Journal of
Arak University of Medical Sciences

April & May 2021. Vol 24. Issue 1

Research Paper

The Relationship Between Electromagnetic Waves and Melatonin Hormone Levels in Golestan Province Power Substations

Mohammad Ranjbarian[1], Korosh Etemad[2], Fatemeh Zarei[3], Rozita Farhadi[1], *Jalaledin Sa´di[1]

1. Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.
2. Department of Epidemiology, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.
3. Department of Occupatonal Health and Safety Engineering, School of Public Health, Alborz University of Medical Science, Karaj, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Ranjbarian M, Etemad K, Zarei F, Farhadi R, Sa´di J. [Evaluation of the Relationship Between Electromagnetic Waves and Melatonin Hormone Levels in Golestan Power Substations and Comparison With the Control Group in 2016 (Persian)]. Journal of Arak University of Medical Sciences (JAMS). 2021; 24(1):74-83. https://doi.org/10.32598/JAMS.24.1.3931.1

https://doi.org/10.32598/JAMS.24.1.3931.1

CC BY NC

Article Info:
Received: 04 May 2020
Accepted: 29 Nov 2020
Available Online: 01 April 2021

Keywords:
Radiation, Electromagnetic radiation, Melatonin

ABSTRACT

Background and Aim It is almost impossible to imagine life without electromagnetic waves. Such waves play a key role in the function of melatonin and create numerous diseases.

Methods & Materials This descriptive-analytical study was conducted on 230 kV substations in Golestan Province, Iran in 2016. In total, 44 workers of electrical substations (the case group) and 23 workers of healthcare centers (the control group) with 24-hour shift works were enrolled in this study.

Ethical Considerations This study was approved by the Ethics Committee of Shahid Beheshti University Medical Sciences (Code: IR.SBMU.THNS.REC.1395.9).

Results The obtained data suggested that 100% of the electric field intensity and the magnetic flux density measured at the substations were within the permissible range of occupational exposure. The mean level of melatonin in the case group was lower than that in the control group; however, no significant difference was observed in this regard (P=0.761). Additionally, there was no significant difference between melatonin level and age (P=0.381), work experience (P=0.213), job groups (P=0.515), and employee activity area (P=0.482).

Conclusion According to this study, no significant relationship was observed between electromagnetic waves and melatonin levels. Moreover, electromagnetic waves were within the permissible exposure. Thus, electromagnetic waves did not affect the level of melatonin hormone in male employees of 230 kV substations in Golestan Province. However, there was a decrease in the case group, compared to the controls. Therefore, definite comments require further investigation.

Extended Abstract

1. Introduction

The effects of electromagnetic fields on living organisms at different frequencies have long been studied by researchers and in numerous cases. Moreover, the long duration of studies and the slow impact of fields on life cycle processes prevent making a definite statement. Accordingly, the judgment was based only on laboratory findings on animal samples. However, there exists a consensus on the adverse effects of too much exposure to a magnetic field. Necessary information about the level of melatonin in the employees of power sub-

***Corresponding Author:**
Jalaledin Sa´di, MSc.
Address: Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.
Tel: +98 (21) 22432040
E-mail: jalalsaadi@yahoo.com

stations in Iran is scarce. Besides, exposure to electromagnetic waves is harmful. Thus, this study aimed to determine the relationship between electromagnetic waves and serum melatonin levels in the employees of 230 kV substations in Golestan Province, Iran.

2. Materials and Methods

This descriptive study was performed on male employees of 230 kV substations in Golestan Province, Iran, in 2016. The intensity of electric and magnetic fields in five 230 kV substations in Golestan Province was determined and the relevant serum melatonin levels were measured. Demographic information was collected by a questionnaire. Changes in melatonin hormone levels of 44 employees were studied as the target group and compared with the control group (23 guards working in healthcare centers).

The obtained data were analyzed in Spss v. 22. Quantitative variables were reported as mean and standard deviation and qualitative variables as a percentage. The Kolmogorov-Smirnov test was used to establish the normality of the data at a significance level of 0.05. Based on the collected results, parametric and non-parametric tests were selected. Independent Samples t-test, Mann-Whitney U test, one-way Analysis of Variance (ANOVA), as well as Kendall and Pearson correlation coefficient tests were used to compare melatonin levels in the case (operator, substation guards) and control (healthcare center staff) groups.

3. Results

The mean electric field strength measured at substations was equal to 5.91 V/m in the range of 7.55-5.44; the average magnetic flux density was 5.08 mG in the range of 6.54-0.25. These values fell in the permissible range of occupational exposure. The Mean±SD level of melatonin hormone was calculated to be 25.44 60±1.60 and 24.58±2.45 in the case and control groups, respectively. Independent Samples t-test data revealed no significant difference in the mean level of melatonin between the case and control groups (P=0.761). One-Way ANOVA data indicated no significant difference between the age groups of subjects in mean melatonin levels (P=0.381). In the control group, there was no significant difference between the mean melatonin levels (P=0.551) and age groups. Kendall correlation coefficient data suggested no significant relationship in melatonin levels and age groups between the case and control groups (P<0.05). One-Way ANOVA data presented no significant difference between the research groups in the mean level of melatonin (P=0.213). In the control group, there was no significant difference between the mean melatonin levels based on work experience (P=0.383). Kendall correlation coefficient results suggested no significant relationship in melatonin levels and different groups of work experience between the case and control groups (P <0.05). One-Way ANOVA findings signified no significant difference in the mean level of melatonin hormone in the place of activity of employees (P=0.482) and the occupation of individuals (P=0.515) between the case and control groups. Pearson correlation coefficient data revealed no significant relationship between melatonin hormone levels in the case group with the values of electric field intensity (P=0.851) and magnetic flux density (P=0.132).

4. Discussion and Conclusion

All explored electrical and magnetic field measurements were within national and international standards. The measurement results of this study were consistent with those of Hosseini et al. [18], Mohamadyan et al. [17], and Ghorbani et al. [20] in Iran. In their study, all measurements were within the allowable range of occupational exposure. In this study, the mean level of melatonin in the case group was slightly higher than that in the control group; no significant difference was observed between the research groups in this regard. This result was consistent with those of Juutilainen (2006) [8] and El-Hellali [9]. They also observed no significant difference in the level of melatonin in their study. However, the results of this study were inconsistent with those of Dyche [24]. The mean level of melatonin in different age groups presented no significant difference in the case-control group. A slight decrease in melatonin was observed in the control group with age; however, no decrease was observed in the case group [22]. The obtained results signified that employees who are in authorized contact with electromagnetic waves and work in a safe environment, will not be affected by these waves concerning the amount of melatonin hormone under different age conditions, exposure history, and so on. We found no association between electromagnetic waves and the hormone melatonin.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of the University of Shahid Beheshty Medical Science (Code: IR.SBMU.THNS.REC.1395.9).

Funding

The study was extracted from the MSc. thesis of the first author at the Department of Occupatonal Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran.

Authors' contributions

Conceptualization: Mohammad Ranjbarian and Kourosh Etemad; Data analysis: Fatemeh Zarei; Research and sampling method: Jalaluddin Saadi and Rozita Farhadi; Text writing and review: All Authors.

Conflicts of interest

The authors declared no conflicts of interest.

مقاله پژوهشی

بررسی ارتباط امواج الکترومغناطیس با سطح هورمون ملاتونین شاغلین پست‌های برق استان گلستان و مقایسه با گروه کنترل در سال ۱۳۹۵

محمد رنجبریان[۱]، کوروش اعتماد[۲]، فاطمه زارعی[۳]، رزیتا فرهادی[۱]، *جلال‌الدین سعدی[۱]

۱. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. گروه مهندسی بهداشت حرفه ای وایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران.

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۰۹ آذر ۱۳۹۹
تاریخ انتشار: ۱۲ فروردین ۱۴۰۰

چکیده

زمینه و هدف تصور زندگی بدون امواج الکترومغناطیسی تقریباً غیرممکن است. این امواج در عملکرد ملاتونین و ایجاد بسیاری از بیماری‌ها مؤثر است. مطالعه حاضر با توجه به اثرات مضر مواجهه با امواج الکترومغناطیس با هدف تعیین رابطه امواج الکترومغناطیس با سطح هورمون ملاتونین سرم خون در شاغلین پست‌های برق ۲۳۰ کیلوولت استان گلستان شکل گرفت.

مواد و روش‌ها این پژوهش به روش توصیفی تحلیلی در شاغلین پست‌های برق ۲۳۰ کیلوولت استان گلستان در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. ۴۴ نفر از شاغلین پست‌های برق (گروه آزمایش) و ۲۳ نفر از کارکنان مراکز بهداشتی درمانی (گروه کنترل) که دارای شیفت‌های ۲۴ساعته بودند، به صورت تمام‌شماری وارد مطالعه شدند. شدت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی توسط دستگاه سنجش امواج الکترومغناطیس مدل TM-190 با استفاده از روش‌شماره NIOSH 203 اندازه‌گیری شد. سطح هورمون ملاتونین نمونه‌های سرم خون شاغلین گروه آزمایش و کنترل با استفاده از روش کمّی لومینانس و الیزا در آزمایشگاه انجام گرفت. نتایج به‌دست‌آمده پس از ورود به نرم‌افزارSpss نسخه 22توسط آزمون‌های آماری تی‌تست، من‌ویتنی، آنالیز واریانس یک‌طرفه، ضریب همبستگی کندال و پیرسون تجزیه وتحلیل شد.

ملاحظات اخلاقی این مقاله مورد تایید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی قرار گرفته است (کد: IR.SBMU.THNS.REC.1395.9).

یافته‌ها ۱۰۰ درصد شدت میدان الکتریکی و چگالی شار مغناطیسی اندازه‌گیری‌شده در پست‌های برق در محدوده مجاز مواجهه شغلی قرار دارد. میانگین سطح هورمون ملاتونین در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل کمتر بوده، اما اختلاف معناداری مشاهده نشد (P=۰/۷۶۱). همچنین اختلاف معناداری بین میانگین سطح هورمون ملاتونین با گروه سنی (P=۰/۳۸۱)، سابقه کار (P=۰/۲۱۳)، گروه‌های شغلی (P=۰/۵۱۵)، محل فعالیت شاغلین (P=۰/۴۸۲) مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری با توجه به اینکه در این مطالعه ارتباط معناداری بین امواج الکترومغناطیس و سطح هورمون ملاتونین مشاهده نشده است و امواج الکترومغناطیس در حدود مواجهه مجاز قرار داشتند، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که امواج الکترومغناطیس بر سطح هورمون ملاتونین شاغلین مرد پست‌های برق ۲۳۰ کیلوولت استان گلستان تأثیر نداشته، اما با توجه به کاهش مشاهده شده نسبت به گروه کنترل اظهار نظر قطعی نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد.

کلیدواژه‌ها:
امواج الکترومغناطیس، ملاتونین

مقدمه

سه قرن پیش، رنه دکارت، فیلسوف فرانسوی، غده پینه‌آل را به عنوان «صندلی روح» توصیف می‌کند، اما تا اواخر دهه ۵۰ میلادی، ملاتونین، ماده اصلی ترشح‌شده توسط غده پینه‌آل کشف نشده بود.

اکنون شواهدی وجود دارد مبنی بر اینکه ملاتونین در تنظیم بیولوژیکی ریتم‌های شبانه‌روزی، خواب، خلق وخو و احتمالاً تولید مثل، رشد تومور و پیری نقش دارد. با این حال، عدم قطعیت‌ها و تردیدها هنوز هم نقش ملاتونین در فیزیولوژی و پاتوفیزیولوژی انسان را احاطه کرده است [۱]. ساخت و ترشح ملاتونین که یک lipophilic tryptophan، indoleamine و نروهورمون است،

* نویسنده مسئول:
جلال‌الدین سعدی
نشانی: تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای وایمنی کار.
تلفن: ۴۶۳۲۰۴۹ (۹۱۲) ۹۸+
پست الکترونیکی: jalalsaadi@yahoo.com

توسط تابش امواج الکترومغناطیسی در محدوده فرکانس نور مرئی مهار می‌شود [۲]. طی مطالعه‌هایی مشخص شده که شدت بالای این امواج اثرات مضری بر قسمت‌های مختلف بدن انسان دارند [۳]. اوهایون در مطالعه خود بیان کرده است که پالس‌های متساطع‌شده از میدان‌های الکترومغناطیسی ناشی از تلفن‌های همراه و... می‌توانند فیزیولوژی مغز را تغییر دهند [۴].

در بسیاری از پژوهش‌های صورت گرفته در دهه ۱۹۸۰، کسانی که در مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیس فرکانس بسیار پایین (Extremely Low-Frequency) قرار داشتند، بررسی شده و نتایج پژوهش‌ها به افزایش خطر لوسمی و تومورهای مغزی اشاره کرده است. چنین شواهدی منجر به افزایش توجه به خطر این میدان‌ها شد [۵]. کارپنتر نیز در مطالعه خود اعلام کرد که قرار گرفتن بیش از حد در معرض میدان‌های مغناطیسی ناشی از خطوط برق و دیگر منابع جریان الکتریکی، خطر ابتلا به برخی سرطان‌ها و بیماری‌های عصبی، ناباروری مردان و رفتارهای عصبی را افزایش می‌دهد [۶].

صحرایی و همکاران در مطالعه حیوانی خود عنوان کردند که قرار گرفتن در معرض تابش امواج الکترومغناطیسی با فرکانس سی هرتز و به مدت طولانی باعث بروز رفتارهای خشمگینانه می‌شود که با تغییرات در سطح هورمون‌های استرسی و نیز ملاتونین همراه است.

در این آزمایش حافظه بینایی میمون‌ها تخریب شده بود. میزان هورمون ملاتونین در این مطالعه ۱/۳±۳۱پیکوگرم / میلی‌لیتر در ابتدای آزمایش بود. حیوانات هیچ رفتار خشمگینانه‌ای در ابتدا از خود نشان ندادند. در پایان آزمایش‌ها، هورمون ملاتونین ۰/۱۲ ±۱۶/۵ پیکوگرم / میلی‌لیتر بوده است. یک ماه پس از پایان آزمایش، تمامی این معیارها به میزان قبل از آزمایش برگشت کردند [۷]. مطالعه انجام‌شده توسط یوتلاین و همکاران[1] نشان‌دهنده قوت گرفتن این فرضیه است که مواجهه شغلی روزانه با میدان مغناطیسی، افزایش‌دهنده اثرات نور در شب در تولید ملاتونین است [۸]. الهلالی در مطالعه خود فرضیه اثرات میدان الکترومغناطیسی در کاهش ترشح ملاتونین و افزایش احتمال ابتلا به سرطان پستان را رد کرد [۹].

اثرات ناشی از میدان‌های الکترومغناطیسی بر موجودات زنده در فرکانس‌های مختلف مدت‌هاست که تحت بررسی پژوهشگران بوده و در بسیاری از موارد به دلیل درازمدت بودن مطالعات و کندی تأثیر میدان‌ها بر فرایندهای چرخه حیات، اظهار نظر قطعی امکان‌پذیر نیست و قضاوت تنها بر اساس یافته‌های آزمایشگاهی روی نمونه حیوانات بوده است، اما موضوعی که مورد تأیید همه پژوهشگران است، زیان‌بار بودن مواجهه بیش از حد معین با میدان مغناطیسی است [۱۰].

قرار گرفتن در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی در برخی صنایع اجتناب ناپذیر است و نگرانی‌هایی در مورد اثرات احتمالی این مواجهه وجود دارد. مطالعه‌ای که توسط حسین‌آبادی و همکاران روی ۱۳۲ کارگری که با امواج الکترومغناطیس مواجهه داشتند، نشان داد که افسردگی در گروه آزمایش شدیدتر از گروه کنترل بوده است (P=۰/۰۳۹) و افزایش قرار گرفتن در معرض امواج الکترومغناطیس با افزایش استرس، افسردگی و اضطراب رابطه مستقیم و معناداری داشت. کیفیت خواب در افرادی که بیشترین میزان تماس را داشتند، به طور قابل توجهی پایین‌تر از گروه‌های دیگر بود. این مطالعه نشان می‌دهد که مواجهه طولانی‌مدت شغلی با امواج الکترومغناطیس ممکن است منجر به افسردگی، استرس، اضطراب و کیفیت پایین خواب شود [۱۱].

افراد شاغل در پست‌های برق فشار قوی نیز به نوعی تحت مواجهه با امواج الکترومغناطیس هستند و همواره از این نگرانی‌ها شکایت دارند که ممکن است در اثر مواجهه با چنین میادینی دچار عوارض غیرقابل بازگشت و ناراحتی‌های جسمی و روحی شوند. این نگرانی از یک‌سو باعث بروز فشارهای روحی روی این افراد شده و از سوی دیگر بر بهره‌وری آن‌ها تأثیر منفی داشته است. از آنجا که مهم‌ترین، اصلی‌ترین و گران‌قیمت‌ترین سرمایه هر کاری، نیروی انسانی است؛ لازم است تحقیق و بررسی‌های بیشتری در این زمینه انجام گیرد تا با شناسایی دقیق مسئله، چنانچه عوارض و مشکلاتی وجود دارد، نسبت به رفع یا کاهش آنها اقدامات لازم انجام گیرد [۱۲].

با توجه به عدم وجود اطلاعات لازم در مورد میزان سطح هورمون ملاتونین در شاغلین پست‌های برق در ایران و همچنین با توجه به اثرات مضر مواجهه با امواج الکترومغناطیس، این مطالعه با هدف تعیین رابطه امواج الکترومغناطیس با سطح هورمون ملاتونین سرم خون در شاغلین مرد پست‌های برق ۲۳۰ کیلوولت استان گلستان شکل گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی تحلیلی روی ۴۴ نفر از شاغلین پست‌های برق ۲۳۰ کیلوولت استان گلستان (گروه آزمایش) و ۲۳ نفر از نگهبانان شاغل در مراکز بهداشتی و درمانی (گروه کنترل) در سال ۱۳۹۵ انجام گرفته است. جامعه مورد پژوهش، تمامی شاغلین مرد پست‌های فشار قوی استان گلستان (کردکوی، گرگان، علی‌آباد، گنبدکاووس و مینودشت) بودند که به صورت تمام شماری وارد مطالعه شدند.

علت انتخاب شاغلین مراکز بهداشتی درمانی به عنوان گروه کنترل، شیفت ۲۴ساعته آن‌ها و همچنین عدم مواجهه با امواج الکترومغناطیس بوده است؛ بنابراین جهت انتخاب نمونه‌های گروه کنترل از نمونه‌های در دسترس استفاده شد و همسان‌سازی گروه آزمایش و کنترل با توجه به عدم همکاری و همچنین یکسان‌سازی

1. Juutilainen

شرایط ورود به مطالعه به سختی امکان‌پذیر بود. شرط ورود به مطالعه، داشتن حداقل پنج سال سابقه کار با شیفت کاری ۲۴ساعته بوده است که این افراد دارای اختلال ترشح ملاتونین نباشند و همچنین نباید داروهایی از قبیل هیدروکورتیزون‌ها و اسپیرونولاکتون مصرف می‌کردند؛ بنابراین هر دو گروه آزمایش و کنترل از نظر اختلالات ترشح هورمون ملاتونین، سابقه کار، سن و شیفت ۲۴ساعته با یکدیگر همسان‌سازی شدند.

بررسی افراد واجد شرایط در دو گروه آزمایش و کنترل با توجه به فرم‌های معاینات پزشکی و توسط پزشک دوره‌دیده طب کار انجام گرفت. اطلاعات جمعیت‌شناختیِ افراد شامل سن، سابقه کار و محل فعالیت توسط پرسش‌نامهٔ جمع‌آوری شد. شرایط مطالعه کاملاً به افراد توضیح داده شد و رضایت آگاهانه کتبی از آنها گرفته شد. ۵۲/۳ درصد افراد (۲۳ نفر) در گروه آزمایش اپراتور اتاق کنترل و ۴۷/۷ درصد (۲۱ نفر) نگهبان پست برق بوده‌اند. در گروه کنترل نیز تمامی افراد (۲۳ نفر) شاغل در مراکز بهداشتی درمانی هستند.

۷۲/۷ درصد (۳۲ نفر) گروه آزمایش در مجاورت هیچ‌یک از محل‌های نصب آنتن‌های تلفن همراه (Base Tranceiver Station) زندگی نمی‌کردند و تعداد ۲۷/۳ درصد (۱۲ نفر) در مجاورت محل‌های نصب دکل‌های BTS زندگی می‌کردند. شدت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی توسط دستگاه سنجش امواج الکترومغناطیس مدل TM-۱۹۰ ساخت شرکت TENMARS کشور آمریکا با استفاده از دستورالعمل اندازه‌گیری مواجهه شغلی با امواج الکترومغناطیس انستیتوی ملی بهداشت و ایمنی کار آمریکا (NIOSH) [۱۳] در ارتفاع یک متری بالای سطح زمین و با استفاده از سه‌پایه اندازه‌گیری شد.

محدوده اندازه‌گیری، ده مگاهرتز تا هشت گیگاهرتز و ۳۸ میلی‌وات بر متر تا بیست ولت بر متر بوده است و توسط شرکت واردکننده کالیبره شده است. نتایج اندازه‌گیری با حدود مجاز مواجهه شغلی مرکز سلامت محیط و کار وزرات بهداشت [۱۴] و سازمان ACGIH [۱۵] و ICNIRP [۱۶] مقایسه شد. نمونه‌برداری در فصل تابستان و در شرایط دمایی یکسان و در پایان شیفت کاری و در ساعت ۹-۸ انجام گرفته است. برای میدان‌های الکتریکی، پرتوگیری شغلی در فرکانس صفر تا ۲۲۰ هرتز نباید از ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوولت تجاوز کند [۱۷]. حداکثر مقدار مجاز میدان الکتریکی پنج هزار ولت بر متر و حداکثر مقدار مجاز چگالی شار مغناطیسی هزار میلی‌گوس است [۱۸].

سطح هورمون ملاتونین سرم خون شاغلین نیز اندازه‌گیری شد. با توجه به تأثیر روشنایی و میزان استرس روی سطح هورمون ملاتونین، نمونه‌برداری خون برای هر دو گروه در پایان شیفت کاری و در ساعت هشت صبح و به صورت ناشتا انجام گرفت.

مقدار خون گرفته‌شده حدود سه تا پنج سی‌سی بوده است که با سرنگ و از دست افراد توسط کارشناس علوم آزمایشگاهی و در محل گرفته شده است. نمونه‌ها در آزمایشگاه مرکز بهداشت به صورت پلاسما درآمده و سپس به آزمایشگاه مرجع غذا و دارو انتقال داده شد. سطح هورمون ملاتونین نمونه‌های سرم خون شاغلین گروه آزمایش و کنترل با استفاده از روش کمّی لومینانس و الیزا در آزمایشگاه معتمد انجام گرفت [۱۹].

با توجه به عدم اطلاعات در مورد میزان سطح هورمون ملاتونین در شاغلین پست‌های برق در ایران، میانگین سطح هورمون ملاتونین اندازه‌گیری‌شده در این مطالعه در حدود بالا و پایین تعیین شده و توسط شرکت سازنده کیت هورمون‌ها بررسی شد. داده‌ها پس از ورود به نرم‌افزار آماری spss نسخه ۲۲ تجزیه و تحلیل آماری شدند. متغیرهای کمّی به صورت میانگین و انحراف معیار و متغیرهای کیفی به صورت درصد گزارش شد. جهت بررسی نرمالیته داده‌ها از آزمون Kolmogrov-smirnov استفاده شد و بر اساس نتایج حاصله آزمون‌های پارامتری و ناپارامتری متناسب انتخاب شد.

جهت مقایسه سطح هورمون ملاتونین در گروه آزمایش و کنترل از آزمون‌های تی مستقل، ناپارامتری Mann-Whitney، آنالیز واریانس یک‌طرفه و نیز ضریب همبستگی کندال و پیرسون استفاده شد.

یافته‌ها

گروه آزمایش (۴۴ نفر) به ترتیب در محل‌های کردکوی، گرگان، علی‌آباد، گنبدکاووس و مینودشت هستند که بیشترین افراد در محله مینودشت و کمترین در علی‌آباد مشغول فعالیت بوده‌اند. گروه کنترل نیز (۲۳ نفر) از نگهبانان مراکز بهداشتی درمانی انتخاب شدند.

اطلاعات جمعیت‌شناختی افراد (سن و سابقه کار) در جدول شماره ۱ ارائه شده است. آزمون من‌ویتنی در خصوص سن و سابقه کار اختلاف معناداری بین گروه آزمایش و کنترل نشان نداد (P>۰/۰۵).

مقادیر تماس شغلی مجاز مواجهه با میدان‌های مغناطیسی پایای ارائه‌شده توسط کنفرانس متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا برای تمام بدن شصت میلی‌تسلا و برای دست و پاها ششصد میلی‌تسلا برای هشت ساعت کاری و برای حد سقف نیز به ترتیب دو و بیست تسلا برای تمام بدن توصیه شده است که به عنوان حد مجاز شغلی کشور پذیرفته شده است.

میانگین شدت میدان الکتریکی اندازه‌گیری‌شده در پست‌های برق ۵/V/m۹۱ در محدوده ۷/۵۵ – ۵/۴۴ و میانگین چگالی شار مغناطیسی 5.08 mG در محدوده ۶/۵۴ – ۰/۲۵ بوده که در محدوده مجاز مواجهه شغلی است. میانگین سطح هورمون ملاتونین در گروه آزمایش ۱/۶۰±۲۵/۴۴ و در گروه آزمایش ۲/۴۵±۲۴/۵۸ است.

جدول ۱. مقایسه سن و سابقه کار گروه آزمایش و کنترل استان گلستان در سال ۱۳۹۵

متغیر		تعداد (درصد)		P
		آزمایش	کنترل	
سن	<۲۹	۶ (۱۳/۶)	۶ (۲۶/۱)	۰/۳۵
	۳۰-۳۴	۲۲ (۵۰)	۵ (۲۱/۷)	
	۳۵-۳۹	۱۲ (۲۷/۲)	۳ (۱۳/۱)	
	۴۰-۴۴	۱ (۲/۳)	۷ (۳۰/۴)	
	۴۵-۴۹	۱ (۲/۳)	۰ (۰)	
	>۵۰	۲ (۴/۶)	۲ (۸/۷)	
سابقه کار	۵-۹	۳۰ (۶۸/۱)	۱۱ (۴۷/۸)	۰/۰۷
	۱۰-۱۴	۱۱ (۲۵)	۸ (۳۴/۸)	
	۱۵-۱۹	۱ (۲/۳)	۲ (۸/۷)	
	۲۰-۲۴	۰ (۰)	۲ (۸/۷)	
	>۲۵	۲ (۴/۶)	۰ (۰)	

آزمون تی مستقل تفاوت معناداری را در میانگین سطح هورمون ملاتونین در دو گروه آزمایش و کنترل نشان نداد (P=۰/۷۶۱) (جدول شماره ۲).

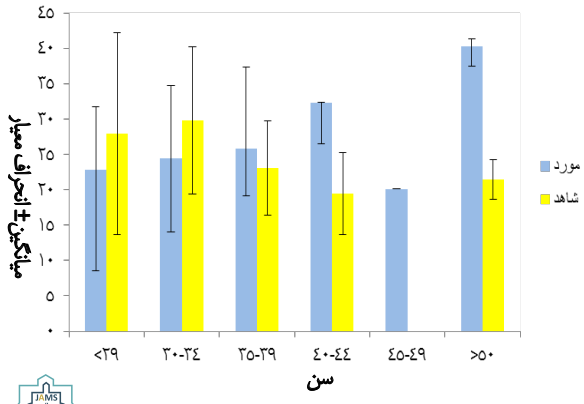
آنالیز واریانس یک‌طرفه نیز بین گروه‌های سنی افراد مورد مواجهه در میانگین سطح ملاتونین تفاوت معنادار آماری نشان نداد (P=۰/۳۸۱). در گروه کنترل نیز بین میانگین سطح ملاتونین با گروه‌های سنی تفاوت معنادار آماری دیده نشد (P=۰/۵۵۱) (تصویر شماره ۱). ضریب همبستگی کندال نیز ارتباط معناداری بین سطح هورمون ملاتونین با گروه‌های سنی در دو گروه آزمایش و کنترل نشان نداد (P>۰/۰۵).

آنالیز واریانس یک‌طرفه بین گروه‌های سابقه کار افراد مورد مواجهه در میانگین سطح ملاتونین تفاوت معنادار آماری نشان نداد (P=۰/۲۱۳)، اما میانگین داده‌ها نشان داد که افرادی که سابقه کار بالاتری دارند، میانگین سطح ملاتونین خون بالاتری نیز داشته‌اند. در گروه کنترل نیز بین میانگین سطح ملاتونین بر اساس سابقه کار تفاوت معنادار آماری دیده نشد (P=۰/۳۸۳). مقایسه میانگین سطح ملاتونین گروه کنترل نشان داد که با افزایش سابقه کار میزان سطح ملاتونین افراد گروه کنترل افزایش نیافته است (تصویر شماره ۲).

ضریب همبستگی کندال نیز ارتباط معناداری بین سطح ملاتونین با گروه‌های مختلف سابقه کار در دو گروه آزمایش و کنترل نشان نداد (P>۰/۰۵). آنالیز واریانس یک‌طرفه اختلاف معناداری در میانگین سطح هورمون ملاتونین بین محل فعالیت شاغلین (P=۰/۴۸۲) و شغل افراد (P=۰/۵۱۵) در گروه آزمایش و کنترل نشان نداد (تصویرها شماره ۳ و ۴). ضریب همبستگی

جدول ۲. بررسی سطح هورمون ملاتونین در گروه آزمایش و کنترل بنا به آزمون تی

گروه	تعداد (نفر)	میانگین±انحراف معیار	آزمون t		
			معیار t	درجه آزادی	P
آزمایش	۴۴	۲۵/۴۴±۱/۶۰	۰/۳۰۵	۶۴	۰/۷۶۱
کنترل	۲۳	۲۴/۵۸±۲/۴۵			



تصویر ۱. مقایسه سطح هورمون ملاتونین در رده‌های سنی مختلف در گروه آزمایش و کنترل (میانگین±انحراف معیار)

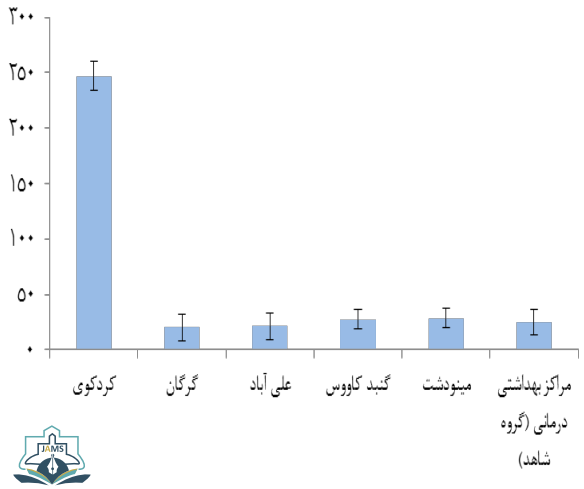
پیرسون نیز بین سطح هورمون ملاتونین در گروه آزمایش با مقادیر شدت میدان الکتریکی (P=۰/۸۵۱) و چگالی شار مغناطیسی (P=۰/۱۳۲) ارتباط معناداری نشان نداد.

بحث

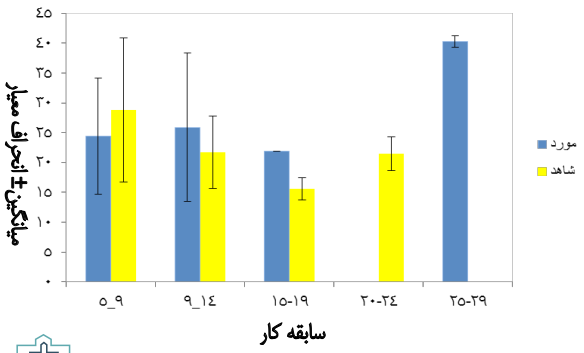
تمامی اندازه‌گیری‌های میدان الکتریکی و مغناطیسی در محدوده استاندارد ملی و بین‌المللی است. نتایج اندازه‌گیری این مطالعه مشابه مطالعه حسینی و همکاران [۱۸]، محمدیان و دیگران [۱۷] و قربانی و دیگران [۲۰] در ایران است.

در مطالعه آن‌ها نیز تمامی اندازه‌گیری‌ها در محدوده مجاز مواجهه شغلی بوده است. همچنین نتایج این مطالعه مشابه مطالعه مازورِک [۲۱] در اوکراین و هلند است. آنها نیز اعلام کردند که میدان‌های الکترومغناطیسی در شهر لابلین هلند و رایون اوکراین از حد مجاز تجاوز نکرده است.

در این مطالعه، میانگین سطح هورمون ملاتونین در گروه



تصویر ۳. مقایسه سطح هورمون ملاتونین بر اساس محل‌های فعالیت در گروه آزمایش و کنترل (میانگین±انحراف معیار)



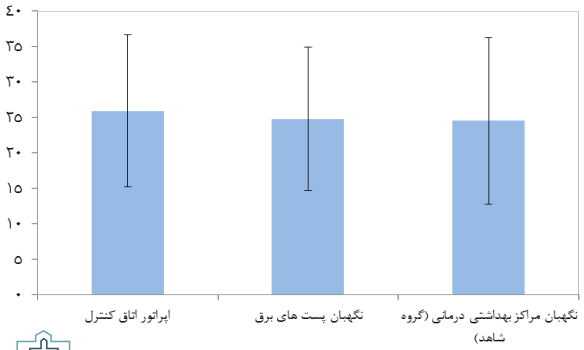
تصویر ۲. مقایسه سطح هورمون ملاتونین بر اساس سابقه کار در گروه آزمایش و کنترل (میانگین±انحراف معیار)

آزمایش به صورت خیلی جزئی بیشتر ازگروه کنترل بوده است و بین این دو گروه اختلاف آماری معناداری مشاهده نشد که با مطالعات انجام‌شده توسط یوتلاین [۸] و محمد الهلالی [۹] مطابقت دارد. آنها نیز در مطالعه خود اختلاف معناداری را در سطح هورمون ملاتونین مشاهده نکردند.

بر اساس مطالعه برینارد [۲۲] و نیز فیزیولوژیک بدن، هورمون ملاتونین باید در اثر مواجهه با نور در شب و همچنین وجود میدان‌های الکترومغناطیسی کاهش یابد که در مطالعه حاضر شاهد کاهش معنادار گروه آزمایش نبودیم که گویای این مطلب است که مواجهه با امواج الکترومغناطیسی تأثیری بر سطح هورمون ملاتونین ندارد.

همچنین در این مطالعه، ارتباطی بین مقادیر میدان الکتریکی و چگالی شار مغناطیسی با سطح هورمون ملاتونین پیدا نشد و حتی سابقه مواجهه با امواج الکترومغناطیس تأثیری بر هورمون ملاتونین نداشته است که شاید بتوان قرارگیری میدان‌های الکترومغناطیس در محدوده مجاز شغلی را دلیل این تفاوت و عدم کاهش هورمون ملاتونین دانست. البته این قضاوت ما کوتاه‌مدت است و می‌توان عدم وجود اثر مخرب را در زمان کوتاه تأیید کند.

از طرفی، نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه دیچ [۲۳] که یک



تصویر ۴. مقایسه سطح هورمون ملاتونین بر اساس نوع شغل در گروه آزمایش و کنترل (میانگین±انحراف معیار)

مطالعه حیوانی هست، متفاوت است. آنها در مطالعه خود بیان کردند مواجهه با امواج الکترومغناطیس در رده بالا منجر به افزایش معنادار سطح هورمون ملاتونین موش‌ها نسبت به گروه کنترل شده است. با توجه به اینکه مطالعه ایشان یک مطالعه حیوانی است و مواجهه بالایی با امواج الکترومغناطیس برای آنها منظور شده است، می‌توان دلیل این تفاوت را به نوع مطالعه نسبت داد.

ملاتونین یک پیام‌رسان تاریکی است و به عنوان یک هماهنگ‌کننده درون‌ریز ریتم، یک آنتی‌اکسیدان و یک داروی ضد پیری است و با پیری باید کاهش یابد [۲۴]. در مطالعه حاضر میانگین سطح هورمون ملاتونین در گروه‌های مختلف سنی در گروه آزمایش و کنترل، اختلاف معناداری نشان نداده است.

این مسئله به بررسی بیشتری نیاز دارد. اگرچه بر اساس مطالعات مختلف میزان کاهش در سطح هورمون ملاتونین معمولاً در سنین بالای هفتاد سال اتفاق می‌افتد [۲۵]، شاید بتوان با توجه به حدود مواجهه مجاز کارکنان با امواج الکترومغناطیسی و سن زیر پنجاه سال این موضوع را توجیه کرد.

نتایج این مطالعه نشان داد که بین سابقه کار و سطح هورمون ملاتونین در هیچ‌یک از گروه‌های آزمایش و کنترل اختلاف معناداری وجود ندارد و گروه‌های با سابقه کار بالاتر، الزاماً دارای سطح هورمون ملاتونین بالاتر یا پایین‌تر نیستند.

متأسفانه مطالعه‌ای جهت مقایسه سابقه مواجهه با امواج الکترومغناطیس و سطح هورمون ملاتونین پیدا نشد، اما در مطالعه حسین‌آبادی و همکاران [۱۸]، افرادی که مواجهه بیشتر و سابقه بالاتری داشته‌اند، مشکلات خواب و افسردگی بیشتری را گزارش کرده‌اند. شاید اگر این مطالعه با توجه به سطح مواجهه با امواج الکترومغناطیس و محل مطالعه به بررسی هورمون ملاتونین نیز می‌پرداخت، ارتباط معناداری در این زمینه گزارش می‌کرد.

نتایج این مطالعه ارتباط معناداری بین شغل افراد و محل فعالیت‌شان با سطح هورمون ملاتونین نشان نداد. محققان گمان می‌کردند هرچه شاغلین از دکل‌های برق دورتر باشند، احتمال تغییر در سطح هورمون ملاتونین وجود دارد، زیرا هریک از کارکنان در فاصله‌ای از دکل‌ها مشغول به فعالیت بودند.

نتایج مطالعه نشان داد که محل فعالیت افراد و مسافت دوری و نزدیکی آنها به دکل‌های برق تأثیری در میزان سطح هورمون ملاتونین آنان نداشته است. شاید بتوان محدوده مجاز مواجهه با امواج را مؤثر در این موضوع دانست، زیرا ارتباطی نیز بین سطح هورمون ملاتونین با مقادیر امواج الکترومغناطیس مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری

یکی از جنبه‌های مهم مطالعه حاضر را می‌توان پاسخ دادن به اضطراب عمومی در مورد عوارض بالقوه مواجهه مزمن با امواج الکترومغناطیسی و اثرات آن بر سلامت، حتی در نسبت‌های ضعیف بوده است.

نتایج این مطالعه نشان داد که مواجهه با امواج الکترومغناطیس در محدوده مجاز تأثیری بر میزان هورمون ملاتونین ندارد و ما هیچ ارتباطی بین امواج الکترومغناطیس با هورمون ملاتونین پیدا نکردیم. این مطالعه کوتاه‌مدت است و نتایج حاصل از آن نیاز به بررسی بیشتری دارد؛ بنابراین برای قضاوت بهتر در این زمینه پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای با تعداد افراد در معرض مواجهه بیشتر و در زمان‌های طولانی‌مدت (مطالعه کوهورت) صورت گیرد.

از طرفی، بررسی تأثیر هورمون ملاتونین در شرایطی که امواج الکترومغناطیس نیز از حد مجاز فراتر است، جهت مقایسه و تصمیم‌گیری صحیح‌تر دور از ذهن نیست. در این مطالعه همسان‌سازی گروه آزمایش و کنترل به سختی انجام شد، زیرا انتخاب وابسته به فاکتورهای متعددی، ازجمله عدم تفاوت سنی و سابقه کار، شیفت ۲۴ساعته، نداشتن بیماری زمینه‌ای، عدم مصرف داروهای تداخل‌کننده در میزان هورمون ملاتونین و مهم‌تر از همه همکاری به علت تهاجمی بودن نمونه‌برداری خون است. بنابرین گروه آزمایش و کنترل از نظر تعداد افراد تا حدودی با یکدیگر تفاوت داشته، اما از نظر سایر عوامل مؤثر بر مطالعه تفاوتی نداشتند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (کد:IR.SBMU.THNS.REC.1395.9) تأیید شد.

حامی مالی

این مطالعه از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول در گروه مهندسی بهداشت و ایمنی حرفه‌ای ، دانشکده بهداشت و ایمنی عمومی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران استخراج شده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم سازی: محمد رنجبریان و کوروش اعتماد؛ تحلیل داده‌ها: فاطمه زارعی؛ روش پژوهش و نمونه‌گیری: جلال‌الدین سعدی و رزیتا فرهادی؛ نگارش متن و بازبینی: تمام نویسندگان.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله هیچ‌گونه تعارضی در منافع اعلام نکردند.

Reference

[1] Brzezinski A. Melatonin in humans. N Engl J Med. 1997; 336(3):186-95. [DOI:10.1056/NEJM199701163360306] [PMID]

[2] Sokolovic D, Djordjevic B, Kocic G, Stoimenov TJ, Stanojkovic Z, Sokolovic DM, et al. The effects of melatonin on oxidative stress parameters and DNA fragmentation in testicular tissue of rats exposed to microwave radiation. Adv Clin Exp Med. 2015; 24(3):429-36. [DOI:10.17219/acem/43888] [PMID]

[3] Michaelson SM. Health implications of exposure to radiofrequency/microwave energies. Br J Ind Med. 1982; 39(2):105-19. [DOI:10.1136/oem.39.2.105] [PMID] [PMCID]

[4] Ohayon MM, Stolc V, Freund FT, Milesi C, Sullivan SS. The potential for impact of man-made super low and extremely low frequency electromagnetic fields on sleep. Sleep Med Rev. 2019; 47:28-38. [DOI:10.1016/j.smrv.2019.06.001] [PMID]

[5] Ahlbom A. Neurodegenerative diseases,suicide and depressive symptoms in relation to EMF. Bioelectromagnetics. 2001; (S5):S132-43. [DOI:10.1002/1521-186X(2001)22:5+3.0.CO;2-V]

[6] Carpenter DO. Human disease resulting from exposure to electromagnetic fields. Rev Environ Health. 2013; 28(4):159-72. [DOI:10.1515/reveh-2013-0016]

[7] Sahraei H. [Induction of anger in rhesus monkeys using ELF waves at a frequency of 30 Hz (Persian)]. Paramed Sci Mil Health. 2019; 14(3):5-5. https://jps.ajaums.ac.ir/article-1-200-fa.html

[8] Juutilainen J, Kumlin T. Occupational magnetic fieldexposure and melatonin: interaction with light-at-night. Bioelectromagnetics. 2006; 27(5):423-6. [DOI:10.1002/bem.20231] [PMID]

[9] El-Helaly M, Abu-Hashem E. Oxidative stress, melatonin-level, and sleep insufficiency among electronic equipmentrepairers. Indian J Occup Environ Med. 2010; 14(3):66-70. [DOI:10.4103/0019-5278.75692] [PMID] [PMCID]

[10] Yousefi HA, Nasiri P. Psychological effect of occupational exposure to electromagnetic fields. J Res Health Sci. 2006; 6(1):18-21. http://journals.umsha.ac.ir/index.php/JRHS/article/view/303

[11] Bagheri Hosseinabadi M, Khanjani N, Ebrahimi MH, Haji B, Abdolahfard M. The effect of chronic exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields on sleep quality, stress, depression and anxiety. Electromagn Biol Med. 2019; 38(1):96-101. [DOI:10.1080/15368378.2018.1545665] [PMID]

[12] Daryabari H, Bahramifar A, Morshedi M, Lotfi B. [Investigation of the relationship between exposures to electromagnetic waves with some clinical disorders in radar device users (Persian)]. J Mar Med. 2019; 1(1):18-23. [DOI:10.30491/1.1.18]

[13] Bowman JD, Kelsh MA, Kaune WT. Manual for measuring occupational electric and magnetic fields exposures. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Biomedical and Behavioral Sciences; 1998.

[14] Ministry of Health and Medical Education.Electronic forms [Internet]. 2017 [Updated 2017]. Available from: http://thc.qums.ac.ir/Portal/home/?177041/%D9%81%D8%B1%D9%85-%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D8%A7%D9%84%DA%A9%D8%AA%D8%B1%D9%88%D9%86%DB%8C%DA%A9%DB%8C

[15] ACGIH. TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati: ACGIH Publication; 2007. https://www.amazon.com/TLVs-BEIs-2007-Documentation-Substances/dp/1882417690

[16] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. ICNIRP statement on the guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys. 2009; 97(3):257-8. [DOI:10.1097/HP.0b013e3181aff9db] [PMID]

[17] Mohammadyan M, Alizadeh Larimi A, Gorgani M, Taghavi Soghondikolaei F. [Measurment of electromagnetic field of minitors and electric posts in one of the oil product distribution company in mazandaran province (Persian)]. J Res Environ Health. 2017; 3(2):150-7. [DOI: 10.22038/JREH.2017.25132.1166]

[18] Hosseini SZ, Jalili Jahromi A, Malakootian MA. [Investigation and measurement of electric and magnetic fields In the vicinity of Tehran's metropolitan high-power lines and substations (Persian)]. Twenty-seventh International Conference on Electricity, 2012, Tehran, Iran. https://civilica.com/doc/178257/

[19] Eskandari M.H., et al. [Examination of 380 and 800 microtesla electromagnetic fields effect on plasma cortisol hormone level and humural immunity in Balb/c mice (Persian)]. Biol J. 2009; 4(2):9-18. https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?ID=193443

[20] Ghorbani F, Eshaghi M, Dehghanpor T, Karami Z. [Assessment of Extremely Low Frequency (ELF) electric and magnetic felds in Hamedan high electrical power stations and their effects on workers (Persian)]. Iran J Med Phys. 2011; 8(3):61-71. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=149146

[21] Mazurek PA, Naumchuk OM, Kot K, Wdowiak A, Zybała M. Exposure of high frequency electromagnetic fields in the living environment. EJMT. 2018; 4(21):33-9. http://www.medical-technologies.eu/upload/exposure_of_high_frequency_electromagnetic_fields_-_mazurek.pdf

[22] Brainard GC, Kavet R, Kheifets LI. The relationship between electromagnetic field and light exposures to melatonin and breast cancer risk: A review of the relevant literature. J Pineal Res. 1999; 26(2):65-100. [DOI:10.1111/j.1600-079X.1999.tb00568.x] [PMID]

[23] Dyche J, Anch AM, Fogler KA, Barnett DW, Thomas C. Effects of power frequency electromagnetic fields on melatonin and sleep in the rat. Emerg Health Threats J. 2012; 5(1):10904. [DOI:10.3402/ehtj.v5i0.10904] [PMID] [PMCID]

[24] Manikonda PK, JagotaA A. Melatonin administration differentially affects age-induced alterations in daily rhythms of lipid peroxidation and antioxidant enzymes in male rat liver. Biogerontology. 2012; 13(5):511-24. [DOI:10.1007/s10522-012-9396-1] [PMID]

[25] Farhud D ,Tahavorgar A. [Melatonin Hormone, Metabolism and its clinical effects: A review (Persian)]. Iran J Endocrinol Metab. 2013; 15(2):211-23. https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?ID=339250