

Research Note**Evaluation of Electromagnetic Radiations (1.5 Tesla) Effect on Liver Functional Tests and Histometry of Liver in Adult Male Rats****J. Ai^{1*}, S. Sarkar², M.A. Oghabian³**

¹ Associate Professor, Tissue Engineering Dep., School of Advanced Medical Technologies and Research Center for Science and Technology in Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

² Associate Professor, Research Center for Science and Technology in Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran, sarkar@tums.ac.ir

³ Associate Professor, Research Center for Science and Technology in Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran, oghabian@sina.tums.ac.ir

Abstract

Various reviews have shown that strong electromagnetic fields have negative effects on human health. This study focused on the effect of MRI radiation on liver functional test histometry of liver in adult male rats. For this purpose, we used an MRI device that could produce 1.5 T electromagnetic radiations, and chose 22 Wistar rats as laboratory animal models. Rats were divided into two equal groups. The first group exposed to 1.5T electromagnetic radiation and RF radiation during a 30-minute MRI scan as experimental group. The control group experienced 1.5T electromagnetic radiation exposure without RF radiation by the same MRI device. The rats were anesthetized and blood samples were obtained from cardiac chambers to measure the serum levels of LDL, HDL, ALT, AST, ALP, total cholesterol, total protein, albumin, total billirobin, and direct billirobin. Livers were then removed and the specimens fixed. Serial sections (5 µm thick) were prepared from livers and the diameter of hepatocytes and their nuclei were measured. The findings of the present study indicate that, there was a significant increase ($P<0.5$) in amount of HDL, ALT, AST, ALP, total billirobin, direct billirobin and there was a significant decrease ($P<0.5$) in amount of total cholesterol, LDL, total protein, and albumin in experimental group by comparison with control group. But no significant differences were seen in the diameter of hepatocytes and their nuclei between both groups. The electromagnetic radiations of MRI device may influence the level of liver enzymes and liver function without any histomorphologically changes. Conducting clinical trial studies with human subjects is recommended.

Key words: Liver, Electromagnetic radiations, MRI, Rat, Blood factors, Histometry.

* Corresponding author

Address: Jafar Ai, Tissue Engineering Dep., School of Advanced Medical Technologies and Research Center for Science and Technology in Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Keshavarz Boulevard, Tehran, Iran

Tel: +98 21 88991118

Fax: +98 21 88991119

E-mail: jafar_ai@tums.ac.ir

یادداشت کوتاه پژوهشی

ارزیابی اثرات میدان الکترومغناطیس با شدت ۱/۵ تسلا بر شاخص‌های آزمون عملکرد و هیستومتری کبد در موش‌های صحرایی نر بالغ

جعفر آی^{۱*}، سعید سرکار^۲، محمد علی عقابیان^۳^۱ دانشی‌ار، گروه مهندسی بافت، دانشکده فناوری نوین پزشکی و مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی

تهران

^۲ دانشی‌ار، مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران sarkar@tums.ac.ir^۳ دانشی‌ار، مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران oghabian@sina.tums.ac.ir

چکیده

بررسی‌های مختلف نشان داده‌اند که میدان‌های الکترومغناطیسی قوی اثرات سوئی بر سلامت انسان دارند. دستگاه MRI از مهم‌ترین تجهیزات است که در پزشکی برای تشخیص در بیماری‌های مختلف استفاده می‌شود. اساس کار این دستگاه مبتنی بر امواج الکترومغناطیس است که امکان ایجاد نارسایی در دستگاه‌های مختلف بدن از جمله کبد می‌شود. بر این اساس در این مقاله اثر امواج MRI بر بافت کبد موش صحرایی بررسی شده است. بدین منظور ۲۲ موش صحرایی نر بالغ ۶۰ روزه به وزن 200 ± 20 g از نژاد ویستار انتخاب شدند و به تعداد برابر در دو گروه آزمون و شاهد قرار گرفتند. گروه آزمون به مدت ۳۰ دقیقه تحت تأثیر امواج دستگاه MRI با شدت ۱/۵T همراه با امواج RF قرار گرفتند و گروه شاهد در زمان مشابه تحت تأثیر امواج دستگاه MRI با شدت مشابه اما بدون امواج RF قرار گرفتند. پس از بیهوش کردن حیوانات برای اندازه‌گیری سطح فاکتورهای بیلی روبین تام، بیلی روبین مستقیم، فسفاتاز قلیایی، آلبومین سرم و پروتئین تام، کلسترول تام و HDL، AST، ALT خونگیری از قلب انجام شد. پس از اطمینان از بیهوشی کامل حیوانات، کبد از بدن خارج شده و پس از انجام عملیات آماده‌سازی بافت، اسلایدها با استفاده از روش سریال سکشن برای مطالعات هیستومتری (اندازه قطر سلول‌ها، اندازه قطر هسته) تهیه شدند و با استفاده از میکروسکوپ الیمپوس مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاکی از افزایش معنادار ($p < 0/05$) در HDL، بیلی روبین تام، بیلی روبین مستقیم، ALT، AST و آنزیم فسفاتاز قلیایی و کاهش معنادار ($p < 0/05$) در آلبومین سرم و پروتئین تام، کلسترول تام و LDL در گروه آزمون نسبت به گروه شاهد بود. همچنین تفاوت معناداری در اندازه قطر هپاتوسیت‌ها و هسته هپاتوسیت‌ها در بین دو گروه مشاهده نشد. نتایج این مقاله نشان داد امواج الکترومغناطیس حاصل از دستگاه MRI بر عملکرد و آنزیم‌های کبد موش‌های صحرایی بدون تغییر هیستومتری سلول‌ها مؤثر بوده است. با توجه به این اثرات دستگاه MRI، پیشنهاد می‌شود تحقیق مشابهی بر روی سرم خونی انسان انجام شود.

کلیدواژگان: کبد، میدان الکترو مغناطیس، MRI، موش صحرایی، فاکتورهای خون، هیستومتری.

*عهدده‌دار مکاتبات

نشانی: تهران، بلوار کشاورز، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده فناوری نوین پزشکی، گروه مهندسی بافت

تلفن: ۸۸۹۹۱۱۱۸ دورنگار: ۸۸۹۹۱۱۱۹ پیام نگار: jafar_ai@tums.ac.ir

۱- مقدمه

و... از جمله این موارد است [۵]. بیشتر یاخته‌هایی که در زمان تابش‌دهی در حال تقسیم هستند، به فرایند تقسیم ادامه می‌دهند و آن را تکمیل می‌کنند اما آن دسته که می‌خواهند به مرحله تقسیم بعدی وارد شوند ممکن است در مرحله G_2^1 متوقف شوند. ساخت DNA نیز ممکن است به طور ناقص یا کامل در یاخته‌های مرحله S^3 متوقف شود. ضمناً از ورود یاخته‌های مرحله G_1 به مرحله ساخت هم ممکن است ممانعت به عمل آید [۴]. چنین تغییراتی در سلول‌های هر یک از دستگاه‌های بدن می‌تواند به بیماری‌های گوناگون منجر شود. با توجه به اهمیت کبد که بعد از پوست بزرگ‌ترین دستگاه بدن بوده و از سوی دیگر بزرگ‌ترین کارخانه پروتئین‌ساز بدن نیز است، در این مقاله شاخص‌های آزمون عملکرد کبدی^۴ و هیستومتری^۵ کبد در موش‌های صحرایی نر بالغ در معرض تصویربرداری تشدید مغناطیسی^۶ (MRI) بررسی شده است.

۲- روش

تعداد ۲۲ موش صحرایی نر بالغ ۶۰ روزه به وزن 200 ± 20 g از نژاد ویستار^۷ به خانه حیوانات بیمارستان بیمارستان امام خمینی (ره) تهران منتقل شده و برای تطابق با شرایط محیطی به مدت ۱۰ روز نگهداری شدند. در این مدت شرایط محیطی به صورت تقریباً ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی ایجاد شد و غذای آنها شامل پلت^۸ محصول شرکت پارس دام و آب آشامیدنی شهر تهران بود.

پس از طی زمان یاد شده حیوانات به وسیله قفس‌های نگهداری از موش‌های صحرایی به بخش تصویربرداری بیمارستان امام خمینی (ره) منتقل شدند و به تعداد برابر در دو گروه آزمون و شاهد قرار گرفتند. موش‌ها در گروه آزمون به مدت ۳۰ دقیقه تحت تأثیر امواج دستگاه MRI با شدت $1/5T$ همراه با امواج RF قرار گرفته و حیوانات گروه شاهد در زمان مشابه تحت تأثیر امواج دستگاه MRI با شدت مشابه اما بدون امواج RF قرار گرفتند. پس از گذشت یک هفته از آزمون، موش‌های صحرایی در اتاق تشریح بخش سرطان بیمارستان امام خمینی (ره) به وسیله کتامین^۹ بیهوش

گسترش و کاربرد وسیع دستگاه‌های مولد امواج الکترومغناطیس در زندگی روزمره و گزارش‌های متعدد منتشر شده درباره اثرات زیان‌بار میدان‌های الکترومغناطیسی بر پدیده‌های رشد و نمو و بافت‌های مختلف بدن، ضرورت مطالعه دقیق‌تر بخش‌هایی از طیف امواج الکترومغناطیس که کاربرد وسیع‌تری در زندگی روزمره انسان را دارند نشان می‌دهد. وسایل و تجهیزات مدرن از قبیل تلفن همراه، رایانه و... به عنوان نیازهای انسان امروزی مورد استفاده قرار می‌گیرند و روز به روز نیز به کاربران این قبیل ابزارها افزوده می‌شود. به اعتقاد متخصصان، این قبیل وسایل به عنوان منابع تولید میدان‌های الکترومغناطیسی شناخته می‌شوند که تأثیرات متعددی نیز بر سلول‌ها و بافت‌های مختلف بدن انسان بر جای می‌گذارند [۱].

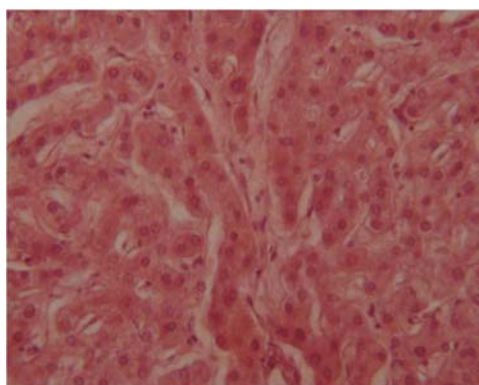
افزایش متابولیسم بدن، انبساط عروق، پیگمانتاسیون^۱، اثر تسکینی بر روی اعصاب حسی، اثر بر بافت عضلانی، تخریب سلولی و بافتی، افزایش عمومی درجه حرارت بدن، کاهش فشار خون و در نهایت افزایش فعالیت غدد مترشحه عرق از جمله اثرات فیزیولوژیکی میدان‌های الکترومغناطیسی به بدن انسان به‌شمار می‌روند [۲]. همچنین میدان الکترومغناطیس به افزایش غلظت رادیکال‌های آزاد منجر می‌شود و بسیاری از تحقیقات پزشکی وجود این رادیکال‌های آزاد غیرقابل کنترل را که به‌طور مستقیم باعث بروز مشکلات در سلامت انسان می‌شوند، نشان داده‌اند [۳]. رادیکال‌های آزاد قادرند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به ترکیبات تمامی گروه‌های بیوشیمیایی شامل پروتئین‌ها، لیپیدها، لیپوپروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه آزاد، اسیدهای نوکلئیک و ماکرومولکول‌های بافت همبند آسیب برسانند [۴]. رادیکال‌های آزاد ممکن است فعالیت‌های سلولی مانند اعمال غشاء، متابولیسم و بیان ژن را مختل کنند. امروزه مشخص شده است که رادیکال‌های آزاد سبب بروز بیش از ۶۰ نوع بیماری می‌شوند که حساسیت‌ها، آلزایمر، آژنیز، آرتروز، آسم، بیماری‌های مربوط به پروستات، سرطان، سیروز کبدی، التهاب بافت‌ها، آسیب به کلیه، سکت

¹ Pigmentation⁵ Histometry⁹ Ketamin² Growth Phase 2⁶ Magnetic Resonance Imaging³ Synthesis⁷ Wistar⁴ Liver Function Test⁸ Pellet

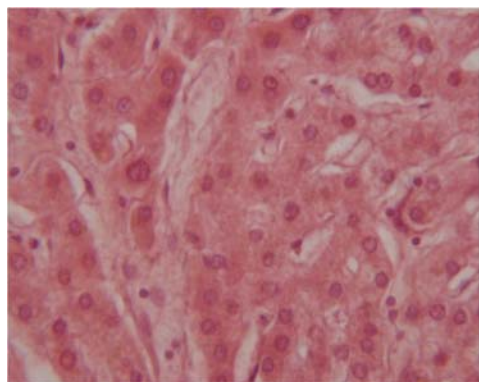
جدول ۱- مقایسه میانگین سطح فاکتورهای خون و اندازه قطر و هسته سلول‌های کبد در گروه آزمون و شاهد

شاهد	آزمون	گروه معیار اندازه گیری شده
۲۰۰ ± ۷/۹	* ۳۲۰ ± ۸/۱۲	AST (IU/L)
۶۰ ± ۳/۷	* ۱۴۰ ± ۵/۳	ALT (IU/L)
۱۲۰ ± ۴/۶	* ۸۰ ± ۲/۱	کلسترول تام (mg/dL)
۶۰ ± ۶/۱	* ۹۰ ± ۵/۴	HDL (mg/dL)
۴۰ ± ۱/۱	* ۲۵ ± ۲/۳	LDL (mg/dL)
۱۷ ± ۲/۱	* ۲۶ ± ۴/۴	ALP (U/L)
۰/۸۷ ± ۰/۹	* ۱/۲۳ ± ۱/۲	بیلی روبین تام (mg/dL)
۰/۳۴ ± ۰/۵	* ۰/۷۴ ± ۰/۷	بیلی روبین مستقیم (mg/dL)
۷/۲۸ ± ۱/۶	* ۶/۱۱ ± ۱/۱	پروتئین تام (mg/dL)
۳/۸۹ ± ۴/۴	* ۲/۲۵ ± ۹/۸	آلبومین (mg/dL)
۲۷/۸۹ ± ۱/۱	۲۸/۱۷ ± ۱/۴	قطر سلول کبدی (μ)
۷/۲۹ ± ۰/۸	۷/۱۲ ± ۱/۲	قطر هسته (μ)

* نشانگر وجود تفاوت معنادار ($p < 0/05$) بین دو گروه آزمون و شاهد



الف



ب

شکل ۱- فتومیکروگراف از کبد در گروه آزمون (الف) و گروه شاهد (ب). با بزرگ‌نمایی ۴۰۰ برابر و رنگ‌آمیزی H&E. تفاوت معناداری ($p < 0/05$) در اندازه قطر هسته و اندازه قطر سلول دو گروه وجود ندارد.

شدند و برای اندازه‌گیری سطح فاکتورهای بیلی روبین^{۱۰} تام، بیلی روبین مستقیم، فسفاتاز قلیایی^{۱۱}، آلبومین سرم و پروتئین تام، کلسترول تام و HDL^{۱۲}، LDL^{۱۳}، AST^{۱۴}، ALT^{۱۵} خونگیری از قلب انجام شد. سپس کبد حیوانات پس از اطمینان از بیهوشی کامل و رعایت ملاحظات اخلاقی از بدن خارج کرده و در محلول فیکساتور بافر فرمالین^{۱۶} ۱۰٪ قرار دادیم و پس از انجام عملیات آماده‌سازی بافت، به‌منظور مطالعات هیستومتری (اندازه قطر سلول‌ها، اندازه قطر هسته) از قطعه چشمی که در عدسی چشمی قرار می‌گیرد؛ استفاده شد. همچنین اسلایدهایی با استفاده از روش سریال سکشن^{۱۷} به فاصله ۳۰ μm تهیه شدند و با استفاده از میکروسکوپ الیمپوس^{۱۸} مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین برای تحلیل آماری داده‌های به‌دست آمده در تحقیق از روش آزمون تی^{۱۹} استفاده شد. ($P < 0/05$)

۳- یافته‌ها

در این مطالعه اثر میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱/۵T بر هیستوپاتولوژی و شاخص‌های آزمون عملکرد کبدی در موش‌های صحرایی نر بالغ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از افزایش معنادار ($p < 0/05$) در HDL، بیلی روبین تام، بیلی روبین مستقیم، ALT، AST و آنزیم فسفاتاز قلیایی و کاهش معنادار ($p < 0/05$) در آلبومین سرم و پروتئین تام، کلسترول تام و LDL در گروه آزمون نسبت به گروه شاهد بود (جدول ۱). همچنین تفاوت معناداری در اندازه قطر هپاتوسیت‌ها و هسته هپاتوسیت‌ها در بین دو گروه مشاهده نشد (شکل ۱).

۴- بحث و نتیجه‌گیری

اثرات میدان الکترومغناطیسی بر کبد به‌وسیله پژوهشگران بسیاری مورد مطالعه قرار گرفته است. در مطالعه‌ای آچودم^{۲۰} و همکاران اثرات میدان الکترومغناطیسی را بر میزان کلسترول سرم خون موش‌های نر مطالعه کردند. در مطالعه ایشان میزان کلسترول در گروه آزمون نسبت به گروه شاهد کاهش معنادار نشان داد [۶].

¹⁰ Billiubin

¹³ Low-density lipoprotein

¹⁶ Formalin

¹⁹ T-test

¹¹ Alkaline Phosphates

¹⁴ Aspartate aminotransferase

¹⁷ Serial sections

²⁰ Achudume

¹² High-density lipoprotein

¹⁵ Alanine aminotranferase

¹⁸ Olympus

تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی قرار می‌گیرند. البته توجه سازوکار اثر میدان‌های الکترومغناطیسی بر موجودات زنده بسیار پیچیده است. می‌توان گفت که میدان‌های الکترومغناطیسی ابتدا در موجود زنده تغییرات فیزیکی و شیمیایی ایجاد می‌کنند و به دنبال آن اثرات زیستی میدان بر سیستم زنده مشاهده می‌شود. شایان ذکر است از جمله اثرات مهم فیزیکی و شیمیایی میدان‌های الکترومغناطیسی تأثیر بر جهت‌گیری و جابه‌جایی ترکیبات دوقطبی و یونیست [۱۳].

با توجه به مطالعات پیشین و نتایج مقاله حاضر؛ به نظر می‌رسد چشم‌پوشی از اثرات امواج الکترومغناطیسی بر عملکرد دستگاه‌های بدن و آنزیم‌های آن منطقی نباشد و پیشنهاد می‌شود به منظور اطلاع بیشتر از اثرات این امواج بر سلامتی افراد در معرض امواج الکترومغناطیسی، مطالعه مشابهی درباره ویژگی‌های سرم خونی انسان انجام شود.

مراجع

- [1] Brent R.L., Gordan W.E., Bennett W.R., Beckman D.A., Reproductive and teratogenic effects of electromagnetic field. *Reprod Toxicol*, 1993; 7: 535-580.
- [2] Russel J.T., Reiter A., Review of neuroendocrine and neurochemical changes associated with static and extremely low frequency electromagnetic field exposure. *Integrative Psychological and Behavioral Science* 2007; 28 (1): 57-75.
- [3] Crouzier D., Perrin A., Torres G., Dabouis V., Pulsed electromagnetic field at 9.71 GHz increase free radical production in yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). *Pathologie Biologie*, 2009; 57 (3): 245-251.
- [4] Sobczak A., Kula B., Danch A., Effects of Electromagnetic Field on Free-Radical Processes in Steelworkers. Part II: Magnetic Field Influence on Vitamin A, E and Selenium Concentrations in Plasma, 2002; 44 (4): 230-233.
- [5] Patricia V., Aldo F., Marco A., David E., Leticia V., Effects of whole body exposure to extremely low frequency electromagnetic fields (ELF-EMF) on serum and liver lipid levels, in the rat. *Lipids in Health and Disease*, 2007; 6:31: 177-86.
- [6] Achudume A.C., Onibere B., Aina F., Bioeffects of electromagnetic base station on glutathione reductase, lipid peroxidation and total cholesterol in different tissues of Wistar rats. *Biology and Medicine*, 2009; 1 (3): 33-38.
- [7] Ibrahim M., EL-Ashry M., ALI E. The effect of 5- Hz magnetic field on liver function., *Romnian J. biophys*, 2008; 18(2): 113-122.
- [8] Sobczak A., Kula B., Danch A., Effect of Electromagnetic Field on Serum Biochemical Parameters in Steelworkers. *J Occup Health*, 1999; 41: 177-180.

الکترومغناطیسی با فرکانس ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ هرتز روی فعالیت

هم‌چنین ابراهیم به بررسی اثرات تابش میدان‌های مغناطیسی با شدت ۵۰Hz بر میزان فسفاتاز قلیایی در موش پرداخت که نتایج وی بیانگر افزایش میزان فسفاتاز قلیایی در موش‌ها پس از تابش امواج الکترومغناطیسی است [۷]. سابچک^{۲۱} و همکاران در مطالعه دیگری درباره کارگرانی که در معرض امواج الکترومغناطیسی با شدت ۵۰Hz قرار داشتند، گزارش کردند که میزان پروتئین تام و آلبومین در این کارگران دارای کاهش معناداری نسبت به گروه شاهد بوده است [۸]. هم‌چنین سیرتی و همکاران در زمینه اثرات امواج الکترومغناطیسی بر ALT و AST در موش‌های نر گزارش کردند که این آنزیم‌ها در موش‌های در معرض امواج الکترومغناطیسی با شدت ۱۰۰Hz دچار افزایش معناداری نسبت به گروه شاهد شده‌اند [۹]. سعادت و همکاران نیز در بررسی اثر میدان الکترومغناطیسی بر کارگران صنعت اعلام کردند که میزان بیلی روبین در این کارگران دارای افزایش معناداری نسبت به گروه شاهد است [۱۰]. نتایج فوق با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت دارند. هم‌چنین ایمیدا^{۲۲} و همکاران در مطالعه تأثیر میدان الکترومغناطیسی بر سلول‌های کبدی اظهار داشتند که این امواج می‌توانند باعث بزرگ شدن این سلول‌ها شوند [۱۱]. البته گزارش ایمیدا مبنی بر بزرگ شدن ابعاد سلول‌های کبدی با نتایج حاصل از تحقیق حاضر تناقض دارد. هم‌چنین مطالعه سلیمونی^{۲۳} و همکاران نشان داد میدان الکترومغناطیسی بر شاخص‌های عملکردی کبد بی‌تأثیر است [۱۲] که با نتایج مقاله حاضر مغایرت دارد.

هم‌چنین در مطالعه دیگری که در سال ۱۳۸۲ روی کارگران واحدهای انتقال برق انجام شد تغییری در مقادیر آنزیم‌های AST و ALT مشاهده نشد [۱۰]. که نتایج این مطالعه نیز با نتایج حاصل از تحقیق حاضر تناقض دارد. این تفاوت می‌تواند به دلیل تغییر برخی پارامترهای مؤثر نظیر نژاد حیوان، شدت میدان الکترومغناطیسی و مدت زمان تیمار باشد.

نتایج حاصل از مطالعات گذشته درباره اثر میدان‌های الکترومغناطیسی بر موجودات زنده نشان داده است که برخی از فرایندهای مهم بیوشیمیایی در مسیرهای متابولیک تحت سیرتی ثابت مجید، شیراوژن سیلاخوری پرتو، اثر میدان

²¹ Sobczak

²² Imaida

²³ Selmaoui

- [11] Imaida K., Hagiwara A., Yoshino H., Tamano S., Sano M., Futakuchi M., Ogawa K., Asamoto M., Shirai T., Inhibitory effects of low doses of melatonin on induction of preneoplastic liver lesions in a medium-term liver bioassay in F344 rats: relation to the influence of electromagnetic near field exposure. *Cancer Lett.*, 2000;155 (1): 105-108.
- [12] Selmaoui B., Lambrozo J., Touitou Y., Assessment of the effects of nocturnal exposure to 50-Hz magnetic fields on the human circadian system. A comprehensive study of biochemical variables. *Chronobiol Int*, 1999; 16: 789-810.

آنزیم آلانین ترانس آمیناز و اسپارتات ترانس آمیناز سرم
موش. طبیب شرق، ۱۳۸۶؛ ۹ (۳): ۱۶۳-۱۷۰.

[۱۰] ۱۰- سعادت مصطفی، پارسایی مصطفی، بهاء‌الدینی امین
ا...، محبت کار حسن. تغییرات در آزمون کارکرد کبدی در
اثر مواجهه شغلی با میدان الکترومغناطیس. مجله ارمغان
دانش، ۱۳۸۲؛ ۸ (۳۲): ۳۳-۴۰.