مجله پلاسما و نشانگرهای زیستی
شماره پیاپی ۶۸، دوره ۱۷، شماره ۴،پاییز ۱۴۰۳، صفحه ۱ تا ۱۵
sanad.iau.ir/journal/qjaphd **ISSN: ۹۸۸۰-۱۷۳۵**

اثر ۸ هفته تمرین هوازی بر برخی آنزیم های کبدی و شاخص های آنتروپومتریکی موش های صحرایی در معرض امواج الکترومغناطیس

آسیه سید[۱]، **سیده ام البنین قاسمیان** [۲]

۱- استادیارگروه فیزیولوژی ورزشی، واحد بهبهان، دانشگاه آزاد اسلامی، بهبهان، ایران
۲- استادیارگروه دامپزشکی، واحد بهبهان، دانشگاه آزاد اسلامی، بهبهان، ایران

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۰۶/۲۲ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶**

چکیده

زمینه و هدف: میدان‌هـای الکترومغناطیسـی بر سیستم قلبی و کبدی انسان تاثیر مخربی دارد. با توجه به نقش فعالیت ورزشی بر سلامت انسان، مطالعه حاضر با هدف بررسی ۸ هفته تمرین هوازی بر آنزیم‌های کبدی، وزن قلب، وزن بدن و نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌های صحرایی در معرض امواج الکترومغناطیسی صورت گرفت.

مواد و روش ها: در این مطالعه تجربی تعداد ۳۲ سر موش صحرایی به طور تصادفی به چهارگروه (۱) کنترل بدون هیچ گونه مداخله، (۲) کنترل تحت اشعه الکترومغناطیس، (۳) گروه تمرین هوازی تحت تاثیر اشعه الکترومغناطیس و (۴) تمرین هوازی بدون اشعه الکترومغناطیس و هر گروه ۸ سر موش تقسیم شدند. گروه های ۲ و ۳ هشت هفته به مدت ۱ ساعت در روز در معرض اشعه الکترومغناطیس قرار گرفتند. نمونه‌های گروه‌های ۳ و ۴ سه جلسه در هفته به مدت ۸ هفته بر روی نوار گردان دویدند. سطوح سرمی آلانین آمینوترانسفراز، آسپارتات آمینوترانسفراز اندازه‌گیری و گروه‌ها با هم مقایسه شدند.

نتایج: قرار گرفتن در معرض اشعه الکترومغناطیس اثر معنی داری بر سطوح آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز نداشت اما منجر به افزایش سطوح وزن، افزایش وزن قلب و افزایش نسبت وزن قلب به وزن بدن موش های صحرایی گردید ($P<۰/۰۵$). تمرینات هوازی منجر به کاهش وزن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌های صحرایی تحت اشعه الکترومغناطیس گردید ($P<۰/۰۵$). تمرین هوازی همچنین، موجب افزایش سطوح آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز موش‌های صحرایی تحت اشعه گردید ($P<۰/۰۵$). سطوح آسپارتات آمینوترانسفراز در گروه تمرین هوازی به طور معنی داری بالاتر از گروه تمرین هوازی تحت اشعه بود ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: به نظر می رسد اشعه الکترومغناطیس اثری بر آنزیمهای کبدی ندارد، درحالیکه موجب افزایش سطوح وزن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن موش های صحرایی می‌گردد. انجام تمرینات هوازی وزن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌های صحرایی تحت اشعه الکترومغناطیس را کاهش می‌دهد و اثر مثبت بر آنزیم‌های کبدی دارد.

کلمات کلیدی: امواج الکترومغناطیسی، وزن قلب، نسبت وزن قلب به وزن بدن، تمرین هوازی، آنزیم‌های کبدی

مقدمه

قرارگیری در معرض میدان الکترومغناطیسی در زندگی مدرن اجتناب‌ناپذیر است. رشد سریع و روزافزون صنعت ارتباطات و مخابرات و کاربری عمومی تلفن‌های همراه احتمال بروز پرتوگیری از میادین رادیوفرکانس ناشی از این وسایل را افزایش داده است. طبق معیارهای استاندارد سلامت و بهداشت، میزان قرار گرفتن در معرض میدان‌های الکترومغناطیس باید در حدود ۲/۵ مگاهرتز باشد. این میزان به عنوان استاندارد جهانی پذیرفته شده و میدان‌های الکترومغناطیسی بالاتر از این مقدار، خطرناک اعلام شده‌اند. با وجود پیشرفت‌های بسیار زیاد تکنولوژی در زمینه‌ی میدان‌های الکترومغناطیسی، میزان اثرگذاری آن بر بیولوژی بافت‌ها همچنان چالش برانگیز باقی مانده است (۱, ۲).

به طور کلی، میدان‌های الکترو مغناطیس با شدت-های مختلف بر شیوع اختلالات تکامل جنینی، نازایی، بروز اختلالات عصبی و خواب، بیماری‌های گوارشی، قلبی ـ عروقی، سرطان‌های گوناگون از جمله بافت خونساز، لنفاوی و غیره مؤثر می‌باشند (۳). همچنین، میدان‌های الکترومغناطیس باعث ایجاد رادیکال‌های آزاد در سلول‌های کبدی می‌شوند (۴). لیپیدها هدف اصلی تخریب آنتی اکسیدان‌ها هستند که در نتیجه باعث پراکسیداسیون لیپیدهای غشائ سلولی و ایجاد مواد ثانویه مانند مالون دی آلدئید می‌شود که به نوبه خود باعث تضعیف مکانیسم‌های تدافعی آنتی‌اکسیدانی و افزایش آسیب اکسیداتیو می‌گردد (۵). نقش عملکردی کبد در متابولیسم بدن، ترشح صفرا و دفع سموم بدن تایید شده است. بدن دارای سیستم های آنتی اکسیدانی طبیعی است که به کاهش سیستم عامل کمک می‌کند. این سیستم‌ها نقش مهمی در مهار و کاهش گونه‌های فعال اکسیژن و اثرات منفی آنها ایفا می‌کند (۶). اندازه‌گیری میزان آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز معیار مهمی برای شناسائی آسیب کبدی می باشد میزان سرمی آنزیم های آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز متعاقب از بین رفتن یکپارچگی غشا سلول های کبدی و نشت آنزیم ها به خارج سلول افزایش پیدا می کند (۷). به نظر می‌رسد که قرار گیری در معرض میدان الکترومغناطیس منجر به افزایش پراکسیداسیون لیپیدها در کبد، مغز و طحال می گردد (۸). همچنین، افزایش میزان مالون دی آلدئید و نیتریک اکساید و کاهش سوپراکساید دسموتاز، گلوتاتیون ردوکتاز، گلوتاتیون ترانسفراز متعاقب قرار گرفتن در معرض امواج موبایل گزارش شده است (۹, ۱۰).

از سوی دیگر،کارکرد طبیعی قلب وابسته به جریان الکتریکی آن می باشد. جریان قلب، میدان مغناطیسی را در اطراف قفسه سینه به وجود می‌آورد. این جریان مغناطیسی در معرض سایر جریان‌های مغناطیسی محیط قرار می‌گیرد. هرگونه اختلال در جریان الکتریکی قلب باعث بروز اختلال در سیستم قلب می‌شود (۱۱).

یکی از مسائل مورد ارزیابی در مطالعات انجام شده در سال‌های اخیر، تأثیر احتمالی امواج الکترومغناطیسی ساطع شده از گوشی تلفن همراه بر روی سلامت بدن خصوصا کبد و قلب می‌باشد (۱۲). بر اساس یافته‌های یک مطالعه، آسیب شناسی کبد موش‌های در معرض اشعه، ساختار کمی تحریف شده و سینوس‌های گشاد شده داشت که نشان می دهد که تشعشع موش‌ها را مستعد عفونت می‌کند (۱۳).

مطالعه یوسیکالا (Usikalu) و همکاران گزارش داد که تابش الکترومغناطیسی فرکانس رادیویی باعث آسیب هیستوپاتولوژیک در کبد حیوانات در معرض اشعه می گردد بطوریکه تابش الکترومغناطیسی فرکانس رادیویی باعث آسیب سلولی توسط گونه های اکسیژن واکنش پذیر و آسیب به غشای سلولی کبد می‌شود. قرار گرفتن مکرر در معرض الکترومغناطیسی فرکانس رادیویی تولید شده از تلفن

همراه می‌تواند باعث آسیب انتخابی بافت کبد شود (۱۴). همچنین، مشکلات شدید در ساختار عضلانی و ماهیچه قلب پس از تابش اشعه الکترومعناطیس که می‌تواند منجر به انقباض نامنظم ماهیچه‌های قلب، فضای بین رشته ای وسیع‌تر بین فیبر قلبی گردد، نیز گزارش شده است (۱۳). در همین راستا، اثر امواج الکترومغناطیس تلفن همراه روی فشارخون سیستولیک و دیاستولیک، ضربان و آریتمی قلب انجام تایید شده است (۱۵).

با توجه افزایش دستگاههای الکتریکی مولد امواج الکترومغناطیس در سال‌های اخیر، توجه محققین به بررسی اثر این امواج بر سلامتی انسان جلب شده است. از نظر فیزیولوژیکی تمرینات هوازی می‌تواند تاثیرات متفاوتی را در کوتاه مدت و بلند مدت در قلب ایجاد کند. کاهش تعداد ضربان قلب موجب افزایش زمان دیاستول و در نتیجه بهبود خون رسانی به عضله قلب می شود (۱۵). همچنین، به نظر می‌رسد ورزش می‌تواند در تنظیم تعادل آنتی اکسیدان/اکسیدان نقش داشته باشند. فعالیت هوازی در صورتی که با شدت‌های متوسط و پایین انجام شود منجر به تحریک سیستم آنتی اکسیدانی و تعدیل آنزیم‌های کبدی برای مقابله با رادیکال‌های آزاد می‌شود (۱۶). بسیاری از محققین بر این باروند که تمرین با شدت بالا در صورتی که به طور منظم انجام شود منجر به سازگاری می‌گردند و شواهدی در رابطه با تاثیر فعالیت‌های ورزشی بر آنزیم‌های کبدی و تعدیل سیستم آنتی اکسیدانی یافت شده است (۱۷, ۱۸).

در همین راستا، یافته‌های برخی مطالعات نشان داده است که تمرین تداومی و هوازی موجب بهبود سطوح آنزیم های کبدی و نیمرخ چربی می‌گردد(۱۹-۲۲). پورفاضلی و همکاران نشان دادند که هشت هفته تمرین هوازی باعث افزایش سطح SOD و GPx پلاسما و کاهش MDA می شود (۲۳). همچنین، مطالعه قاسمی و همکاران نشان داد که ۴ هفته ورزش هوازی متوسط موجب کاهش معنی‌دار ضربان قلب استراحتی می‌گردد (۲۴). در همین راستا مطالعه رالینز و همکاران حاکی از آن بود که شرکت در ورزش‌های منظم شدید موجب افزایش ضخامت دیواره بطن چپ و اندازه حفره‌های قلب می‌شود (۲۵).

با توجه به نقش فعالیت ورزشی بر سلامت انسان و به خصوص قلب و عروق و همچنین سیستم کبدی و با توجه به نتایج متناقضی که در مطالعات مشاهده شده در رابطه با تاثیر تمرین‌های ورزشی بر آنزیم‌های کبدی و قلبی، مطالعه حاضر با هدف بررسی ۸ هفته تمرین هوازی بر آنزیم‌های کبدی، وزن قلب، وزن بدن و نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌های صحرایی در معرض امواج الکترومغناطیسی (WIFI)، صورت گرفت.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر یک تحقیق از نوع بنیادی- تجربی می-باشد که روی نمونه های حیوانی (۳۲ سر موش‌های صحرایی نژاد اسپراگوداولی) صورت گرفت.

جامعه و نمونه آماری و شیوه نمونه گیری

تعداد ۳۲ سر موش صحرایی از نژاد اسپراگوداولی با میانگین وزن ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم و میانگین سنی ۱۲ هفته برای انجام تحقیق انتخاب شدند. نمونه‌ها به طور تصادفی به چهارگروه (۱) کنترل بدون هیچ گونه مداخله، (۲) کنترل تحت اشعه الکترومغناطیس WIFI، (۳) گروه تمرین هوازی تحت تاثیر اشعه الکترومغناطیس WI FI و (۴) تمرین هوازی بدون اشعه ی الکترومغناطیس WI FI تقسیم شدند (در هر گروه ۸ موش قرار گرفتند). موش‌هایی که تحت اشعه قرار گرفتند در محیطی کاملا مجزا از موش‌های گروه کنترل و تمرین تنها قرار گرفتند.

شیوه نگهداری موش های صحرایی و تغذیه

برای نگهداری موش‌های صحرایی از قفس‌های جنس پلی کربنات شفاف با قابلیت اتو کلاو (Autoclove)

استفاده شد. شستشوی قفس‌ها یک روز در میان انجام شد و تراشه‌های چوپ نیز تعویض گردید. تراشه و بریده‌های چوب استریل برای جذب ادرار و مدفوع حیوانات و راحتی آن ها بکار رفت. دمای مطلوب سالن نگهداری حیوانات ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی حدود ۵۵ تا ۶۵ درصد کنترل و ثبت شد. چرخه روشنایی-تاریکی نیز هر ۱۲ساعت یکبار به طور دقیق توسط تنظیم کننده الکترونیکی نور سالن نگهداری حیوانات آزمایشگاهی ایجاد شد. موش‌های صحرایی با غذاهای توصیه شده توسط مرکز تولید خوراک دام به صورت پلت (Pellet) تغذیه شدند. غذای مورد نیاز آزمودنی ها، از خانه حیوانات دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت تهیه شد و به صورت نامحدود در اختیار حیوانات قرارگرفت. آب مورد نیاز نیز به صورت آزاد در بطری های ۲۵۰ میلی لیتر ویژه حیوانات آزمایشگاهی تأمین شد.

روش اجرا

طرح تحقیق حاضر شامل ۸ هفته تمرین هوازی در موش های صحرایی تحت تاثیر اشعه WIFI بود. جهت اجرای تحقیق حاضر ابتدا تعداد ۳۲ سر موش صحرایی نژاد اسپراگوداولی از مرکز پرورش و تکثیر حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت خریداری و به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی حیوانات آزمایشگاهی این واحد دانشگاهی منتقل شد.

در ابتدا موش‌های صحرایی جهت آشناسازی با تمرین هوازی یک هفته سه جلسه در هفته بر روی نوارگردان ویژه موش های صحرایی با سرعت ۸ متر بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه و شیب صفر درجه آموزش دیدند. در ادامه موش های صحرایی به طور تصادفی به چهار گروه (۱) کنترل بدون هیچ گونه مداخله، (۲) کنترل تحت اشعه الکترومغناطیس WIFI و (۳) گروه تمرین استقامتی اشعه الکترومغناطیس WIFI و (۴) گروه تمرین استقامتی بدون اشعه ی الکترومغناطیس WI FI تقسیم شدند.

گروه های ۲ و ۳ به مدت ۱ ساعت در روز به مدت ۸ هفته در معرض اشعه با فرکانس ۲/۴۵ گیگا هرتز که از یک مودم WIFI منتشر می‌شد قرار گرفتند. همچنین به منظور کم کردن تداخل بقیه پرتوها بر نتایج تحقیق هیچ دستگاه پرتوزای دیگری (حتی دستگاه تلفن همراه) در طول مطالعه حداقل در فاصله ۲۵ متری محل تحقیق قرار نگرفت (۲۳).

موش‌های صحرایی گروه تمرین به مدت ۸ هفته و سه جلسه در هفته و هر جلسه به مدت یک ساعت با ۵۰ تا ۶۰ درصد حداکثر دویدن بر روی نوار گردان به تمرین پرداختند. مسافت طی شده در هر روز بر حسب متر بر دقیقه توسط دستگاه ثبت شد. پس از اتمام دوره تمرین ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین وزن گیری (ترازوی دیجیتال با مارک Kern ساخت آلمان و با دقت ۰/۰۱گرم) انجام شد. سپس، موش‌های صحرایی با استفاده از ترکیبی ازکتامین (۷۰ میلی گرم بر کیلوگرم) و زایلازین (۵ تا ۳ میلی گرم بر کیلوگرم) بیهوش شدند (ساخت شرکت Alfasan هلند). خونگیری به صورت مستقیم از قلب موش های صحرایی انجام شد. پس از آن در سریع ترین زمان ممکن جهت جداسازی پلاسما از سرم نمونه های خونی با استفاده از دستگاه سانترفیوژ ۸ کاناله (ساخت شرکت Sigma آلمان) به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانترفیوژ شد و سطوح سرمی متغیرهای تحقیق (آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز) با استفاده از کیت حیوانی (شرکت پارس آزمون، ساخت ایران) و به روش ایمونوهیستوشیمی اندازه گیری شد. همچنین، وزن بدن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن ارزیابی شد.

پروتکل تمرین استقامتی

برنامه اصلی تمرینات هوازی با استفاده از دستگاه نوارگردان ویژه موش های صحرایی به مدت یک ساعت در روز، ۳ جلسه در هفته و به مدت هشت هفته انجام شد. برنامه تمرینات در هفته اول با ۴۰ درصد حداکثر سرعت

انجام شد و از هفته دوم تا هفته هشتم به ۵۰ تا ۶۰ درصد حداکثر سرعت دویدن رسید. حداکثر سرعت موش های صحرایی با استفاده از آزمون فزاینده اندازه گیری شد. این آزمون بدین صورت بود که ابتدا موش های صحرایی دویدن را با سرعت ۱۱/۶ متر بر دقیقه شروع و سپس هر دقیقه ۱/۶ متر بر دقیقه به سرعت اولیه افزوده شد تا سرعت به ۲۰ متر بر دقیقه برسد. بعد از آن سرعت دویدن به ازای هر دقیقه ۲/۳ متر بر دقیقه در هر دقیقه اضافه شد تا موش های صحرایی به واماندگی برسند. واماندگی زمانی محسوب گردید که موش‌های صحرایی در فاصله زمانی یک دقیقه حداقل ۵ بار به انتهای کانال نوارگردان (شرکت دانش سالار ایرانیان ساخت کشور ایران) برخورد کنند. برنامه تمرین شامل سه مرحله گرم کردن به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۷ متر بر دقیقه و برنامه تمرین اصلی و سپس برنامه گرم کردن که سرعت نوار گردان جهت سرد کردن به تدریج کاهش یافت (۲۳).

روش تجزیه و تحلیل یافته های تحقیق

جهت بررسی نرمال بودن توضیع داده ها از آزمون شاپیرو ویک و برای بررسی تجانس واریانس‌ها از آزمون لون استفاده گردید. از آزمون ANOVA یک راهه برای مشخص کردن تفاوت های بین گروه ها و از آزمون تعقیبی توکی جهت مقایسه دو به دو گروه‌ها استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSSنسخه ۲۱ استفاده شد. داده ها در سطح ۰/۰۵ معنی دار درنظر گرفته شدند.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر از نتایج یک تز دانشجویی جهت اخذ مدرک فیزیولوژی فعالیت بدنی و تندرستی با کد اخلاق IR.IAU.BEHBAHAN.REC.1402.012 استخراج شد. کلیه مراحل این مطالعه بر پایه اصول اخلاقی هلسینکی در پژوهش با حیوانات آزمایشگاهی انجام شد.

یافته ها

میانگین شاخص‌های آلانین آمینوترانسفراز، آسپارتات آمینوترانسفراز، وزن بدن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های AST، ALT ، وزن بدن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن

	کنترل	کنترل تحت اشعه WIFI	تمرین استقامتی + اشعه WIFI	تمرین استقامتی
وزن (گرم)	۱۷۵/۲۵ ۱۰±/۴۸	۱۶۲/۴۰ ۸±/۹۲	۱۷۳/۸۲ ۱۱±/۸۶	۱۷۵/۲۲ ۱۷±/۱۲
AST (واحد در لیتر)	۱۵۳/۴۱ ± ۷/۱۴	۱۴۱/۵۶ ± ۲۹/۹	۱۵۱/۸۳ ± ۱۹/۱۱	۱۸۳/۴۵ ± ۱۶/۵۳
ALT (واحد در لیتر)	۳۸/۱۲ ± ۳/۱۸	۳۴/۷۰ ± ۶/۹۵	۴۴ ± ۸/۵۶	۳۸/۳۴ ± ۶/۶۳
وزن قلب (گرم)	۰/۸۱ ۰±/۰۸۶	۰/۸۵۲ ۰±/۱۶۲	۰/۹۲۵ ۰±/۱۳۲	۰/۸۲۴ ۰±/۰۹۲
نسبت وزن قلب به وزن بدن (گرم/گرم)	۰/۰۰۴۱ ۰±/۰۰۰۳	۰/۰۰۴۵ ۰±/۰۰۰۷	۰/۰۰۵۰ ۰±/۰۰۰۵	۰/۰۰۴۴ ۰±/۰۰۰۳

همچنین، بررسی اثر هشت هفته تمرین هوازی بر سطوح ALT، AST، وزن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن در موش‌های صحرایی تحت اشعه الکترومغناطیس WIFI در جدول ۲ نمایش داده شده است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه حاکی از تفاوت معنی‌دار میان گروه‌های تحقیق از نظر سطوح ALT (P=۰/۰۲ و F=۳/۷۹، اندازه اثر: ۰/۴۸) و AST (P=۰/۰۰۳ و F=۵/۹۲، اندازه اثر: ۰/۳۲) در موش‌های صحرایی بود. همچنین، تفاوت معنی‌داری در سطوح وزن پس‌آزمون، وزن قلب موش‌های صحرایی (P=۰/۰۰۱ و F=۹/۸۲ اندازه اثر: ۰/۵۱) و نسبت وزن قلب به وزن بدن (P=۰/۰۰۲ و F=۶/۶۹ اندازه اثر: ۰/۵۸) موش‌های صحرایی بین گروه های تحقیق مشاهده شد (P=۰/۰۰۱ و F=۱۵/۴۸ اندازه اثر: ۰/۵۹) .

یافته‌های آزمون تعقیبی حاکی از آن بود که سطوح ALT در گروه تمرین استقامتی تحت اشعه WIFI به طور معنی داری بالاتر از گروه کنترل تحت اشعه WIFI بود (P=۰/۰۱). سطوح AST در گروه تمرین هوازی به طور معنی‌داری بالاتر از گروه کنترل بود (P=۰/۰۳). همچنین، سطوح AST در گروه تمرین هوازی تحت اشعه WIFI به طور معنی‌داری بالاتر از گروه کنترل تحت اشعه WIFI بود (P=۰/۰۰۲). همچنین سطوح AST در گروه تمرین هوازی به طور معنی‌داری بالاتر از گروه تمرین هوازی تحت اشعه WIFI بود (P=۰/۰۲). بررسی تفاوت وزن پس‌آزمون در گروه‌های تحقیق در نمودار ۱ نمایش داده شده است. همچنین بررسی تفاوت وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن پس‌آزمون در گروه‌های تحقیق در نمودار ۲ و ۳ نمایش داده شده است.

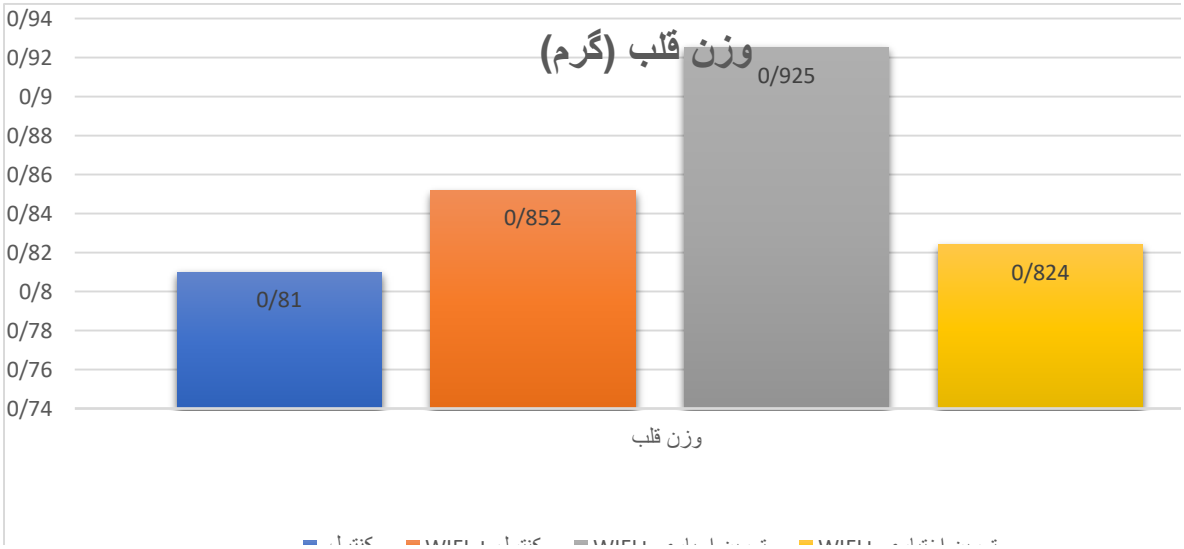
شکل ۱. بررسی تفاوت وزن پس آزمون در گروه-های تحقیق

* افزایش وزن پس آزمون گروه کنترل تحت اشعه WIFI نسبت به بقیه گروه ها

*افزایش وزن قلب در گروه کنترل تحت اشعه WIFI نسبت به گروه کنترل و گروه تمرینات هوازی تحت اشعه WIFI

دیگر یافته‌ها نشان داد که وزن موش های صحرایی گروه کنترل تحت اشعه WIFI به طور معنی داری بیشتر از وزن گروه کنترل سالم بود (P=۰/۰۰۱ و M=-۲۰/۹۳). همچنین، وزن موش‌های صحرایی گروه کنترل تحت اشعه WIFI به طور معنی‌داری بیشتر از گروه تمرینات هوازی (P=۰/۰۰۱ و M=۱۶/۹۳) و تمرینات اختیاری (P=۰/۰۰۱ و M=۱۶/۰۲) بود. مقایسه دو به دو گروه‌ها نشان داد که وزن قلب موش-های صحرایی در گروه کنترل تحت اشعه WIFI (P=۰/۰۰۱ و M=-۰/۲۸)، گروه تمرین هوازی+WIFI (P=۰/۰۰۱ و M=-۰/۲۵) و تمرین هوازی (P=۰/۰۲ و

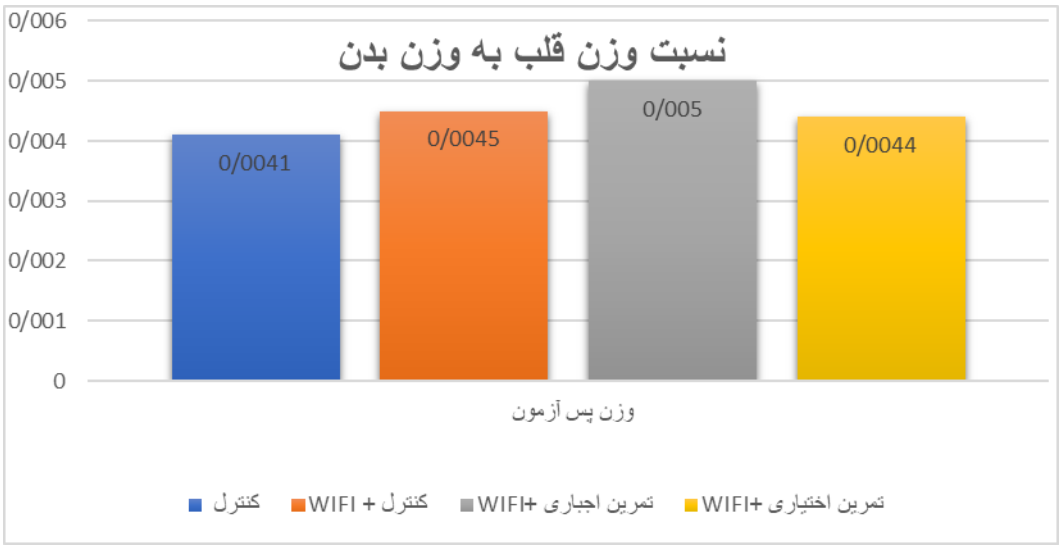
(M=-۰/۱۱) به طور معنی‌داری بیشتر از وزن قلب گروه کنترل سالم بود.



شکل ۲. بررسی تفاوت وزن قلب پس آزمون در گروه-های تحقیق

*کاهش سطوح وزن قلب در گروه تمرین تنها نسبت به گروه تمرین هوازی تحت اشعه WIFI

*افزایش نسبت وزن قلب در گروه کنترل تحت اشعه WIFI و تمرین تحت اشعه WIFI نسبت به گروه کنترل



شکل ۳. بررسی تفاوت وزن قلب به وزن بدن پس آزمون در گروه-های تحقیق

*کاهش سطوح نسبت وزن قلب به وزن بدن موش های صحرایی در گروه تمرین تنها نسبت به گروه تمرین تحت اشعه WIFI

وزن قلب موش های صحرایی در گروه تمرینات هوازی به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل تحت اشعه WIFI بود (P=۰/۰۰۳ و M=۰/۱۶). همچنین، وزن قلب موش‌های صحرایی در گروه تمرین هوازی+WIFI به طور

معنی‌داری بیشتر از گروه تمرین تنها بود (P=۰/۰۰۵ و M=۰/۱۳). مقایسه دو به دو نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌های صحرایی حاکی از آن بود که نسبت وزن قلب به وزن بدن موش های صحرایی در گروه کنترل تحت اشعه WIFI (P=۰/۰۰۹ و M=-۰/۰۰۱) و گروه تمرین هوازی +گروه تحت اشعه WIFI (P=۰/۰۰۱ و M=-۰/۰۰۱) به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود. همچنین، نسبت وزن قلب به وزن بدن در گروه تمرین هوازیتحت اشعه WIFI به طور معنی‌داری بیشتر از تمرین اختیاری تحت اشعه WIFI بود (P=۰/۰۰۵ و M=۰/۰۰۱).

بحث

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که قرار گرفتن در معرض اشعه WIFI اثری بر سطوح AST و ALT موش-های صحرایی نداشت. تمرین هوازی موجب افزایش سطوح AST و ALT موش‌های صحرایی تحت اشعه WIFI گردید. با این وجود، سطوح AST در گروه تمرین هوازی به طور معنی‌داری بالاتر از گروه تمرین هوازی تحت اشعه WIFI بود. همچنین، قرار گرفتن در معرض اشعه WIFI موجب افزایش سطوح وزن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌های صحرایی گردید و اثر تمرین بر کاهش وزن، وزن قلب و تغییرات نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌های صحرایی تحت اشعه WIFI تایید شد.

فرکانس‌های اشعه الکترو مغناطیس در بدن به طور معمول در محدوده فرکانس های بسیار پایین قرار دارند. این اشعه الکترو مغناطیس شامل پتانسیل های عمل اعصاب و بافت قلب، ارتعاشات ماهیچه های اسکلتی و فرکانس های ناشی از فعالیت های ریتمیک در سایر بافت های بدن است. فرکانس‌های بالای اشعه الکترو مغناطیس یا قرار گرفتن درمعرض آن بصورت طولانی، توانایی بدن برای ایجاد مکانیسم‌های جبران را کاهش می‌دهد و پتانسیل اثرات مرتبط با قلب افزایش می‌یابد (۲۶).

بر اساس شواهد موجود در مطالعات قبلی، بررسی-های بافت شناسی حاکی از مشاهده طناب‌های آناستوموزینگ در سلول‌های کبدی با هسته برجسته پس از قرار گیری در معرض اشعه الکترو مغناطیس می‌باشد. در بافت‌های تحت در معرض اشعه الکترو مغناطیس سینوس ها کمتر قابل مشاهده هستند و نکروز سلول‌های کبدی مشاهده می شود. همچنین، نفوذ مشخصی از واکوئل‌های چربی در سیتوپلاسم، نکروز سلول‌های کبدی و به هم ریختگی ردیف‌هایی که لوبول‌های کبدی کلاسیک را تشکیل می‌دهند، گزارش شده است. این امواج بر رشد کبد و تکثیر سلول های زنده در جنین حیوانات تأثیر می گذارد. علل اثر گذاری این امواج بر آنزیم هخای کبدی هنوز کاملا مشخص نشده است (۲۷). آنزیم‌های AST و ALT آنزیم‌های غیراختصاصی در جریان خون هستند که افزایش فعالیت آن‌ها در سرم نشان‌دهنده‌ی فعالیت کبدی برای کاهش رادیکال‌های آزاد است. محرک‌های محیطی از جمله میدان الکترومغناطیسی بر سلول‌ها و اندام‌های مختلف بدن از جمله کبد تأثیر می‌گذارد. شبکه‌های WIFI از رایج‌ترین القاگرهای میدان الکترومغناطیسی هستند. در تضاد با یافته-های مطالعه حاضر، برخی یافته‌ها افزایش مقادیر ALT و AST را در سرم خون موش‌هایی که در معرض امواج الکترو مغناطیسی قرارگرفته‌اند، تایید نموده است (۲۸).

در مطالعه پولادی و همکاران سطوح سرمی سه آمینوترانس آمیناز کبدی شامل آلکالین فسفاتاز (ALP)، AST و ALT ارزیابی شد. نتایج نشان داد که سطوح آمینوترانس آمیناز پس از قرار گرفتن در معرض اشعه WIFI نسبت به گروه کنترل تغییر کرد و این تغییرات با گذشت زمان افزایش می‌یابد. همچنین، آنها نشان دادند که ALT و AST تغییرات بیشتری را در مقایسه با ALP در کبد حفظ کردند (۲۹).

تحقیقاتی که به بررسی اثرات الکترومغناطیس بر کبد افرادی که در مواجهه شغلی میدان الکترومغناطیسی قرار دارند، انجام شده، بیانگر تأثیر این امواج بر کبد از طریق کاهش آلبومین سـرم و آنزیم‌های کبدی سرم و افزایش بیلی روبین تام است. همچنین، در برخی از این مطالعات میدان-های الکترومغناطیسی سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های ترانس آمیناز شدند (۲۳).

همراستا با مطالعه حاضر، یافته‌های مطالعه رجایی و همکاران نشان داده است که قرار گرفتن به مدت طولانی در برابر میدان الکترومغناطیس با فرکانس پایین، هیچ اثر مخرب مشخصی بر کبد موش‌ها ایجاد نمی‌کند (۳۰). مطالعه امیری و همکاران نیز نشان داد که قرار گرفتن در معرض WIFI اثر قابل توجهی بر روی سطح کلسترول، LDL، HDL و سایر فعالیت آنزیم‌های کبدی مانند ALP، AST و ALT ندارد (۳۱). یک مطالعه دیگر که در آن موش‌ها به مدت ۱ ساعت طی ۱۰ روز پی در پی در مجاورت تلفن همراه فعال قرار داده شده بودند، هیچ گونه آسیبی در بررسی بافت‌های کبد، کلیه و طحال نشان نداد (۳۲). با اینحال، برخی مطالعات، یافته‌های مطالعه حاضر را رد می‌کند(۲۹, ۳۳-۳۷). یک مطالعه مروری نشان داد رابطه معنی‌داری بین امواج مضر الکترومغناطیس و آسیب به کبد از طریق افزایش سطح آنزیم‌های کبدی مشاهده شده است (۳۸). بهتر است این نکته در نظر گرفته شود که عدم معنی-داری نتایج در مطالعه حاضر ممکن است به دلیل تفاوت‌های نمونه، مدت زمان قرارگیری تحت امواج و سایر متغیرهای مداخله‌گر باشد. به نظر می‌رسد که تغییرات آنزیم‌های کبدی تحت اشعه الکترومغناطیس به طول موج و مدت زمان آن وابسته است.

مطالعه حاضر نشان داد که تمرین هوازی موجب افزایش سطح AST می‌گردد ولی اثری بر میزان ALT موش‌های صحرایی ندارد. همچنین، موجب افزایش سطوح AST و ALT موش های صحرایی تحت اشعهWIFI می‌گردد. مطالعات بسیار کمی به بررسی اثر تمرینات ورزشی بر آنزیم‌های کبدی در مدل‌های حیوانی و انسانی تحت اشعه الکترومغناطیس پرداخته‌اند. در مطالعه امیری و همکاران، اثرات ورزش شنا بر استرس اکسیداتیو و آسیب سلول‌های کبدی ناشی از انتشار WIFI 2.45GHZ در موش‌های صحرایی بررسی شد. نتایج حاکی از آن بود که ورزش شنا آسیب کبدی را کاهش می‌دهد. همچنین، در گروه تحت اشعه، فعالیت سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) کاهش یافت و غلظت مالون دی آلدئید (MDA) و آنزیم های کبدی (AST، ALT، و ALP) افزایش یافت (۳۱).

یک مطالعه توسط پورفاضلی و همکاران نشان داد که هشت هفته قرار گرفتن در معرض تشعشعات WIFI باعث کاهش سطح پلاسمایی SOD، گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) و افزایش MDA شد. بررسی اثر تمرین نشان داد که هشت هفته تمرین هوازی باعث افزایش سطح SOD و GPx پلاسما و کاهش MDA شد. بنابراین، آنها نتیجه گرفتند که تمرینات هوازی منظم می‌تواند اثرات مفیدی بر سیستم آنتی‌اکسیدانی داشته باشد و شاخص‌های استرس اکسیداتیو ناشی از تشعشعات WIFI را تعدیل کند (۲۳).

یافته‌های برخی مطالعات نشان داده است که هشت هفته تمرین تداومی و هوازی موجب بهبود سطوح آنزیم های کبدی (کاهش سطوح سرمی ALT و AST) و نیمرخ چربی در مردان مبتلا به کبد چرب غیر الکلی می‌گردد (۱۹-۲۲). مطالعه ولی‌زاده و همکاران با هدف بررسی اثربخشی هشت هفته تمرین هوازی انتخابی بر سطوح آنزیم های کبدی مردان مبتلا به کبد چرب صورت گرفت. یافته‌ها حاکی از آن بود که هشت هفته تمرین هوازی باعث کاهش طوح آنزیم های AST وALT در سلول های کبدی می-گردد (۳۹).

در همین راستا، یک مطالعه سیستمیک به بررسی تأثیر ورزش هوازی و مقاومتی بر رفتار پروتئین‌های AST و ALT پرداخت. از مجموع ۲۴ کارآزمایی بالینی، با پروتکل تمرین هوازی و تمرین مقاومتی بطور هفتگی بین ۲-۶ بار در هفته، تنها پنج مطالعه بهبود در هر دو آنزیم AST و ALT را در گروه مداخله نشان دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که ورزش نمی‌تواند تغییرات قابل توجهی در رفتار پارامترهای آنزیم‌های کبدی ایجاد کند (۴۰). فعالیت بدنی مستقل از تغییرات وزن می‌تواند موجب کاهش چربی کبد گردد. تمرینات ورزشی منجر افزایش حساسیت به انسولین و تغییر در گیرنده‌های عضلات اسکلتی، افزایش بیان تنظیم کننده‌های ناقل گلوکز و در ادامه افزایش AMP، افزایش گلیکوژن سنتتاز و سوخت و ساز چربی‌ها و فعالیت بافت کبد می‌گردد (۴۱).

دیگر یافته مطالعه حاضر نشان داد که قرار گرفتن در معرض اشعه WIFI موجب افزایش سطوح وزن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌های صحرایی گردید. بررسی اثر تمرینات هوازی در کاهش این فاکتورها (وزن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن) در موش-های صحرایی تحت اشعه WIFI تایید شد.

فعالیت منظم ورزشی نقش مهمی در بهبود آمادگی قلبی و ریوی دارد. در رابطه با تاثیر امواج الکترومغناطیسی بر قلب، مطالعات متعددی صورت گرفته است. مطالعه کاویان نژاد و همکاران به منظور تعیین اثر امواج الکترومغناطیس تلفن همراه روی فشارخون سیستولیک و دیاستولیک، ضربان و آریتمی قلب انجام پذیرفت و نشان داد که امواج الکترومغناطیس تلفن همراه در مکالمات ۱۷ دقیقه‌ای باعث آریتمی سینوسی می‌شود (۱۵). مطالعه گوراکا و همکاران نیز کاهش پتانسیل آنتی اکسیدانی پلاسما و سلول‌های قلبی موش‌هایی که به مدت ۶۰ دقیقه طی دو هفته در میدان الکترومغناطیسی ۷ میلی تسلا با فرکانس ۴۰ هرتز بودند، را تایید کرد (۴۲).

یافته‌های مطالعه حاضر در خصوص اثر تشعشعات الکترومغناطیسی بر وزن توسط سایر مطالعات نیز مورد تایید قرار گرفته است (۴۳, ۴۴). منصفی و همکاران در پژوهشی به بررسی تغییرات حجمی قلب ناشی از قرارگیری در میدان الکترومغناطیس در موش صحرایی نر پرداختند. نتایج نهایی نشان داد مواج الکترومغناطیس با شدت پایین و بصورت کوتاه مدت، با ایجاد رادیکال‌های آزاد بر رشد و یا خون رسانی عضلات قلب مؤثرند. همچنین، افزایش طول مدت زمان قرارگیری در معرض میدان الکترومغناطیس اثرات برگشت پذیر دارد که احتمالاً ناشی از تعامل بین سیستم اعصاب و قلب و عروق می باشد. این امر ناشی از آن است که فرکانس‌های بالای اشعه الکترو مغناطیس یا قرار گرفتن درمعرض آن بصورت طولانی مدت، منجر به کاهش توانایی بدن برای ایجاد مکانیسم‌های جبران می گردد و پتانسیل اثرات مرتبط با قلب را افزایش می‌دهد (۴۵). اگرچه در جستجوی پایگاه داده ها برخی نتایج متناقض با یافته‌های این مطالعه مشاهده شد، این امر می‌تواند در نتیجه تفاوت میان نوع آزمودنی ها، مدت زمان قرارگیری در معرض فرکانس و یا تفاوت در شدت فرکانس‌ها باشد.

تمرینات ورزشی احتمالا موجب افزایش هایپرتروفی فیزیولوژیک بافت قلب در موش های صحرایی می‌گردد. تمرینات ورزشی با سازگاری خود می‌تواند موجب تغییرات ساختاری در قلب گردد. به گونه‌ای که مطالعات نشان داده-اند ورزشکاران در مقایسه با غیر ورزشکاران دارای بطن چپ بزرگتر، توده عضله قلبی بزرگتر، اندازه قلب بزرگتر می باشند (۴۶).

مشابه با یافته‌های مطالعه حاضر یک مطالعه نشان داد که ۴ هفته ورزش هوازی متوسط موجب کاهش معنی-دار ضربان قلب استراحتی می‌گردد (۲۴). تحقیقات بسیاری

نشـان داده‌اند کـه هنگـام فعالیت ورزشی تغییرات ساختاری و عملکردی بطن چپ نسبت به سایر بخش‌های قلب بیشتر است (۴۷). مطالعه رالینز و همکاران نتیجه گرفتند که شرکت در ورزش‌های منظم شدید موجب افزایش ضخامت دیواره بطن چپ و اندازه حفره‌های قلب می‌شود (۲۵).

براساس یافته‌های فتحی و همکاران تمرینات استقامتی قطر دیاستولی بطن چپ قلب موش‌ها را افزایش می‌دهد (۴۸). همچنین، آن‌ها در مطالعه‌ای دیگر نشان دادند که فعالیت استقامتی بر بیان ژن *hp-1&beta* بطن چپ رت‌های نر نژاد ویستار موثر است. یافته‌ها حاکی از آن بود که برنامه استقامتی (به مدت ۱۴ هفته، ۶ روز در هفته با شدت ۳۰ متر در دقیقه) منجر به افزایش شاخص‌های وزنی قلب و بطن چپ می‌گردد (۴۹). این یافته‌ها در مطالعه قراخانلو و همکاران نیز تایید شد. آن‌ها نشان دادند تمرین استقامتی منجر به افزایش هایپرتروفی و بیان ژن srf در بطن چپ موش‌های صحرایی می‌شود (۵۰). مطالعه محمدی و همکاران نیز نشان داد که ۱۲ هفته تمرین استقامتی موجب افزایش وزن موش‌ها، وزن قلب، وزن بطن گردید (۵۱). این نتایج، همسو با مطالعه ی حاضر می باشد.

نتیجه‌گیری

به نظر می رسد اشعه الکترومغناطیس بر سطوح آنزیم‌های کبدی اثری ندارد، ولی تمرین هوازی موجب افزایش سطوح آنزیم‌های کبدی موش‌های صحرایی تحت اشعه WIFI می‌گردد. همچنین، قرار گرفتن در معرض اشعه WIFI موجب افزایش سطوح وزن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌های صحرایی می‌گردد. انجام تمرینات هوازی وزن، وزن قلب و نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌های صحرایی تحت اشعه WIFI را کاهش می-دهد.

تعارض منافع

بدین وسـیله نویسندگان اعلام می کنند هیچ گونـه تعـارض منافعی در این مقاله وجـود ندارد .

قدردانی و تشکر

هزینه هـای مطالعـــه بـر عهـده محقـــقین بـــوده، بدین وسیـله مراتب تشکر و قدردانی خود را از همکاری کنندگان این پژوهش اعـلام می دارم.

فهرست منابع

1. Lin JC. Electromagnetic fields in biological systems: Taylor & Francis; 2012.
2. Kıvrak EG, Yurt KK, Kaplan AA, Alkan I, Altun G. Effects of electromagnetic fields exposure on the antioxidant defense system. Journal of microscopy and ultrastructure. 2017;5(4):167-76.
3. Kashani ZA, Pakzad R, Fakari FR, Haghparast MS, Abdi F, Kiani Z, et al. Electromagnetic fields exposure on fetal and childhood abnormalities: Systematic review and meta-analysis. Open Medicine. 2023;18(1):20230697.
4. Stevens RG. Electromagnetic fields and free radicals. Environmental Health Perspectives. 2004;112(13):A726-A.
5. Sharma P, Jha AB, Dubey RS, Pessarakli M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. Journal of botany. 2012;2012(1):217037.
6. Gul M, Demircan B, Taysi S, Oztasan N, Gumustekin K, Siktar E, et al. Effects of endurance training and acute exhaustive exercise on antioxidant defense mechanisms in rat heart. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology. 2006;143(2):239-45.

7. Moriles KE, Azer SA. Alanine amino transferase. 2020.
8. Bodera P, Stankiewicz W, Antkowiak B, Paluch M, Kieliszek J, Sobiech J, et al. Influence of electromagnetic field (1800 MHz) on lipid peroxidation in brain, blood, liver and kidney in rats. International journal of occupational medicine and environmental health. 2015;28(4):751-9.
9. Sabban IF, Pangesti G, Saragih HT. Effects of Exposure to Electromagnetic Waves from 3G Mobile Phones on Oxidative Stress in Fetal Rats. Pakistan Veterinary Journal. 2018;38(4).
10. Lai H. Exposure to static and extremely-low frequency electromagnetic fields and cellular free radicals. Electromagnetic biology and medicine. 2019;38(4):231-48.
11. Klabunde RE. Cardiac electrophysiology: normal and ischemic ionic currents and the ECG. Advances in physiology education. 2017;41(1):29-37.
12. Azab A, Ebrahim S. Exposure to electromagnetic fields induces oxidative stress and pathophysiological changes in the cardiovascular system. J Appl Biotechnol Bioeng. 2017;4(2):00096.
13. Adebayo E, Adeeyo A, Ogundiran M, Olabisi O. Bio-physical effects of radiofrequency electromagnetic radiation (RF-EMR) on blood parameters, spermatozoa, liver, kidney and heart of albino rats. Journal of King Saud University-Science. 2019;31(4):813-21.
14. Lagos L. Low level microwave exposure decreases the number of male germ cells and affect vital organs of Sprague Dawley rats. 2010.
15. Kavian Nejad RHN, Mohammad Taghi R, Gharibi F. The effect of mobile phone electromagnetic waves on blood pressure, heart rate and arrhythmia. Scientific journal of Gorgan University of Medical Sciences. 2009;11(3):22-6.
16. Cooper C, Vollaard NB, Choueiri T, Wilson M. Exercise, free radicals and oxidative stress. Biochemical society transactions. 2002;30(2):280-5.
17. Daniela M, Catalina L, Ilie O, Paula M, Daniel-Andrei I, Ioana B. Effects of exercise training on the autonomic nervous system with a focus on anti-inflammatory and antioxidants effects. Antioxidants. 2022;11(2):350.
18. Shamsoddini A, Sobhani V, Chehreh MEG, Alavian SM, Zaree A. Effect of aerobic and resistance exercise training on liver enzymes and hepatic fat in Iranian men with nonalcoholic fatty liver disease. Hepatitis monthly. 2015;15(10).
19. Davoodi M, Moosavi H, Nikbakht M. The effect of eight weeks selected aerobic exercise on liver parenchyma and liver enzymes (AST, ALT) of fat liver patients. 2012.
20. Galedari M, Kaki A. The effect of 12 weeks high intensity interval training and resistance training on liver fat, liver enzymes and insulin resistance in men with nonalcoholic fatty liver. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2017;16(5):493-503.
21. Zinvand Lorestani A, Rahmati M. The effect of eight weeks of aerobic training on the levels of enzymes associated with non-alcoholic fatty liver in obese children. Yafteh. 2018;20(2).
22. Bae JC, Suh S, Park SE, Rhee EJ, Park CY, Oh KW, et al. Regular exercise is associated with a reduction in the risk of NAFLD and decreased liver enzymes in individuals with NAFLD independent of obesity in Korean adults. 2012.
23. Pourfazeli B, Azamian Jazi A, Faramarzi M, Mortazavi M. Effect of Eight Weeks Aerobic Training on Oxidative Stress Markers in Rats Exposed to Electromagnetic Microwave Radiation Emitted from Wi-FiRouters. Armaghane Danesh. 2017;22(3):311-24.

24. Ghasemi M JM, Sobhani V, Chavoshi F, Rezaei M, Raffati S. The role of 15-week aerobic exercise training in improving cardiovascular fitness in flight attendants. Journal of Military Medicine. 2022;14(4):285-92.

25. Rawlins J, Bhan A, Sharma S. Left ventricular hypertrophy in athletes. European Journal of Echocardiography. 2009;10(3):350-6.

26. Elmas O. Effects of electromagnetic field exposure on the heart: a systematic review. Toxicology and industrial health. 2016;32(1):76-82.

27. Siddiqi N, Heming T, Shalaby A, Al-Kindi M, Al-Ghafri F, Younas R. Mobile phone electromagnetic waves causing fatty change in the hepatocytes of the developing chick embryo: Are smart phones too close for comfort? Biomedical and Pharmacology Journal. 2017;10(3):1139-47.

28. Rezaie M. Effect of electromagnetic waves generated by base transiver station on liver enzymes in female rats. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2013;15(7).

29. Pooladi M, Montzeri A, Nazarian N, Taghizadeh B, Odoumizadeh M. Effect of WiFi waves (2.45 GHz) on aminotransaminases (ALP, ALT and AST) in liver of rat. Archives of Advances in Biosciences. 2018;9(2):13-20.

30. Rajaei F, Mohammadian A. Effects of extremely low frequency electromagnetic field on mouse liver histology. 2013.

31. Amiri H, Shabkhiz F, Pournemati P, Quchan AHSK, Fard RZ. Swimming exercise reduces oxidative stress and liver damage indices of male rats exposed to electromagnetic radiation. Life Sciences. 2023;317:121461.

32. Baharara J, PARIVAR K, Ashraf A, MAJIDI B. The effects of mobile phone waves (940MHz) on embryonic development of hematopoiesis system in Balb/C mouse. 2008.

33. Hasan I, Islam MR. Biochemical and histopathological effects of mobile phone radiation on the liver of Swiss albino mice. Eur J Anat. 2020;24(4):257-61.

34. Peighambarzadeh SZ, Tavana M. Effects of electromagnetic field radiation on biochemical parameters in swiss albino mice. Banat's Journal of Biotechnology. 2017;8(16):48-53.

35. Fathy Assasa M. Effect of cellular phone field on body weight, liver enzymes blood indoces and role of some antioxidant in albino rats. Al-Zahra Assiut Med J. 2010;8(3):68-83.

36. Kulkarni GA, Gandhare WZ. Effect of extremely low frequency electric field on liver, kidney, and lipids of Wistar rats. Int J Med Sci Public Heal. 2015;4:1755.

37. Sani A, Labaran M, Dayyabu B. Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on hematological and biochemical parameters in male albino rats. Eur Exp Biol. 2018;8(2):11.

38. Rashidi S AF. Investigating the effect of electromagnetic waves emitted from mobile phones on liver activity and some transaminases in mouse blood serum. Knowledge reference. 2017;2(5):20-35.

39. Valizadeh R, Nikbakht M, Davodi M, Khodadoost M. The effect of eight weeks elected aerobic exercise on the levels of (AST, ALT) enzymes of men patients with have fat liver. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2011;15:3362-5.

40. Silva M, Santos F, Lagares L, Macedo R, Takanami L, Almeida L, et al. Physical Exercise and Changes in AST/ALT Rates in Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Systematic Review of Clinical Trials. 2023.

41. Moosavi-Sohroforouzani A, Ganbarzadeh M. Reviewing the physiological effects of aerobic and resistance training on insulin resistance and some biomarkers in non-alcoholic fatty liver

disease. KAUMS Journal (FEYZ). 2016;20(3):282-96.

42. Goraca A, Piechota A, Huk-Kolega H. Effect of alpha--Lipoic acid on LPS-induced oxidative stress in the heart. Acta physiologica Polonica. 2009;60(1):61.

43. Baharara J, Zahedifar Z. The effect of low-frequency electromagnetic fields on some biological activities of animals. Journal of Arak University of Medical Sciences. 2012;15(7):80-93.

44. Balanejad S, Parivar K, Baharara J, Mohseni Kochesfahani H. Effect of Combinned rapamycine and of low frequency electromagnetic field on angiogenesis. J Shahrekord Univ Med Sci. 2010;11(3):70-6.

45. Monsefi M. Stereological study of heart volume in male rats after exposure to electromagnetic fields. Iranian South Medical Journal. 2008;10(2):112-8.

46. Cengız A. Aerobic training induced structural changes of the heart. Turkish Journal of Sport and Exercise. 2012;14(3):1-5.

47. Gaeini A, Kazemi F, Mehdiabadi J, Shafiei-Neek L. The effect of 8-week aerobic interval training and a detraining period on left ventricular structure and function in non-athlete healthy men. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2012;13(9).

48. Fathi K, Ghorbani F, Mojtahedi H. Effect of 6 week aerobic step training on cardiovascular fitness, body composition, flexibility, anaerobic power and quality of life of female students of isfahan university. Iranian Journal of Ergonomics. 2014;2(2):29-37.

49. Fathi M, Abroun S. The Effect Of Endurance Training On Left Ventricle Hp-1β Gene Expression In Wistar Male Rat. Razi Journal of Medical Sciences. 2015;22(136):60-7.

50. Fathi M, Gharakanlou R, Rezaei R. The effect of 14-week endurance training on left ventricle HDAC4 gene expression of wistar male rat. 2014.

51. Mohammadi R, Matin Homaee H, Azarbayjani M, Baesi K. The Effects of 12 week Endurance Training on glucose amount, Blood insulin and Heart Structure in type 2 diabetic Rats. Community Health Journal. 2017;9(3):29-36.

.

Journal of Plasma & Biomarkers
Volume17 , Issue 4, Number 68, Pages 1-15
sanad.iau.ir/journal/qjaphd **ISSN: 9880-1735**

The effect of 8 weeks of aerobic exercise on liver enzymes, and anthropometric indicators of rats exposed to electromagnetic waves

Asiye Seyyed [1], Seyedeh Ommolbanin Ghasemian [2]

1-Assistant Professor, Sports Physiology Department, Behbahan Branch, Islamic Azad University, Behbahan, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Veterinary Medicine, Behbahan Branch, Islamic Azad University, Behbahan, Iran. Corresponding Author: Ghasemian1249@yahoo.com

Received:2024.09.12 **Accepted: 2024.11.16**

Abstract

Background and aim: Electromagnetic fields have a detrimental effect on the human heart and liver system. Considering the impact of physical activity on human health, the present study aims to investigate the effects of 8 weeks of aerobic training on liver enzymes, heart weight, body weight, and the heart weight-to-body weight ratio in rats exposed to electromagnetic waves.

Materials and Methods: In this experimental study, 32 rats were randomly divided into four groups: (1) a control group without any intervention, (2) a control group exposed to wireless electromagnetic radiation, (3) an aerobic exercise group exposed to wireless electromagnetic radiation, and (4) an aerobic exercise group without electromagnetic radiation (each group has 8 rats). Groups 2 and 3 were exposed to electromagnetic radiation for 1 hour a day over eight weeks. The samples from groups 3 and 4 underwent treadmill exercise three times a week for the same duration. Serum levels of were measured, and the groups were compared. alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase

Results: Exposure to wireless radiation had no significant effect on alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase levels, but it resulted in increased weight, heart weight, and the heart weight-to-body weight ratio in rats ($P<0.05$). Aerobic exercises led to decreased weight, heart weight, and the heart weight-to-body weight ratio in rats exposed to wireless radiation ($P<0.05$). Additionally, aerobic exercise increased alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase levels in rats under wireless radiation ($P<0.05$). Notably, aspartate aminotransferase levels in the aerobic exercise group were significantly higher than those in the aerobic exercise group exposed to wireless radiation ($P<0.05$).

Conclusion: It seems that electromagnetic radiation has no effect on liver enzymes, while it increases the levels of weight, heart weight and the ratio of heart weight to body weight in rats. Performing aerobic exercises reduces the weight, heart weight and ratio of heart weight to body weight of rats exposed to wireless radiation and has a positive effect on liver enzymes.

Keywords: electromagnetic waves, heart weight, ratio of heart weight to body weight, aerobic exercise, liver enzymes