مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۱۸، آبان ۱۳۹۸، ۷۸۲-۷۶۹

تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی سرعتی بر روی سطوح لیپوکالین-۲، پروفایل لیپیدی، ترکیب بدن و برخی اجزای آمادگی جسمانی دختران والیبالیست: یک کارآزمایی بالینی تصادفی شده

اوین مرادی[۱]، فتاح مرادی[۲]

دریافت مقاله: ۹۷/۸/۲۸ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۹۷/۱۲/۲۰ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۹۸/۲/۲۲ پذیرش مقاله: ۹۸/۲/۲۵

زمینه و هدف: مطالعات اندکی در مورد اثرات فیزیولوژیکی تمرین تناوبی سرعتی (Sprint Interval Training; SIT) در ورزشکاران انجام شده است. هدف از مطالعه حاضر تعیین تأثیر هشت هفته تمرین SIT بر روی سطوح لیپوکالین-۲، پروفایل لیپیدی، ترکیب بدن و برخی اجزای آمادگی جسمانی دختران والیبالیست بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی شده، در شهرستان سقز و در بهار ۱۳۹۷ انجام شد. ۱۸ دختر والیبالیست ۱۸-۱۲ سال به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (n=۹) و کنترل (n=۹) قرار گرفتند. آزمودنی‌های گروه آزمایش علاوه بر تمرین‌های معمول والیبال، پروتکل دویدن سرعتی بی‌هوازی (Running-based anaerobic sprint test; RAST) را به مدت هشت هفته (هر هفته سه جلسه) انجام دادند و آزمودنی‌های گروه کنترل فقط تمرین‌های معمول والیبال را انجام دادند. شاخص‌های ترکیب بدن، سطوح لیپوکالین-۲، پروفایل لیپیدی، سرعت، توان، توان هوازی و توان بی‌هوازی قبل و پس از دوره تمرین اندازه‌گیری شد. جهت آنالیز داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد.

یافته‌ها: در گروه آزمایش، هشت هفته SIT با RAST تغییر معنی‌داری در سطوح لیپوکالین-۲، کلسترول تام، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی پایین، وزن بدن، درصد چربی بدن، نمایه توده بدن، نسبت کمر به لگن، سرعت و توان ایجاد نکرد (P>۰/۰۵)، اما توان هوازی (P=۰/۰۰۱) و توان بی‌هوازی (P=۰/۰۰۱) را افزایش داد. هم‌چنین، سطوح لیپوپروتئین با چگالی بالا در گروه کنترل کاهش یافت (P=۰/۰۳۸).

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد که اضافه نمودن SIT با RAST به برنامه تمرینی معمول والیبال به بهبود توان هوازی و توان بی‌هوازی و حفظ سطوح لیپوپروتئین با چگالی بالا در دختران والیبالیست کمک می‌کند.

واژه‌های کلیدی: تمرین تناوبی، لیپوکالین-۲، پروفایل لیپیدی، ترکیب بدن، والیبال، دختران

۱- کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد سقز، دانشگاه آزاد اسلامی، سقز، ایران

۲ - (نویسنده مسئول) استادیار فیزیولوژی ورزشی، کارشناس فیزیوتراپی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد سقز، دانشگاه آزاد اسلامی، سقز ایران

تلفن: ۰۸۷-۳۶۲۴۴۷۴۳، دورنگار: ۰۸۷-۳۶۲۴۴۷۵۰، پست الکترونیکی: moradi_fatah@yahoo.com

مقدمه

لیپوکالین-۲ (Lipocalin-2; LCN-2) یک سایتوکین مشتق از بافت چربی است که به گروهی از انتقال دهنده‌های مولکولی لیپوفیلیک کوچک در گردش خون تعلق دارد. این آدیپوکین در القاء آپوپتوزیس در سلول‌های خون‌ساز، انتقال اسیدهای چرب به آهن، تعدیل التهاب و هومئوستاز سوخت و سازی نقش دارد. هم‌چنین، LCN-2 به‌عنوان یک زیست شاخص مفید برای بیماری‌های التهابی و سوخت و سازی معرفی شده است [۱]. LCN-2 در بافت‌های متعدد و انواع سلول‌ها هم‌چون نوتروفیل‌ها، ماکروفاژها، کلیه، کبد، ریه، تیموس و روده کوچک بیان می‌گردد. به‌علاوه، به میزان فراوانی توسط سلول‌های چربی تولید می‌گردد و نشان داده شده است که LCN-2 در بیماری‌های وابسته به چاقی و بیماری‌های قلبی عروقی از طریق تنظیم پاسخ‌های التهابی نقش دارد [۲].

تأثیر تمرین ورزشی بر سطوح LCN-2 در برخی مطالعات بررسی شده است. در یک مطالعه، عدم تغییر معنی‌دار سطوح LCN-2 به‌دنبال هشت هفته تمرین مقاومتی در مردان دارای اضافه وزن و چاق نشان داده شد [۳]. در تحقیق دیگری نیز عدم تغییر سطوح LCN-2 متعاقب هشت هفته تمرین استقامتی و مقاومتی در مردان جوان سالم کم‌تحرک گزارش گردید [۴]. تمرین تناوبی با شدت بالا (High intensity interval training; HIIT) یک رویکرد تمرینی در حال ظهور است که مشتمل بر سه دسته تمرین تناوبی سرعتی (Sprint Interval Training; SIT)، HIIT با حجم پایین و تمرین تناوبی هوازی می‌باشد. مقدار بهبودی‌های حاصله در ظرفیت هوازی و دیگر عوامل خطر قلبی متابولیکی کلیدی به‌دنبال SIT مشابه با تمرین تداومی با شدت متوسط (Moderate-intensity continuous training; MICT) می‌باشد، علی‌رغم اینکه کل انرژی مصرفی و کل درگیری زمانی به شدت کاهش یافته است. بنابراین، SIT یا HIIT با حجم پایین ممکن است یک جایگزین مؤثر و کارا (از لحاظ زمانی) برای MICT جهت بهبود سلامت سوخت و سازی باشد [۵].

چگونگی سازگاری‌های فیزیولوژیکی با SIT در برخی تحقیقات مورد بررسی قرار گرفته است. در مطالعه‌ای که روی مردان کم‌تحرک صورت گرفت، افزایش‌هایی در اوج اکسیژن مصرفی، شاخص حساسیت انسولینی و محتوای میتوکندریایی عضله اسکلتی به دنبال دوازده هفته SIT و MICT نشان داده شد، علی‌رغم این که حجم تمرین و زمان پرداختن به ورزش در گروه SIT به میزان پنج برابر کم‌تر از گروه دیگر بود [۶]. هم‌چنین، گزارش شده است که SIT منجر به سازگاری سوخت و سازی در طی یک دوره زمانی کوتاه می‌گردد و کاهش دوره بازگشت به حالت اولیه بین وهله‌ها در SIT، خستگی در طول تمرین بیشینه را کاهش می‌دهد [۷]. مطالعه روی مردان سالم جوان نیز بهبودی‌های معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفی (Maximal oxygen uptake; VO_2max)، توان، ظرفیت بی‌هوازی و به‌کارگیری اکسیژن مصرفی در طول کار زیر بیشینه و کاهش‌های معنی‌داری در چربی بدن و دور کمر پس از هر دو نوع SIT و تمرین استقامتی تداومی را نشان داد، ضمن اینکه هیچ تفاوتی در پروفایل لیپیدی یا سطوح

سرمی شاخص‌های التهابی میوکاردی و آسیب عضله اسکلتی پس از دوره تمرین مشاهده نگردید [۸]. به‌طور کلی سه مکانیزم بیوشیمیایی درباره سازگاری با SIT بیان شده است که شامل کاهش تجمع لاکتات خون، افزایش میزان تولید پیرووات و افرایش عملکرد شاتل مالات-آسپارتات در تولید لاکتات در طول تمرین می‌باشد [۷].

مطالعات اندکی اثر SIT بر روی سطوح LCN-2 به‌ویژه در دختران فعال (از لحاظ جسمانی) را مورد بررسی قرار داده‌اند. در واقع، بیشتر محققان پیشین اثر SIT را در آزمودنی‌های سالم و کم‌تحرک بررسی نموده‌اند [۸، ۶] و اثر آن در افراد فعال [۷] و به‌ویژه ورزش‌کاران رشته‌های مختلف کم‌تر بررسی شده است [۹]. در حالی‌که با توجه به ویژگی‌های تمرین SIT (یعنی تناوب‌های انفجاری تمرین نسبتاً شدید مختصر همراه با تناوب‌های تمرین با شدت پایین جهت بازگشت به حالت اولیه) [۶-۵]، مطالعه درباره تأثیر آن در دختران ورزش‌کار می‌تواند اطلاعات نوینی در زمینه سازگاری‌های فیزیولوژیکی متعاقب این نوع تمرین در اختیار گذارد. مطالعه روی ورزش‌کاران رشته والیبال نشان می‌دهد قدرت عضلانی، توان، سرعت و چابکی، اجرای کلیدی آمادگی جسمانی ویژه این رشته ورزشی بوده و پیش‌شرط‌های کلیدی برای موفقیت در آن می‌باشد. به‌علاوه، اهمیت شاخص‌های پیکری هم‌چون ترکیب بدن نیز برای بازیکنان زن نخبه والیبال تبیین شده است [۱۰]. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر تعیین تأثیر هشت هفته SIT بر روی سطوح LCN-2، پروفایل لیپیدی، ترکیب بدن و برخی اجزای آمادگی جسمانی دختران والیبالیست بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی، دختران والیبالیست شهرستان سقز با دامنه سنی ۱۲ تا ۱۸ سال تحت مطالعه قرار گرفتند. گروه‌های مطالعه شامل گروه‌های آزمایش و کنترل و اندازه‌گیری‌ها شامل پیش‌آزمون (قبل از دوره تمرین) و پس‌آزمون (پس از دوره تمرین) بود. مطالعه در بهار ۱۳۹۷ و در شهرستان سقز انجام گرفت. منظور از والیبالیست بودن، داشتن سابقه حداقل چهار سال مشارکت منظم و تحت نظارت مربی در رشته والیبال بود. نمونه‌گیری تحقیق به صورت در دسترس و شیوه گمارش آزمودنی‌ها به گروه‌ها از نوع تصادفی‌سازی جایگزینی (Replacement randomization) بود. مطالعه حاضر دارای کد اخلاق به شماره IR.SSRC.REC.1397.011 از کمیته اخلاق در پژوهش پژوهش‌گاه علوم ورزشی بوده و در سامانه ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران با کد IRCT20120702010158N5 به ثبت رسیده است. تمام آزمودنی‌ها پرسش‌نامه تاریخچه سلامتی، فرم رضایت‌نامه کتبی، فرم آمادگی برای شرکت در فعالیت بدنی و برگه ثبت تغذیه روزانه را تکمیل نمودند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به مطالعه شامل عدم مصرف الکل، دخانیات و هرگونه درمان دارویی (مثلاً برای بیماری‌های قلبی-عروقی، تنفسی، ...) یا مکمل‌های ورزشی (هم‌چون کراتین، کافئین، ...)، عدم رژیم‌گیری تغذیه‌ای، عدم ابتلاء به هر گونه بیماری خاص نظیر بیماری‌های قلبی-عروقی، تنفسی، سوخت و سازی و عضلانی-اسکلتی-ارتوپدی، در سه ماه قبل از شروع تحقیق

و معیارهای خروج شامل عدم اجرای منظم تمرین‌ها، مصرف دارو، الکل، دخانیات یا مکمل‌های تغذیه‌ای، تغییر رژیم غذایی، اجرای تمریناتی غیر از تمرین‌های تجویز شده، ابتلاء به بیماری‌های قلبی-عروقی، تنفسی، سوخت و سازی و عضلانی-اسکلتی-ارتوپدیکی و عدم رعایت سایر نکات توصیه شده در طول دوره مطالعه می‌باشد [۱۱]. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار GPower نسخه ۳,۱,۹,۲ با تنظیم برای آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (اثر تعاملی)، ۰/۰۵=احتمال خطای α، ۰/۸۰=توان آماری و η^2=۰/۱، ۲۰ نفر برآورد گردید و با در نظر گرفتن افت نمونه احتمالی ۲۲ نفر انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند، اما در ادامه چهار نفر بر اساس معیارهای خروج از جریان تحقیق خارج شدند.

قبل از شروع دوره تمرین، ابتدا طی یک جلسه توجیهی، اهداف، طرح و روش‌شناسی تحقیق، برنامه تمرین‌ها، ارزیابی‌های آزمایشگاهی (مثلا نمونه‌گیری خون) و مراحل و برنامه زمانی تحقیق به‌طور مفصل برای داوطلبان تشریح گردید. هم‌چنین، نحوه اجرای صحیح آزمون‌های ارزیابی سرعت، توان، توان بی هوازی و توان هوازی به داوطلبان آموزش داده شد. به‌علاوه، نکاتی که داوطلبان می‌بایست در طول مطالعه رعایت کنند، شامل مواردی که منجر به خروج داوطلبان از جریان تحقیق می‌گردید و نیز نکاتی که قبل از ارزیابی‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون ملزم به رعایت آن‌ها بودند، تشریح گردید. از داوطلبان خواسته شد که در طول دوره تحقیق از هر گونه تغییر در رژیم غذایی روزانه خود اجتناب کنند، مطابق پروتکل تمرینی آموزش داده شده توسط محقق تمرین کنند و از انجام فعالیت‌های بدنی مازاد بر تمرین‌های تجویز شده اجتناب نمایند.

قبل از ارزیابی‌های مرحله پیش‌آزمون از آزمودنی‌ها خواسته شد که چند نکته را رعایت کنند: ۴۸ ساعت قبل از ارزیابی از انجام هرگونه فعالیت بدنی مازاد بر زندگی روزمره پرهیز کنند، ۲۴ ساعت قبل از ارزیابی هرچه که می‌خورند را در برگه ثبت تغذیه روزانه یادداشت نمایند، در فاصله ۱۲ ساعت قبل از ارزیابی از خوردن و آشامیدن اجتناب نمایند و بصورت ناشتا جهت نمونه‌گیری خون حضور یابند. ارزیابی‌های مرحله پیش آزمون طی دو روز متوالی و حدود ساعت ۸ صبح در کانون ورزشی ۲۲ بهمن شهرستان سقز اجرا گردید. پس از پنج دقیقه استراحت، نمونه خون (۱۰سی سی) داوطلبان در وضعیت نشسته و از ورید بازویی گرفته شد. در ادامه و بعد از خوردن صبحانه مشترک، شاخص‌های ترکیب بدن آزمودنی‌ها شامل قد (سانتی‌متر)، وزن (کیلوگرم)، BMI (کیلوگرم بر متر مربع ;Body Mass Index)، BFP (درصد Body Fat ;Percent) و WHR (Waist to Hip Ratio) اندازه‌گیری شد. وزن بدن، BFP، BMI و WHR با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل‌گر ترکیب بدن (حداقل دقت ۰/۱ کیلوگرم، مدل X-CONTACT356، ساخت کره جنوبی) و قد با به‌کارگیری قدسنج (حداقل دقت ۰/۱ سانتی متر، مارک SECA، مدل ۷۰۳، ساخت مشترک آلمان-چین) اندازه‌گیری گردید. روز بعد به ترتیب آزمون‌های ارزیابی توان (پرش سارجنت)، سرعت (۳۵ متر سرعت)، توان بی‌هوازی (آزمون دویدن سرعتی

بی‌هوازی (Running-based anaerobic sprint test; RAST)) و توان هوازی (نوارگردان بروس) اجرا گردید. قبل و پس از اجرای آزمون‌ها، آزمودنی‌ها به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه خود را گرم و سرد می‌نمودند و بین آزمون‌های متوالی نیز ۵ دقیقه ریکاوری داده می‌شد [۱۲].

سرعت توسط آزمون ۳۵ متر سرعت اندازه‌گیری شد. در این آزمون ابتدا فرد خود را گرم نمود، سپس مسافت ۳۵ متر را ۳ بار با حداکثر سرعت دوید و بهترین رکورد ثبت گردید. توان توسط آزمون پرش عمودی سارجنت اندازه‌گیری شد. به این ترتیب که فرد ابتدا نوک انگشتانش را گچی نمود. سپس، کنار دیوار ایستاد و در حالی‌که هر دو پایش روی زمین بود، دست خود را تا حداکثر ارتفاع ممکن بالا کشید و با نوک انگشت روی دیوار علامت گذاشت (نقطه اول). در نهایت از وضعیت ایستا تا حداکثر ارتفاع ممکن پرید و مجدداً روی دیوار علامت گذاشت (نقطه دوم). اختلاف بین نقطه اول و دوم به عنوان امتیاز توان فرد ثبت گردید. توان بی‌هوازی توسط آزمون RAST اندازه‌گیری شد. این آزمون شامل ۶ وهله دویدن مسافت ۳۵ متری با حداکثر سرعت همراه با استراحت‌های ۱۰ ثانیه‌ای بین هر دو وهله متوالی می‌باشد. توان متوسط به عنوان شاخص توان بی هوازی در نظر گرفته شد و از طریق فرمول‌های زیر محاسبه گردید [۱۲]:

(ثانیه)^{3} زمان / (متر)^{2} سافت) × (کیلوگرم) وزن = (وات) توان

۶ / (وات) مجموع توان ثبت شده برای ۶ وهله = (وات) توان متوسط

توان هوازی توسط آزمون بروس و روی نوار گردان (PROTUOS، مدل PMT4550، کشور تایوان) اندازه‌گیری شد. در این آزمون آزمودنی تا سر حد واماندگی روی نوارگردان دوید. سرعت و شیب نوارگردان در شروع آزمون به ترتیب روی ۲/۷۴ کیلومتر بر ساعت و شیب ۱۰ درصد تنظیم شد و در طول اجرای آزمون سرعت و شیب به فواصل زمانی منظم و هر سه دقیقه یک بار مطابق پروتکل بروس افزوده شد. با شروع دویدن زمان‌سنج فعال شده و به محض اینکه فرد قادر به دویدن نبود، متوقف گردید. مقدار حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها از طریق فرمول زیر تعیین گردید [۱۲]:

(میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر دقیقه) حداکثر اکسیژن مصرفی = ۳/۹ − ((دقیقه) زمان × ۴/۳۸)

پس از مرحله پیش آزمون، پروتکل SIT با RAST اجرا گردید. طول دوره تمرین هشت هفته و هر هفته سه جلسه به صورت یک روز در میان (روزهای جمعه بدون تمرین) بود و تمرین‌ها تحت نظارت و با حضور کامل محقق و مربی بازیکنان صورت گرفت. هر جلسه تمرین شامل گرم کردن (۱۰ دقیقه)، تمرین اصلی (حدود ۷۰ دقیقه) و سرد کردن (۵ دقیقه) بود. در بخش تمرین اصلی، آزمودنی‌های گروه آزمایش علاوه بر تمرین‌های معمول رشته والیبال، SIT با RAST را نیز در شروع تمرین اصلی اجرا نمودند. این نوع تمرین همان شیوه اجرای آزمون RAST می‌باشد. آزمودنی‌های گروه کنترل نیز فقط تمرین‌های معمول رشته والیبال را انجام می‌دادند [۱۳].

پس از دوره تمرین، مرحله پس‌آزمون شروع شد. نکات مربوط به قبل از شروع مرحله پیش‌آزمون، مجدداً قبل از مرحله پس‌آزمون توسط داوطلبان رعایت گردید. ضمن اینکه

ارزیابی‌های مرحله پس‌آزمون ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین صورت گرفت. ارزیابی‌های مرحله پس‌آزمون مشابه با مرحله پیش‌آزمون و با همان ترتیب تکرار گردید. نمونه‌های خون تا زمان اندازه‌گیری شاخص‌های خونی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. جهت کنترل اثر احتمالی تغذیه روی متغیرهای وابسته تحقیق از آزمودنی‌ها خواسته شد که در فاصله زمانی یک روز قبل از ارزیابی پیش‌آزمون هرچه که می‌خورند را دقیقاً در برگه ثبت تغذیه روزانه یادداشت نمایند و همین رژیم را در روز قبل از ارزیابی پس‌آزمون مجدداً تکرار نمایند [۱۴].

غلظت‌های تری‌گلیسرید (Triglyceride; TG)، کلسترول تام (Total cholesterol; TC)، لیپوپروتئین پرچگال (High-density lipoprotein, HDL) و لیپوپروتئین کم‌چگال (Low-density lipoprotein; LDL) با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون (ساخت ایران)، دستگاه اتوآنالایزر (مدل BT1500، شرکت بیوتکنیکا، ساخت کشور ایتالیا) و روش فتومتری اندازه‌گیری شد [۳]. LCN-2 با استفاده از کیت (شرکت BioVendor، کشور جمهوری چک، شماره کیت RD191102200R)، دستگاه الایزا (مدل Dynex، ساخت آمریکا) و روش الایزا اندازه‌گیری شد [۴]. ارزیابی‌های آزمایشگاهی در آزمایشگاه مرکزی شهر سقز انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل‌های آماری به وسیله نسخه ۲۳ نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. با توجه به فاصله‌ای بودن مقیاس داده‌ها، آزمون‌های پارامتریک جهت تجزیه و تحلیل‌های آماری به‌کار برده شد. برای توصیف داده‌ها از آمار توصیفی (انحراف معیار ± میانگین) استفاده شد. آزمون Kolmogorov-Smirnov جهت بررسی نرمال بودن توزیع جامعه، آزمون t مستقل جهت مقایسه میانگین‌های پیش‌آزمون (وضعیت پایه) متغیرها و آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر جهت آزمون فرضیات به‌کار گرفته شد. گروه (آزمایش/کنترل) به عنوان عامل بین گروهی و زمان اندازه‌گیری (پیش‌آزمون/پس‌آزمون) به عنوان عامل درون گروهی در نظر گرفته شد. برای آزمون مفروضه کرویّت از آزمون Mauchly استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن این آزمون (برقرار نبودن مفروضه کرویّت)، عامل اصلاح اپسیلون Greenhouse-Geisser مورد استفاده قرار گرفت. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

مقادیر شاخص‌های ترکیب بدن و متغیرهای وابسته گروه‌های تحت مطالعه در وضعیت‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۱ گزارش شده است. نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه میانگین‌های متغیرها در مرحله پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایش و کنترل نشان نداد ($P>0/05$) و گروه‌ها در شروع مطالعه همگن بودند.

جدول ۱- شاخص‌های ترکیب بدن و متغیرهای وابسته دختران والیبالیست شهرستان سقز قبل و پس از هشت هفته تمرین تناوبی سرعتی در بهار سال ۱۳۹۷

متغیر	مرحله اندازه‌گیری	گروه		تفاوت‌های بین گروهی	
		آزمایش (n=۹) (انحراف معیار ± میانگین)	کنترل (n=۹) (انحراف معیار ± میانگین)	t	مقدار P †
سن (سال)	پیش‌آزمون	۱۳/۷ ± ۱/۴	۱۵/۲ ± ۱/۷	۲/۰۹۹	۰/۰۵۲
قد (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۱۶۴/۱ ± ۵/۷	۱۶۹/۳ ± ۵/۳	۲/۰۲۰	۰/۰۶۰
وزن بدن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۵۳/۸ ± ۶/۶	۶۱/۱ ± ۸/۱	۲/۱۰۹	۰/۰۵۱
	پس‌آزمون	۵۴/۹ ± ۷/۳	۶۲/۵ ± ۹/۱	-	
نمایه توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	پیش‌آزمون	۲۰/۱ ± ۳/۰	۲۱/۳ ± ۱/۹	۰/۹۷۶	۰/۳۴۴
	پس‌آزمون	۲۰/۸ ± ۳/۵	۲۱/۶ ± ۲/۶	-	
درصد چربی بدن	پیش‌آزمون	۱۸/۹ ± ۷/۵	۲۱/۱ ± ۷/۱	۰/۶۴۱	۰/۵۳۱
	پس‌آزمون	۲۰/۵ ± ۷/۷	۲۲/۹ ± ۶/۷	-	
نسبت کمر به لگن	پیش‌آزمون	۰/۷۱ ± ۰/۱	۰/۷۲ ± ۰/۱	۰/۱۶۷	۰/۸۶۹
	پس‌آزمون	۰/۷۱ ± ۰/۱	۰/۷۲ ± ۰/۰	-	
لیپوکالین-۲ (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۶۰/۰ ± ۳۰/۰	۴۶/۰ ± ۲۰/۹	-۱/۱۳۷	۰/۲۷۲
	پس‌آزمون	۴۷/۹ ± ۲۹/۴	۵۲/۹ ± ۳۱/۷	-	
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۹۹/۴ ± ۱۹/۳	۸۳/۹ ± ۲۵/۰	-۱/۴۷۶	۰/۱۵۹
	پس‌آزمون	۸۹/۳ ± ۲۷/۲	۹۵/۹ ± ۲۹/۴	-	
کلسترول تام (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۱۴۲/۷ ± ۱۳/۵	۱۴۷/۹ ± ۳۱/۹	۰/۴۵۳	۰/۶۵۷
	پس‌آزمون	۱۳۳/۹ ± ۱۵/۸	۱۴۲/۲ ± ۱۹/۳	-	
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۴۹/۳ ± ۸/۹	۵۴/۳ ± ۱۲/۴	۰/۹۸۶	۰/۳۳۹
	پس‌آزمون	۴۵/۸ ± ۷/۳	۴۴/۳ ± ۸/۶	-	
لیپوپروتئین با چگالی پایین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۶۴/۰ ± ۱۱/۲	۶۷/۰ ± ۱۶/۸	۰/۴۴۴	۰/۶۶۳
	پس‌آزمون	۸۲/۹ ± ۲۲/۹	۹۲/۹ ± ۱۳/۰	-	
سرعت (متر بر ثانیه)	پیش‌آزمون	۷/۱ ± ۰/۸	۶/۷ ± ۰/۸	-۱/۲۰۷	۰/۲۴۵
	پس‌آزمون	۶/۷ ± ۰/۵	۷/۲ ± ۰/۵	-	
توان (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۳۳/۷ ± ۴/۲	۳۶/۴ ± ۴/۹	۱/۲۹۳	۰/۲۱۴
	پس‌آزمون	۳۶/۷ ± ۲/۶	۳۶/۳ ± ۳/۶	-	
توان بی هوازی (وات)	پیش‌آزمون	۱۴۴/۶ ± ۴۱/۲	۱۹۷/۳ ± ۶۵/۵	۲/۰۴۷	۰/۰۵۷
	پس‌آزمون	۱۶۳/۸ ± ۲۵/۵	۱۴۶/۴ ± ۲۴/۲	-	
توان هوازی (میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر دقیقه)	پیش‌آزمون	۳۶/۳ ± ۴/۶	۳۴/۳ ± ۶/۳	-۰/۷۵۷	۰/۴۶۰
	پس‌آزمون	۴۱/۷ ± ۴/۹	۳۳/۷ ± ۸/۰	-	

† آزمون t مستقل، * اختلاف معنی‌دار در P<۰/۰۵

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای متغیرهای وابسته تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج، اثر تعاملی بین زمان و گروه در مورد متغیرهای HDL، توان بی هوازی و توان هوازی معنی‌دار (P<۰/۰۵) و در مورد دیگر متغیرهای وابسته غیر معنی‌دار بود (P>۰/۰۵). با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار میانگین‌های متغیرهای وابسته دو گروه در مرحله پیش‌آزمون، نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر تأثیر SIT بر متغیرهای HDL، توان بی‌هوازی و توان هوازی و عدم تأثیر این نوع تمرین بر سایر متغیرهای تحت مطالعه را نشان داد.

جدول ۲- نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای متغیرهای وابسته مطالعه در دختران والیبالیست شهرستان سقز قبل و پس از هشت هفته تمرین تناوبی سرعتی در بهار سال ۱۳۹۷ (گروه آزمایش n=۹ و گروه کنترل n=۹)

متغیر	اثر زمان		اثر گروه		اثر تعاملی	
	F	مقدار P †	F	مقدار P †	F	مقدار P †
وزن بدن (کیلوگرم)	۸/۱۹۷	۰/۰۱۱*	۴/۲۰۹	۰/۰۵۷	۰/۳۰۱	۰/۵۹۱
نمایه توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۶/۲۷۸	۰/۰۲۳	۰/۴۸۲	۰/۴۹۸	۱/۱۵۳	۰/۲۹۹
درصد چربی بدن	۳۴/۶۵۸	۰/۰۰۱*	۰/۴۶۷	۰/۵۰۴	۰/۲۰۵	۰/۶۵۷
نسبت کمر به لگن	۰/۴۳۲	۰/۵۲۰	۰/۰۷۸	۰/۷۸۳	۰/۲۲۰	۰/۶۴۵
لیپوکالین-۲ (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	۰/۱۹۳	۰/۶۶۷	۰/۱۴۱	۰/۷۱۲	۲/۵۰۶	۰/۱۳۳
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۰/۰۲۱	۰/۸۸۶	۰/۱۹۷	۰/۶۶۳	۲/۸۹۶	۰/۱۰۸
کلسترول تام (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۳/۵۶۵	۰/۰۷۷	۰/۶۷۱	۰/۴۲۵	۰/۶۰۱	۰/۴۴۹
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۲۲/۵۶۹	۰/۰۰۱*	۰/۱۸۰	۰/۶۷۷	۵/۱۰۱	۰/۰۳۸*
لیپوپروتئین با چگالی پایین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۲۷/۲۰۹	۰/۰۰۱*	۰/۹۸۲	۰/۳۳۶	۰/۶۶۵	۰/۴۲۷
سرعت (متر بر ثانیه)	۰/۰۱۹	۰/۸۹۱	۰/۰۳۱	۰/۸۶۳	۱/۱۲۱	۰/۳۸۴
توان (سانتی‌متر)	۲/۶۰۳	۰/۱۲۶	۰/۴۴۰	۰/۵۱۷	۳/۰۱۸	۰/۱۰۲
توان بی هوازی (وات)	۳/۲۸۴	۰/۰۹۰	۰/۹۶۱	۰/۳۴۲	۱۵/۷۹۸	۰/۰۰۱*
توان هوازی (میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر دقیقه)	۲۷/۸۲۳	۰/۰۰۱*	۵/۱۴۷	۰/۰۲۵*	۴۴/۲۲۸	۰/۰۰۱*

† آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر، * اختلاف معنی‌دار در P<۰/۰۵

بحث

بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر هشت هفته SIT با RAST تغییری در سطوحِ در گردش LCN-2، TC، TG، LDL، ترکیب بدن، سرعت و توان دختران والیبالیست ایجاد نکرد. با این وجود، این دوره SIT از کاهش سطوح HDL جلوگیری نمود و توان بی هوازی و توان هوازی آزمودنی‌ها را افزایش داد.

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد هشت هفته SIT با RAST تأثیری بر سطوح LCN-2 در دختران والیبالیست ندارد. این یافته با یافته‌های Ghorbanian و Esmaeilzadeh و Choi و همکاران هم‌خوانی دارد [۱۵، ۳]، اما با یافته‌های Moghadasi و Mohammadi و Khademi و همکاران موافق نمی‌باشد [۱۶، ۴]. در مطالعه Ghorbanian و Esmaeilzadeh سطوح LCN-2 به دنبال هشت هفته تمرین مقاومتی فزاینده

در مردان دارای اضافه وزن و چاق تغییر معنی‌داری نیافت [۳]. Choi و همکاران دریافتند سطوح LCN-2 در زنان چاق و غیر چاق پس از سه ماه تمرین ورزشی (تمرین هوازی همراه با تمرین قدرتی) به‌طور معنی‌داری تغییر نکرد [۱۵]. در مقابل، Moghadasi و Mohammadi کاهش سطوح LCN-2 را پس از هشت هفته تمرین مقاومتی و تمرین استقامتی در مردان جوان سالم کم‌تحرک نشان دادند [۴]. Khademi و همکاران نیز کاهش بیان ژن LCN-2 را در بافت قلب موش‌ها به دنبال ده هفته HIIT و مصرف روغن دانه کتان مشاهده نمودند [۱۶].

عدم هم‌خوانی یافته‌های مطالعه حاضر با یافته‌های مطالعات پیشین را می‌توان در تفاوت‌های روش‌شناسی این مطالعات جستجو نمود. از جمله این تفاوت‌ها می‌توان به نوع بافت مورد ارزیابی (بافت چربی، قلب، خون)، گونه تحت مطالعه (انسان، موش)، ویژگی‌های تمرین ورزشی اِعمال شده (نوع، شدت و مدت تمرین) و مشخصات آزمودنی‌های تحت مطالعه (جنسیّت، سطح آمادگی بدنی، میزان چربی بدن) اشاره نمود [۳، ۴، ۱۱، ۱۵-۱۶].

در خصوص دلایل تغییر سطوح LCN-2 متعاقب تمرین ورزشی، به‌نظر می‌رسد دو عامل نقش برجسته‌ای دارند [۱۷، ۳]. یکی از این عوامل لزوم کاهش بافت چربی در نتیجه تمرین ورزشی جهت کاهش سطوح LCN-2 می‌باشد. به عبارت واضح‌تر، بیان شده است که هرچه کاهش بافت چربی به‌ویژه چربی احشایی پس از تمرین بیش‌تر باشد، میزان کاهش LCN-2 بیش‌تر خواهد بود [۳]. عامل دیگر شدت و حجم تمرین ورزشی اِعمال شده می‌باشد، به‌طوری‌که عدم تغییر سطوح LCN-2 به‌دنبال تمرین ورزشی به ناکافی بودن شدت تمرین نسبت داده شده است [۳، ۱۷]. به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر حجم تمرین اِعمال شده جهت کاهش سطوح چربی بدن و متعاقب آن کاهش LCN-2 کافی نبوده است [۳، ۱۷].

مکانیزم‌های بالقوه‌ای برای کاهش سطوح LCN-2 متعاقب تمرین ورزشی مورد اشاره قرار گرفته است. کاهش بیان ژن LCN-2 ناشی از کاهش در مقدار و فعالیت عامل نسخه‌برداری پیش‌التهابی به نام فاکتور هسته‌ای-کاپا بی (NF-kB; Nuclear Factor-Kappa B) در نتیجه تمرین می‌باشد [۱۶]. هم‌چنین، احتمالاً فعالیت ورزشی از طریق تحریک محرک‌های التهابی هم‌چون لیپوپلی‌ساکاریدها و اینترلویکن-۱ بتا منجر به بیان و ترشح ژن LCN-2 در بافت‌های تولیدکننده آن می‌شود [۳]. کاهش سطوح LCN-2 در نتیجه تغییر در غلظت‌های اینترلوکین-۶ و عامل نکروز تومور-آلفا نیز به عنوان مکانیزم بالقوه دیگری پیشنهاد شده است [۴]. تحقیقات بیشتری نیاز است، تا نقش این مکانیزم‌های بالقوه در نحوه سازگاری سطوح LCN-2 با تمرین ورزشی آشکارتر گردد.

هم‌چنین، در مطالعه حاضر هشت هفته SIT با RAST تغییری در سطوحِ در گردش TC، TG و LDL دختران والیبالیست ایجاد نکرد، اما علی‌رغم کاهش سطوح HDL در گروه کنترل، کاهش مشابهی در گروه تمرین مشاهده نگردید. این یافته با یافته‌های مطالعه Ouerghi و همکاران هم‌خوانی دارد [۱۸]، اما با یافته‌های Gray و همکاران و Boer و همکاران مخالف می‌باشد [۱۹-۲۰]. Ouerghi و همکاران با بررسی اثر برنامه HIIT دوازده هفته‌ای در آزمودنی‌های تمرین‌کرده دریافتند که این برنامه تمرینی ظرفیت هوازی را

بهبود می‌بخشد، اما تغییرات پروفایل لیپیدی پس از این برنامه تمرینی معنی‌دار نبود [۱۸]. Gray و همکاران به‌دنبال چهار هفته SIT کاهش‌های معنی‌داری در وزن، چربی بدن و پروفایل لیپیدی افراد سالم جوان مشاهده کردند [۱۹]. Boer و همکاران اثر پانزده هفته SIT را در نوجوانان و جوانان با معلولیت ذهنی بررسی نمودند. یافته‌های آنها نشان داد SIT منجر به پیشرفت مثبت معنی‌داری در دور کمر، درصد چربی، فشار خون سیستولیک، پروفایل لیپیدی، انسولین ناشتا، مقاومت انسولینی، اوج اکسیژن مصرفی، اوج توان، آستانه تهویه‌ای، مسافت پیاده‌روی ۶ دقیقه و مقاومت عضله در برابر خستگی در مقایسه با گروه کنترل گردید [۲۰].

دلایل عدم هم‌خوانی یافته‌های تحقیق حاضر با مطالعات پیشین در زمینه تأثیر تمرین ورزشی بر پروفایل لیپیدی، به‌وسیله عوامل متعددی هم‌چون ویژگی‌های مطالعه (فقدان گروه کنترل، عدم کنترل اثرات حاد آخرین جلسه تمرینی)، ویژگی‌های آزمودنی‌ها (نژاد، جنسیّت، رژیم غذایی، فعالیت بدنی قبلی)، مشخصات برنامه تمرینی (نوع، شدت، فرکانس، مدت)، زمان خون‌گیری پس از تمرین و ویژگی‌های محیطی (هم‌چون جغرافیا، فصل و آب و هوا) قابل توجیه است [۲۱-۱۸، ۸]. در خصوص تأثیر SIT بر ترکیب بدن، یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته SIT تأثیری بر شاخص‌های ترکیب بدن یعنی وزن بدن، BFP، BMI و WHR در دختران والیبالیست ندارد. این یافته‌ها با یافته‌های Gray و همکاران، Boer و همکاران و Nalcakan هم‌خوانی ندارد [۲۰-۱۹، ۸]. به‌نظر می‌رسد مهم‌ترین دلیل عدم هم‌خوانی یافته-های مطالعه حاضر با مطالعات مذکور را می‌توان در تفاوت ویژگی‌های افراد تحت مطالعه از جمله جنسیّت، سطح آمادگی جسمانی و BFP آزمودنی‌ها در شروع مطالعه جستجو نمود [۲۰-۱۹، ۸].

در زمینه شناسایی مکانیزم‌ها و عوامل موثر در تغییر شاخص‌های ترکیب بدن به‌دنبال SIT تحقیقات اندکی صورت گرفته است. Nalcakan در خصوص کاهش‌های معنی‌دار مشاهده شده در دور کمر، نسبت کمر به لگن و چربی بدن متعاقب هر دو نوع تمرین HIIT و تمرین استقامتی تداومی بیان نمود افزایش اکسیژن مصرفیِ پس از تمرین، اکسیداسیون چربی، کاهش نسبت مبادله تنفسی و اکسیداسیون کربوهیدرات پس از یک دوره SIT ممکن است با کاهش چربی مرتبط باشد. به‌علاوه، هزینه انرژی و اکسیژن مصرفی در طول تمرین نسبتاً پایین است [۸].

هم‌چنین، یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد هشت هفته SIT منجر به بهبود توان هوازی و توان بی‌هوازی دختران والیبالیست گردید. این یافته‌ها یا یافته‌های Willoughby و همکاران و Jordan و همکاران هم‌سو می‌باشد [۲۳-۲۲]. Willoughby و همکاران نشان دادند برنامه SIT دویدن به مدت چهار هفته به میزان برابری در بهبود آمادگی هوازی و بی‌هوازی بزرگ‌سالان جوان و میان‌سال مؤثر می‌باشد [۲۲]. Jordan و همکاران نیز نشان دادند شش هفته SIT روی زمین (دوهای رفت و برگشت سریع ۲۰ متری) یا روی نوارگردان عمودی (حداکثر تلاش‌های ۳۰ ثانیه‌ای) عملکرد هوازی و عملکرد بی‌هوازی را به‌طور مشابهی در مردان فعال بهبود می‌بخشد [۲۳]. البته، در مقایسه با دو تحقیق مذکور، طول دوره تمرین و جنسیّت آزمودنی‌های تحت مطالعه متفاوت بود.

مکانیزم‌های دقیق مسئول بهبودی آمادگی قلبی-تنفسی پس از SIT شناخته نشده است. پیشنهاد شده است که عوامل

محیطی که تحویل اکسیژن را افزایش می‌دهند ممکن است به بهبودی‌های ناشی از SIT در اوج اکسیژن مصرفی، دست کم در کوتاه‌مدت، کمک نمایند [۶]. به‌علاوه، پیشنهاد شده است که به‌طور مشابه با MICT، سازگاری‌های قلبی-متابولیکی با SIT ثانویه به فعال شدن کینازهای بالا دستی شامل پروتئین کیناز فعال شده توسط ۵-آدنوزین مونو فسفات (adenosine monophosphate-activated protein kinase; EMPK) و پروتئین کیناز فعال شده توسط میتوژن P38 (mitogen-activated protein kinase; MAPK) می‌باشد که بعداً تنظیم کننده اصلی بیوژنز و عملکرد میتوکندریایی را فعال می‌کند [۲۴]. هم‌چنین، سازگاری‌های دیگری برای SIT هم‌چون افزایش‌های سریع در ظرفیت اکسیداتیو عضله، انتقال‌دهنده‌های گلوکز و انتقال‌دهنده‌های لاکتات غشایی عضله بیان شده است [۸]. یقیناً شناسایی مکانیزم‌های دقیق اثرگذاری SIT مستلزم اجرای تحقیقات بیش‌تر است [۲۴].

کم بودن حجم نمونه تحت مطالعه، عدم کنترل رژیم غذایی در طول دوره تمرین و اطمینان ناکافی از عدم اجرای فعالیت بدنی مازاد بر تمرین‌های تجویز شده در طول دوره مطالعه از جمله محدودیّت‌های مطالعه حاضر می‌باشد که توجه به آنها در تحقیقات بعدی می‌تواند به تکمیل یافته‌ها کمک نماید. اجرای مطالعات مشابهی در دیگر گروه‌های جمعیتی (مثلاً آزمودنی‌های دارای اضافه وزن) سایر رده‌های سنی رشته والیبال (هم‌چون بزرگ‌سالان)، با طول دوره تمرینی طولانی‌تر (مثلاً ۶ ماه) یا روی سایر آدیپوکین‌ها می‌تواند جوانب دیگری از موضوع را آشکار سازد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد هشت هفته SIT با RAST تأثیری بر سطوحِ در گردش LCN-2، پروفایل لیپیدی (به‌جز HDL)، ترکیب بدن، سرعت و توان دختران والیبالیست ندارد، در حالی‌که بر سطوح HDL، توان هوازی و توان بی هوازی اثر مثبت دارد. اضافه نمودن تمرین SIT به برنامه تمرینی معمول دختران ورزش‌کار می‌تواند به توسعه اجزای آمادگی جسمانی منتخب کمک نموده و همزمان از طریق اثر مثبت بر سطوح HDL برای سلامت قلبی-متابولیکی این افراد نیز مفید باشد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر گزارشی مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی می‌باشد که با حمایت و نظارت دانشگاه آزاد اسلامی واحد سقز به اجرا رسیده است. از معاونت پژوهشی واحد، پرسنل آزمایشگاه مرکزی، مربی تیم والیبال دخترانه کانون ورزشی ۲۲ بهمن شهرستان سقز و بازیکنان این تیم (آزمودنی‌های مطالعه) صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

[1] Abella V, Scotece M, Conde J, Gómez R, Lois A, Pino J, et al. The potential of lipocalin-2/NGAL as biomarker for inflammatory and metabolic diseases. *Biomarkers* 2015; 20(8): 565-71.

[2] Luo Y, Ma X, Pan X, Xu Y, Xiong, Q, Xiao Y, et al. Serum lipocalin-2 levels are positively associated with not only total body fat but also visceral fat area in Chinese men. *Medicine (Baltimore)* 2016; 95(30): e4039.

[3] Ghorbanian B, Esmaelzadeh D. Effect of Progressive Resistance Training on Serum Lipocalin-2 and Lipid Profiles in In-active Men. *Iranian J Endocrinol Metab* 2017; 18(5): 378-85. [Farsi]

[4] Moghadasi M, Mohammadi Domieh A. Effects of Resistance versus Endurance Training on Plasma Lipocalin-2 in Young Men. *Asian J Sports Med* 2014; 5(2): 108-14.

[5] Shepherd SO, Wilson OJ, Taylor AS, Thøgersen-Ntoumani C, Adlan AM, Wagenmakers AJM, et al. Low-Volume High-Intensity Interval Training in a Gym Setting Improves Cardio-Metabolic and Psychological Health. *PLoS One* 2015; 10(9): e0139056.

[6] Gillen JB, Martin BJ, MacInnis MJ, Skelly LE, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. Twelve Weeks of Sprint Interval Training Improves Indices of Cardiometabolic Health Similar to Traditional Endurance Training despite a Five-Fold Lower Exercise Volume and Time Commitment. *PLoS One* 2016; 11(4): e0154075.

[7] Olek RA, Kujach S, Ziemann E, Ziolkowski W, Waz P, Laskowski R. Adaptive Changes After 2 Weeks of 10-s Sprint Interval Training With Various Recovery Times. *Front Physiol* 2018; 9: 392.

[8] Nalcakan GR. The Effects of Sprint Interval vs. Continuous Endurance Training on Physiological And Metabolic Adaptations in Young Healthy Adults. *J Hum Kinet* 2014; 44: 97–109.

[9] Koral J, Oranchuk DJ, Herrera R, Millet GY. Six Sessions of Sprint Interval Training Improves Running Performance in Trained Athletes. *J Strength Cond Res* 2018; 32(3): 617–23.

[10] Lehnert M, Sigmund M, Lipinska P, Vařeková R, Hroch M, Xaverová Z, et la. Training-induced changes in physical performance can be achieved without body mass reduction after eight week of strength and injury prevention oriented programme in volleyball female players. *Biol Sport* 2017; 34(2): 205–13.

[11] Atashak S, Ahmadi-Zad A. Effect of eight weeks of resistance exercise on new biomarkers of cardiovascular disease in obese adult males. *Feyz* 2017; 21(3): 256-64. [Farsi]

[12] Mackenzie B. 101 performance evaluation tests. London: *Electric Word plc* 2005; p: 9-10, 44-46.

[13] Farzad B, Gharakhanlou R, Agha-Alinejad H, Bahraminejad M, Bayati M, Mehrabian F et al . Effect of 4 Weeks of Supramaximal Sprint Interval Training on Physiological, Hormonal and Metabolic Factors. *Iranian J Endocrinol Metab* 2010; 12(1): 34-41. [Farsi]

[14] Kanaley JA, Fenicchia LM, Miller CS, Ploutz-Synder LL, Weinstock RS, Carhart R, et al. Resting leptin responses to acute and chronic resistance training in type 2 diabetic men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25(10): 1474-80.

[15] Choi KM, Kim TN, Yoo HJ, Lee KW, Cho GJ, Hwang TG, et al. Effect of exercise training on A-FABP, lipocalin-2 and RBP4 levels in obese women. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2009; 70(4): 569-74.

[16] Khademi Y, Hosseini SA, Dana F, Hamidi A, Azadmanesh M, Pirouz M. Effect of High Intensity Interval Training with Flaxseed on Interleukin-1 Beta and Lipocalin-2 Gene Expressions in the Heart Tissue of Rats. *J Arch Mil Med* 2018; 6(4): e83888.

[17] Hosseini SA, Shadmehri S, Bakhah ZR, Rahmani M, Kazemi N. The Effect of Eight Weeks of Combined Exercise on Retinol Binding Protein 4, Fatty Acid Binding Protein and Lipocalin-2 in Type 2 Diabetic Women (Clinical Trial). *Thrita* 2018; 7(2): e84879.

[18] Ouerghi N, Khammasi M, Boukorraa S, Feki M, Kaabachi N, Bouassida A. Effects of a high-intensity intermittent training program on aerobic capacity and lipid profile in trained subjects. *Open Access J Sports Med* 2014; 5: 243–8.

[19] Gray SR, Aird TP, Farquharson AJ, Horgan GW, Fisher E, Wilson J, et al. Inter-individual responses to sprint interval training, a pilot study investigating interactions with the sirtuin system. *Appl Physiol Nutr Metab* 2018; 43(1): 84-93.

[20] Boer PH, Meeus M, Terblanche E, Rombaut L, Wandele ID, Hermans L, et al. The influence of sprint interval training on body composition, physical and metabolic fitness in adolescents and young adults with intellectual disability: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2014; 28(3): 221-31.

[21] Kannan U, Vasudevan K, Balasubramaniam K, Yerrabelli D, Shanmugavel K, John NA. Effect of Exercise Intensity on Lipid Profile in Sedentary Obese Adults. *J Clin Diagn Res* 2014; 8(7): BC08–BC10.

[22] Willoughby TN, Thomas MP, Schmale MS, Copeland JL, Hazell TJ. Four weeks of running sprint interval training improves cardiorespiratory fitness in young and middle-aged adults. *J Sports Sci* 2016; 34(13): 1207-14.

[23] Jordan AR, Claxton D, Purvis A, Barnes A, Fysh M. Sprint interval training on the vertical treadmill improves aerobic and anaerobic running performance. *J Exerc Rehabil* 2018; 14(1): 106–12.

[24] Vollaard NBJ and Metcalfe RS. Research into the Health Benefits of Sprint Interval Training Should Focus on Protocols with Fewer and Shorter Sprints. *Sports Med* 2017; 47(12): 2443–51..

The Effect of Eight Weeks of Sprint Interval Training on Levels of Lipocalin-2, Lipid Profile, Body Composition and Some Components of Physical Fitness of Young Female Volleyball Players: A Randomized Clinical Trial

A. Moradi[1], F. Moradi[2]

Received: 19/11/2018 Sent for Revision: 11/03/2019 Received Revised Manuscript: 12/05/2019 Accepted: 15/05/2019

Background and Objectives: Few studies have been conducted on the physiological effects of sprint interval training (SIT) on athletes. The purpose of this study was to survey the effect of eight weeks of SIT on levels of lipocalin-2, lipid profile, body composition and some components of physical fitness of young female volleyball players.

Materials and Methods: In this randomized clinical trial, in Saghez city and in spring of 2018, eighteen 12-18 years young female volleyball players were randomly divided into two experiment (n=9) and control (n=9) groups. The experimental group, in addition to the routine volleyball exercises, performed the running-based anaerobic sprint test (RAST) protocol for eight weeks (three sessions per week), and the control group performed only routine volleyball exercises. Body composition indices, levels of lipocalin-2, lipid profile, speed, power, aerobic power, and anaerobic power were measured before and after the training period. To analyze the data, analysis of variance with repeated measurements test was used.

Results: In the experiment group, eight weeks of SIT with RAST did not significantly change the levels of lipocalin-2, total cholesterol, triglyceride, low density lipoprotein, body weight, body fat percentage, body mass index, waist-hip ratio, speed, and power ($p>0.05$), but increased aerobic ($p=0.001$) and anaerobic power ($p=0.001$). Also, high density lipoprotein levels were decreased in the control group ($p=0.038$).

Conclusion: It appears that adding SIT with RAST to the routine volleyball training program helps to improve aerobic and anaerobic power and maintain levels of high-density lipoprotein in young female volleyball players.

Key words: Interval training, Lipocalin-2, Lipid profile, Body composition, Volleyball, Girls

Funding: This research was based on the MSc thesis on Sport Physiology (code 24721404961001) approved by the Islamic Azad University, Saghez Branch.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: The research was approved by the Research Ethics Committee of Sports Sciences Research Institute (IR.SSRC.REC.1397.011).

How to cite this article: Moradi A, Moradi F. The Effect of Eight Weeks of Sprint Interval Training on Levels of Lipocalin-2, Lipid Profile, Body Composition and Some Components of Physical Fitness of Young Female Volleyball Players: A Randomized Clinical Trial. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2019; 18 (8): 769-82. [Farsi]

۱- ***MSc in Exercise Physiology, Dept. of Physical Education and Sports Sciences, Islamic Azad University, Saghez Branch, Saghez, Iran, ORCID: 0000-0003-3979-2263***

2- Assistant Prof. of Exercise Physiology, BSc in Physiotherapy, Dept. of Physical Education and Sports Sciences, Islamic Azad University, Saghez Branch, Saghez, Iran, ORCID: 0000-0003-2044-0911

(Corresponding Author): Tel: (087) 36244743, Fax: (087) 36244750, E-mail: moradi_fatah@yahoo.com