر از میانگین وات بر کیلوگرم در ۱۰ گرم بافت تعیین کرده است [۶].

گوشی‌های همراه تشعشعات میکروویو عمدتاً در محدوده فرکانس‌های هشتصد تا دو هزار مگاهرتز را دریافت و ارسال می‌کند [۱۰]. این فرکانس‌های غیریونیزه چرخش آب و برخی مولکول‌های ارگانیک را برمی‌انگیزد [۱۱]، ولی باعث آسیب به DNA نمی‌شود [۹].

تأثیرات حرارتی گزارش‌شده امواج رادیویی تشعشعات الکترومغناطیسی گوش‌های همراه شامل سردرد، احساس

8. Google Scholar
9. Web of Science
10. PubMed

6. Radio Frequency Electromagnetic Radiation
7. Specific Absorption Rate

جدول ۲. قرارگیری کوتاهمدت

یافته‌ها	ابزار مورد استفاده	تعداد نمونه	محققین
الگوی ثابتی مشاهده نشد.	ادیومتری فرانکس بالا، DPOAE، ساپرشن دگرسویی TEOAE، پتانسیل‌های برانگیخته شنوایی	۳۳ فرد که در معرض تشعشعات رادیویی به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند.	Parazzini M, et al. [20] (2010)
قرارگیری کوتاهمدت در معرض امواج الکترومغناطیس تأثیرات معنادار آماری نشان نداد.	آزمون‌های وابسته به رویداد P3a, MMN, N2, P1	هفته فرد در محدوده سنی ۱۲-۱۱ سال	Kwon MS, et al. [21] (2010)
بررسی‌های آماری نشان داد قرارگیری کوتاهمدت در معرض امواج الکترومغناطیس گوشی همراه بر انتقال محرک حسی از حلزون تا ساقه مغز تأثیر ندارد.	ثبت ABR هنگام و بعد از قرارگیری در معرض امواج الکترومغناطیس	هفته فرد هنجار جوان	Kwon MS, et al. [22] (2010)
قرارگیری کوتاهمدت ۲۰ دقیقه در معرض امواج الکترومغناطیس باعث ایجاد تغییرات قابل اندازه‌گیری نمی‌شود.	بررسی دامنه و زمان نهفتگی، ERP (N100, N200, P200, P300)	۲۹ فرد	Stefanics G, et al. [23] (2008)
قرارگیری کوتاهمدت ۳۰ دقیقه در معرض امواج الکترومغناطیس تأثیر آبی بر عملکرد حلزون و دهلیز ندارد.	TEOAE، وستیبولوآکولوگرافی (VOG)	سی فرد	Bamiou DE, et al. [45] (2008)
بررسی‌های آماری تأثیرات قابل اندازه‌گیری نشان نداد.	ثبت ABR قبل و بعد از قرارگیری کوتاهمدت (۱۰ دقیقه‌ای)	سی فرد جوان هنجار در محدوده سنی ۱۸-۲۶ سال	Stefanics G, et al. [46] (2007)
تأثیرات معناداری مشاهده نشد.	تکالیف ترتیب شنیداری بعد از قرارگیری ۴۰ دقیقه در معرض امواج الکترومغناطیس گوشی همراه بررسی شد.	۱۶۸ فرد بزرگسال در محدوده سنی ۱۸-۴۲ سال	Cinel C, et al. [47] (2007)
امواج الکترومغناطیس گوشی همراه تأثیری بر دستگاه شنوایی و دهلیزی ندارد.	ویدئونیستاگموگرافی، ABR، DPOAE	سیزده فرد	Sievert U, et al. [48] (2007)
ارتباط معناداری بین استفاده از گوشی همراه و علائم یادشده توسط افراد شامل سردرد، خستگی، عدم تمرکز، سرگیجه / منگی، اختلال توجه، عصبانیت، لرزش، کمردرد، درد عضلانی و وزوز مشاهده نشد.	بررسی پرسش‌نامه‌ای	۵۱۸ فرد	Mortazavi, et al. [24] (2007)
تأثیر معناداری مشاهده نشد.	ثبت TEOAE قبل و بعد از قرارگیری کوتاهمدت (۱۰ دقیقه‌ای)	۲۷ فرد هنجار	Paglalionalga, et al. [49] (2007)
آنالیز آماری نشان داد قرارگیری به مدت ۱۰ دقیقه در معرض امواج الکترومغناطیس با توان بالا تغییری در مکانیسم تولید DPOAE ایجاد نمی‌کند.	DPOAE	پانزده فرد	Parazzini M, et al. [50] (2005)
تغییرات معنادار مشاهده نشد.	DPOAE	۲۸ فرد هنجار	Janssen T, et al. [35] (2005)
تشعشعات گوشی همراه تأثیرات نامطلوبی بر عملکرد گوش در کوتاهمدت ندارد.	ABR	دوازده فرد هنجار	Sievert, et al. [51] (2005)
قرارگیری به مدت ۱۰ دقیقه در معرض امواج الکترومغناطیس گوشی همراه تأثیر آبی بر نتایج آزمون‌ها نداشت.	ادیومتری نُن خالص، TEOAE	سی فرد هنجار در محدوده سنی ۱۸ تا ۳۰ سال	Uloziene I, et al. [52] (2005)
امواج رادیویی گوشی فعالیت کورتیکال شنوایی انسان را تغییر می‌دهد.	پاسخ‌های برانگیخته شنوایی کورتیکال	۲۸ فرد هنجار	Maby E, et al. [25] (2004)
قرارگیری کوتاهمدت در معرض (حاد) امواج الکترومغناطیس آشفتنگی در زمان نهفتگی ABR ایجاد نمی‌کند.	ثبت پاسخ ABR قبل و بعد از قرارگیری ۱۵ دقیقه‌ای در معرض امواج الکترومغناطیس	هجده فرد هنجار	Oysu, et al. [53] (2005)
امواج الکترومغناطیس گوشی همراه تأثیر قابل توجهی بر عملکرد سلول‌های مویی خارجی هنگام استفاده از آن ندارد.	ادیومتری نُن خالص، OAE	دوازده فرد هنجار	Monnery PM, et al. [54] (2004)
استفاده از گوشی همراه به مدت ۳۰ دقیقه تأثیرات سوء کوتاهمدت بر سیستم شنوایی انسان ندارد.	ثبت و بررسی پاسخ‌های ABR، MLR قبل و بعد استفاده از گوشی همراه	پانزده فرد هنجار	Arai N, et al. [55] (2003)
قرارگیری ۱۰ دقیقه در معرض امواج الکترومغناطیس گوشی همراه تأثیری بر شنوایی حقالق در سطح سلول‌های مویی خارجی ندارد.	ثبت OAE قبل و بعد از قرارگیری در معرض امواج	سی فرد هنجار	Ozturan O, et al. [56] (2002)

Transient Evoked Otoacoustic Emissions

جدول ۳. قرارگیری طولانی مدت

یافته‌ها	ابزار مورد استفاده	تعداد نمونه	محققین
بررسی‌های آماری اختلاف معناداری بین دو گروه نشان نداد.	ادیومتری رفتاری، تمپانومتري، ABR	چهل فرد بزرگسال در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال	Bhagat, et al. [3] (2016)
نتایج حاصل از پژوهش ارتباط معناداری بین مشکلات مرتبط با سلامت برای نمونه سردرد، گوش‌درد، گردن‌درد، وزوز، درد انگشتان، بی‌قراری، خستگی، سوزش انگشتان، مشکلات چشمی، بی‌نظمی خواب و افزایش فشار خون با استفاده از گوشی همراه نشان داد.	مطالعه پرسش‌نامه‌ای	۲۱۲۱ فرد بزرگسال	Stalin, et al. [28] (2016)
بررسی‌های آماری ارتباط معناداری بین جنسیت و افراد مورد مطالعه و استفاده از گوشی همراه نشان داد. همچنین بررسی‌ها نشان داد مشکلات گوش در افراد مؤثرتر است.	مطالعه پرسش‌نامه‌ای	۲۳۹ فرد	Youssef Y, et al. [57] (2016)
امواج الکترومغناطیس گوشی همراه بر پتانسیل‌های شنوایی تأثیرگذار است.	ثبت پتانسیل‌های برانگیخته شنوایی ساقه مغز	پانزده فرد در محدوده سنی ۲۰ تا ۴۰ سال	Singh K [39] (2015)
اینورمالیتی در انتقال محرکات الکتریکی در سطوح مختلف مسیرهای شنوایی مشاهده شد.	ثبت ABR	۱۷۳ فرد	Selvi EC, et al. [42] (2014)
استفاده کنندگان گوشی همراه و رایانه اغلب از علائمی همانند سردرد، درد مفاصل و استخوان، کم‌شنوایی، سرگیجه / منگی و اضطراب شکایت دارند.	مطالعه پرسش‌نامه‌ای	۳۵۰ فرد بالای ۹ سال	Küçer, et al. [32] (2014)
استفاده مزمین و طولانی از گوشی همراه کم‌شنوایی فرکانس بالا در گوش غالب در مقایسه با گوش غیرغالب نشان داد.	ادیومتری فرکانس بالا	صد فرد هنجار	Velayutham, et al. [36] (2014)
تفاوت معنادار آماری بین نتایج نرفتگی، IPL و دامنه امواج ABR دو گروه مشاهده شد.	ثبت ABR	صد فرد هنجار در محدوده سنی ۱۸ تا ۳۰ سال. (مطالعه گذشتنگر)	Gupta N, et al. [27] (2015)
بین استفاده از گوشی و وزوز ارتباط وجود داشت.	بررسی پرسش‌نامه‌ای	۳۷۳ فرد (مطالعه مقطعی)	Redmayne, et al. [33] (2013)
شیوع استفاده از گوشی همراه بین دانش‌آموزان و وزوز ذهنی ۹۵/۶ و ۲۰/۶ درصد است.	بررسی پرسش‌نامه‌ای (مطالعه مقطعی توصیفی)	۳۸۸ فرد	Sunny, et al. [31] (2012)
کم‌شنوایی فرکانس بالا و غیاب DPOAE مشاهده شد.	ادیومتری رفتاری، تمپانومتري، DPOAE، ABR، MLR	۱۶۲ فرد (مطالعه گذشتنگر)	Panda NK, et al. [15] (2010)
استفاده طولانی مدت از گوشی همراه خطر تخمینی را به طور معناداری افزایش می‌دهد.	تاریخچه‌گیری و اتوسکوپی، ادیومتری رفتاری، تمپانومتري، ارزیابی وزوز گوش و MRI	صد فرد دارای وزوز گوش (مطالعه مورد شهادتی)	Hutter, et al. [30] (2010)
وزوز در افراد حساس به امواج الکترومغناطیس به طور معناداری بیشتر اتفاق می‌افتد.	مطالعه پرسش‌نامه‌ای	۱۹۶ فرد	Landgrebe M, et al. [40] (2009)
افراد حاضر در این مطالعه از سردرد، خستگی، عدم تمرکز، مشکل حافظه، بی‌خوابی، گرم شدن اطراف گوش، مشکلات شنوایی و درمان‌تیت صورت شکایت داشتند که ۴۴/۴ درصد آن‌ها این مشکلات را به استفاده از گوشی همراه ربط می‌دادند.	مطالعه پرسش‌نامه‌ای	بالای ۲۸۶ فرد	Frei et al. [44] (2012)
بررسی‌های آماری نشان داد در صورت استفاده کمتر از ۶۰ دقیقه در روز بین دو گوش تفاوتی وجود ندارد ولی در صورت استفاده بیش از ۶۰ دقیقه در روز آستانه‌های شنوایی در گوش غالب بدتر است.	ادیومتری رفتاری، تمپانومتري، OAE، ABR	۹۸ فرد بزرگسال	Kerekhanjanarong et al. [38] (2005)
استفاده از گوشی همراه علاوه بر سایر علائم باعث تغییر آستانه شنوایی در حد ملایم می‌شود.	ارزیابی رفتاری و الکتروفیزبولوژیک	یک فرد مذکر ۴۲ ساله (مطالعه موردی)	Al-Dousary [34] (2007)
نتایج پدیدآمده عدم وجود آثار مضر استفاده از گوشی همراه بر دستگاه‌های شنوایی دهلیزی را در محدوده مورد بررسی نشان داد.	پرسش‌نامه خودایفا سه‌قسمتی	۱۶۰ فرد در محدوده سنی ۱۸ تا ۳۰ سال	Davidson et al. [4] (2007)
بررسی‌ها نشان داد قرارگیری طولانی مدت در معرض امواج الکترومغناطیس باعث ایجاد کم‌شنوایی قابل توجه می‌شود.	ادیومتری ثن خالص، ABR	شصت فرد مذکر	Oktay et al. [37] (2006)
در برخی افراد تغییرات کوچک مرتبط با قرارگیری در معرض امواج الکترومغناطیس در سطح DPOAE مشاهده شد.	DPOAE	۲۸ فرد هنجار در محدوده سنی ۱۶ تا ۳۰ سال	Janssen T, et al. [35] (2005)

بحث

مطالعات حیوانی

۱۱-۱۲ سال مورد مطالعه با استفاده از آزمون‌های وابسته به رویداد P3a,MMN,N2,P1 مورد مطالعه قرار دادند. بررسی‌های آماری اختلاف معنادار نشان نداد.

کان و همکاران [۲۲] در سال ۲۰۱۰، پاسخ برانگیخته ساقه مغز را هنگام و بعد از قرارگیری در معرض امواج الکترومغناطیس از هفته فرد هنجار جوان ثبت کردند. بررسی‌های آماری نشان داد که قرارگیری کوتاه‌مدت در معرض امواج الکترومغناطیس گوش همراه بر انتقال محرک حسی از حلزون تا ساقه مغز تأثیر ندارد.

استفانیز و همکاران [۲۳] در سال ۲۰۰۸، تأثیرات قرارگیری کوتاه‌مدت ۲۰ دقیقه در معرض امواج الکترومغناطیس را به کمک پاسخ‌های وابسته به رویداد N100,N200,P200,P300 روی ۲۹ فرد مورد پژوهش قرار دادند. بررسی آماری نتایج تغییرات قابل اندازه‌گیری نشان نداد.

در سال ۲۰۰۷، مرتضوی و همکاران [۲۴] ارتباط بین استفاده از گوشی همراه و علائم یادشده توسط افراد شامل سردرد، خستگی، عدم تمرکز، سرگیجه / منگی، اختلال توجه، عصبانیت، لرزش، کمردرد، درد عضلانی و وزوز را به کمک پرسش‌نامه روی ۵۱۸ فرد بررسی قرار کردند. بررسی‌های آماری ارتباط معناداری نشان نداد.

بیشتر مطالعاتی که اثرات کوتاه‌مدت امواج الکترومغناطیس بر سلامت و دستگاه شنوایی را مورد پژوهش قرار داده‌اند، تأثیرات قابل توجهی را گزارش نکرده‌اند. با وجود این، نباید احتمال آسیب در طولانی‌مدت و اثرات تجمعی تشعشعات را از نظر دور داشت. از طرف دیگر، ممکن است تأثیرات جزئی با ابزارهای مورد استفاده کنونی قابل ثبت و اندازه‌گیری نباشد.

مابی و همکاران [۲۵] تأثیرات امواج رادیویی گوشی همراه در فعالیت کورتیکال شنوایی انسان را در مطالعه خود گزارش کرده‌اند. در این مطالعه تأثیرات امواج رادیویی گوشی همراه بر افراد هنجار و افراد مبتلا به بیماری صرع به کمک پاسخ‌های برانگیخته شنوایی مورد مطالعه قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل نتایج افزایش دامنه N100 در هر دو گروه را نشان داد و عنوان شد که امواج رادیویی گوشی فعالیت قشری شنوایی را در انسان تغییر می‌دهد، ولی تأثیرات آن بر عملکرد مغز هنوز ثابت نشده است.

بررسی تأثیرات قرارگیری طولانی‌مدت در معرض امواج الکترومغناطیس

مطالعات زیادی تأثیرات قرارگیری طولانی‌مدت در معرض امواج الکترومغناطیس را به کمک آزمون‌ها و ابزارهای مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند و نتایج متناقضی نیز گزارش شده که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

سلیکر و همکاران [۱۷] در سال ۲۰۱۷، تأثیرات قرارگیری ۳۰ دقیقه‌ای در معرض امواج الکترومغناطیس را به کمک آزمون پاسخ‌های برانگیخته ساقه مغز و ارزیابی‌های هیستوپاتولوژیک و ایمونوهیستوکمیکال روی دو گروه موش با / بدون مواجهه (چهارده عدد) بررسی کردند.

بین دو گروه با / بدون مواجهه ۳۰ دقیقه‌ای در نتایج آزمون ABR تفاوت وجود نداشت، ولی در بررسی‌های دیگر دژنراسیون عصبی سیستم شنوایی و افزایش شاخص مرگ سلولی^{۱۱} در گروه دارای مواجهه مشاهده شد.

در سال ۲۰۱۱، کاپرانا و همکاران [۱۸] پاسخ برانگیخته ساقه مغز را از سی عدد خرگوش سالم که به مدت ۶۰ دقیقه در معرض امواج قرار گرفته بودند، ثبت و مورد بررسی قرار دادند. تجزیه و تحلیل نتایج تأثیرات امواج الکترومغناطیس گوش همراه بر فعالیت الکتروفیزیولوژیک هنجار سیستم شنوایی را به صورت افزایش نهفتگی بین امواج I و V و همچنین امواج III و V نشان داد.

گالونی و همکاران [۱۹] در سال ۲۰۰۵، آزمون گسیل‌های صوتی اعوجاجی گوش^{۱۲} را از ۴۸ عدد موش قبل، هنگام و بعد از قرارگیری در معرض امواج الکترومغناطیس مورد مطالعه قرار دادند. بررسی‌های آماری اختلاف معناداری نشان نداد.

مطالعات انسانی

بررسی تأثیرات قرارگیری کوتاه‌مدت در معرض امواج الکترومغناطیس

مطالعات زیادی تأثیرات قرارگیری کوتاه‌مدت در معرض امواج الکترومغناطیس را به کمک ابزارهای مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

در سال ۲۰۱۰، پارازینی و همکاران [۲۰] تأثیرات تشعشعات رادیویی روی ۷۳ فرد که مدت ۲۰ دقیقه در معرض تشعشعات قرار داشتند را به کمک آزمون‌های ادیومتری فرکانس بالا، DPOAE، ساپرشن دگرسویی TEOAE، پتانسیل‌های برانگیخته شنوایی بررسی کردند.

تجزیه و تحلیل نتایج الگوی ثابتی بین دو گروه نشان نداد. کان و همکاران [۲۱] در سال ۲۰۱۰ تأثیرات قرارگیری کوتاه‌مدت در معرض امواج الکترومغناطیس را روی هفته فرد در محدوده سنی

11. Apoptotic Index
12. Distortion Products Optoacoustic Emissions (DPOAE)

شده است. با وجود این، در مطالعات [۳، ۴، ۴۵] تأثیرات قابل ملاحظه به دست نیامده است.

در مطالعات انجام شده، معیار مشخصی برای قرارگیری کوتاه مدت و طولانی مدت در معرض امواج الکترومغناطیس در نظر گرفته نشده و این عامل می‌تواند نتایج متناقض در مطالعات مختلف را توجیه کند. علاوه بر این، آزمون‌های مورد استفاده در مطالعات مختلف، بخش‌های متفاوتی از دستگاه شنوایی را بررسی می‌کند؛ بنابراین نمی‌توان نتایج مطالعات با ابزارهای مختلف را با یکدیگر مقایسه کرد. به نظر می‌رسد اجرای مطالعات بیشتر با معیارهای مشخص و یکسان ضروری است.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر به بررسی پژوهش‌های انجام شده در زمینه تأثیرات امواج رادیویی الکترومغناطیس گوشه همراه بر سلامت بدن و دستگاه شنوایی پرداخت. شواهد به دست آمده تأییدکننده تأثیرات مضر تشعشعات الکترومغناطیس بر دستگاه شنوایی در طولانی مدت است.

طراحی و اجرای مطالعات بیشتر به جهت تعیین میزان و نوع آسیب شنوایی و آسیب‌های شناختی مرتبط با سیستم شنوایی، بررسی آسیب‌های ناشی از استفاده طولانی مدت به منظور تعیین زمان ایمن استفاده از گوشی‌های همراه، آموزش نکات مهم در استفاده از گوشی همراه جهت حفاظت سیستم شنوایی و الزام سازندگان به توجه سلامت شنوایی ضروری به نظر می‌رسد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

مطالعه مروری حاضر با حفظ امانت‌داری و رعایت حقوق نویسندگان انجام شده است.

حامی مالی

این تحقیق هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

مشارکت نویسندگان

هر دو نویسنده در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

باگات و همکاران [۳] در سال ۲۰۱۶، پژوهشی با هدف بررسی تأثیرات قرارگیری طولانی مدت (بیش از چهار سال) در معرض امواج الکترومغناطیسی گوشه همراه بر عملکرد شنوایی طراحی و اجرا کردند. در این مطالعه، آزمون‌های ادیومتری تُن خالص، ایمیتانس آکوستیک و پاسخ برانگیخته ساقه مغز برای چهل فرد بزرگسال در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال انجام شد و بررسی‌های آماری اختلاف معناداری بین دو گروه نشان نداد.

پراجاپاتی و همکاران [۲۶] در سال ۲۰۱۵، تأثیر استفاده مزمین گوشه همراه بر دستگاه شنوایی ۶۰ فرد جوان در محدوده سنی ۱۵ تا ۴۰ سال را با کمک آزمون ادیومتری تُن خالص مورد پژوهش قرار دادند. نتایج به دست آمده افزایش میانگین کم‌شنوایی (به ویژه در فرکانس‌های بالا) با افزایش زمان استفاده از گوشی همراه را نشان داد.

گوپتا و همکاران [۲۷] در سال ۲۰۱۵، تأثیرات امواج الکترومغناطیس بر گوشی همراه با ثبت پاسخ برانگیخته ساقه مغز از صد فرد هنجار در محدوده سنی ۱۸ تا ۳۰ سال مورد مطالعه قرار داد. نتایج به دست آمده تفاوت معنادار آماری بین نتایج زمان نهفتگی مطلق، تأخیر بین امواج و دامنه امواج پاسخ برانگیخته ساقه مغز بین دو گروه مورد مطالعه را به صورت گروه یک، استفاده بیش از یک سال و گروه دو، افرادی که از گوشی همراه استفاده نمی‌کنند، نشان نداد.

در سال ۲۰۱۶، استالین و همکاران [۲۸] در یک مطالعه مقطعی میزان استفاده از گوشی همراه و تأثیرات آن بر سلامت ۲۱۲۱ فرد بزرگسال با استفاده از پرسش‌نامه مورد پژوهش قرار دادند. نتایج حاصل از پژوهش ارتباط معناداری بین مشکلات مرتبط با سلامت برای نمونه سردرد، گوش درد، گردن درد، وزوز، درد انگشتان، بی‌قراری، خستگی، سوزش انگشتان، مشکلات چشمی، بی‌نظمی خواب و افزایش فشار خون با استفاده از گوشی همراه نشان داد [۲۸].

در سال ۲۰۱۰، پاندا و همکاران [۲۹] مطالعه کوهورت را با هدف بررسی عملکرد شنوایی افرادی که به صورت مزمین در معرض امواج الکترومغناطیس قرار داشتند، طراحی و اجرا کردند. در این مطالعه آزمون‌های ادیولوژیک شامل ادیومتری تُن خالص^{۱۳}، تمپانومتری^{۱۴}، گسیل‌های صوتی اعوجاجی گوش^{۱۵}، پاسخ برانگیخته ساقه مغز^{۱۶} و پاسخ‌های میانرس شنوایی^{۱۷} برای ۱۲۵ فرد با سابقه طولانی استفاده از گوشی همراه و ۵۸ فرد گروه کنترل اجرا شد. بررسی‌های آماری اختلاف معناداری بین گروه آزمایش و گروه کنترل نشان داد.

مطالعات اندکی تأثیرات امواج الکترومغناطیس بر دستگاه شنوایی انسان را در طولانی مدت مورد بررسی قرار داده‌اند و در مطالعات انجام شده تاکنون نیز [۱۵، ۲۷-۴۴] تأثیرات چشمگیری مشاهده

13. Pure Tone Audiometry
14. Tympanometry
15. Distortion Product Otoacoustic Emissions
16. Auditory Brainstem Responses
17. Middle Latency Responses

Reference

- [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 and Otolaryngology*. 2011; 125(4):348-53. [DOI:10.1017/S0022215110002239] [PMID]
- [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, and Throat Journal*. 2016; 95(8):18-22. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27551848/>
- [4] Davidson HC, Lutman ME. Survey of mobile phone use and their chronic effects on the hearing of a student population. *International Journal of Audiology*. 2007; 46(3):113-8. [DOI:10.1080/14992020600690472] [PMID]
- [5] Mortazavi SAR, Tavakkoli-Golpayegani A, Haghani M, Mortazavi SMJ. Looking at the other side of the coin: The search for possible biopositive cognitive effects of the exposure to 900 MHz GSM mobile phone radiofrequency radiation. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 2014; 12(1):75. [DOI:10.1186/2052-336X-12-75] [PMID] [PMCID]
- [6] Medeiros LN, Sanchez TG. Tinnitus and cell phones: The role of electromagnetic radiofrequency radiation. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2016; 82(1):97-104. [DOI:10.1016/j.bjorl.2015.04.013] [PMID]
- [7] D'Andrea JA, Ziriach JM, Adair ER. Radio frequency electromagnetic fields: Mild hyperthermia and safety standards. *Progress in Brain Research*. 2007; 162:107-35. [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):2022-32. [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):101-3. [DOI:10.1289/ehp.98106101] [PMID] [PMCID]
- [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):1537-53. [DOI:10.1088/0031-9155/39/10/003] [PMID]
- [11] Heynick LN, Johnston SA, Mason PA. Radio frequency electromagnetic fields: Cancer, mutagenesis, and genotoxicity. *Bioelectromagnetics*. 2003; 6:74-100. [DOI:10.1002/bem.10162] [PMID]
- [12] Galeev A. [Effects of the microwave radiation from the cellular phones on humans and animals (Russian)]. 1998; 84(11):1293-302. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10204175/>
- [13] Galeev A. The effects of microwave radiation from mobile telephones on humans and animals. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2000; 30(2):187-94. [DOI:10.1007/BF02463157] [PMID]
- [14] 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]
- [15] Panda NK, Jain R, Bakshi J, Munjal S. Audiologic disturbances in long-term mobile phone users. *Journal of Otolaryngology, Head, and Neck Surgery*. 2010; 39(1):5-11. [PMID]
- [16] Repacholi MH, Basten A, GebSKI 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):631-40. [DOI:10.2307/3579630] [PMID]
- [17] 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):691-6. [DOI:10.1016/j.bjorl.2016.10.004] [PMID]
- [18] 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):270-6. [DOI:10.1159/000321337] [PMID]
- [19] 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] [PMID]
- [20] Parazzini M, Lutman ME, Moulin A, Barnel C, Sliwiska-Kowalska M, Zmyslony M, et al. Absence of short-term effects of UMTS exposure on the human auditory system. *Radiation Research*. 2010; 173(1):91-7. [DOI:10.1667/RR1870.1] [PMID]
- [21] Kwon MS, Huutilainen 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):191-9. [DOI:10.1002/bem.20546] [PMID]
- [22] Kwon MS, Jääskeläinen 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] [PMID]
- [23] 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):453-62. [DOI:10.1016/j.neuroscience.2008.08.066] [PMID]
- [24] 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):326-30. [DOI:10.1002/bem.20305] [PMID]
- [25] Maby E, Jeannes RLB, Liegeok-Chauvel C, Gourevitch B, Faucou 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):562-8. [DOI:10.1007/BF02351000] [PMID]
- [26] 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*. 2017; 3(10):2664-8. [DOI:10.18203/2320-6012.ijrms20150810]
- [27] 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: JCDR*. 2015; 9(5):CC07-9. [DOI:10.7860/JCDR/2015/13831.5976] [PMID] [PMCID]

- [28] Stalin P, Abraham SB, Kanimozhy K, Prasad RV, Singh Z, Purty AJ. Mobile phone usage and its health effects among adults in a semi-urban area of southern India. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*. 2016; 10(1):14-6. [DOI:10.7860/JCDR/2016/16576.7074] [PMID] [PMCID]
- [29] Panda NK, Modi R, Munjal S, Virk RS. Auditory changes in mobile users: Is evidence forthcoming? *Otolaryngology, Head, and Neck Surgery*. 2011; 144(4):581-5. [DOI:10.1177/0194599810394953] [PMID]
- [30] Hutter H-P, Moshammer H, Wallner P, Cartellieri M, Denk-Linert D-M, Katzinger M, et al. Tinnitus and mobile phone use. *Occupational and Environmental Medicine*. 2010; 67(12):804-8. [DOI:10.1136/oem.2009.048116] [PMID]
- [31] Sunny OD, Asoegwu CN, Abayomi SO. Subjective tinnitus and its association with use of ear phones among students of the College of Medicine, University of Lagos, Nigeria. *International Tinnitus Journal*. 2012; 17(2):169-72. [DOI:10.5935/0946-5448.20120030] [PMID]
- [32] Küçer N, Pamukçu T. Self-reported symptoms associated with exposure to electromagnetic fields: A questionnaire study. *Electromagnetic Biology and Medicine*. 2014; 33(1):15-7. [DOI:10.3109/15368378.2013.783847] [PMID]
- [33] Redmayne M, Smith E, Abramson MJ. The relationship between adolescents' well-being and their wireless phone use: A cross-sectional study. *Environmental Health*. 2013; 12(1):90. [DOI:10.1186/1476-069X-12-90] [PMID] [PMCID]
- [34] Al-Dousary SH. Mobile phone induced sensorineural hearing loss. *Saudi Medical Journal*. 2007; 28(8):1283-6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17676220/>
- [35] Janssen T, Boege P, von Mikusch-Buchberg J, Raczek J. Investigation of potential effects of cellular phones on human auditory function by means of distortion product otoacoustic emissions. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2005; 117(3):1241-7. [DOI:10.1121/1.1854331] [PMID]
- [36] Velayutham P, Govindasamy GK, Raman R, Prepageran N, Ng K. High-frequency hearing loss among mobile phone users. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 2014; 66(1):169-72. [DOI:10.1007/s12070-011-0406-4] [PMID] [PMCID]
- [37] Oktay MF, Dasdag S. Effects of intensive and moderate cellular phone use on hearing function. *Electromagnetic Biology and Medicine*. 2006; 25(1):13-21. [DOI:10.1080/15368370600572938] [PMID]
- [38] Kerekhanjanarong V, Supiyaphun P, Naratricoon J, Laungpitackchumpon P. The effect of mobile phone to audiological system. *Journal of the Medical Association of Thailand*. 2005; 88:S231-4. [PMID]
- [39] Singh K. Effect of electromagnetic waves emitted from mobile phone on brain stem auditory evoked potential in adult males. 2015; 59(4):402-6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27530007/>
- [40] Landgrebe M, Frick U, Hauser S, Hajak G, Langguth B. Association of tinnitus and electromagnetic hypersensitivity: Hints for a shared pathophysiology? *PLoS One*. 2009; 4(3):e5026. [DOI:10.1371/journal.pone.0005026] [PMID] [PMCID]
- [41] Meo SA, Al-Drees AM. Mobile phone related-hazards and subjective hearing and vision symptoms in the Saudi population. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2005; 18(1):53-7. [PMID]
- [42] Selvi EC, Kumar PS, Mariam Y. Assessment of auditory evoked potential in long term mobile phone users. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*. 2014; 58(4):437-40. [PMID]
- [43] Khan M. Adverse effects of excessive mobile phone use. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2008; 21(4):289-93. [DOI:10.2478/v10001-008-0028-6] [PMID]
- [44] Frei P, Mohler E, Braun-Fahrlander C, Fröhlich J, Neubauer G, Rössli M. Cohort study on the effects of everyday life radio frequency electromagnetic field exposure on non-specific symptoms and tinnitus. *Environment International*. 2012; 38(1):29-36. [DOI:10.1016/j.envint.2011.08.002] [PMID]
- [45] Bamiou DE, Ceranic B, Cox R, Watt H, Chadwick P, Luxon LM. Mobile telephone use effects on peripheral audiovestibular function: A case-control study. *Bioelectromagnetics*. 2008; 29(2):108-17. [DOI:10.1002/bem.20369] [PMID]
- [46] Stefanics G, Kellényi L, Molnár F, Kubinyi G, Thuróczy G, Hernádi I. Short GSM mobile phone exposure does not alter human auditory brainstem response. *BMC Public Health*. 2007; 7(1):325. [DOI:10.1186/1471-2458-7-325] [PMID] [PMCID]
- [47] Cinel C, Boldini A, Russo R, Fox E. Effects of mobile phone electromagnetic fields on an auditory order threshold task. *Bioelectromagnetics*. 2007; 28(6):493-6. [DOI:10.1002/bem.20321] [PMID]
- [48] Sievert U, Eggert S, Goltz S, Pau H. Effects of electromagnetic fields emitted by cellular phone on auditory and vestibular labyrinth (German). *Laryngorhinootologie*. 2007; 86(4):264-70. [DOI:10.1055/s-2006-944769] [PMID]
- [49] Paglialonga A, Tognola G, Parazzini M, Lutman ME, Bell SL, Thuróczy G, et al. Effects of mobile phone exposure on time frequency fine structure of transiently evoked otoacoustic emissions. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2007; 122(4):2174-82. [DOI:10.1121/1.2773944] [PMID]
- [50] Parazzini M, Bell S, Thuróczy G, Molnar F, Tognola G, Lutman M, et al. Influence on the mechanisms of generation of distortion product otoacoustic emissions of mobile phone exposure. *Hearing Research*. 2005; 208(1-2):68-78. [DOI:10.1016/j.heares.2005.04.013] [PMID]
- [51] Sievert U, Eggert S, Pau HW. Can mobile phone emissions affect auditory functions of cochlea or brain stem? *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2005; 132(3):451-5. [DOI:10.1016/j.otohns.2004.09.064] [PMID]
- [52] Uloziene I, Uloza V, Gradauskiene E, Saferis V. Assessment of potential effects of the electromagnetic fields of mobile phones on hearing. *BMC Public Health*. 2005; 5(1):39. [DOI:10.1186/1471-2458-5-39] [PMID] [PMCID]
- [53] Oysu C, Topak M, Celik O, Yilmaz HB, Sahin AA. Effects of the acute exposure to the electromagnetic field of mobile phones on human auditory brainstem responses. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*. 2005; 262(10):839-43. [DOI:10.1007/s00405-004-0900-3] [PMID]

- [54] Monnery P, Srouji E, Bartlett J. Is cochlear outer hair cell function affected by mobile telephone radiation? *Clinical Otolaryngology*. 2004; 29(6):747-9. [DOI:10.1111/j.1365-2273.2004.00877.x] [PMID]
- [55] Arai N, Enomoto H, Okabe S, Yuasa K, Kamimura Y, Ugawa Y. Thirty minutes mobile phone use has no short-term adverse effectson central auditory pathways. *Clinical Neurophysiology*. 2003; 114(8):1390-4. [DOI:10.1016/S1388-2457(03)00124-X]
- [56] Ozturan O, Erdem T, Miman MC, Kalcioğlu MT, Oncel Sh. Effects of the electromagnetic field of mobile telephones on hearing. *Acta Oto-laryngologica*. 2002; 122(3):289-93. [DOI:10.1080/000164802753648178] [PMID]
- [57] Youssef M, Mansour T, Abdelsalam HA. The relationship between mobile phone use and ear Problems among medical students. *Biomedical Research*. 2016; 27(4):1251-4. <https://www.alliedacademies.org/articles/the-relationship-between-mobile-phone-use-and-ear-problems-among-medical-students.html>