المپیک
فصلنامه
سال نوزدهم- شماره ۴ (پیاپی ۵۶) زمستان ۱۳۹۰

اثر شدت تمرین هوازی بر ترکیب و توزیع چربی بدن مردان دارای اضافه‌وزن

۹۱
تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۰
تاریخ تصویب: ۹۰/۵/۲۶

❖ **دکتر حمید محبی**؛ عضو هیأت علمی دانشگاه گیلان*
❖❖ **حسین حاجیلو**؛ کارشناس‌ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه گیلان
❖❖❖ **دکتر ارسلان دمیرچی**؛ عضو هیأت علمی دانشگاه گیلان
❖❖❖❖ **هادی روحانی**؛ دانشجوی دکتری دانشگاه گیلان

چکیده: هدف پژوهش حاضر مقایسهٔ اثر دو تمرین هوازی با شدت مختلف و حجم برابر بر ترکیب و توزیع چربی بدن بود. ۲۵ دانشجوی پسر کم‌تحرک دارای اضافه‌وزن با میانگین قد ۱۷۶/۱۵±۷/۲۱ سانتی‌متر، وزن ۸۶/۲۷±۱۳/۵۰ کیلوگرم، سن ۲۴/۶۱ ±۰/۳۱ سال، و VO_{2max} ۲۹/۳۳±۱۰/۲۵ میلی‌لیتر در دقیقه به ازای هر کیلوگرم وزن بدن آزمودنی‌های این تحقیق بودند. آزمودنی‌ها بعد از پیش‌آزمون، شامل اندازه‌گیری توان هوازی، چربی زیرپوستی، و دور کمر در سه گروه قرارگرفتند: شدت بالا ۷۰ تا ۸۰ درصد VO_{2max}، شدت پایین ۴۰ تا ۵۰ درصد VO_{2max}، و کنترل. آزمودنی‌های گروه‌های تمرینی به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه مسافت‌های یکسانی را دویدند. آزمودنی‌های گروه کنترل روند معمولی زندگی خود را ادامه دادند. در حالی که هیچ یک از متغیرها در گروه کنترل به طور معناداری تغییر نکرد، هر دو شدت تمرین باعث کاهش معناداری در تودهٔ بدنی، درصد چربی، BMI، دور کمر، دور باسن، و WHR شد (P<۰/۰۵). با انجام آزمون کوواریانس مشخص شد که تغییرات تودهٔ بدنی، درصد چربی، BMI، دور کمر، دور باسن، و WHR در بین گروه‌ها معنادار است. آزمون بونفرونی نشان داد به جز دو متغیر نسبت چربی زیرپوستی شکم به رانی و نسبت مجموع چربی زیرپوستی تنه به اندام ضمیمه‌ای، تغییرات تمامی متغیرها بین گروه کنترل با هر دو گروه تمرینی و تغییرات نسبت مجموع چربی زیرپوستی تنه به اندام ضمیمه‌ای بین دو گروه تمرینی معنادار است (P<۰/۰۵). به طور کلی، با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، احتمالاً هر دو شدت تمرینی تأثیر مشابهی بر ترکیب بدن و دور اندام‌ها داشته‌اند. اما به نظر می‌رسد فعالیت با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد VO_{2max} در مقایسه با فعالیت با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد VO_{2max} به کاهش بیش‌تر چربی زیرپوستی از اندام ضمیمه‌ای می‌انجامد، در حالی که چربی زیرپوستی تنه بیش‌تر تحت تأثیر فعالیت با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد VO_{2max} است.

واژگان کلیدی: اضافه وزن، ترکیب بدنی، توزیع چربی، شدت فعالیت هوازی.

* **E.mail : mohebbi_h@yahoo.com**

مقدمه

چاقی به صورت همه‌گیر در حال افزایش است. چاقی بالاتنه با افزایش خطر مقاومت انسولینی، پرفشار خونی، دیابت شیرین نوع ۲، و بیماری‌های

www.SID.ir
Archive of SID

عـروق کرونری همراه اسـت (۳). از آنجا که چربی در زنـان بیش‌تر در پایین‌تنـه (ژینوئید)[1] و در مردان بیشـتر در بالاتنه (آندوئید)[2] تجمـع می‌یابد، می‌توان گفـت مردان بیش‌تـر در معرض خطرات ناشـی از تجمع چربی قرار دارند (۶). درمان چاقی بسـیار مهم اسـت، چرا که علاوه بر اینکـه عامل خطر مهمی در بیمـاری قلبی- عروقی اسـت، در کاهـش اعتماد به نفس، عملکرد جسـمانی، ذهنـی، عاطفی، و روابط اجتماعی نیز نقش دارد (۹).

در گذشته، مهم‌ترین دلیل چاقی و اضافه‌وزن را عادت‌های تغذیه‌ای نامناسب می‌دانستند، ولی شواهد اخیر نشان می‌دهند نداشتن فعالیت بدنی در مقایسه با تغذیه عامل مهم‌تری برای چاقی است (۱۲). کاهش وزن بـا اسـتفاده از تمرینات هوازی بهبـود می‌یابد؛ امـا در مورد اینکه شـدت یا مـدت تمرین محرک مهمی برای کاهش چربی بدن اسـت، همچنان بحث وجود دارد (۱۰). با بررسـی پروتکل‌های تمرینی در مطالعات کاهش وزن، مشـخص شـد در شدت‌های تمرینی یکسـان، حجم تمرینی بالاتر منجر به کاهش بیش‌تر وزن بدن می‌شود (۱۶، ۱۴، ۱۹، ۴).

گزارش شـده اسـت کـه تمرین شـدید باعث کاهش اشـتها و افزایش میزان متابولیک اسـتراحتی (RMR)[3] می‌شـود و درنهایت افزایش تعادل منفی انرژی را به همراه دارد (۱۶). بنابراین، با کنترل حجم تمریـن می‌توان اثر شـدت تمرین را کـه بُعد دیگر تمرین است بررسی کرد.

گزارش شـده اسـت که تمرین با شدت پایین نسبت به شـدت بالا، کاهش چربی بدنی بیش‌تری را در زنان جوان موجب می‌شود (۱۸). همسو با این مطالعه در مردانی که زمان تمرین یکسـانی داشتند، علی‌رغـم هزینهٔ انـرژی بیش‌تر در گروه با شـدت بالا نسـبت به شـدت پایین، کاهش چربی کمتری مشـاهده شـد (۲۱). برخلاف ایـن دو مطالعه، در مـردان و زنان دارای اضافه‌وزن کـه در تمرینات با شدت بالا شرکت داشتند، نسـبت به افراد با شدت تمرینی پایین، درصد چربـی بدن کاهش بیش‌تری داشـت (۱۰) که این کاهش قابـل توجه را می‌توان به هزینهٔ انرژی بیش‌تر در آن‌ها نسـبت داد. همسـو با این مطالعـه، تحقیقاتی که بـر روی زنان (۱۲) و مـردان (۱۶) دارای اضافـه‌وزن انجـام شـد، نتایج مشـابهی را نشـان داد؛ این در حالی بـود که هزینهٔ انرژی مصرفی در آن‌ها کنترل شـده بود. از طرفی، در مطالعـات دیگری که هزینـهٔ انرژی را در مردان (۲۳) و زنـان (۱۹) چـاق و مـردان و زنـان دارای اضافه‌وزن و تمرین نکرده (۱۴) کنترل کرده بودند، هیچ تفاوت معناداری در کاهش درصد چربی بدن بین شدت‌های بالا و پایین مشاهده نشد.

نشان داده شـده است که فعالیت لیپولیتیکی در ذخایـر بافت چربـی مختلف (زیرپوسـتی یا داخل شـکمی) ناهمگن اسـت. بافت چربی درون‌شکمی از نظـر فعالیـت لیپولیتیکی فعال‌تریـن ذخیرهٔ بافت چربی اسـت (۱۱). علی‌رغم سـرعت بالای فعالیت لیپولیتیکـی چربی داخل شـکمی، بعید اسـت که در فراهـم کردن اسـیدهای چرب برای اکسـایش عضلـه در طول تمرین سـهم مهمی داشـته باشـد؛ بنابرایـن اغلب اسـیدهای چربی کـه وارد گردش خون می‌شـوند از بافت چربی زیرپوستی استخراج می‌شـوند (۱۳). هم در مردان و هم در زنان چاق و

1. gynoid
2. Android
3. resting metabolic rate

www.SID.ir

غیر چاق اسیدهای چرب آزاد شده از بافت چربی بالاتنه بیش از پایین‌تنه است (۱۷). همچنین، فعالیت لیپولیتیکی در قسمت‌های مختلف چربی زیرپوستی بدن ناهمگن است.

در طول تمرین استقامتی با شدت متوسط حدود نیمی از اسیدهای چرب مورد نیاز را بافت چربی زیرپوستی تأمین می‌کند که سهم چربی زیرپوستی بالاتنه بیش از پایین‌تنه است (۱۳). در مطالعاتی که از روش سوند زدن استفاده شده، نتایج نشان دادند که با افزایش شدت تمرین (شدت کم تا متوسط) سهم بافت چربی پایین‌تنه در تأمین اسیدهای چرب آزاد (حدود ۱۰درصد) افزایش می‌یابد. همچنین، مطالعات میکرودیالیزی نشان دادند که در هنگام فعالیت بدنی درصد افزایش جریان خون بافت چربی زیرپوستی رانی نسبت به شکمی بیش‌تر است (۱). بنابراین انتظار می‌رود که در حجم تمرینی یکسان، تمرین با شدت بالا نسبت به شدت پایین، بر چربی زیرپوستی رانی تأثیر بیش‌تری داشته باشد. به طور کلی، در حال حاضر توافق نظر کاملی در مورد اثر شدت تمرین هوازی بر ترکیب بدن وجود ندارد. همچنین، پژوهش‌های اندکی دربارهٔ اثر شدت تمرین هوازی بر توزیع چربی بدنی انجام شده است. بنابراین، در این مطالعه علاوه بر بررسی تغییرات ترکیب بدن بر اثر برنامهٔ تمرین هوازی با شدت بالا و پایین با حجم برابر، تغییرات توزیع چربی بدن مردان جوان دارای اضافه‌وزن نیز بررسی شده است.

روش‌شناسی

۲۹ دانشجوی پسر تمرین نکرده و جوان دارای اضافه‌وزن ($25kg/m^2 \leq BMI < 30kg/m^2$) آزمودنی‌های این تحقیق را تشکیل دادند. از طریق پرسشنامه‌ای که بین داوطلبان توزیع شد، اطلاعات فردی و سوابق پزشکی آنان جمع‌آوری شد. براساس اطلاعات جمع‌آوری شده از پرسشنامه، تمام آزمودنی‌ها در شروع اجرای تحقیق به هیچ بیماری قلبی- عروقی و جزآن مبتلا نبودند. قبل از جمع‌آوری پرسشنامه، به منظور دریافت رضایتنامهٔ آمادگی از آزمودنی‌ها به منظور شرکت در پژوهش، اطلاعات لازم در خصوص نحوهٔ اجرای پژوهش به صورت کتبی و شفاهی در اختیار آن‌ها قرار گرفت. سپس، آزمودنی‌ها در سه گروه تمرین با شدت بالا (۱۰ نفر)، تمرین با شدت پایین (۱۱ نفر)، و گروه کنترل (۸نفر) قرار گرفتند.

در مدت چهار روز متوالی تمام اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون (اندازگیری چین پوستی هشت نقطه: تحت کتفی، سه‌سر بازو، دوسر بازو، سینه‌ای، شکمی، فوق خاصره، رانی، و ساقی، و اندازه‌گیری دور شکم، کمر، و باسن، همچنین آزمون کوپر) انجام شد. با توجه به اینکه کنترل شدت تمرین با استفاده از ضربان قلب انجام شد، برای مشخص کردن تعداد ضربان قلب در شدت‌های مورد نظر به جای VO_{2max} از معادل آن، یعنی ضربان قلب ذخیره (HRR)[1]، استفاده شد (۷). بدین منظور به آزمودنی‌ها نحوهٔ گرفتن نبض زند اعلایی در حالت استراحت آموزش داده شد و آزمودنی‌ها در پنج روز متوالی بعد از بیدار شدن از خواب ضربان نبضشان را ثبت کردند. میانگین پنج مرتبه اندازه‌گیری در معادلهٔ ضربان قلب استراحتی + (ضربان قلب

1.heart rate reserve

www.SID.ir
Archive of SID

استراحتی – ضربان قلب بیشینه) (HRR%)=ضربان قلب هدف) جایگزین شد. ضربان قلب بیشینه نیز با استفاده از فرمول ۲۲۰–سن به‌دست آمد. برای کنترل بهینهٔ شدت تمرین، ضربان قلب استراحتی بعد از چهار هفته مجدداً اندازه‌گیری شد. همچنین، با انجام مطالعهٔ راهنما بر روی تعدادی از آزمودنی‌ها از توانایی آزمودنی‌ها در انجام شدت و مسافت‌های توصیف شدهٔ تمرین اطمینان حاصل شد. بعد از اتمام هشت هفته، تمام اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون مجدداً انجام شد.

اندازه‌گیری چین زیرپوستی و درصد چربی بدن

درصد چربی بدن آزمودنی‌ها از طریق اندازه‌گیری ضخامت لایهٔ چربی زیرپوستی ناحیهٔ سینه‌ای، شکمی، و رانی با استفاده از کالیپر اندازه‌گیری و با استفاده از معادلات جکسون و پولاک و دیگران محاسبه شد (۷).

(مجموع ضخامت پوستی سه نقطه)^{۲}۰/۰۰۰۰۰۱۶ + (سن)۰/۰۰۲۵۷۴ – (مجموع ضخامت پوستی سه نقطه) ۰/۰۰۰۸۲۶۷ – ۱/۱۰۹۳۸۰= چگالی (گرم بر میلی‌لیتر)

۱۰۰×(۴/۵۰ –[چگالی بدن ÷ ۴/۹۵)]= درصد چربی بدن

لازم به ذکر است که تمام اندازه‌گیری‌ها از سمت راست بدن صورت گرفت. همچنین، سه بار اندازه‌گیری چرخشی در هر ناحیه با توجه به نزدیک‌ترین رقم تا حد ۰/۱ تا ۰/۵ میلی‌متر ثبت شد. متوسط سه رقم، رقم نهایی بود. ۲ تا ۴ ثانیه پس از رهایی دستگیرهٔ کالیپر اندازهٔ ضخامت چربی خوانده شد. به منظور پایایی و روایی خوب، سنجش‌ها در یک زمان از روز و ترجیحاً صبح انجام شدند. روش اندازه‌گیری ضخامت چین پوستی هر ناحیه از بدن براساس روش اندازه‌گیری معادلات جکسون و پولاک بود (۷)، که هشت نقطهٔ تحت کتفی، سه‌سر بازو، دوسر بازو، سینه‌ای، شکمی، فوق خاصره، رانی، و ساقی در سمت راست بدن اندازه‌گیری شدند. همچنین، محیط نواحی کمر (محلی که از کمترین محیط برخوردار بود) و باسن (در برجسته‌ترین قسمت) (۷) به صورت چرخشی هر ناحیه سه مرتبه با استفاده از متر نواری غیر الاستیک با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای برآورد VO_{2max} از آزمون میدانی کوپر استفاده شد. آزمون در مسیر ۴۰۰ متری (پیست دو و میدانی) اجرا شد. کل مسافت طی شده در مدت ۱۲ دقیقه ثبت شد و به کمک معادلهٔ رگرسیون، حداکثر اکسیژن مصرفی برآورد شد (۲):

(مسافت پیموده شده به مایل × ۳۵/۹۷۱۲) + ۱۱/۲۸۷۲ – =(دقیقه/کیلوگرم/میلی‌لیتر) حداکثر اکسیژن مصرفی

برنامهٔ تمرین هوازی

هر گروه تمرین را برای سه جلسه در هفته و هشت هفته انجام دادند. به طوری که در هفتهٔ نخست آزمودنی‌های هر دو گروه جهت آمادگی اولیه مسافت ۲/۵ کیلومتر، در دو هفتهٔ بعدی مسافت سه کیلومتر، در هفته‌های چهارم و پنجم مسافت ۳/۵ کیلومتر، و در سه هفتهٔ پایانی مسافت ۴ کیلومتر را دویدند (شکل ۱). پروتکل

www.SID.ir
Archive of SID

حاضر از پروتکل استفاده شده در مطالعهٔ مارا و همکارانش (۲۰) در سال ۲۰۰۵ الگوبرداری شد که بعد از انجام مطالعهٔ راهنما و با در نظر گرفتن سطح آمادگی آزمودنی‌های مطالعهٔ حاضر، اندکی تعدیل یافت. ضربان قلب آزمودنی‌ها به طور مداوم با استفاده از ضربان‌سنج پلار در جلسات تمرین کنترل شد. از آزمودنی‌های هر سه گروه خواسته شد رژیم غذایی خود را تغییر ندهند و از برنامهٔ غذایی دانشگاه استفاده کنند. همچنین، از آزمودنی‌های گروه کنترل خواسته شد از شرکت در هر گونه فعالیت بدنی به جز فعالیت‌های روزانه خودداری کنند.

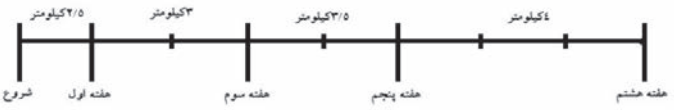
روش آماری

پس از اتمام دورهٔ تمرین و انجام پس‌آزمون، اطلاعات در دو سطح توصیفی و استنباطی تجزیه و تحلیل شدند. با رعایت پیش‌فرض استفاده از آزمون‌های پارامتریک، از آزمون t وابسته برای بررسی تغییرات درون‌گروهی، از آنالیز کوواریانس و متعاقب آن از آزمون تعقیبی بونفرونی برای مشخص کردن تغییرات بین گروهی استفاده شد. اطلاعات با نرم‌افزار SPSS۱۶ و ترسیم شکل‌ها و نمودارها با نرم‌افزار اکسل انجام شد. همچنین، سطح معناداری آزمودن‌ها در این پژوهش $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

از ۲۹ آزمودنی که در پروتکل تمرینی شرکت کردند ۲۵ نفر دوره را تا پایان ادامه دادند. سه نفر از آن‌ها در نیمهٔ ابتدایی دوره از ادامهٔ تمرینات انصراف دادند و ۱ نفر هم در تست‌های پایانی شرکت نکرد. بعد از اتمام دورهٔ تمرینی، اندازه‌گیری‌های پس‌آزمون همانند پیش‌آزمون اجرا شد. آزمون t وابسته نشان داد هر دو گروه تمرینی در تمامی متغیرهای ترکیب بدنی (تودهٔ بدنی، درصد چربی و BMI) و اکثر متغیرهای توزیع چربی (دور کمر، دور باسن، و WHR) کاهش معناداری داشتند ($P<۰/۰۵$)، در حالی که در گروه کنترل هیچ کدام از متغیرها تغییر قابل توجهی نداشتند.

آزمون کوواریانس به منظور همسان‌سازی سطوح اولیهٔ متغیرها، همچنین مشخص کردن تفاوت‌های بین گروهی انجام گرفت. همچنانکه در شکل ۲ مشاهده می‌کنید در تمامی متغیرهای ترکیب بدنی تفاوت‌های بین گروه‌های تمرینی و گروه کنترل قابل توجه بود ($P<۰/۰۵$)، در حالی که تفاوت‌های بین گروه‌های تمرینی کمتر از آن بود که از نظر آماری معنادار شود. با اینکه کاهش میانگین اندازه‌های دور کمر، دور باسن، و WHR در گروه شدت پایین نسبت به شدت بالا تا حدی بیش‌تر بود (شکل ۳)، این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود، علی‌رغم اینکه تفاوت‌های بین گروه‌های تمرینی و



شکل ۱. پروتکل تمرینی

www.SID.ir
Archive of SID

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد پیش‌آزمون ویژگی‌های آزمودنی‌ها

	کنترل (هشت نفر)	شدت پایین (هشت نفر)	شدت بالا (نه نفر)
سن (سال)	۲۴/۶۲±۱/۳۱	۲۳/۶۲±۲/۶۶	۲۵/۰۰±۲/۶۴
قد (سانتی‌متر)	۱۷۷/۵±۴/۹۵	۱۷۵/۴۳±۷/۲۱	۱۷۵/۵۵±۶/۳۸
وزن (کیلوگرم)	۸۸/۲۵±۶/۶۹	۸۴/۰۰±۱۱/۹۵	۸۶/۶۱±۱۰/۹۶
درصد چربی	۱۸/۸۸±۲/۰۴	۱۹/۸۲±۴/۰۰	۱۷/۳۳±۲/۶۶
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۸/۰۱±۰/۹۲	۲۷/۶۱±۲۱/۱۸	۲۷/۴۴±۱/۹۰
VO_{2max} (min/ml/kg)	۲۶/۵۷±۵/۸۹	۲۶/۴۱±۲/۶۸	۳۴/۷۹±۵/۰۸

کنترل در متغیرهای مذکور معنادار بود (P<۰/۰۵).

با توجه به اینکه کاهش‌های چین پوستی رانی و شکمی در هر گروه (گروه کنترل: سانتی‌متر ۰/۵۶- =رانی و سانتی‌متر ۰/۳۴-=شکمی، شدت پایین: سانتی‌متر ۳/۴۳=رانی و سانتی‌متر ۳/۵۶=شکمی، شدت بالا: سانتی‌متر ۲/۷۸=رانی و سانتی‌متر ۱/۳۳=شکمی) مشابه بود، بنابراین نسبت چربی زیرپوستی شکمی به رانی در هیچ گروهی تغییر قابل توجهی نکرد.

علی‌رغم اینکه در تغییرات درون‌گروهی نسبت مجموع چربی زیرپوستی تنه به ضمیمه‌ای در هیچ کدام از گروه‌ها معنادار نبود، با توجه به اینکه این نسبت در گروه با شدت بالا افزایش و در گروه با شدت پایین و کنترل کاهش یافت، تفاوت بین گروه شدت بالا با گروه شدت پایین (P=۰/۰۲) و کنترل (P=۰/۰۲) از نظر آماری معنادار شد (شکل ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

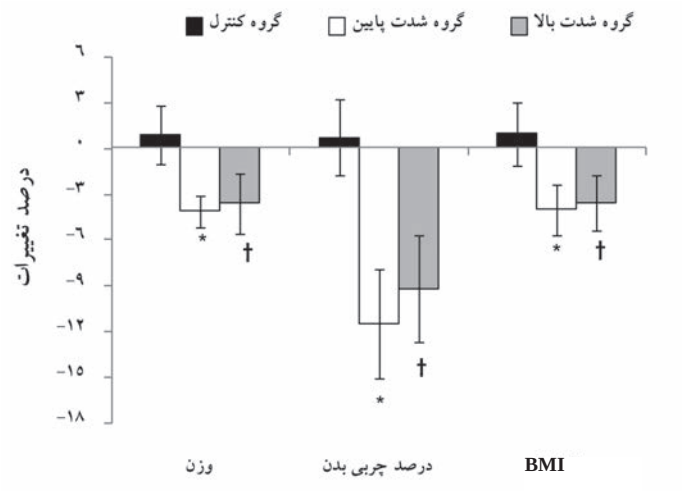
الف) ترکیب بدنی

نتایج پژوهش نشان داد علی رغم اینکه برای آزمودنی‌ها محدودیت کالریایی اعمال نشده بود، هر دو شدت تمرین به کاهش معنادار تودهٔ بدنی، شاخص تودهٔ بدنی، و درصد چربی انجامید. اما تحلیل‌های آماری نشان داد تفاوت‌های بین گروهی در این سه متغیر معنادار نیست و از این جهت با نتایج برخی مطالعات (۱۶، ۱۴، ۱۲، ۱۹) همسوست.

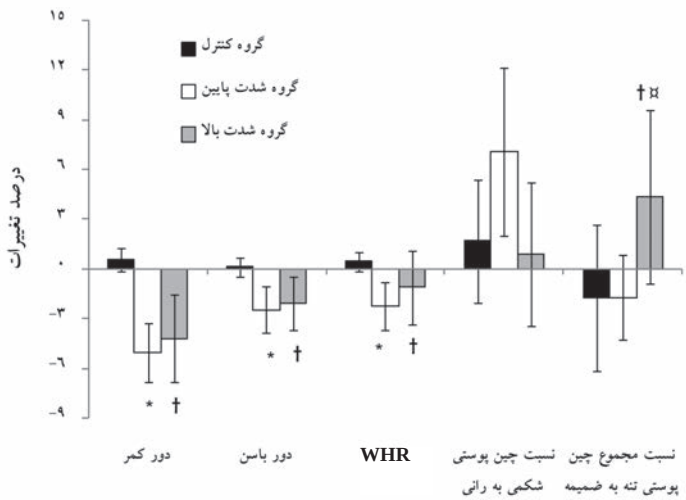
در مطالعهٔ گردیاگین و همکارانش (۱۲)، میزان کاهش درصد چربی بدن در هر دو گروه بیش‌تر بود. این موضوع به بیش‌تر بودن درصد چربی بدن در آغاز دورهٔ تمرینی، همچنین حجم و طول دورهٔ تمرینی بیش‌تر در مطالعهٔ گردیاگین و همکارانش بازمی‌گردد.

نتایج تحقیق براینر و همکارانش (۱۶) با نتایج پژوهش حاضر سازگار بود، اما با توجه به اینکه در مطالعهٔ براینر و همکارانش هزینهٔ انرژی فعالیت در دو گروه کنترل نشده بود، کاهش بیش‌تر درصد چربی بدن در گروه شدت بالا به هزینهٔ انرژی بیش‌تر این گروه نسبت داده می‌شود تا به شدت تمرین.

www.SID.ir
Archive of SID



شکل ۲. درصد تغییرات متغیرهای ترکیب بدنی. *اختلاف معنادار بین گروه شدت پایین و کنترل در سطح P≤۰/۰۵؛ † اختلاف معنادار بین گروه شدت بالا و کنترل در سطح P≤۰/۰۵.



شکل ۳. درصد تغییرات متغیرهای توزیع چربی بدن. *اختلاف معنادار بین گروه شدت پایین و کنترل در سطح P≤۰/۰۵؛ †اختلاف معنادار بین گروه شدت بالا و کنترل در سطح P≤۰/۰۵؛ ¤ اختلاف معنادار بین گروه شدت بالا و شدت پایین در سطح P≤۰/۰۵.

www.SID.ir

در مطالعهٔ سلنتز و همکارانش (۱۹) و موگیوس و همکارانش (۱۸) با اینکه تفاوت‌های بین گروهی در اثرگذاری شدت تمرین بر تودهٔ بدنی از نظر آماری قابل توجه نبود، در گروه شدت پایین کاهش وزن بیش‌تری رخ داد که از این نظر با مطالعهٔ حاضر همخوانی دارند. اما علت کاهش کمتر تودهٔ بدنی در گروه‌های شدت بالا در مطالعهٔ کریس و همکارانش و موگیوس و همکارانش با افزایش تودهٔ بدون چربی در این مطالعات قابل توضیح است، در حالی که در مطالعهٔ حاضر تودهٔ خالص بدنی در هر دو گروه تغییر معناداری نداشت. موگیوس و همکارانش کاهش بیش‌تر تودهٔ بدنی را در گروه شدت پایین نسبت به شدت بالا به آثار متفاوت دو شدت بر عادت‌های تغذیه‌ای و فعالیت بدنی آزمودنی‌ها نسبت دادند.

اسون‌سون و کن‌لی (۲۱) اثر مداخلهٔ تمرینی دوچرخهٔ دوازده هفته‌ای در پنج جلسه در هفته را با شدت‌های بالا و پایین بر ترکیب بدن پانزده مرد بالغ بررسی کردند. آنالیزهای آماری نشان دادند با اینکه مدت زمان فعالیت هر دو گروه یکسان (۴۵ دقیقه) بود، همسو با مطالعهٔ حاضر کاهش تودهٔ چربی در گروه شدت پایین بیش از شدت بالا بود. هر چند این تفاوت بین گروه‌ها از نظر آماری معنادار نبود. اما علی رغم اینکه بار کاری در گروه شدت بالا ۳۳ درصد بیش از گروه با شدت پایین بود و منجر به افزایش هزینهٔ انرژی این گروه شد، کاهش تودهٔ چربی کمتر بود. محققان این مطالعه این نتیجهٔ بحث‌برانگیز را به دریافت بیش‌تر انرژی در گروه شدت بالا نسبت دادند، چرا که در آن مطالعه مانند پژوهش حاضر رژیم غذایی کنترل نشده بود.

همسو با مطالعهٔ حاضر، نتایج به‌دست آمده از مطالعهٔ بالور و همکارانش در سال ۱۹۹۰ (به نقل از ۱۶) نیز به عدم تفاوت آثار تمرین هوازی با شدت بالا و پایین بر ترکیب بدنی اشاره دارد. اما در مطالعهٔ بالور و همکارانش آزمودنی‌ها محدودیت شدید کالریایی (۱۲۰۰ کیلوکالری در روز) داشتند. آن‌ها براساس بهرهٔ تنفسی انرژی‌ای را محاسبه کردند که از کربوهیدرات در حین فعالیت با شدت بالا (۷۰ تا ۸۰ درصد VO_{2max}) و شدت پایین (۴۰ تا ۵۰ درصد VO_{2max}) مشتق می‌شد و به ترتیب ۷۴/۱ درصد و ۳۳/۴ درصد بود. بنابراین، پیش‌بینی کردند به دلیل اینکه در گروه شدت پایین چربی سوبسترای غالب است، تغییرات ایجاد شده در ترکیب بدن این افراد بیش از آزمودنی‌های گروه شدت بالا خواهد بود ولی نتایج مطالعه تفاوت قابل توجهی را نشان نداد. بالور و همکارانش در توضیح نتایج به‌دست آمده به کافی نبودن تکرار و مدت تمرین، تفاوت در رژیم غذایی و ارتباط قوی‌تر کاهش وزن به کل هزینهٔ انرژی و نه شدت تمرین اشاره کردند.

ب) توزیع چربی بدن

هر دو شدت تمرینی در پژوهش حاضر باعث کاهش معناداری در دور کمر و باسن و WHR شد. همچنین، تمامی چین‌های پوستی اندازه‌گیری شده (تحت کتفی، سه‌سر بازو، دوسر بازو، سینه‌ای، شکمی، فوق خاصره، رانی، و ساقی) و مجموع چربی زیرپوستی تنه و ضمیمه‌ای نیز تحت تأثیر تمرین کاهش یافتند. این کاهش‌ها با کاهش درصد چربی بدن که در هر دو گروه رخ داد سازگار است.

ترمبلای و همکارانش (۱۶) نشان دادند افرادی که در فعالیت‌های شدید شرکت می‌کنند نسبت به

www.SID.ir

آن‌هایی که شـدت فعالیت‌شـان پایین‌تـر بود چربی زیرپوسـتی کمتـری دارند. شـواهد آزمایشـگاهی نشان می‌دهند شـدت تمرین بر دریافت انرژی تأثیر می‌گـذارد، بنابراین مطابق با مطالعات گذشـته (۱۷) ممکن است فعالیت شـدید اثر منع‌کننده‌ای بر اشتها داشـته باشـد. همچنین، کاهش بیش‌تـر چربی بدن افرادی که در فعالیت‌های شـدید شـرکت می‌کنند، ممکن اسـت با افزایش بیش‌تر RMR بعد از فعالیت توجیه شود.

دونلی و همکارانـش (۱۰) گزارش کردند که افزایـش RMR ناشـی از فعالیت ممکن اسـت به سـطح شدت فعالیت مرتبط باشـد. در مطالعهٔ لنون و همکارانش مشـخص شد که WHR در افرادی کـه در فعالیت‌های با شـدت بالا شـرکت کردند نسـبت به افرادی که شدت فعالیت‌شان پایین‌تر بود کوچک‌تر اسـت. این موضوع به کاهش ترجیحی چربی همراه فعالیت با شـدت بالا اشـاره دارد و تا سـال ۱۹۸۵ بـرای اولین بار بود کـه چنین کاهش ترجیحی‌ای گزارش شد.

مطالعهٔ گردیاگین و همکارانش (۱۲) نشـان داد تفاوت‌هـای بین گروهی در میـزان کاهش مجموع چربی زیرپوسـتی همچنین تفاوت‌های بین گروهی در موضع‌های مختلف چربی زیرپوستی ناچیز است. این یافته‌ها با این حقیقت همسوست که مقدار کاهش تودهٔ چربی در هر دو گروه مشـابه است. از این نظر یافته‌های مطالعهٔ حاضر با این نتایج همسویند. اگرچه تجزیه و تحلیل اندازه‌های دور اندام‌ها نشان می‌دهد، بـه طور کلـی در مطالعهٔ گردیاگیـن و همکارانش گروه با شـدت پایین ۳۸ درصـد در اندازه‌های دور اندام‌ها (مجموع دور مچ، سـینه، کمر، شکم، باسن، ران، و سـاق) (۱۱/۴ سـانتی‌متر) نسـبت به گروه با شـدت بالا (۷ سانتی‌متر) کاهش بیش‌تری دارد. این یافته‌ها بـا این حقیقت که گروه با شـدت بالا تودهٔ بدون چربی بیش‌تری نسـبت به شدت پایین کسب کرده سازگار است.

از طرفـی، در مطالعهٔ گردیاگیـن و همکارانش (۱۲) تفاوت‌های عمده‌ای در دور باسـن و کمر رخ داده بـود، به طوری کـه گروه با شـدت پایین ۵/۱ سـانتی‌متر کاهش در دور باسـن و ۲/۸ سانتی‌متر در دور کمـر داشـتند، در حالی که دور باسـن و کمر گروه با شـدت بـالا به ترتیب ۱/۶ و ۰/۹ سـانتی‌متر کاهـش یافت. تغییـرات توزیـع چربی بـدن که با اندازه‌گیری دور اندام‌ها در پژوهش حاضر مشـاهده شـد شباهت زیادی به این یافته‌ها (۱۲) دارد، چرا که در مطالعـهٔ حاضر نیز مجموع کاهش اندازه‌های دور اندام‌ها (مجموع دور کمر و باسـن) در گروه شدت پایین بیش از شدت بالا بود (۷/۲۲ سانتی‌متر در مقابل ۶/۰۲).

برعکـس مطالعـهٔ حاضـر کـه WHR در هر دو گـروه کاهـش یافـت، در مطالعـهٔ گردیاگین و همکارانـش (۱۲) WHR در هـر دو گروه تمرینی اندکی افزایش یافت، هر چند که این افزایش معنادار نبود. این تضاد که بین دو مطالعه مشـاهده می‌شـود با کاهش بیش‌تر دور باسـن نسـبت به دور کمر در مطالعـهٔ گردیاگین و همکارانـش و عکس این تغییر در مطالعـهٔ حاضـر توجیه‌پذیر اسـت. گردیاگین و همکارانش کاهش بیش‌تـر دور اندام‌ها را در گروه شدت پایین به افزایش کمتر تودهٔ بدون چربی نسبت به گروه شدت بالا نسـبت دادند. آنان اظهار داشتند که افزایش تودهٔ بدون چربی ممکن اسـت به شـکل

www.SID.ir
Archive of SID

افزایش عضلهٔ گلوتئال، شکمی، پشتی، یا ذخیرهٔ بیش‌تر گلیکوژن در این عضلات ظاهر شود.

ترمبلای و همکارانش (۲۲) در مطالعهٔ دیگری نشان دادند علی‌رغم هزینهٔ انرژی بیش‌تر (بیش از دو برابر)، گروه تمرین یکنواخت با شدت متوسط نسبت به گروه تمرین تناوبی شدید، کاهش کمتری در چربی زیرپوستی نشان دادند. در این مطالعه، میزان کاهش چربی زیرپوستی اندام ضمیمه‌ای (۷/۲ میلی‌متر) نسبت به تنه (۲/۴ میلی‌متر) بیش‌تر بود که این تغییرات با فرضیه‌ای (۱) که بیان می‌دارد در شدت‌های تمرینی بالا، جریان خون اندام‌ها به خصوص اندام تحتانی بیش‌تر می‌شود و به همان نسبت، سهم فراخوانی چربی از این موضع‌ها افزایش می‌یابد همخوانی دارد.

در مطالعهٔ حاضر در هر دو گروه تمرینی، تغییرات این نسبت از لحاظ آماری معنادار نبود، به طوری که در گروه شدت پایین کاهش اندکی (۰/۰۲) و در گروه شدت بالا (۰/۰۵) افزایش یافت که منجر به معنادار شدن تفاوت بین گروه‌ها شد. کاهش نسبت مجموع چربی زیرپوستی تنه به ضمیمه‌ای در گروه با شدت پایین ناشی از کاهش بیش‌تر چربی در بخش تنه نسبت به اندام ضمیمه‌ای بود، در حالی که در گروه با شدت بالا عکس این تغییر رخ داد، به طوری که میزان کاهش چربی در ناحیهٔ اندام‌های ضمیمه‌ای بیش‌تر بود و از این جهت با یافته‌های ترمبلای و همکارانش (۲۲) در سال ۱۹۹۴همسوست.

نشان داده شده است که هنگام فعالیت ورزشی هوازی با شدت کم تا متوسط (۲۵ تا ۶۵ درصد VO_{2max}) غلظت اپی‌نفرین پلاسما بین ۵۰ تا ۳۰۰ پیکوگرم در میلی‌لیتر (pg/ml) است، که در این غلظت، کاتکولامین‌ها گیرنده‌های بتا-آدرنرژیک موجود در عضلات عروق بافت چربی و عضلات اسکلتی را تحریک می‌کنند. بدین ترتیب جریان خون این بافت‌ها افزایش می‌یابد (۱۳). اما در غلظت‌های بیش از ۳۰۰ pg/ml اپی‌نفرین، که ناشی از فعالیت هوازی در شدت‌هایی بیش از ۶۵ درصد VO_{2max} است، رهایش اسیدهای چرب به داخل خون کاهش می‌یابد که با تنگی عروق ناشی از تحریک گیرنده‌های آلفا ۲-آدرنرژیک سلول‌های بافت چربی در غلظت‌های بالای کاتکولامین‌های پلاسما مرتبط است. بنابراین، غلظت زیاد کاتکولامین‌ها، کاهش جریان خون بافت چربی و در نتیجه کاهش رهایش اسیدهای چرب را به گردش خون عمومی به دنبال دارد (۲۰).

به نظر می‌رسد جریان خون بافت چربی در هنگام فعالیت هوازی با شدت بالا (بیش از ۶۵ درصد VO_{2max}) در نواحی‌ای از بافت چربی که عمق بیش‌تری دارند (مانند چربی زیرپوستی تنه) نسبت به بخش‌هایی از بافت چربی زیرپوستی که دارای ضخامت کمتری است (مانند چربی زیرپوستی اندام‌های ضمیمه‌ای) کاهش بیش‌تری داشته باشد، چرا که به تناسب ضخیم‌تر شدن بافت چربی زیرپوستی، مسلماً مویرگ‌های موجود در آن نیز طویل‌تر می‌شوند و از آنجا که میزان جریان خون با طول عروق رابطهٔ عکس دارد (۵)، میزان کاهش جریان خون در نواحی با ضخامت بیش‌تر نسبت به نواحی با ضخامت کمتر بیش‌تر خواهد بود.

با توجه به اینکه گروه شدت بالا در پژوهش حاضر، با شدتی بیش از ۶۵ درصد VO_{2max} و گروه شدت پایین با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد VO_{2max} (در

www.SID.ir
Archive of SID

دامنهٔ ۲۵ تا ۶۵ درصد VO_{2max}) فعالیت کردند، بنابراین شاید بتوان از توضیح بالا برای توجیه تفاوت بین گروهی مشاهده شده در تغییرات نسبت مجموع چربی زیرپوستی تنه به اندام‌های ضمیمه‌ای استفاده کرد. هر دو شدت منجر به تغییر معنادار نسبت چربی زیرپوستی شکمی و رانی نشدند، با این حال این نسبت در هر دو گروه اندکی افزایش داشت که نشان‌دهندهٔ کاهش چربی بیش‌تر (هر چند بسیار اندک) از اندام ضمیمه‌ای نسبت به تنه بود. این نتیجه با یافته‌های اکثر مطالعاتی (۱۲، ۱۹) که به کاهش بیش‌تر از ناحیهٔ بالاتنه اشاره داشتند در تضاد است. در هیچ کدام از مطالعات پیشین از این نسبت استفاده نشده بود تا امکان مقایسهٔ نتایج مطالعهٔ حاضر با آن‌ها ایجاد شود. از طرفی، با توجه به معنادار نبودن تغییرات این نسبت، احتمالاً افزایش اندک این نسبت ناشی از دیگر عوامل مداخله‌گر نظیر تغذیه و دقت روش اندازه‌گیری است.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر احتمالاً هر دو شدت تمرینی تأثیر مشابهی بر ترکیب بدن و دور اندام‌ها دارند. به نظر می‌رسد فعالیت با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد VO_{2max} در مقایسه با فعالیت با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد VO_{2max} به کاهش بیش‌تر چربی زیر پوستی از اندام ضمیمه‌ای می‌انجامد، در حالی که چربی زیر پوستی تنه بیش‌تر تحت تأثیر فعالیت با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد VO_{2max} قرار می‌گیرد. بنابراین، افراد دارای اضافه‌وزن برای دستیابی به کاهش وزن معین و برخورداری از فواید سلامتی آن با توجه به سطح آمادگی هوازی و صرفه‌جویی در زمان و توزیع چربی بدن (چاقی تنه یا اندام ضمیمه‌ای)، باید با آگاهی و منطق کامل‌تری مناسب‌ترین شدت فعالیت را انتخاب کنند.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

۱. باربارا، نیکولاس، ۱۳۸۷، فعالیت ورزشی استقامتی و بافت چربی، ترجمهٔ محمد فرامرزی، انتشارات پژوهشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی.

۲. ترتیبیان، بختیار؛ خورشیدی‌حسینی، مهدی، ۱۳۸۵، برآورد شاخص‌های فیزیولوژیک در ورزش، انتشارات تیمورزاده.

۳. دمیرچی ارسلان، مهربانی جواد، ۱۳۸۸، شیوع چاقی، اضافه‌وزن، و پرفشاری خون و عوامل خطرزای مرتبط با آن‌ها در مردان بزرگسال، فصلنامهٔ المپیک، ۴۷: ۸۷-۱۰۳.

۴. سیاه‌کوهیان، معرفت؛ جوادی، ابراهیم؛ قراخانلو، رضا؛ ناظم، فرزاد، ۱۳۸۲، مقایسهٔ اثر شدت تمرینات هوازی بر عامل‌های خطرزای قلبی- عروقی در مردان بزرگسال، فصلنامهٔ المپیک، ۲۳:۵۳-۶۱.

۵. گایتون، آرتور؛ هال، جان، ۱۳۷۸، فیزیولوژی پزشکی، ترجمهٔ فرخ شادان، چاپ نهم، انتشارات چهر.

۶. محبی، حمید؛ رمضانی‌نژاد، رحیم؛ امیری‌دوماری، محمد، ۱۳۸۴، آمادگی قلبی- تنفسی، میزان چربی بدن و عامل‌های خطرزای بیماری کرونری قلب در پسران نوجوان، فصلنامهٔ المپیک، ۲۹: ۱۰۷-۱۱۴.

۷. هی‌وارد، ویوهان‌اچ.، ۱۳۸۳، اصول علمی و تمرین‌های تخصصی آمادگی جسمانی، ترجمهٔ عباسعلی گائینی، حمید رجبی، محمدرضا حامدی‌نیا، احمد آزاد، انتشارات ادارهٔ کل نیروی انتظامی.

8. Blaak, E. (2001). "Gender differences in fat metabolism", Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 4(6):499-502.

9. Blair, S. (2002). "The public health problem of increasing prevalence rates of obesity and what should be done about it", Mayo Clin Proc, 77: 109-113.

10. Donnelly, J.E.; Smith, B.; Jacobsen, D.J.; Kirk, E.; Dubose, K.; Hyder, M.; Bailey, B.; Washburn, R. (2004). "The role of exercise for weight loss and maintenance", Best Pract Res Clin Gastroenterol, 18(6):1009-29.

11. Glisezinski, I.; Moro, C.; Pillard, F.; Marion-Latard, F.; Harant, I.; Meste, M.; Berlan, M.; Crampes, F.; Rivie`re, D. (2003). "Aerobic training improves exercise-induced lipolysis inSCAT and lipid utilization in overweight men", Am J Physiol Endocrinol Metab, 285: 984–990.

12. Grediagin, M.A.; Cody, M.; Rupp, J.; Bernardot, D.; Shern, R. (1995). "Exercise intensity does not affect body composition change in untrained, moderately overfat women", J Am Dietetic Assoc, 95:661-665.

13. Horowitz, J.F. (2003). "Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise", Trends Endocrinol Metab, 14(8):386-92.

14. Jakicic, J.M.; Marcus, B.H.; Gallagher, K.I.; Napolitano, M.; Lang, W. (2003). "Effect of exercise duration and intensity on weight loss in overweight, sedentary women", JAMA, 290(10):1323-30.

15. Jenesen, M.D. (1997). "Lipolysis: contribution from regional fat", Annu Rev Nutr, 17:127-39.

16. Marra, C.; Bottaro, M.; Oliveira, R.J.; Novaes, J.S. (2005). "Effect of moderate and high intensity aerobic exercise on the body composition of overweight men", JEPonline, 8(2): 39-45.

17. Martins, C.; Morgan, L.M.; Bloom, S.R.; Robertson, M.D. (2007). "Effects of exercise on gut peptides, energy intake and appetite", J Endocrinol, 193(2):251-8.

18. Mougios, V.; Kazaki, M.; Christoulas, K.; Ziogas, G.; Petridou, A. (2006). "Does the intensity of exercise programme modulate body composition changes?", Int J Sports Med, 27: 178-181.

19. Slentz, C.A.; Duscha, B.D.; Johnson, J.L.; Ketchum, K.; Aken, L.B.; Samsa, G.P.; Houmard, J.A.; Bales, C.W.; Kraus, W.E. (2004). "Effects of the amount of exrcise on body weight, body composition and measures of

www.SID.ir
Archive of SID

central obesity", Arch Intern Med, 164: 31- 39.

20. **Spriet, L.L. (2002). "Regulation of skeletal muscle fat oxidation during exercise in humans", Med Sci Sports Exerc, 34(9):1477-84.**
21. **Swenson, E.J.; Conlee, R.K. (1979). "Effects of exercise intensity on body composition in adult males", J Sports Med, 3:323-326.**
22. **Tremblay, A.; Simoneau, J.A.; Bouchard, C. (1994). "Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism", J Metabol, 7:814-818.**
23. **Van Aggel-Leijssen, D.P.; Saris, W.H.; Wagenmakers, A.J.; Senden, J.M.; van Baak, M.A. (2002). "Effect of exercise training at different intensities on fat metabolism of obese men", J Appl Physiol, 92: 1300-1309.**

Archive of SID

www.SID.ir