فیزیولوژی ورزشی شماره ۱۲، زمستان ۱۳۹۰، صص ۲۶-۱۳

اثر تمرینات الاستیک، پلایومتریک و مقاومتی بر عملکرد بی‌هوازی والیبالیست‌های نخبهٔ استان کردستان

فردین کلوندی[۱]، اصغر توفیقی[۲]، خالید محمدزاده سلامت[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۰/۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۵/۱۷

چکیده

توان، ترکیبی از قدرت و سرعت و از عوامل مهم موفقیت ورزشکار در رقابت‌های ورزشی است. تمرینات الاستیک و پلایومتریک به‌عنوان روش‌هایی نسبتاً جدید برای بهبود توان معرفی شده‌اند. با توجه به کمبود مطالعات انجام شده در زمینهٔ اثرات تمرینات الاستیک بر عملکردهای بدنی، در این تحقیق تفاوت بین اثر تمرینات الاستیک، پلایومتریک و مقاومتی بر عملکرد بی‌هوازی والیبالیست‌های نخبهٔ استان کردستان بررسی شد. ۳۰ نفر از والیبالیست‌های نخبه (میانگین سنی۱/۵۹±۲۴/۸۶ سال، قد ۳/۸۴±۱۸۷ سانتی‌متر و وزن ۲/۹۳±۷۸/۸۳ کیلوگرم) به‌طور داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند و به‌صورت تصادفی به سه گروه تقسیم شدند: گروه تمرین الاستیک (۱۰نفر)، گروه تمرین پلایومتریک (۱۰نفر) و گروه تمرین مقاومتی (۱۰نفر). هر سه گروه به مدت هشت هفته، دو جلسه در هفته و طبق برنامه‌ای مدون به تمرین پرداختند. قبل و پس از برنامهٔ تمرین، پیش و پس‌آزمون پرش عمودی، دویدن ۴۵/۷۲ متر، قدرت عضلانی پا (اسکات) از آزمودنی‌ها به عمل آمد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی، t همبسته، ANOVA یک‌طرفه و آزمون غیرپارامتریک کروسکال والیس استفاده شد. تحلیل داده‌ها نشان داد در رکوردهای پس‌آزمون آزمودنی‌ها، در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی‌داری روی داده است. تحلیل ANOVA یک‌راهه نشان داد رکوردهای دویدن ۴۵/۷۲ متر گروه تمرین الاستیک به‌طور معنی‌داری کمتر از دیگر گروه‌هاست ($p<۰/۰۵$). پس از تمرین، میانگین قدرت عضلانی در گروه تمرین قدرتی و الاستیک نیز بیشتر از گروه تمرین پلایومتریک بود ($p<۰/۰۵$). با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد تمرین الاستیک می‌تواند روشی مفید در بهبود برخی عملکردهای بی‌هوازی ورزشکاران باشد.

کلیدواژه های فارسی: تمرین الاستیک، عملکرد بی‌هوازی، توان انفجاری.

۱. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
۲. استادیار دانشگاه ارومیه Email: a.tofighi@mail.urmia.ac.ir
۳. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج (نویسندهٔ مسئول) Email: kh.mohamadzadeh@iausdj.ac.ir

مقدمه

پیشرفت‌های علوم ورزشی در سال‌های اخیر بسیار چشمگیر بوده و آمادگی جسمانی نیز به‌عنوان بخش مهمی از این پیشرفت‌ها، از تنوع، تغییر و توسعه به دور نبوده است. انجام تمرینات خاص برای رسیدن به آمادگی مطلوب در رشته‌های ورزشی و همچنین در بحث تندرستی عمومی اهمیت ویژه‌ای دارد. اگر این تمرینات بر پایهٔ تحقیقات علمی استوار باشد، نتایج بهتری در پی خواهد داشت. از بین عوامل آمادگی جسمانی، توان عاملی مهم در موفقیت ورزشکاران محسوب می‌شود و توان بی‌هوازی اندام تحتانی عاملی مهم در رشته‌هایی مانند والیبال، فوتبال، بسکتبال، وزنه برداری، تکواندو و ... است. در چند دههٔ اخیر، روش‌های مختلفی برای تقویت توان بی‌هوازی اندام تحتانی به کار برده شده است که از آن جمله می‌توان به تمرینات با وزنه و تمرینات سرعتی اشاره کرد. اخیراً نیز تمرینات پلایومتریک به‌عنوان شیوه‌ای مؤثر، مورد توجه مربیانی قرار گرفته است که در پی تقویت عملکردهای سرعتی و انفجاری ورزشکاران هستند. اصولاً ویژگی ذاتی این نوع تمرینات، تلفیق قدرت و سرعت برای تولید توان است. این تمرینات با درگیر کردن تعداد بیشتری از تارهای عضلانی در اثر فعال شدن دوک‌های عضلانی و بهره‌مندی از ویژگی الاستیک یا کشسانی عضلات، سازگاری‌های عملکردی مختلفی در عضلات به‌وجود می‌آورند که نتیجهٔ آن عملکرد بهتر و هماهنگ‌تر عضلات (هماهنگی در به‌کارگیری عضلات) و ایجاد قدرت انفجاری بیشتر در عمل است (۱). این سازگاری، به‌ویژه در رشته‌هایی که نیازمند پرش‌های پیاپی به مدت طولانی‌اند، اهمیت بیشتری دارد.

والیبال رشته‌ای ورزشی با ویژگی‌های حرکتی مانند توان، چابکی و سرعت است؛ بنابراین ورزشکاران برای افزایش عملکرد خود باید هماهنگی عصبی - عضلانی ویژهٔ والیبال را ارتقاء دهند. توان، قابلیت سیستم عصبی - عضلانی برای تولید نیروی سریع است و به‌عنوان محصول نیروی عضلانی تولید شده در سرعت حرکت تعریف می‌شود؛ بنابراین بهبود در قدرت یا سرعت ورزشکاران، توانایی تولید توان را در آن‌ها بهبود می‌بخشد (۲). افزایش قدرت در تمرینات مقاومتی با کندی حرکات همراه است؛ از این رو ممکن است ورزشکاری دارای تودهٔ بدون چربی عضلانی زیاد، ولی فاقد توانایی حرکات سریع و قوی باشد. برای حل این مشکل از تمرینات بالستیک (پرتابی) به روش جابه‌جایی اشیایی مانند توپ طبی، پرتاب چکش، کیسه‌های سنگین و تمرینات پلایومتریک استفاده شده است که موجب بهبود سرعت تولید نیرو (توان) می‌شود (۳). تمرینات پلایومتریک مجموعه‌ای از حرکات سریع و نیرومند است که شامل یک انقباض

برون‌گرا و بلافاصله یک انقباض درون‌گرای قوی است. از نظر فیزیولوژیکی نیز ثابت شده است که اگر عضله قبل از انقباض تحت کشش قرار گیرد، قوی‌تر و سریع‌تر منقبض خواهد شد (۲). این روش‌های تمرینی در افزایش توان مؤثر است، اما اصل اضافه بار با محدودیت همراه است (۴). طبق تحقیقات برایان و همکاران (۲۰۰۶)، چیگارلی (۲۰۰۶)، زیون و دی مرسمن (۲۰۰۲) ،مایکل و راجرز (۲۰۰۲)، ویلیام و راندال (۲۰۰۲) و زیبائی (۱۳۷۹) تمرینات الاستیک روشی جدید در تمرینات پلایومتریک است که در آن از باندهای کشی استفاده می‌شود و با افزایش قدرت و توان، افزایش دامنهٔ انعطاف‌پذیری مفاصل و کاهش میزان آسیب‌دیدگی همراه است (۵- ۱۰). علاوه بر این، کوان و همکاران (۲۰۱۰)، بلر و همکاران (۲۰۱۰) و همچنین وبر و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که تمرینات الاستیک موجب افزایش تودهٔ عضلانی، افزایش قدرت اندام فوقانی و تحتانی بدن، کاهش میزان چربی شکمی و کل بدن می‌شود، اما تغییری در VO_2 در آستانه بی‌هوازی و حساسیت به انسولین در بیماران دیابتی نوع ۲ ایجاد نمی‌کند. این محققان در زمان حرکت زنان سالمند نیز کاهش معنی‌داری مشاهده کردند (۱۱- ۱۳). با این حال، با توجه به نبود پژوهشی در زمینهٔ مقایسهٔ اثر تمرینات الاستیک، پلایومتریک و مقاومتی بر شاخص‌های منتخب بی‌هوازی، محققان درصدد برآمدند تأثیر تمرینات الاستیک، پلایومتریک و قدرتی را روی آزمون‌های پرش عمودی، دویدن ۴۵/۷۲ متر و اسکات والیبالیست‌های نخبهٔ شهر سنندج مطالعه کنند.

روش‌شناسی پژوهش

از آنجا که تحقیق حاضر به بررسی اثر متغیرهای مستقل (تمرینات الاستیک، پلایومتریک و قدرتی) بر متغیرهای وابسته (ارتفاع پرش عمودی، رکورد دویدن ۴۵/۷۲ متر و یک تکرار بیشینه حرکت اسکات) پرداخته است و از گروه‌ها پیش‌آزمون و پس‌آزمون به عمل آمد و نظر به اینکه کنترل تمام متغیرهای مخل امکان پذیر نبود، در تقسیم‌بندی طرح‌های نیمه‌تجربی از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون بدون گروه کنترل قرار می‌گیرد.

جامعهٔ آماری این تحقیق والیبالیست‌های نخبهٔ شهرستان سنندج بودند که ۳۰ نفر از آنان به‌صورت داوطلب به‌عنوان نمونهٔ تحقیق پذیرش شدند. تمامی ورزشکاران از سلامت کامل برخوردار بودند (که با استفاده از پرسشنامهٔ Par-Q and you برای افراد ۱۵ تا ۶۹ سال تعیین شد[۱۴]) و دارای میانگین سنی۱/۵۹±۲۴/۸۶ سال، قد ۸۴/۳±۱۸۷سانتی‌متر و وزن ۲/۹۳±۷۸/۸۳ کیلوگرم بودند. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به سه گروه تمرینات الاستیک (۱۰ n

=)، تمرینات پلایومتریک (n =۱۰) و تمرینات قدرتی (n =۱۰) تقسیم شدند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌های تمرینی

متغیر / گروه	سن(M± SD) (سال)	قد(M± SD) (سانتی‌متر)	وزن(M± SD) (کیلوگرم)
گروه مقاومتی	۲۵/۱±۱/۶۶	۱۸۷/۲±۴/۰۲	۷۹/۳±۲/۹۸
گروه پلایومتریک	۲۵/۲±۱/ ۸۱	۱۸۷/۳±۳/۰۹	۷۹/۳±۲/۱۶
گروه الاستیک	۲۴/۳±۱/۲۵	۱۸۶/۵±۴/۴۳	۷۷/۹±۳/۵۷

با همکاری ادارهٔ تربیت بدنی و هیئت والیبال استان کردستان، مجموعهٔ ورزشی استقلال در اختیار محققان قرار گرفت. برای آشنا کردن آزمودنی‌ها با نحوهٔ انجام تمرینات (قدرتی، پلایومتریک و الاستیک) سه جلسهٔ توجیهی قبل از شروع دورهٔ تمرین برگزار شد. بعد از این مرحله، پیش‌آزمون برای پرش عمودی، دویدن ۴۵/۷۲متر، قدرت عضلانی اندام تحتانی (اسکات) از آزمودنی‌ها به عمل آمد. پس از اجرای پیش‌آزمون، سه گروه تجربی به مدت هشت هفته و هفته ای دو جلسه (شنبه و سه شنبه از ساعت ۱۶ الی ۱۸) به تمرین پرداختند. زمان هر جلسه تمرین برای هر گروه دو ساعت بود. تمرین گروه تمرینات مقاومتی در سالن وزنه، گروه تمرینات پلایومتریک روی پله و گروه تمرینات الاستیک، با استفاده از دستگاه حرکات توانی محقق‌ساخته انجام شد. در آغاز هر جلسهٔ تمرین، آزمودنی‌ها سه دقیقه دو آرام، پنج دقیقه حرکات کششی و پنج دقیقه نیز حرکات نرمشی برای گرم کردن انجام دادند و بعد از تمرینات اصلی نیز ۱۰ دقیقه با حرکات کششی (به‌منظور سرد کردن) انجام شد.

تمرینات مورد نظر برای گروه مقاومتی شامل اسکات، پرس پا خوابیده دستگاه، پرس پا نشسته و پرس پا با سیم کششی بود (جدول۲). برای حفظ اصل اضافه بار هر دو هفته ۲۰ درصد یک تکرار بیشینه بر فشار تمرین اضافه شد، به غیر از دو هفتهٔ آخر که به‌منظور بازیابی، فشار کار به اندازهٔ هفته‌های سوم و چهارم بود. تعداد تکرارها در هر سِت و نیز فاصلهٔ استراحت بین ست‌ها نیز مطابق جدول ۲، از هفتهٔ پنجم هر دو هفته کاهش یافت.

جدول۲. برنامهٔ تمرینات گروه مقاومتی

تمرین / هفته	۱ و ۲	۳ و ۴	۵ و ۶	۷ و ۸
اسکات (kg)	۴-۱۰(٪۴۰) ۶۰ s*	۴-۱۰(٪۶۰) ۶۰ s	۴-۸(٪۸۰) ۵۰ s	۴-۶(٪۶۰) ۴۰ s
پرس پا خوابیده دستگاه (kg)	۴-۱۰(٪۴۰) ۶۰ s	۴-۱۰(٪۶۰) ۶۰ s	۴-۸(٪۸۰) ۵۰ s	۴-۶(٪۶۰) ۴۰ s
پرس پا نشسته (kg)	۴-۱۰(٪۴۰) ۶۰s	۴-۱۰(٪۶۰) ۶۰ s	۴-۸(٪۸۰) ۵۰ s	۴-۶(٪۶۰) ۴۰ s
پرس پا سیم کششی (kg)	۴-۱۰(٪۴۰) ۶۰ s	۴-۱۰(٪۶۰) ۶۰s	۴-۸(٪۸۰) ۵۰ s	۴-۶(٪۶۰) ۴۰ s

*تعداد ست‌ها، تعداد تکرار، درصد 1RM، استراحت بین ست‌ها

تمرینات مورد نظر برای گروه پلایومتریک شامل پرش از ارتفاع[1]، پرش اسکات پا باز[2]، پرش جانبی[3] و پرش از ارتفاع و جهش به بالا بود (جدول۳). برای حفظ اصل اضافه بار هر دو هفته حجم تمرینات به‌وسیلهٔ افزایش تعداد دفعاتی که هر عضو در حرکت درگیر می‌شد و همچنین شدت تمرین هر دو هفته به‌وسیلهٔ افزایش ارتفاع جعبه‌ها به میزان ۱۰ cm (دو هفتهٔ آخر ۱۵cm)، مطابق جدول ۳ افزایش یافت.

جدول۳. برنامهٔ تمرینات گروه پلایومتریک

تمرین / هفته	۱ و ۲	۳ و ۴	۵ و ۶	۷ و ۸
پرش از ارتفاع (تعداد)	۴-۶ (۴۰) ۳۰s	۳-۸ (۵۰)۳۰ s	۴-۷ (۶۰) ۳۰ s	*۴-۸ (۷۵) ۳۰ s
پرش اسکات پا باز (تعداد)	۴-۶ (۴۰) ۳۰s	۳-۸ (۵۰)۳۰ s	۴-۷ (۶۰) ۳۰ s	**۴-۸ (۷۵) ۳۰ s
پرش جانبی (تعداد)	۴-۶ (۴۰) ۳۰ s	۳-۸ (۵۰)۳۰ s	۴-۷ (۶۰) ۳۰ s	۴-۸ (۷۵) ۳۰ s
پرش از ارتفاع و جهش به بالا (تعداد)	۴-۶-۲(۴۰) ۳۰s	۳-۵-۵(۵۰) ۳۰s	۴-۵-۵(۶۰) ۳۰s	***۴-۶-۶(۷۵) ۳۰s

*استراحت بین ست‌ها (ارتفاع جعبه «cm»)، تعداد تکرارها، تعداد ست‌ها

**استراحت بین ست‌ها (-)، تعداد تکرارها، تعداد ست‌ها

***استراحت بین ست‌ها (ارتفاع جعبه «cm»)، تعداد جعبه/تعداد تکرارها، تعداد ست‌ها

تمرینات مورد نظر برای گروه الاستیک شامل پرش جفت پا، پرش اسکات پا باز، پرش جانبی و پرش تک پا (جدول۴) روی دستگاه توانی محقق‌ساخته (تصویر ۱) بود. برای حفظ اصل اضافه بار هر دو هفته حجم تمرینات (تعداد دفعاتی که هر عضو در حرکت درگیر می‌شود) افزایش یافت. قابل ذکر است که به‌منظور بازیافت مناسب در طول دورهٔ تمرینی، در هفته‌های سوم و چهارم تعداد ست‌ها از چهار به سه ست کاهش یافت. تعداد تکرارها نیز در هفته‌های پنجم و

1. Depth Jump
2. Split Squat Jump
3. Rim Jump

ششم، در مقایسه با هفته‌های سوم و چهارم یک تکرار در هر ست (مطابق جدول۴) کاهش یافت.

جدول ۴. برنامهٔ تمرینات گروه الاستیک

هفته / تمرین	۱ و ۲	۳ و ۴	۵ و ۶	۷ و ۸
پرش جفت پا(تعداد)	۴-۶ (۳۰S)*	۳-۸ (۳۰S)	۴-۷ (۳۰S)	۴-۸ (۳۰S)
پرش اسکات پا باز(تعداد)	۴-۶ (۳۰S)	۳-۸ (۳۰S)	۴-۷ (۳۰S)	۴-۸ (۳۰S)
پرش جانبی(تعداد)	۴-۶ (۳۰S)	۳-۸ (۳۰S)	۴-۷ (۳۰S)	۴-۸ (۳۰S)
پرش تک پا(تعداد)	۴-۶ (۳۰S)	۳-۸ (۳۰S)	۴-۷ (۳۰S)	۴-۸ (۳۰S)

*استراحت بین ست‌ها (-)، تعداد تکرارها، تعداد ست‌ها

تصویر ۱. دستگاه تمرین الاستیک (توانی) محقق‌ساخته

یک هفته قبل از شروع تمرین، اندازه‌گیری‌های مربوط به قد و وزن و پیش‌آزمون متغیرهای وابسته انجام شد. برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی پا از آزمون پرش عمودی (سارجنت) بدون دورخیز استفاده شد. تمام آزمودنی‌ها سه بار این عمل را انجام دادند. بعد از هر بار پرش، آزمودنی دو دقیقه استراحت می‌کرد. در نهایت، بالاترین ارتفاع قابل دسترسی برای آن‌ها در نظر گرفته شد و رکوردهای به‌دست آمده از هر یک از آزمودنی‌ها ثبت گردید. برای اندازه‌گیری قدرت اندام تحتانی حرکت نیم چمباتمهٔ (اسکات) قدرتی با استفاده از هالتربه‌کار گرفته شد. برای انجام آزمون دویدن ۴۵/۷۲متر سرعت (با استفاده از شروع متحرک۱۴ متری) از پیست دو و میدانی استفاده شد. قبل از خط شروع، ۱۴ متر جدا شد و از این مسافت به بعد ۴۵/۷۲ متر به‌عنوان مسافت آزمون انتخاب و خط شروع و پایان آن را مشخص شد. ۱۴ متر اول برای شتاب گرفتن فرد بود. هدف از ۱۴ متر اول این بود که فرد در لحظهٔ رسیدن به خط شروع (ابتدای ۴۵/۷۲ متر) به حداکثر شتاب خود دست یافته باشد. با فرمان «رو» آزمودنی شروع به دویدن می‌کرد. در لحظه‌ای که به خط شروع (ابتدای ۴۵/۷۲ متر) می‌رسید، کرونومتر زده می‌شد و در

لحظه‌ای که آزمودنی از خط پایان رد می‌شد، مجدداً کرونومتر متوقف شده، زمان ثبت شده یادداشت شد.

اندازه‌گیری قدرت بیشینه در هر حرکت و در هر سه گروه از طریق معادلهٔ دو ستی برزیکی برآورد شد (۱۵). به این شکل آزمودنی‌ها با برآورد اولیه از قدرت بیشینهٔ خود وزنه‌ای را انتخاب و حرکت را تا حد واماندگی (تعداد حرکت باید کمتر از ۱۰ تکرار بود) اجرا کردند. سپس، با قرار دادن مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول معادلهٔ تخمین یک تکرار بیشینه به روش برزیکی، قدرت بیشینهٔ برآوردی محاسبه شد (۱۵). این اندازه‌گیری در هر سه گروه قبل از شروع برنامه تمرینات انجام و هشت هفته بعد از آن نیز تکرار شد.

معادلهٔ تخمین یک تکرار بیشینه به روش برزیکی (دو ستی) = [SM1-SM2/REP1-REP2]×(REP1-1)+SM1

در معادلهٔ فوق SM_1 و REP_1، به‌ترتیب مقدار وزنهٔ زیربیشینه سنگین‌تر و تعداد تکرار آن و SM_2 و REP_2، به‌ترتیب وزنهٔ زیر بیشینه سبک‌تر و تعداد تکرار آن است.

از آمار توصیفی برای تعیین میانگین و انحراف معیار قد، سن و وزن استفاده شد. برای ارزیابی طبیعی بودن توزیع متغیرها از آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف[1] استفاده شد. چون متغیرهای نیم‌چمباتمه و پرش توزیع طبیعی داشتند، برای تعیین تفاوت گروه‌ها در این متغیرها از آزمون پارامتریک ANOVA یک‌راهه و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. همچنین برای مقایسهٔ متغیر دویدن ۴۵/۷۲متر در بین گروه‌های مختلف پژوهشی که توزیع طبیعی نداشت، از آزمون غیرپارامتریک کروسکال والیس[2] استفاده شد. برای مشخص شدن وجود اختلاف در توزیع متغیرها در دویدن ۴۵/۷۲متر در بین گروه‌ها (دو به دو) آزمون غیرپارامتریک یومان ویتنی[3] به‌کار گرفته شد. همچنین از آزمون پارامتریک t همبسته برای ارزیابی تغییرات پیش و پس‌آزمون در هر گروه استفاده شد. تمام عملیات آماری، به‌وسیلهٔ نرم‌افزار SPSS 15 انجام و سطح معنی‌داری آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

بین پیش و پس‌آزمون هر سه متغیر در تمام گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول۵). با توجه به جدول۷، میانگین تغییرات پرش عمودی در گروه تمرینات پلایومتریک و الاستیک

1. Kolmogorov-Smirnov Test
2. Kruskal-Wallis Test
3. Mann-Whitney U

به شکل معنی‌داری بیشتر از گروه تمرینات مقاومتی بود (p<۰/۰۵). همچنین در میانگین دو سرعت ۴۵/۷۲ متر بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری دیده شد (جدول۹). زمان اجرای این آزمون در گروهی که تمرینات الاستیک انجام می‌داد به شکل معنی‌داری کمتر از دو گروه دیگر بود. تفاوت در میانگین قدرت عضلانی در گروه تمرین قدرتی و الاستیک نیز بیشتر از گروه تمرین پلایومتریک بود (p<۰/۰۵).

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین و انحراف معیار آزمون‌های پرش عمودی، اسکات و دویدن ۴۵/۷۲ متر در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌ها

آزمون‌ها / گروه‌ها	پرش عمودی (سانتی‌متر)			یک تکرار بیشینه اسکات (کیلو گرم)			دویدن۴۵/۷۲متر (ثانیه)		
	پیش‌آزمون (M± SD)	پس‌آزمون (M± SD)	P	پیش‌آزمون (M± SD)	پس‌آزمون (M± SD)	P	پیش‌آزمون (M± SD)	پس‌آزمون (M± SD)	P
مقاومتی	۵۲/۱±۳/۷۸	۵۸/۵±۳/۱۷	٭۰/۰۱	۱۱۹/۵±۵/۵	۱۶۹/۵±۴/۹۷	٭۰/۰۰۱۹	۶/۴۹±۰/۰۵	۶/۲۷ ±۰/۰۹	٭۰/۰۴۵
الاستیک	۵۲/۳±۴/۰۲	۶۳/۴±۲/۵۴	٭۰/۰۰۶۱	۱۱۶/۴±۶/۱۳	۱۵۷/۱±۵/۹۳	٭۰/۰۰۲۷	۶/۵۰±۰/۰۵	۵/۴۸± ۰/۲	٭۰/۰۰۱۱
پلایومتریک	۵۱/۷±۲/۹۰	۶۴/۱±۲/۴۲	٭۰/۰۰۲۶	۱۱۸/۵±۲/۶۵	۱۵۴/۴±۴/۳۰	٭۰/۰۲۱	۶/۴۸±۰/۰۱	۵/۹۸ ±۰/۱	٭۰/۰۲۷

٭معنی‌داری در سطح ٪۵ = α

جدول ۶. نتایج آزمون پارامتریک ANOVA یک‌راهه برای مقایسهٔ نتایج آزمون اسکات در گروه‌ها

		درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P
پرش عمودی (سانتی‌متر)	بین گروه‌ها	۲	۹۰/۴۳۳	۲۶/۷۴۴	٭۰/۰۱۳
	درون گروه‌ها	۲۷	۳/۳۸۱		
یک تکرار بیشینه اسکات (کیلوگرم)	بین گروه‌ها	۲	۳۲۸۶/۶۳۳	۲۴۱/۰۷۳	٭۰/۰۳
	درون گروه‌ها	۲۷	۱۳/۶۳۳		

٭معنی‌داری در سطح ٪۵ = α

جدول ۷. نتایج آزمون تعقیبی LSD برای مقایسهٔ نتایج آزمون پرش عمودی به تفکیک گروه‌ها

گروه		اختلاف میانگین‌ها	سطح معنی‌داری	۹۵ درصد فاصله اطمینان	
				حد پایین	حد بالا
مقاومتی	الاستیک	-۴/۷	٭۰/۰۲۱	-۶/۳۸۷۴	-۳/۰۱۲۶
	پلایومتریک	-۵/۶	٭۰/۰۰۱۱	-۷/۲۸۷۴	-۳/۹۱۲۶
الاستیک	مقاومتی	۴/۷	٭۰/۰۲۱	۳/۰۱۲۶	۶/۳۸۷۴
	پلایومتریک	-۰/۹	۰/۰۶۳	-۲/۵۸۷۴	۰/۷۸۷۴
پلایومتریک	مقاومتی	۵/۶	٭۰/۰۰۱۱	۳/۹۱۲۶	۷/۲۸۷۴
	الاستیک	۰/۹	۰/۰۶۳	-۰/۷۸۷۴	۲/۵۸۷۴

٭ معنی‌داری در سطح ٪۵ = α

جدول ۸. نتایج آزمون تعقیبی LSD برای مقایسهٔ نتایج آزمون اسکات به تفکیک گروه‌ها

گروه		اختلاف میانگین‌ها	سطح معنی‌داری	۹۵ درصد فاصله اطمینان	
				حد پایین	حد بالا
مقاومتی	الاستیک	۹/۳۰	٭۰/۰۲۱	۵/۹۱۱۹	۱۲/۶۸۸۱
	پلایومتریک	۳۵	٭۰/۰۱۱	۳۱/۶۱۱۹	۳۸/۳۸۸۱
الاستیک	مقاومتی	-۹/۳۰	٭۰/۰۲۱	-۱۲/۶۸۸۱	-۵/۹۱۱۹
	پلایومتریک	۲۵/۷۰	۰/۰۹۴	۲۲/۳۱۱۹	۲۹/۰۸۸۱
پلایومتریک	مقاومتی	-۳۵	٭۰/۰۱۱	-۳۸/۳۸۸۱	-۳۱/۶۱۱۹
	الاستیک	-۲۵/۷۰	۰/۰۹۴	-۲۹/۰۸۸۱	-۲۲/۳۱۱۹

٭معنی‌داری در سطح ۵٪ = α

جدول۹. نتایج آزمون کروسکال والیس برای مقایسهٔ مقادیر آزمون دویدن۷۲ /۴۵ متر در گروه‌ها

متغیر	مجذور خی	درجهٔ آزادی	P
دویدن۴۵/۷۲ متر (ثانیه)	۲۵/۶۸۲	۵/۶۵	٭۰/۰۳۵۷

٭معنی‌داری در سطح ۵٪ = α

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش اثر تمرینات الاستیک، پلایومتریک و قدرتی بر شاخص‌های منتخب بی‌هوازی در والیبالیست‌ها مقایسه شد که همهٔ گروه‌ها در ارتفاع پرش عمودی، اسکات و دویدن ۴۵/۷۲ متر افزایش معنی‌داری نشان دادند. مقدار افزایش ارتفاع پرش عمودی برای گروه تمرینات مقاومتی ۶/۴، گروه الاستیک ۱۱/۱و گروه پلایومتریک ۱۲/۴سانتی‌متر بود. نتایج افزایش ارتفاع پرش عمودی در گروه تمرینات مقاومتی و پلایومتریک با مطالعهٔ آدامز (۱۹۹۲) هم‌خوانی دارد. این پژوهشگر به بررسی اثر هشت هفته تمرینات اسکات، پلایومتریک و اسکات-پلایومتریک پرداخت. نتایج وی نشان داد میانگین افزایش ارتفاع پرش عمودی در گروه ترکیبی، اسکات و گروه پلایومتریک معنی‌دار است (۱۶). همچنین نتایج این تحقیق در زمینهٔ ارتفاع پرش عمودی با نتایج مطالعات فائورس (۲۰۰۰)، پائول و همکاران (۲۰۰۳)، شهدادی (۱۳۷۸)، فرخ نژاد (۱۳۸۱)، صفی زاده (۱۳۷۸)و رحیمی (۱۳۸۴) نیز هم‌خوانی دارد (۱۶- ۲۰). با توجه به نتایج تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد انجام تمرینات الاستیک و پلایومتریک، در مقایسه با تمرین مقاومتی، موجب افزایش بیشتر قدرت و توان عضلات بازکنندهٔ زانو و در نتیجه، رکورد پرش عمودی شود.

با توجه به بهبود نتایج آزمون پرش عمودی به میزان ۲۱/۲۲٪ در گروه تمرینات الاستیک، احتمال دارد بازتاب کششی (به‌دلیل تحریک دوک‌های عضلانی) که سازوکار عصبی-عضلانی

اصلی درگیر در انقباض واحدهای حرکتی بیشتر در هنگام اجرای حرکات پلایومتریک است، در تمرین الاستیک نیز به عنوان سازوکار اصلی مطرح باشد (۲۲). محققان نام‌برده سازوکار اثر تمرینات الاستیک را به تغییرات پیوندگاه عصبی‌عضلانی مربوط می‌دانند؛ یعنی افزایش بار در این نوع تمرینات باعث کوتاه شدن زمان انتقال پیام الکتریکی در سیناپس عصبی-عضلانی و ذخیرهٔ انرژی بالقوهٔ عضله در درون اجزای ارتجاعی خود و در نهایت، بسیج سریع تارهای عضلانی و هماهنگی درون عضلانی مؤثر عضلات موافق و مخالف می‌شود (۴)؛ به عبارت دیگر در این تمرینات به‌دلیل فشار نیروهای خارجی که توسط کش‌های دستگاه به بدن فرد وارد می‌شود، کشش ناگهانی تارهای عضلانی حادث می‌شود. این کشش باعث افزایش طول تارها و در نتیجه، تحریک دوک عضلانی می‌شود و در نهایت، پاسخی پویا صادر می‌شود. سپس سلسله‌ای از تکانش‌های عصبی پی در پی از طریق نورون‌های آوران گیرنده‌های اولیهٔ دوک عضلانی به طناب نخاعی فرستاده می‌شود. در طناب نخاعی نورون آوران با یک نورون حرکتی آلفا سیناپس تشکیل داده، تکانش‌های نیرومندی را به تارهای عضلات اسکلتی برمی‌گرداند و سبب انقباض آن‌ها و غلبه بر نیروهای خارجی می‌شود (۵).

در همین تحقیق، میانگین قدرت حاصل از آزمون اسکات در تمام گروه‌ها با افزایشی معنی‌دار همراه بود که این مقدار در گروه تمرینات مقاومتی ۵۰، گروه الاستیک ۴۰/۷ و گروه پلایومتریک ۳۵/۹ کیلوگرم بود. نتایج افزایش قدرت عضلانی در گروه تمرینات مقاومتی و پلایومتریک با نتایج مطالعهٔ فائورس (۲۰۰۰) و رحیمی (۱۳۸۴) هم‌خوانی دارد (۱۷، ۲۳). نتایج افزایش قدرت عضلانی در گروه تمرینات الاستیک با نتایج برایان و همکاران (۲۰۰۶) هم‌خوانی دارد. این محققان تأثیر باندهای کشی را بر قدرت و توان در هنگام تمرین اسکات پشت (۵) بررسی کردند. همچنین نتایج تحقیق چیگارلی (۲۰۰۶) که اثر هفت هفته تمرینات با باند کشی و تمرینات مقاومتی را بر قدرت و توان بالاتنهٔ فوتبالیست‌ها کرد نیز یافته‌های تحقیق حاضر را تأیید می‌کند (۶). این پژوهشگران نشان دادند استفاده از باند های کشی همراه با وزنه، در مقایسه با تمرینات وزنه به‌تنهایی، تأثیری چشمگیر در بهبود حداکثر قدرت و توان دارد.

نتایج آزمون اسکات نیز نشان‌دهندهٔ افزایش ۳۴/۹۶٪ در گروه تمرینات الاستیک بود. پژوهشگران بر این باورند که در تمرینات الاستیک، مقاومت حاصل از کشش توسط دستگاه - که در این حرکت به‌عنوان مقاومت مطرح است- موجب اعمال نیرو و افزایش تنش در سرتاسر زاویهٔ کشش می‌شود و بر این اساس، تارهای عضلانی بر اساس زاویهٔ کشش، همانند عوامل دیگر از قبیل طول عضله و زاویهٔ مفصلی می‌تواند نیروی تولید شده را به شکلی مثبت تغییر

دهد. باید توجه داشت که تولید نیرو به فعال‌سازی واحدهای حرکتی بستگی دارد و واحدهای حرکتی نیز بر اساس اندازهٔ خود فراخوانده می‌شوند؛ یعنی ابتدا واحدهای حرکتی کوچک‌تر و سپس واحدهای حرکتی بزرگ‌تر فراخوانی می‌شوند. در تمرینات حاضر نیز به نظر می‌رسد که توسعهٔ تنش در سرتاسر زاویهٔ حرکتی مفصل، موجب فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر و توانایی فعال شدن هم زمان این واحدهای حرکتی می‌شود (۷).

نتایج آزمون دویدن ۴۵/۷۲متر نیز نشان داد که گروه‌ها مسافت ۴۵/۷۲ متر را سریع‌تر دویده‌اند و میانگین رکوردهای آن‌ها پس از دورهٔ تمرینی به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است. در این باره، نتایج این تحقیق با مطالعاتی که آزمون‌های سرعت مشابهی را آزمون کرده‌اند؛ مانند پیرانی (۱۳۷۲) که تأثیر تمرینات پلایومتریک را در کارهای سرعتی مثبت‌تر از تمرینات قدرتی ارزیابی کرده است (۲۴)، رحیمی (۱۳۸۴) که نشان داد تمرینات پلایومتریک بر مسافت دویدن ۴۵/۷۲ متر تأثیر معنی‌داری دارد (۲۳) و همچنین شهدادی (۱۳۷۸) که تأثیر تمرینات پلایومتریک را در افزایش توان و شتاب بازیکنان هندبال مثبت گزارش داده است (۱۸)، هم‌خوانی دارد. شایان ذکر است که در پژوهش حاضر گروه تمرینات الاستیک این مسافت را در کمترین زمان دویدند و کاهش زمان به میزان ۰/۲۲ ثانیه برای گروه تمرینات مقاومتی، ۱/۰۱۷ ثانیه برای گروه الاستیک و ۰/۵۱۴ ثانیه برای گروه پلایومتریک بود. با توجه به بهبود نتایج آزمون دویدن ۴۵/۷۲ متر به میزان ۱۵/۶۹٪ در گروه تمرینات الاستیک، به نظر می‌رسد این تمرینات، در مقایسه با تمرینات پلایومتریک و قدرتی تأثیر بیشتری در افزایش سرعت دارد. اهمیت شروع در دوهای سرعت بر هیچ دوندهٔ سرعتی پوشیده نیست و تمرینات الاستیک با افزایش سرعت به‌کارگیری واحدهای حرکتی و افزایش تعداد واحدهای حرکتی فعال در یک زمان، به تولید توان و نیروی انفجاری قوی‌تر برای استارت سریع منجر می‌شود (۲۳)؛ در نتیجه احتمال دارد که مهم‌ترین امتیاز گروه تمرینات الاستیک به دو گروه دیگر هنگام استارت و افزایش سرعت عمل در این بخش از دویدن۴۵/۷۲ متر باشد.

به‌طور کلی می‌توان گفت تمرینات الاستیک می‌تواند با بهبود عملکرد ورزشی و در عین حال با توجه به ماهیت آن که احتمالاً، در مقایسه با دیگر روش‌ها، کمترین میزان آسیب را در پی دارد، به‌عنوان روش جدید تمرینی مورد استفادهٔ ورزشکاران، مربیان و فدراسیون‌های مختلف ورزشی قرار گیرد و زمینه‌ای مناسب برای استادان و دانشجویان در پژوهش‌های آتی باشد. همچنین این تحقیق می‌تواند دریچه‌ای جدید به روی تولید دستگاه‌های ورزشی و پزشکی بگشاید.

منابع:

۱. جیمز سی. رادکلیف و همکاران(۱۳۸۱) تمرین‌های ورزشی نوین «پلایومتریک» ترجمه؛ طالب پور. مهدی، تهران، انتشارات به نشر.

۲. جاناتان سی. ریسر و همکاران (۱۳۸۶) راهنمای پزشکی و علوم ورزشی والیبال. ترجمه: عبدلی. بهروز و همکاران، تهران، انتشارات کمیسیون پزشکی کمیته بین‌المللی المپیک.

۳. بومپا، تئودور (۱۳۸۴) تمرینات توان در ورزش، ترجمه: ابراهیم. خسرو و دشتی دربندی. هاجر، تهران، انتشارات شهید بهشتی.

4. Brian JW, Jason BW, Michae RM. (2006). Effects of elastic bands on force and power characteristics during the back squat exercise. J of Str & Con Res. 20(2); 268-273.

5. Ghigiarelli J. (2009). The effects of a seven week heavy elastic band and weighted chain program on upper body strength and upper body power in a sample of Division 1-AA football players. J of Str & Con Re. 23(3); 756-764.

6. Rogers ME and Helen S. (2002). Effects of Dumbbell and Elastic Band Training on Physical Function in Older Inner-City African- American Women. Wom Heal. 36(4); 33-41.

7. Zion ES, De Meersman AS, Diamond DS, Bloomfield MA. (2003). Home-based resistance-training program using elastic bands for elderly patients with orthostatic hypotension. lin Auton Res.13(4):286-92.

8. William P, Randall L. (2002). Electromyographic and Kinetic Analysis of Traditional, Chain, and Elastic Band Squats . J of Str & Con Res. 16(4); 132-146.

۹. زیبائی، حسین(۱۳۷۹). بررسی تأثیر دو شیوه بدن‌سازی تمرین مقاومتی با وزنه و تمرین باکش بر روی قدرت عضلانی، انعطاف پذیری مفصل شانه و بهبود رکورد شنای ۵۰ متر؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، مرکز آموزش تربیت بدنی و علوم ورزشی سازمان تربیت بدنی.

10. Hwi RK, Kyung AH, Yun HK, Hee JA. (2010). The Efects of Resistance Training on Muscle and Body Fat Mass and Muscle Strength in Type 2 Diabetic Women. Kor Diab. 34(2); 101-10.

11. Bellar DM, Muller MD, Barkley JE and et al.(2010). The Effects of Combined Elastic- and Free-Weight Tension vs. Free-Weight Tension on One-Repetition Maximum Strength in the Bench Press. National Strength and Conditioning Association. J of Str & Con Res. 25(2); 459-463.

12. Webber SC, Porter MM. (2010). Effects of Ankle Power Training on Movement Time in Mobility-Impaired Older Women. American College of Sports Medicine. Med & Sci in Spor & Exe. 42(7); 1233-1240.

13. Hoeger WK and Hoeger SA. (2007).Lifetime physical fitness and wellness. Thomson.

14. Heyward VH. (2002).Advanced fitness assessment exercise prescription. Human kinetics. p 128

15. Adams K, Oshea KL and et al.(1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat- plyometric training on power production. J. Appl sport Sci Res. 6(1); 36-41.

16. Ioannis GF, Athanasios ZJ. (2000). Evaluation of plyometric exercise training.weight training ,and their combination on vertical jumping performance and Leg Strength. J of Str & Con Res. 14(4); 470- 476 .

17. Pual El, Jeffry AP. (2003). Effects of plyometric training and recovery on vertical Jump performance and anaerobic power. J of Str & Con Res. 17(4); 704-709.

۱۸.شهدادی، احمد(۱۳۷۸). بررسی تأثیر تمرینات پلایومتریک بر توان انفجاری و تغییر شتاب بازیکنان هندبال، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه باهنر کرمان.

۱۹.فرخ نژاد، محمد طاهر(۱۳۸۱). بررسی تأثیر تمرینات پلایومتریک منتخب و اختصاصی با توپ طبی بر توان پا در والیبالیست های جوان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه.

۲۰.صفی زاده، پرستو(۱۳۷۸). بررسی تأثیر تمرینات منتخب و اختصاصی بر زمان کل حرکت دفاع روی تور، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا.

21. Jay BB, Southard D. (1987). The Combined Effects of Weight Training and plyometrics on Dynamic Leg Strength and Leg power. J of Str & Con Res. 1(1); 14-19.

۲۲.رحیمی، رحمان(۱۳۸۴). تأثیر تمرینات پلایومتریک، قدرتی و پلایومتریک-قدرتی بر توان بی هوازی، قدرت عضلانی پا و ترکیب بدن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه.

۲۳. پیرانی، حسن(۱۳۷۲). بررسی و مقایسه برنامه مختلف تمرینی برای پیشرفت پرش عمودی ورزشکاران شهر کرمانشاه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه.

فیزیولوژی ورزشی شماره ۱۲، زمستان ۱۳۹۰، صص ۴۶-۲۷

مقایسهٔ هزینهٔ انرژی و کارایی دوچرخه‌سواری در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای و آماتور

محمدرضا حامدی‌نیا[۱]، مهدی زارعی[۲]، محمد شبانی[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۱/۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۶/۱۳

چکیده

کارایی حرکتی از عوامل مهم و تعیین کننده در عملکرد دوچرخه‌سواری استقامتی محسوب می‌شود. با وجود این، مطالعات قبلی که کارایی دوچرخه‌سواری را در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای و آماتور مقایسه کرده‌اند، نتایج متناقضی گزارش کرده‌اند؛ بنابراین، هدف از پژوهش حاضر مقایسهٔ هزینهٔ انرژی و کارآیی دوچرخه‌سواری در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای و آماتور است. ۷۳ دوچرخه‌سوار جادهٔ تمرین‌کردهٔ سطح بالا شامل ۴۲ نفر دوچرخه‌سوار حرفه‌ای و ۳۱ نفر دوچرخه‌سوار آماتور در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌ها یک آزمون ورزشی قلبی-تنفسی فزاینده (رمپ) را تا سرحد خستگی روی چرخ کارسنج اجرا کردند. هزینهٔ انرژی آزمودنی‌ها از میانگین حجم اکسیژن دمی و حجم دی اکسید کربن بازدمی، به‌وسیلهٔ دستگاه تجزیه کنندهٔ گازها و با استفاده از معادلهٔ ارائه شدهٔ برور و همکاران محاسبه شد. کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری آزمودنی‌ها، به‌ترتیب به‌صورت نسبت میزان کار انجام شده به هزینهٔ انرژی و نسبت کار انجام شده به اکسیژن مصرفی در بارهای کاری ۲۰۰ و ۳۰۰ وات محاسبه شد. نتایج نشان داد کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری در بار کاری ۲۰۰ وات بین دو گروه دوچرخه‌سواران آماتور (کارآیی ۱/۷۶±۲۲/۵۸٪، اقتصاد دوچرخه‌سواری، ۰/۳۷±۴/۶۸ لیتر/کیلوژول) و حرفه‌ای (کارآیی ۲/۴۵±۲۳/۲۷٪، ۰/۵۱±۴/۷۹لیتر/کیلوژول) تفاوت معنی‌داری ندارد، اما در بار کاری ۳۰۰ وات، کارآیی (p=۰/۰۱۱) و اقتصاد دوچرخه‌سواری (p=۰/۰۱۱) در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای (کارآیی ۱/۷۲±۲۳/۸۷٪، اقتصاد دوچرخه‌سواری ۰/۳۷±۵/۰۳ لیتر/کیلوژول) به‌طور معنی داری بیشتر از دوچرخه‌سواران آماتور (کارآیی ۱/۷۶±۲۲/۵۸٪، اقتصاد دوچرخه‌سواری ۰/۲۷±۴/۷۵ لیتر/کیلوژول) و درمقابل، هزینهٔ انرژی (۹۸± ۱۲۶۳در برابر ۷۱± ۱۳۳۳ ثانیه/ژول) کمتر بود (p=۰/۰۱۸). بین کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری در دو بار کاری ۲۰۰ و ۳۰۰ وات تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. یافته‌های این پژوهش نشان داد دوچرخه‌سواران حرفه‌ای، در مقایسه با دوچرخه‌سواران آماتور در شدت‌های بالا، کارآیی بهتری دارند که تا حدی می‌تواند تفاوت عملکردی عمدهٔ بین آن‌ها را در شدت‌های بالا توضیح دهد.

کلیدواژه های فارسی: هزینهٔ انرژی، اقتصاد دوچرخه‌سواری، دوچرخه‌سوار .

۱. دانشیار دانشگاه تربیت معلم سبزوار Email: mrhamedinia@sttu.ac.ir

۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه تربیت معلم سبزوار (نویسندهٔ مسئول)
Email: zarei.m8716@yahoo.com

۳. استادیار دانشگاه بجنورد Email: rs_shabani@yahoo.com

مقدمه

مسابقات دوچرخه‌سواری حرفه‌ای جاده ورزشی فوق استقامتی است که در آن ورزشکاران تقریباً ۳۰۰۰- ۳۵۰۰ کیلومتر در سال رکاب می‌زنند. فصل این‌گونه مسابقات معمولاً ۹۰ روز به طول می‌انجامد. به‌علاوه، با وجود مدت طولانی رویدادهای دوچرخه‌سواری (مانند مسابقات سه هفته‌ای) سهم نسبی فعالیت بدنی شدید به‌طور شگفت آوری در این مسابقات زیاد است (۱). مسابقات تور دو فرانس[1]، جیرود ایتالیا[2] و دور اسپانیا[3]، چند نمونه از این مسابقات‌اند که به‌صورت طاقت فرسا، به مدت سه هفته و در بالاترین سطح ممکن انجام می‌شود که موفقیت در آن برای دوچرخه‌سواران اهمیت به‌سزایی دارد (۲- ۴).

کارآیی حرکتی به همراه آستانهٔ لاکتات و VO_2max از عوامل مهم و تعیین‌کننده در ورزش‌های استقامتی، به‌ویژه دوچرخه‌سواری جاده محسوب می‌شود (۵). کارآیی مطلق، نسبت توان خروجی به هزینهٔ انرژی صرف شده تعریف می‌شود (۶، ۷). معمولاً کارآیی دوچرخه‌سواری در دامنه‌ای بین ۱۸٪ تا ۲۳٪ گزارش شده است و بهبود آن به افزایش توان خروجی مکانیکی برای هزینهٔ متابولیکی معین منجر خواهد شد (۸). هاروتیز[4] و همکاران (۱۹۹۴) پیشنهاد کرده‌اند که افزایش ۱/۸٪ در کارآیی دوچرخه‌سواری به افزایشی در حدود ۱۰٪ در توان بیشینه متحمل شده طی اجرای یک ساعت آزمون دوچرخه‌سواری منجر می‌شود (۶). همچنین جکندراپ[5] و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند ۱٪ افزایش در کارآیی دوچرخه‌سواری می‌تواند عملکرد آزمون ۴۰ کیلومتر تایم تریل را ۶۳ ثانیه بهبود بخشد (۹)؛ از این رو دوچرخه‌سواران با نیازها و ویژگی‌های متابولیکی و فیزیولوژیکی بسیار مشابه، با استفاده از تجهیزات مشابه ممکن است اختلافات قابل توجهی در عملکرد ورزشی نشان دهند که این موضوع ممکن است به‌دلیل اختلاف خیلی جزئی در کارآیی حرکتی بین آن‌ها باشد (۱۰).

مطالعات گزارش کرده‌اند که چندین عامل از جمله ارتفاع، خستگی، سرعت کوتاه شدن عضله، نوع تار عضلانی و درجه حرارت می‌تواند روی کارآیی حرکتی دوچرخه‌سواری تأثیر داشته باشد (۱۱- ۱۶)؛ به‌طور مثال مک دانیل[6] و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که کارآیی دوچرخه‌سواری با سرعت پدال زدن افزایش می‌یابد (شاخصی برای کوتاه شدن عضله) (۱۱).

---

1. Tour de France
2. Giro d´Italia
3. Vuelta a Espana
4. Horowitz
5. Jeukendrup
6. McDaniel

همچنین کویل[1] و همکاران (۱۹۹۲) همبستگی مثبتی بین کارآیی دوچرخه‌سواری و درصد تارهای نوع I گزارش کردند (۱۲).

اگرچه تأثیر عوامل فوق بر کارآیی دوچرخه‌سواری تا حدی نشان داده شده است، تأثیر شاخص‌هایی مانند تجربه، سطوح تمرینی و ظرفیت هوازی بر کارآیی دوچرخه‌سواری که از مهم‌ترین عوامل موفقیت در دوچرخه‌سواری هستند، نه‌تنها به اندازهٔ کافی بررسی نشده است، بلکه مطالعات انجام شده در این زمینه نتایج متفاوتی را نیز گزارش کرده‌اند. برخی پژوهش‌ها در این زمینه به مقایسهٔ میزان کارآیی دوچرخه‌سواری در دوچرخه‌سواران تمرین‌کرده و تمرین‌نکرده پرداخته‌اند و هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نکرده‌اند، چنانکه نیک بری[2] و همکاران (۱۹۹۶) و مارش[3] و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی تأثیر تجربه و ظرفیت هوازی بر کارآیی، تفاوت معنی‌داری در کارآیی دوچرخه‌سواری بین دو گروه دوچرخه‌سوار تمرین‌کرده و کمتر تمرین‌کرده مشاهده نکردند (۱۷، ۱۸). با این حال هاپکر[4] و همکاران (۲۰۰۷) کارآیی دوچرخه‌سواری را در دوچرخه‌سواران تمرین‌کرده به‌طور معنی‌داری بیشتر از دوچرخه‌سواران تمرین نکرده گزارش کرده‌اند (۱۹). مطالعاتی که به مقایسهٔ کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای کلاس جهانی و دوچرخه‌سواران آماتور پرداخته‌اند بسیار معدودند. دوچرخه‌سواران حرفه‌ای معمولاً دارای برخی ویژگی‌ها ازجمله توان هوازی بیش از ۶۸ میلی‌لیتر بر کیلوگرم دقیقه و حداکثر توان خروجی بین ۳۸۰ تا ۵۲۵ وات می‌باشند (۲، ۲۰). تنها پژوهش انجام شده در این خصوص مطالعهٔ موزلی[5] و همکاران (۲۰۰۴) است. موزلی و همکاران (۲۰۰۴) میزان کارآیی دوچرخه‌سواری را در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای کلاس جهانی و آماتور مقایسه کردند و هیچ تفاوتی در کارآیی دوچرخه‌سواری بین دو گروه مشاهده نکردند (۲۰). همچنین در دو مطالعهٔ طولی موردی نیز که روی قهرمانان تورهای حرفه‌ای انجام شده، نتایج متفاوتی گزارش شده است. در مطالعهٔ مارتین[6] و همکاران (۲۰۰۹) به‌منظور بررسی سال‌های تجربه تمرینی، کارآیی دوچرخه‌سواری از سن ۱۸ تا ۲۴ سالگی در یکی از قهرمانان تور دو فرانس مطالعه شد، با این حال نتایج این مطالعه از این فرضیه که سال‌های تجربهٔ تمرینی باعث بهبود کارایی می‌شود، حمایت نکرد(۲۱)، اما در مطالعه‌ای دیگر، کویل و همکاران

1. Coyle
2. Nickleberry
3. Marsh
4. Hopker
5. Moseley
6. Martin

(۲۰۰۵) نشان دادند کارآیی دوچرخه‌سواری از سن ۲۱- ۲۸ سالگی در یکی از قهرمانان تور دو فرانس بهبود یافته است (۲۲).

از آنجا که سازگاری‌های فیزیولوژیکی با انجام تمرینات استقامتی در طول سال‌ها اتفاق می‌افتد، پیشنهاد شده که تغییرات حاصل از تمرین در کارآیی حرکتی از سازگاری‌های قابل ملاحظه برای دوچرخه‌سواران حرفه‌ای کلاس جهانی در مسابقات بزرگ دوچرخه‌سواری از جمله تور دو فرانس است (۲۰، ۲۲). هاپکر و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داده‌اند که کارآیی دوچرخه‌سواری دوچرخه‌سواران رقابتی به دنبال ۱۲ هفته تمرین، به‌ویژه تمرین با شدت زیاد افزایش می‌یابد (۲۳). با توجه به این سازگاری‌ها، یافته های برخی مطالعات پیشین که تفاوتی در کارآیی دوچرخه‌سواری بین دوچرخه‌سواران تمرین‌کرده و تمرین‌نکرده یا دوچرخه‌سواران حرفه‌ای کلاس جهانی و آماتور مشاهده ننموده‌اند، منطقی به نظر نمی‌رسد؛ در نتیجه تصور می‌شود اختلاف در این متغیرها (ظرفیت هوازی، تجربه و سطوح تمرینی) ممکن است بر کارآیی دوچرخه‌سواران تأثیر داشته باشد و باعث شود دوچرخه‌سواران حرفه‌ای، در مقایسه با دوچرخه‌سواران آماتور یا کمتر تمرین کرده کارآیی بهتری داشته باشند (۱۹)؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که داشتن کارآیی دوچرخه‌سواری بالا می‌تواند پیش نیازی مهم برای موفقیت در رقابت‌های دوچرخه‌سواری سطح بالا باشد (۲۴). با توجه اهمیت کارآیی دوچرخه‌سواری در این آزمودنی‌ها و کمبود اطلاعات و همچنین اختلاف در یافته‌های مطالعات پیشین، هدف از مطالعهٔ حاضر مقایسهٔ هزینهٔ انرژی و کارآیی دوچرخه‌سواری در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای کلاس جهانی و آماتور است.

روش‌شناسی پژوهش

در این مطالعه ۷۳ دوچرخه‌سوار جادهٔ تمرین‌کردهٔ سطح بالا شرکت داشتند که به دو گروه شامل: ۴۲ نفر دوچرخه‌سوار حرفه‌ای متعلق به تیم‌های مختلف اتحادیهٔ بین‌المللی دوچرخه‌سواری (UCI[1]) و ۳۱ نفر دوچرخه‌سوار آماتور تقسیم شدند. اتحادیهٔ بین‌المللی دوچرخه‌سواری اطلاعات کاملی اعم از تقویم مسابقات دوچرخه‌سواری رسمی در سطوح قاره‌ای و جهانی، تیم‌های شرکت کننده، نتایج و همچنین رتبه‌بندی تیم‌ها و نیز دوچرخه‌سواران شرکت کننده در سطوح حرفه‌ای و ... را در تمام رشته های مرتبط با دوچرخه‌سواری ارائه می‌نماید. این مطالعه بر اساس پایش پزشکی اجباری وزارت ورزش فرانسه، فدراسیون دوچرخه‌سواری فرانسه و اتحادیهٔ بین‌المللی دوچرخه‌سواری انجام شد. در آبان و آذر ماه

1. Union Cyclist International

هرسال، دوچرخه‌سواران نیازمند گرفتن مجوز لازم برای تمدید یا عقد قرارداد جدید با تیم‌های خود هستند که بدین منظور ملزم به گذراندن آزمون سنجش سطح آمادگی جسمانی توسط دوچرخهٔ ثابت می‌باشند. این آزمون در آزمایشگاه طب ورزش، در بیمارستان شمالی شهر آمینز فرانسه انجام شد. آزمودنی‌های تحقیق حاضر، شامل تمام دوچرخه‌سوارانی است که از پنج باشگاه معتبر فرانسه برای گذراندن آزمون ورزشی به آزمایشگاه طب ورزش مراجعه کرده‌اند.

دوچرخه‌سواران حرفه‌ای به‌طور متوسط دست‌کم به مدت ۱۰ سال به‌طور رقابتی تمرین کرده بودند. همهٔ دوچرخه‌سواران حرفه‌ای دست‌کم دو سال تجربهٔ رقابت در دستهٔ حرفه‌ای بین‌المللی دوچرخه‌سواری را داشتند، در زمان مطالعه توسط تیم‌های حرفه‌ای استخدام و حمایت می‌شدند و دست‌کم در یکی از مسابقات اصلی سه هفته‌ای مرحله‌ای (دور ایتالیا، تور دو فرانس یا دور اسپانیا) شرکت کرده بودند. تفاوت مهم بین دوچرخه‌سواران آماتور و حرفه‌ای این بود که دوچرخه‌سواران آماتور در مسابقات سه هفته‌ای شرکت نکرده، همچنین طول مسابقات یک روزهٔ آن‌ها نیز کوتاه‌تر بود. همهٔ دوچرخه‌سواران آماتور دست‌کم دو سال تجربهٔ رقابت در سطح آماتور (دسته دو نخبه‌های اتحادیهٔ بین‌المللی دوچرخه‌سواری) را داشتند.

مسافت پیموده شده در تمرین و رقابت به‌طور متوسط برای دوچرخه‌سواران آماتور معمولاً ۲۲۰۰۰ کیلومتر و برای دوچرخه‌سواران حرفه‌ای ۳۲۰۰۰ کیلومتر در سال بود؛ به عبارت دیگر با در نظر گرفتن روزهای استراحت، دوچرخه‌سواران حرفه‌ای به‌طور متوسط ۲۲- ۲۵ ساعت در هفته و ۴۵ هفته در سال به تمرین و رقابت می‌پرداختند. به‌طور متوسط تعداد مسابقات و مسافت هر مسابقه برای دوچرخه‌سواران آماتور، به‌ترتیب ۷۰ و ۱۷۰ کیلو متر و برای دوچرخه‌سواران حرفه‌ای، به‌ترتیب ۹۰ و ۲۳۵ کیلومتر بود. آزمودنی‌های حرفه‌ای و آماتور بر حسب تمرین و عادت‌های مسابقه‌شان معرف و نمایندهٔ دوچرخه‌سواران حرفه‌ای و آماتور بودند (۲۵).

از هر آزمودنی اطلاعات مبسوطی دربارهٔ رژیم غذایی، تاریخچهٔ پزشکی، مراقبت‌های درمانی اخیر و قبلی و همچنین تاریخچهٔ ورزشی دریافت شد. بعد از اینکه آزمودنی‌ها به‌طور کامل از اهداف تحقیق آگاهی یافتند، رضایت‌نامهٔ آگاهانهٔ کتبی از هر آزمودنی گرفته شد. اهداف این مطالعه توسط کمیتهٔ اخلاقی بیمارستان دانشگاه آمینز[1] فرانسه بررسی و تائید شد. مشخصات فیزیولوژیکی و آنتروپومتریک آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

هر آزمودنی پس از انجام مصاحبه در اختیار تیم تحقیق قرار گرفت. سپس، دوچرخه‌سواران آزمون ورزشی قلبی-تنفسی را اجرا کردند. رژیم غذایی آزمودنی‌ها روز قبل از آزمون کنترل شد

1. Amiens

تا آزمودنی‌ها رژیم غذایی یکسانی داشته باشند. آزمودنی‌ها پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتای شبانه به آزمایشگاه مراجعه کردند. همچنین از آن‌ها خواسته شد دست‌کم دو روز قبل از آزمون از فعالیت بدنی شدید اجتناب کنند. از همهٔ دوچرخه‌سواران بین ماه‌های آبان و آذر، یعنی دورهٔ کاهش تمرین و خارج از فصل مسابقات آزمون به عمل آمد.

آزمودنی‌ها آزمون ورزشی فزاینده‌ای (رمپ) را روی چرخ کارسنج با بار کاری ۵۰ وات شروع و با ۵۰ وات افزایش در هر سه دقیقه تا واماندگی اجرا کردند (۲۱، ۲۶). آهنگ پدال زدن ۸۰ دور در دقیقه حفظ شد. گازها از طریق یک دریچهٔ هانس-ریودولف[1] جمع‌آوری و به سیستم کالریمتری مدار بازی (مینگنهارد[2]، گرونینگن[3]، هلند) هدایت می‌شد. تجزیه‌کننده‌های گازی با مخلوط کننده‌های استاندارد گازی که با طیف سنج جرمی کنترل می‌شد (MGA100، پرکین المر[4]، پونوما[5]، کانادا) تنظیم شدند. میانگین مقادیر Vo_2 و Vco_2 در سرتاسر مراحل آزمون ثبت شد. آزمون هنگامی بیشینه در نظر گرفته می‌شد که دست‌کم دو مورد از سه ملاک زیر حاصل می‌شد:

۱) فلات در Vo_2 با وجود افزایش بار کار
۲) RER بیشتر از ۱/۰۸
۳) رسیدن به ضربان قلب بیشینه (ضربه در دقیقه) ۱۰± انحراف معیار

هزینهٔ انرژی، کارآیی دوچرخه‌سواری (GE[6]) و اقتصاد حرکتی (EC[7]) در دو دقیقهٔ پایانی هر مرحله از آزمون محاسبه شد. هزینهٔ انرژی، با استفاده از اندازه های Vco_2 و Vo_2 و از طریق فرمول ارائه شده توسط برور[8] و همکاران محاسبه شد (۲۷).

$$\text{هزینه انرژی(J/s)} = [(۳/۸۶۹ \times Vo_2) + (۱/۱۹۵ \times Vco_2)] \times \left(\frac{4/186}{60}\right) \times 1000$$

1. Hans- Rudolph
2. Mijnhardt
3. Groningen
4. Perkin Elmer
5. Pomona
6. Gross Efficiency
7. Economy
8. Brouwer

کارآیی مطلق دوچرخه‌سواری، با استفاده از مقادیر هزینهٔ انرژی صرف شده و میزان کار انجام شده (توان خروجی)، به‌صورت نسبت میزان کار به میزان هزینهٔ انرژی صرف شده بر حسب درصد محاسبه شد (۲۸):

$$\text{کارایی}(\%) = \left[\frac{\text{کار انجام شده}\ (\text{وات})}{\text{هزینه انرژی}\ (\text{ثانیه}/\text{ژول})}\right] \times 100\%$$

اقتصاد حرکتی نیز با استفاده از میزان کار انجام شده (توان خروجی) و میزان اکسیژن مصرفی محاسبه شد (۲۵):

$$\text{اقتصاد حرکتی}(\text{لیتر}/\text{کیلو ژول}) = \left[\frac{\text{کار انجام شده}\ (\text{وات})}{\text{میزان اکسیژن مصرفی}\ (\text{دقیقه}/\text{لیتر})}\right] \times 0/06$$

این مقادیر (هزینه انرژی، GE(%)، EC) در شدت‌های ۲۰۰ وات (۱۸، ۲۹) و ۳۰۰ وات (آخرین بار کاری قبل از اینکه RER از ۱/۰۰ تجاوز کند) (۲۰) ارائه شد.

برای تعیین طبیعی بودن توزیع متغیرهای موجود در تحقیق از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. برای مقایسهٔ دو گروه دوچرخه‌سوار در متغیرهای توان هوازی، سن، قد، وزن و تعداد ضربان قلب از آزمون t مستقل استفاده شد. برای مقایسهٔ هزینه انرژی، کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری بین دو گروه دوچرخه‌سوار حرفه‌ای و آماتور و همچنین بررسی اثر شدت تمرین روی متغیرهای موجود در بارهای کاری ۲۰۰ و ۳۰۰ وات در دو گروه از آزمون تحلیل واریانس دوطرفه استفاده شد. به‌منظور بررسی ارتباط متغیرهای کارایی و اقتصاد دوچرخه‌سواری با سن و Vo_2max از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. کلیهٔ عملیات آماری، با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $p<0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

مشخصات فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، سن و VO_2max دوچرخه‌سواران حرفه‌ای به‌طور معنی‌داری بیشتر از دوچرخه‌سواران آماتور است.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی دو گروه دوچرخه‌سوار حرفه‌ای و آماتور

	دوچرخه‌سواران حرفه‌ای (n=۴۲)	دوچرخه‌سواران آماتور (n=۳۱)	p
سن (سال)	۲۷/۳۰±۴/۲۸**	۲۳/۷۴±۳/۶۲	۰/۰۰۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۹/۵۹±۶/۵۹	۱۷۹/۷±۵/۹۷	ns
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۳۸±۶/۲۸	۷۱/۵۸±۶/۴۲	ns
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/ کیلوگرم دقیقه)	۶۹/۶۹ ±۵/۴۵*	۶۶/۹۵±۵/۷۳	۰/۰۴
حداکثر توان خروجی (وات)	۴۱۳/۰۹±۴۲/۸۵	۴۰۴/۸۳±۲۹/۸۷	ns
ضربان قلب استراحت (ضربه در دقیقه)	۶۷±۱۱	۶۸±۱۲	ns

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف استاندارد ارائه شده‌اند.

*اختلاف معنی‌دار در حد p<۰/۰۵

**اختلاف معنی‌دار در حد p<۰/۰۱

نتایج نشان می‌دهد در هزینهٔ انرژی در بار کاری ۲۰۰ وات بین دو گروه دوچرخه‌سواران آماتور و حرفه‌ای تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در بار کاری ۳۰۰ وات میزان هزینهٔ انرژی در دوچرخه‌سواران حرفه ای به‌طور معنی‌داری کمتر از دوچرخه‌سواران آماتور است (p=۰/۰۱۸).

بر اساس نتایج، در کارآیی (GE) و اقتصاد (EC) دوچرخه‌سواری در بار کاری ۲۰۰ وات بین دو گروه دوچرخه‌سواران آماتور و حرفه‌ای تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما در بار کاری ۳۰۰ وات کارآیی دوچرخه‌سواری در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای به‌طور معنی‌داری بیشتر از دوچرخه‌سواران است (p=۰/۰۱۱). همچنین در بار کاری ۳۰۰ وات اقتصاد حرکتی در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای به‌طور معنی‌داری بیشتر از دوچرخه‌سواران آماتور است (p=۰/۰۱۱). (جدول ۲، شکل ۲)

در مقایسهٔ متغیرهای مربوط به کارآیی بین بارهای کاری ۲۰۰ و ۳۰۰ وات، نتایج نشان می‌دهد با وجود اینکه میزان کارآیی (GE) و اقتصاد (EC) دوچرخه‌سواری آزمودنی‌ها در بار کاری ۳۰۰ وات، در مقایسه با بار کاری ۲۰۰ وات تا حدی بیشتر است، معنی‌داری بین این دو بار کاری وجود ندارد. به‌منظور بررسی ارتباط کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری با سن و Vo_2max آزمودنی‌ها در شدت ۳۰۰ وات، همبستگی این متغیرها با یکدیگر بررسی شد. نتایج نشان داد بین سن دوچرخه‌سواران و کارآیی (r= ۰/۳۵۴، p=۰/۰۲) و اقتصاد دوچرخه‌سواری (r= ۰/۲۷۳، p=۰/۰۴) ارتباط معنی‌داری وجود دارد؛ باین صورت که با افزایش سن، کارآیی و اقتصاد

دوچرخه‌سواری آزمودنی‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد بین Vo_2max دوچرخه‌سواران و کارآیی در شدت ۳۰۰ وات همبستگی ضعیف و معنی‌داری وجود دارد (p=۰/۰۴، r= ۰/۴۸۱)، چنانکه با افزایش Vo_2max کارآیی دوچرخه‌سواری آزمودنی‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، اما بین Vo_2max و اقتصاد دوچرخه‌سواری در شدت ۳۰۰ وات ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد (p=۰/۰۸، r= ۰/۱۸۴).

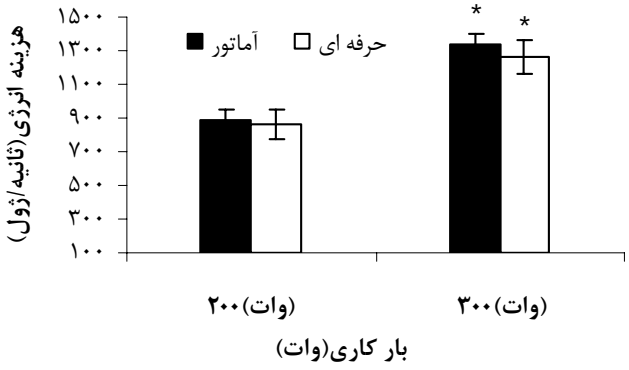
جدول ۲. مقادیر کارآیی (GE) و اقتصاد (EC) دوچرخه‌سواری در بارهای کاری ۲۰۰ وات و ۳۰۰ وات در دو گروه دوچرخه‌سواران حرفه‌ای و آماتور

	دوچرخه‌سواران حرفه‌ای (n=۴۲)	دوچرخه‌سواران آماتور (n=۳۱)	p
EC (کیلوژول/لیتر)			
۲۰۰ (وات)	۴/۷۹±۰/۵۱	۴/۶۸±۰/۳۷	ns
۳۰۰ (وات)	۵/۰۳±۰/۳۷*	۴/۷۵±۰/۲۷	۰/۰۱۷
GE(%)			
۲۰۰ (وات)	۲۳/۲۷±۲/۴۵	۲۲/۵۸±۱/۷۶	ns
۳۰۰ (وات)	۲۳/۸۷±۱/۷۲*	۲۲/۶۴±۱/۲	۰/۰۱۱

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار ارائه شده‌اند.

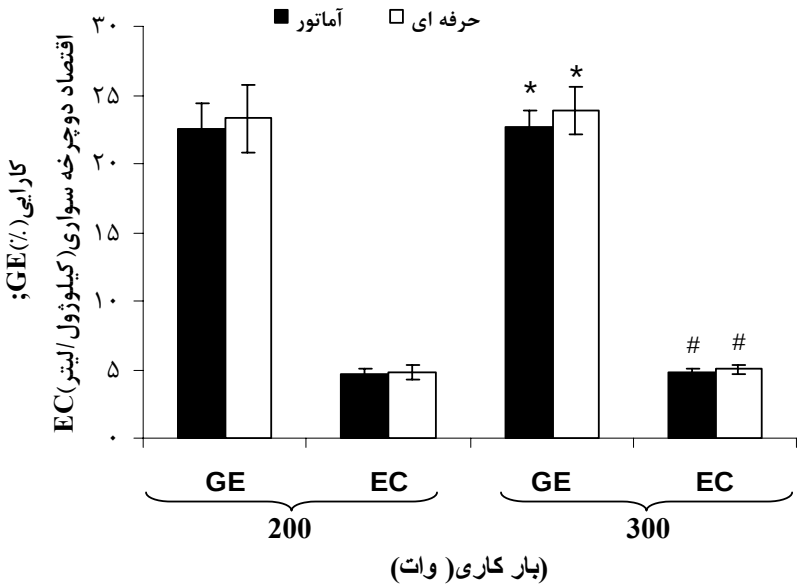
* تفاوت معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵

ns: عدم تفاوت معنی‌دار



شکل ۱. هزینهٔ انرژی در بارهای کاری ۲۰۰ وات و ۳۰۰ وات در دو گروه دوچرخه‌سواران حرفه‌ای و آماتور

* تفاوت معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵



شکل ۲ . کارآیی و اقتصاد حرکتی در بارهای کاری ۲۰۰ وات و ۳۰۰ وات در گروه دوچرخه‌سواران حرفه‌ای و آماتور

* تفاوت معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵

تفاوت معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که اشاره شد کارآیی دوچرخه‌سواری به همراه آستانهٔ لاکتات و Vo_2max، عاملی تعیین کننده و مهم در عملکرد استقامتی محسوب می‌شود (۵). مطالعهٔ حاضر نشان داد در شدت ۳۰۰ وات بین کارآیی و اقتصاد حرکتی دوچرخه‌سواران حرفه‌ای کلاس جهانی و آماتور نخبه اختلاف معنی‌داری وجود دارد؛ یعنی کارایی و اقتصاد دوچرخه‌سواران حرفه‌ای به‌طور معنی‌داری بیشتر از دوچرخه‌سواران آماتور نخبه بود (کارآیی: ۲۳/۸۷٪ در مقابل ۲۲/۶۴٪، اقتصاد حرکتی: ۵/۰۳ در مقابل ۴/۷۵). با این حال مطالعات قبلی که تأثیر تجربه، سطوح تمرینی و ظرفیت هوازی را روی کارایی دوچرخه‌سواری بررسی کرده‌اند (با این تصور که دوچرخه‌سواران تمرین‌کرده کارآیی بیشتری دارند)، اختلاف معنی‌داری بین دوچرخه‌سواران تمرین کرده و تمرین‌نکرده یا بین دوچرخه‌سواران حرفه‌ای و آماتور مشاهده نکرده‌اند (۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲۹). مارش و همکاران (۲۰۰۰) کارآیی دوچرخه‌سواری را در ۱۰ دوچرخه‌سوار تمرین‌کردهٔ رقابتی و ۱۰ دوچرخه‌سوار تمرین‌نکرده بررسی کردند و تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده

نکردند (۱۸). نیکل بری و همکاران (۱۹۹۶) کارآیی دوچرخه‌سواری را در شش دوچرخه‌سوار تمرین‌کردهٔ رقابتی و شش دوچرخه‌سوار آماتور مقایسه کردند، با این حال تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نکردند (۱۷). همچنین در مطالعهٔ موزلی و همکاران (۲۰۰۴) ۶۹ دوچرخه‌سوار آماتور و حرفه‌ای کلاس جهانی در سه گروه بر حسب Vo_2peak (پایین، متوسط و بالا) مقایسه شدند، ولی باز هم تفاوت معنی‌داری بین کارآیی و هزینهٔ انرژی گروه‌ها مشاهده نشد (۲۰).

یافته های مطالعهٔ حاضر با یافته‌های هاپکر و همکاران (۲۰۰۷) همسو است. آن‌ها کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری را در ۱۶ دوچرخه‌سوار تمرین‌کردهٔ رقابتی و ۱۶ دوچرخه‌سوار آماتور مقایسه کردند. در این مطالعه میزان کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری در دوچرخه‌سواران تمرین‌کردهٔ رقابتی به‌طور معنی‌داری بهتر از گروه دیگر گزارش شد (۱۹). این محققان همچنین در سال ۲۰۱۰ نشان دادند میزان کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری دوچرخه‌سواران رقابتی به دنبال ۱۲ هفته تمرین با شدت زیاد افزایش می‌یابد (۲۳).

به نظر می‌رسد یکی از عوامل عدم مشاهدهٔ اختلاف معنی‌دار بین آزمودنی‌های تمرین‌کردهٔ رقابتی و آماتور در مطالعات ذکر شده (۱۷، ۱۸، ۲۹) تعداد کم شرکت‌کنندگان در هر گروه (نیکل بری و همکاران(۱۹۹۶): شش دوچرخه‌سوار تمرین‌کرده و شش دوچرخه‌سوار آماتور؛ مارش و همکاران (۲۰۰۰): ۱۱ تمرین‌کرده و ۱۰ دوچرخه‌سوار تمرین‌نکرده؛ بونینگ[1] و همکاران (۱۹۸۴): ۹ دوچرخه‌سوار تمرین‌کرده و شش تمرین‌نکرده) باشد. به‌علاوه، استفاده از آزمودنی‌های تمرین‌کرده با مقادیر Vo_2peak نسبتاً کمتر از دوچرخه‌سواران رقابتی و آماتور ذکر شده در پیشینهٔ تحقیق (نیکل بری ۴۸ میلی‌لیتر کیلوگرم بر دقیقه در مقابل ۳۹ میلی‌لیتر کیلوگرم بر دقیقه) می‌توان اظهار داشت که نبود اختلاف معنی‌دار بین دو گروه در این مطالعات چندان دور از ذهن نبوده است.

انتقادی که در مورد تحقیقات پیشین وجود دارد، استفاده از شدت‌های بسیار کم برای ارزیابی کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری و مقایسهٔ آن بین گروه‌هاست. در مطالعهٔ بونینگ و همکاران (۱۹۸۴) کارآیی دوچرخه‌سواری بین گروه‌ها در بارهای کاری ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ وات؛ در مطالعهٔ نیکل بری و همکاران (۱۹۹۶) در بارهای کاری ۵۰ و ۲۰۰ وات و در مطالعهٔ مارش و همکاران (۲۰۰۰) در بارهای کاری ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ وات مقایسه شده است (۱۷، ۱۸، ۲۹)؛ در نتیجه امکان مقایسهٔ پاسخ‌ها فقط در بارهای کاری کم وجود داشته و با توجه به اینکه دوچرخه‌سواران تمرین‌کرده و سطح بالا در بارهای کاری خیلی بالاتر مسابقه می‌دهند و احتمالاً سازگاری‌های

1. Boning

آن‌ها در این شدت‌ها ایجاد می‌شود، این مقادیر بار کاری به‌منظور مقایسهٔ کارآیی بین این دسته از ورزشکاران کم به نظر می‌رسد؛ از این رو پیشنهاد می‌شود بار کاری استفاده شده برای تعیین میزان کارآیی در دامنهٔ عملکردی جمعیت مورد مطالعه باشد؛ در نتیجه مقایسهٔ کارآیی و اقتصاد حرکتی در دوچرخه‌سواران تمرین‌کرده و آماتور در بارهای کاری بالاتر (بیشتر از ۲۰۰ وات) منطقی به نظر می‌رسد (۳۰)، چنانکه موجیکا[1] و همکارانش (۲۰۰۱) دامنهٔ بار کاری مورد استفاده در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای را بین ۳۴۹ و ۵۲۵ وات گزارش کرده‌اند (۳۱). در تأیید این موضوع در مطالعهٔ حاضر نیز در بار کاری ۲۰۰ وات تفاوت معنی‌داری بین کارایی و اقتصاد دوچرخه‌سواری دو گروه مشاهده نشد. همان‌طور که اشاره شد، در مطالعهٔ موزلی و همکاران (۲۰۰۴) ۶۹ آزمودنی در سه گروه با ظرفیت هوازی متفاوت مقایسه شدند. با وجود اینکه در پژوهش آن‌ها تعداد آزمودنی‌ها بیشتر از مطالعات قبلی در نظر گرفته شد (اگرچه تعداد آزمودنی‌ها در گروه دوچرخه‌سواران حرفه‌ای چندان زیاد نبود n=۱۶) و نیز فرآیند مقایسهٔ کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری در بارهای کاری بالاتر (۱۶۵ وات و آخرین بار کاری قبل از رسیدن RER به بیش از یک) انجام شد، باز هم هیچ تفاوتی بین گروه‌ها مشاهده نشد (۲۰). هاپکر و همکاران (۲۰۰۷) کوتاه بودن مدت زمان سه دقیقه‌ای هر مرحلهٔ آزمون ورزشی فزاینده وامانده ساز را در مطالعهٔ موزلی (۲۰۰۴) از عوامل احتمالی عدم مشاهدهٔ تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها بیان می‌کند. وی اشاره می‌کند که Vco_2 و Vo_2 برای رسیدن به حالت پایدار به زمان طولانی‌تری نیاز دارند (۱۹)، اما موزلی و همکاران (۲۰۰۴) اظهار داشتند که در طرح مطالعهٔ مقدماتی انجام شده در آزمایشگاه بین مراحل سه دقیقه‌ای و مراحل طولانی‌تر (در میزان Vo_2 و Vco_2 طی بارهای کاری یکسان) تفاوت معنی‌داری مشاهده نکرده‌اند (۲۰). همچنین این روش (استفاده از مراحل سه دقیقه‌ای) در پژوهش مک دانیل و همکاران (۲۰۰۲) و برخی مطالعات دیگر تأیید شده است (۲۸،۱۱، ۳۲، ۳۳). با این حال، موزلی و همکاران (۲۰۰۴) نبود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها را کافی نبودن اختلاف هزینهٔ متابولیک زیر بیشینه برای رسیدن به اختلافی معنی‌دار در کارآیی حرکتی بین گروه‌ها بیان کرده‌اند (۲۰). هاپکر و همکاران (۲۰۰۹) علاوه بر انتقاد به روش‌های مطالعات پیشین، یکی از دلایل عدم مشاهدهٔ تفاوت معنی‌دار بین گروه های تمرین‌کردهٔ رقابتی و تمرین‌نکرده را در برخی از این مطالعات خطر مرتکب شدن خطای آماری نوع دوم و به‌ویژه فقدان توان آماری در مطالعات گذشته بیان می‌کند که توانایی آشکار ساختن اختلافات معنی‌دار بین جمعیت‌های مورد مطالعه را نداشته‌اند (۳۰).

1. Mujika

بعضی از مطالعات بهتر بودن کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری را در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای کلاس جهانی، در مقایسه با دوچرخه‌سواران آماتور به ترکیب درصد تارهای عضلانی این ورزشکاران مربوط می‌دانند. برخی بررسی‌ها همبستگی مثبتی بین درصد تارهای عضلانی نوع I و کارآیی دوچرخه‌سواری گزارش کرده‌اند (۶، ۸). هارویتز و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند دوچرخه‌سوارانی که درصد بیشتری از تارهای عضلانی نوع I دارند، به‌طور معنی‌داری کارآیی بیشتری دارند (۶). همچنین کویل و همکاران (۱۹۹۱) ارتباط مثبتی بین تعداد سال‌های تمرین استقامتی و درصد تارهای عضلانی نوع I گزارش کردند. با این حال، با توجه به مقطعی بودن این مطالعه، مشخص نبود که انجام سال‌ها تمرین به افزایش تارهای عضلانی نوع I منجر شده است یا اینکه دوچرخه‌سواران با تارهای عضلانی نوع I بیشتر، به تمرین یا مسابقه ادامه داده‌اند (۳۴). در مطالعه‌ای دیگر کویل و همکاران (۲۰۰۵) پیشنهاد کرده‌اند که بیشتر از ۸٪ از افزایش مشاهده شده در کارآیی دوچرخه‌سواری در مسابقات تور بزرگ[1] نتیجهٔ افزایش درصد تارهای عضلانی نوع I است که ممکن است به‌دلیل انجام تمرینات استقامتی شدید مداوم یا قرار گرفتن در معرض ارتفاعات برای مدت طولانی باشد (۱۹)، اما مدبو و همکاران (۲۰۰۸) پس از نمونه برداری عضلانی از عضلات بازکنند زانوی آزمودنی‌ها ارتباطی بین کارآیی و نسبت تارهای عضلانی نوع I مشاهده نکردند. البته در مطالعه مدبو و همکاران (۲۰۰۸) آزمودنی‌ها دوچرخه‌سوار تمرین‌کرده یا حرفه‌ای نبودند که این موضوع شاید بتواند عدم مشاهدهٔ ارتباط بین آن‌ها را توجیه کند (۳۵).از طرفی، هاپکر و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند انجام تمرینات با شدت زیاد به کاهش هزینهٔ اکسیژن دوچرخه‌سواری منجر می‌شود که پیامد آن افزایش کارآیی در دوچرخه‌سواران است و با توجه به اینکه تمرینات دوچرخه‌سواران حرفه‌ای از آماتورها شدیدتر است، این یافته‌ها تا حدی منطقی به نظر می‌رسد (۲۳). همچنین فاریا[2] و همکاران (۱۹۸۲) و سودیس[3] و همکاران (۱۹۹۲) سطح مهارت آزمودنی‌ها را عاملی تأثیرگذار در این زمینه بیان کرده‌اند. آن‌ها پیشنهاد کردند که به‌کارگیری گروه‌های عضلانی غیرویژه دوچرخه‌سواری، به‌خصوص طی بارهای کاری بیشتر توسط دوچرخه‌سواران با مهارت کمتر، به افزایش اکسیژن مصرفی بدون افزایش در کار مفید در این ورزشکاران منجر خواهد شد که در نهایت، باعث عدم افزایش کارآیی در بارهای کاری بیشتر خواهد شد (۳۶، ۳۷).

---

1. Grand Tour Champion
2. Faria
3. Sidossis

همان‌طور که ذکر شد در مطالعهٔ حاضر در بار کاری ۲۰۰ وات تفاوت معنی‌داری بین کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری دو گروه مشاهده نشد که با نتایج پژوهش هاپکرو همکاران (۲۰۰۷) همسو نیست. در پژوهش هاپکر و همکاران (۲۰۰۷) حتی در بار کاری ۱۵۰ وات نیز کارآیی دوچرخه‌سواران تمرین‌کرده بهتر از دوچرخه‌سواران تمرین‌نکرده بود. اولاً باید اظهار داشت که در مطالعهٔ هاپکر و همکاران (۲۰۰۷) دو گروه از دوچرخه‌سواران تمرین‌کرده و تمرین‌نکرده مقایسه شدند (۱۹)، ولی در پژوهش حاضر دو گروه از دوچرخه‌سواران حرفه‌ای کلاس جهانی و دوچرخه‌سواران آماتور سطح دو کلاس جهانی مقایسه شدند که توسط اتحادیهٔ بین‌المللی دوچرخه‌سواری کلاس‌بندی شده بودند، چنانکه حتی ظرفیت هوازی گروه دوچرخه‌سواران آماتور نخبهٔ سطح دو این پژوهشبسیار بیشتر از گروه دوچرخه‌سواران تمرین‌کردهٔ مطالعهٔ هاپکرو همکاران (۲۰۰۷) (۶۶ کیلوگرم دقیقه/میلی‌لیتر در مقابل ۶۲ کیلوگرم دقیقه/میلی‌لیتر) بود؛ در نتیجه به نظر می‌رسد اختلاف بین گروه‌های مطالعهٔ حاضر از گروه‌های مطالعهٔ هاپکر و همکاران(۲۰۰۷) کمتر باشد که می‌تواند تفاوت یافته‌های این دو پژوهش را توجیه کند؛ ثانیاً از آنجا که بیشتر رقابت‌ها و تمرینات دوچرخه‌سواری در بارهای کاری بیش از ۲۰۰ وات انجام می‌شود، سازگاری‌ها در این بارهای کاری اتفاق می‌افتد، چنانکه هاپکر و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند کارآیی در دوچرخه‌سواران رقابتی فقط با اجرای تمرین با شدت بالا برای ۱۲ هفته تمرین افزایش می‌یابد (۲۳)؛ از این رو کارایی دوچرخه‌سواران حرفه‌ای و آماتور باید در بارهای کاری بیشتر و شدت تمرینی‌ای مقایسه شود که اغلب در مسابقات از آن‌ها استفاده می‌شود (۳۰). بدین ترتیب، با توجه به تحقیقات گذشته (۱۸،۱۷، ۲۰) و همچنین مطالعهٔ حاضر شاید بتوان گفت که بار کاری ۲۰۰ وات توانایی آشکار سازی تفاوت کارآیی دوچرخه‌سواری را در این سطح از ورزشکاران نداشته باشد که ممکن است به‌دلیل سبک بودن شدت این بار کاری باشد. به نظر می‌رسد این بار کاری برای هر دو گروه به راحتی قابل تحمل بوده، چنانکه باعث کم شدن اختلاف میزان V_{O2} در هر دو گروه شده باشد. این کاهش اختلاف هزینهٔ اکسیژن بین دو گروه در نهایت به عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار در هزینهٔ انرژی و به تبع آن، عدم مشاهدهٔ تفاوت معنی‌دار در کارآیی دوچرخه‌سواری بین دو گروه منجر خواهد شد، اما در بار کاری ۳۰۰ وات، با توجه به اینکه دوچرخه‌سواران آماتور این بار کاری را با تلاش بیشتری اجرا می‌کنند، V_{O2} و هزینهٔ انرژی در آن‌ها افزایش خواهد یافت. همهٔ این عوامل در نهایت به ایجاد اختلاف بیشتر در کارآیی دوچرخه‌سواری بین آن‌ها و دوچرخه‌سواران حرفه‌ای منجر خواهد شد. همچنین مطابق با نظر هاپکر (۲۰۰۷) این احتمال وجود دارد که کوتاه بودن مراحل سه دقیقه‌ای در آزمون فزایندهٔ وامانده ساز برای دست‌یابی به Vo_2 و Vco_2 در حالت پایدار از عوامل

دیگر عدم مشاهدهٔ تفاوت معنی‌دار در بار کاری ۲۰۰ وات در این مطالعه باشد (۱۹). با این حال، با توجه به مشاهدهٔ تفاوت معنی‌دار در کارآیی در بار کاری ۳۰۰ وات و همچنین با توجه به اینکه بسیاری از مطالعات این مدت را برای رسیدن به Vo_2 و Vco_2 پایدار مناسب می‌دانند (۲۰،۱۱، ۳۲،۲۸، ۳۳) این امر تا حدی دور از ذهن به نظر می‌رسد.

در این مطالعه با وجود اینکه میزان کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری تمام آزمودنی‌ها در بار کاری ۳۰۰ وات، درمقایسه با بار کاری ۲۰۰ وات تا حدی بیشتر بود، تفاوت معنی‌داری بین دو بار کاری ۲۰۰ و ۳۰۰ وات مشاهده نشد. برخی مطالعات نشان داده‌اند که کارآیی با افزایش بار کاری افزایش می‌یابد (۳۸، ۳۹) که بخش زیادی از آن به‌دلیل کار غیرقابل اندازه‌گیری شده ای است (کاری که برای حفظ متابولیسم پایه و وضعیت بدن روی دوچرخه است) که به تشکیل درصد کمتری از هزینهٔ انرژی کل در میزان بارهای کاری بیشتر منجر می‌شود (با توجه به فرمول، هرچه هزینهٔ انرژی کمتر باشد، کارآیی افزایش می‌یابد) (۴۰). همچنین این نتایج با یافته‌های ارائه شده توسط موزلی و جکندراپ (۲۰۰۱) و هاپکر و همکاران (۲۰۰۷) همسو است که اظهار داشتند بین بارهای کاری ۱۵۰ تا ۳۰۰ وات، هنگامی که از آهنگ ثابتی برای پدال زدن استفاده می‌شود، فلاتی در کارآیی وجود دارد (۱۹، ۲۸). به نظر می‌رسد افزایش ۱۰۰ وات در بار کاری به افزایش Vo_2 بیشتری در دوچرخه‌سواران آماتور، در مقایسه با دوچرخه‌سواران حرفه‌ای منجر شده باشد که این عامل سبب شده است افزایش کارآیی در دوچرخه‌سواران آماتور به اندازهٔ افزایش کارآیی در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای نباشد؛ در نتیجه تأثیر افزایش کمتر کارآیی در گروه آماتورها شاید به عدم مشاهدهٔ تفاوت معنی‌دار بین دو بار کاری در کل آزمودنی‌ها منجر شده باشد.

نتایج نشان داد بین Vo_2max دوچرخه‌سواران و کارآیی در شدت ۳۰۰ وات همبستگی ضعیف معنی‌داری وجود دارد، چنانکه با افزایش Vo_2max کارآیی دوچرخه‌سواری آزمودنی‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، اما بین Vo_2max و اقتصاد دوچرخه‌سواری در شدت ۳۰۰ وات ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد. در خصوص تأثیر عواملی مانند Vo_2max بر متغیرهای کارآیی و اقتصاد حرکتی و اینکه تفاوت در مقادیر Vo_2max بین آزمودنی‌ها ممکن است چه تأثیری بر نتایج مطالعه داشته باشد، باید گفت که مطالعات در این زمینه نتایج کاملاً متفاوتی گزارش کرده‌اند (۲۴، ۲۸، ۴۱). موزلی و همکاران (۲۰۰۱) بین کارآیی و Vo_2max در دوچرخه‌سواران تمرین‌کردهٔ سطح بالا همبستگی ضعیفی مشاهده کردند (۲۸)، با این حال لوسیا و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای همبستگی معکوسی بین Vo_2max و کارآیی نسبی گزارش کردند (۲۴) که تا حدی توسط برخی مطالعات مورد تردید قرار گرفته است (۴۱). با این حال، با توجه به

شواهد تصور می‌شود هر چه Vo_2max بالاتر باشد، تا حدی نشان‌دهندهٔ تمرین بیشتر فرد است، طوری که افزایش تمرین باعث حذف حرکات زائد و بهبود مهارت می‌شود که می‌تواند موجب کاهش هزینهٔ انرژی در شدت‌های زیر بیشینه شود؛ در نتیجه کارآیی و اقتصاد حرکتی تا حدی بهبود خواهد یافت (۱۹، ۲۳، ۲۸). همچنین باید اظهار داشت در نگاه اول به نظر می‌رسد Vo_2max بالاتر دوچرخه‌سواران حرفه‌ای به افزایش Vo_2 و در نتیجه، افزایش هزینهٔ انرژی در شدتی که Vo_2max در آن حاصل شده منجر شود و در نهایت، همهٔ این سبب کاهش کارآیی در این افراد شود، اما باید در نظر داشت که دوچرخه‌سواران با توان هوازی مختلف در توان‌های خروجی متفاوت، حداکثر اکسیژن مصرفی خود را تجربه می‌کنند؛ از این رو معمولاً دوچرخه‌سواران با Vo_2max بالاتر در توان‌های خروجی بالاتری به Vo_2max خود می‌رسند (۴۱، ۴۲). همچنین سرعت انجام کار در این ورزشکاران، زمانی که از آهنگ پدال زدن ترجیحی استفاده می‌شود تا حدی بیشتر است (۱۸)؛ در نتیجه، این اختلاف در میزان توان خروجی و کار انجام شده (کار انجام شدهٔ بیشتر) شاید بتواند با توجه به فرمول کارآیی، تأثیر بیشتر بودن هزینهٔ انرژی را در این دوچرخه‌سواران کاهش داده، آن را جبران کند و حتی به افزایش کارآیی در این ورزشکاران منجر شود.

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد در شدت ۳۰۰ وات بین سن دوچرخه‌سواران و کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری ارتباط معنی‌داری وجود دارد، به این صورت که با افزایش سن کارآیی و اقتصاد دوچرخه‌سواری آزمودنی‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. در مورد تأثیر سن بر نتایج این تحقیق باید گفت که به نظر نمی‌رسد تفاوت سنی دو گروه به تنهایی عاملی تأثیرگذار در این زمینه باشد، طوری که برخی از مطالعات این موضوع را لحاظ نکرده‌اند که از آن جمله می‌توان به مطالعهٔ هاپکر و همکاران (۲۰۰۷) اشاره کرد که گروه‌ها از لحاظ سنی تا حد زیادی با یکدیگر اختلاف داشتند (۱۹). علاوه بر این، مطالعات معدودی به بررسی تأثیر سن روی کارآیی دوچرخه‌سواری در افراد مختلف پرداخته‌اند، حتی این مطالعات نیز تأثیر سن را به تنهایی بر کارآیی دوچرخه‌سواری بررسی نکرده‌اند، بلکه تأثیر افزایش سن را به دنبال تمرینات استقامتی بررسی کرده‌اند (۴۳، ۴۴). گیسان و همکاران (۱۹۹۱) اظهار داشتند که با انجام تمرین استقامتی در مردان بالغ، هزینهٔ اکسیژن کاهش و کارآیی دوچرخه‌سواری افزایش می‌یابد که چنین تغییراتی ممکن است در دامنه‌های مختلف سنی به وقوع بپیوندد (۴۴). حتی این فرضیه که کارآیی دوچرخه‌سواری با انجام سال‌ها تمرین استقامتی بهبود می‌یابد نیز به‌طور کامل تأیید نشده است (۲۱)، چنانکه مارتین و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای موردی و با بررسی کارآیی دوچرخه‌سواری یک قهرمان تور حرفه‌ای از سن ۱۸ تا ۲۴ سالگی چنین یافته‌هایی را تأیید

نکردند (۲۱). با این حال کویل و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه ای موردی، افزایش کارآیی عضلانی لانس آرمسترانگ را در طول دوره‌ای هفت ساله از سن ۲۱ تا ۲۸ سالگی گزارش کردند. با این حال با توجه به دلیل مشکلات موجود در انتخاب و در دسترس بودن آزمودنی‌های نخبه و حرفه‌ای، این تفاوت سنی در دو گروه را شاید بتوان از محدودیت‌های پژوهش حاضر به شمار آورد.

در مجموع، یافته‌های این پژوهش نشان داد دوچرخه‌سواران حرفه‌ای کلاس جهانی، در مقایسه با دوچرخه‌سواران آماتور نخبه کارآیی بهتری دارند که تا حدی می‌تواند در شدت‌های زیاد، تفاوت عملکردی عمدهٔ بین آن‌ها را توضیح دهد.

منابع:

1. Lucia A, Hoyos J, Pardo J, Chicharro JL,(2000), Metabolic and neuromuscular adaptations to endurance training in professional cyclists: a longitudinal study, Jpn J Physiol, 50(3), 381-8.
2. Mujika I, Padilla S,(2001), Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. Sports Med, 31(7),479-87.
3. Padilla S, Mujika I, Orbananos J, Santisteban J, Angulo F, Jose Goiriena J,(2001), Exercise intensity and load during mass-start stage races in professional road cycling. Med Sci Sports Exerc, 33(5), 796-802 .
4. Padilla S, Mujika I, Santisteban J, Impellizzeri FM, Goiriena JJ,(2008), Exercise intensity and load during uphill cycling in professional 3-week races. Eur J Appl Physiol, 102(4), 431–438.
5. Coyle EF,(1999), Physiological determinants of endurance exercise performance. J Sci Med Sport, 2(3), 181 – 189
6. Horowitz JF, Sidossis LS, Coyle EF,(1994), High efficiency of type 1 muscle fibres improves performance. Int J Sports Med, 15(3), 152 – 157.
7. Moseley L , Jeukendrup A,(2001), The reliability of cycling efficiency. Med Sci Sports Exerc, 33(4), 621 – 627
8. Coyle EF, Sidossis LS, Horowitz JF, Beltz JA, (1992), Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. Med Sci Sports Exerc, 24(7), 782 – 788.
9. Jeukendrup AE, and Martin J ,(2001), Improving cycling performance: how should we spend our time and money. Sports Med, 31(7), 559–569.
10. Jeukendrup AE, Craig NP, Hawley JA, (2000), The bioenergetics of World Class Cycling. J Sci Med Sport, 3(4), 414-33.

11. McDaniel J, Durstine JL, Hand GA, Martin JC, (2002), Determinants of metabolic cost during submaximal cycling. J Appl Physiol, 93(3), 823-8.

12. Coyle EF, Sidossis LS, Horowitz JF, Beltz JD, (1992), Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. Med Sci Sports Exerc, 24(7),782-8.

13. Green HJ, Roy B, Grant S, Hughson R, Burnett M, Otto C, Pipe A, McKenzie D, Johnson M, (2000), Increases in submaximal cycling efficiency mediated by altitude acclimatization. J Appl Physiol, 89(3), 1189-97.

14. Hochachka PW, Stanley C, Matheson GO, McKenzie DC, Allen PS, Parkhouse WS, (1991), Metabolic and work efficiencies during exercise in Andean natives. J Appl Physiol, 70(4):1720-30.

15. Passfield L, Doust JH, (2000), Changes in cycling efficiency and performance after endurance exercise. Med Sci Sports Exerc, 32(11), 1935-41.

16. Ferguson RA, Ball D, Sargeant AJ, (2002), Effect of muscle temperature on rate of oxygen uptake during exercise in humans at different contraction frequencies. J Exp Biol, 205(7), 981-7.

17. Nickleberry BL, Brooks GA, (1996), No effect of cycling experience on leg cycle ergometer efficiency. Med Sci Sports Exerc, 28(11), 1396 – 1401

18. Marsh AP , Martin PE , Foley KO, (2000), Effect of cadence, cycling experience, and aerobic power on delta efficiency during cycling . Med Sci Sports Exerc, 32(9), 1630 – 1634

19. Hopker JG, Coleman DA, Wiles J, (2007), Differences in efficiency between trained and recreational cyclists . Appl Physio Nut Metab, 32(6), 1036 – 1042

20. Moseley L, Achten J, Martin JC, Jeukendrup AE, (2004), No differences in cycling efficiency between world-class and recreational cyclists . Int J Sports Med, 25(5), 374 – 379

21. Martin DT, Quod MJ, Lee H, Gore CJ, (2009), Cycling Efficiency In A Pro Tour Champion: A Case Study: 2911: Board #58 May 30 9:30 AM - 11:00 AM. Medicine & Science in Sports & Exercise, 41(5), 500-510.

22. Coyle EF, (2005), Improved muscular efficiency displayed as Tour de France champion matures. J Appl Physiol, 98(6), 2191 – 2196

23. Hopker J, Coleman D, Passfield & Wiles , (2010), The effect of training volume and intensity on competitive cyclists' efficiency. Appl. Physiol. Nutr. Metab, 35(1), 17–22

24. Lucía A, Hoyos J, Pérez M, Santalla A, Chicharro JL, (2002), Inverse relationship between VO2max and economy/efficiency in world-class cyclists. Med Sci Sports Exerc, 34(12), 2079-84.

25. Lucia A, Pardo J, Durántez A, Hoyos J, Chicharro JL, (1998), Physiological differences between professional and elite road cyclists. Int J Sports Med, 19(5),342-8.

26. Medelli J, Shabani M, Lounana J, Fardellone P, Campion F, (2009), Low bone mineral density and calcium intake in elite cyclists. J Sports Med Phys Fitness, 49(1), 44-53.

27. Brouwer E, (1957), On simple formulae for calculating the heat expenditure and the quantities of carbohydrate and fat oxidized in metabolism of men and animals, from gaseous exchange (oxygen and carbonic acid output) and urine-N. Acta Physiol. Pharmacol. Nederl, 6, 795– 802.

28. Moseley L, Jeukendrup A,(2001), The reliability of cycling efficiency. Med Sci Sports Exerc, 33(4), 621 – 627

29. Boning D, Gonen Y, Maassen N, (1984), Relationship between work load, pedal frequency, and physical fittness . Int J Sports Med, 5(2), 92 – 97

30. Hopker J, Passfi eld L, Coleman D, Jobson S , Edwards L, Carter H, (2009), The Effects of Training on Gross Efficiency in Cycling: A Review. Int J Sports Med, 30(12), 845 – 850

31. Mujika I and Padilla S, (2001), Physiological and Performance Characteristics of Male Professional Road Cyclists. Sports Med, 31 (7), 479-487

32. Achten J, Gleeson M, Jeukendrup AE, (2002), Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. Med Sci Sports Exerc, 34(1), 92-7.

33. Achten J, Venables MC, Jeukendrup AE, (2003), Fat oxidation rates are higher during running compared with cycling over a wide range of intensities. Metabolism, 52 (6), 747–752.

34. Coyle EF, Feltner ME, Kautz SA, Hamilton MT, Montain SJ, Baylor AM Abraham LD, Petrek GW, (1991), Physiological and biochemical factors associated with elite endurance cycling performance. Med Sci Sports Exerc 23(1), 93 – 107

35. Medbø JI, (2008), No effect of muscle fiber type on mechanical efficiency during cycle exercise at 1.5 HZ. Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis,13(3), 25-51

36. Faria IGS and Bonde-Petersen F, (1982), Oxygen cost during different pedalling speeds for constant power output. *J. Sports Med*, 22(3), 295–299,

37. Sidossis LS, Horowitz JF and Coyle EF, (1992), Load and velocity of contraction influence gross and delta mechanical efficiency. *Int. J. Sports Med*, 13(5), 407– 411.

38. Chavarren J, Calbet JAL, (1999), Cycling efficiency and pedalling frequency inroad cyclists . Eur J Appl Physiol, 80(6), 555 – 563

39. Gaesser GA, Brooks GA, (1975), Muscular efficiency during steady-state exercise: effects of speed and work rate . J Appl Physiol, 38(2), 1132 – 1139

40. Stainsby W, Gladden L, Barclay J, Wilson B, (1980), Exercise efficiency: validity of base-line subtractions. J Appl Physiol, 48(3), 518 – 522.

41. Atkinson G, Davison R, Nevil AM, (2004), Response: inverse relationship between [latin capital v with dot above] Vo2max and economy in world class cyclists. Medicine & Science in Sports & Exercise, 36(6), 1085-1086.

42. Jeukendrup A, Martin DT, Gore CJ, (2003), Are world-class cyclists really more efficient?. Med Sci Sports Exerc, 35(7), 1238-9.

43. Woo JS, Derleth C, Stratton JR, Levy WC, (2006), The influence of age, gender, and training on exercise efficiency. J Am Coll Cardiol, 47(5), 1049-57.

44. Gissane C, Corrigan DL, White JA,(1991), Gross efficiency responses to exercise conditioning in adult males of various ages. J Sports Sci, 9(4), 383-91.

تأثیر مصرف کوتاه‌مدت مکمل کراتین مونوهیدرات بر عملکرد، توان و کار عضلانی دانشجویان دختر ورزشکار

یاسر گاراژیان[۱]، حمید اراضی[۲]، مینو دادبان شهامت[۳]، زهرا سایوند[۴]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۴/۲۱

چکیده

هدف این پژوهش تأثیر مصرف مکمل کراتین مونوهیدرات بر عملکرد، توان و کار عضلانی دانشجویان دختر ورزشکار است. بدین منظور، ۱۶ نفر از دانشجویان ورزشکار غیررقابتی به‌طور هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی به دو گروه کراتین (n=۸) و دارونما (n=۸) تقسیم شدند. در پیش‌آزمون، عملکرد عضلات (پنج تکرار در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه و ۵۰ تکرار در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه) طی حداکثر انقباض اختیاری درونگرا با پای برتر، توسط دستگاه ایزوکنتیک اندازه‌گیری شد. اندازه‌های تودهٔ بدون چربی، درصد چربی و دور ران نیز آزمودنی‌ها گرفته شد. سپس، گروه کراتین روزانه ۲۰ گرم کراتین را در چهار وعدهٔ پنج گرمی (ساعت ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰) به مدت شش روز مصرف کردند. گروه دارونما مانند پروتکل گروه کراتین عمل کردند، با این تفاوت که به‌جای کراتین، نشاسته مصرف می‌کردند. همهٔ اندازه‌گیری‌ها در پس‌آزمون طی زمان مشابهی تکرار شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون t مستقل استفاده شد. یافته‌های پژوهش نشان داد اوج گشتاور عضلات خم‌کنندهٔ زانو در سرعت ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه، زمان رسیدن به اوج گشتاور در باز کردن در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه، تعداد تکرار حرکت در اوج گشتاور در خم کردن زانو در سرعت ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه توان عضلات بازکننده و خم‌کنندهٔ زانو در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه، کل کار انجام شده در خم کردن و باز کردن زانو در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه در گروه کراتین، در مقایسه با گروه دارونما افزایشی معنی‌دار داشته است (P<۰/۰۵). بین تودهٔ بدون چربی، درصد چربی و دور ران در گروه کراتین و دارونما تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P<۰/۰۵)؛ بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مصرف کوتاه‌مدت مکمل کراتین به بهبود عملکرد عضلانی در دختران ورزشکار منجر می‌شود و تأثیری بر تودهٔ بدون چربی ندارد.

کلیدواژه‌های فارسی: اوج گشتاور، تودهٔ بدون چربی بدن، توان، کراتین مونوهیدرات.

۱. مربی دانشگاه آزاد اسلامی شهر ری (نویسندهٔ مسئول) Email: yaser592000@yahoo.com
۲. استادیار دانشگاه گیلان Email: h_arazi2003@yahoo.com
۳. هیئت علمی دانشگاه آزاد، آزادشهر Email: dadban.m@gmail.com
۴. هیئت علمی دانشگاه آزاد ملایر Email: zahrasayvand@yahoo.com

مقدمه

امروزه، تولید و فروش مواد نیرو افزا به صنعتی سودمند تبدیل شده که هر ساله به تعداد و تنوع آن اضافه می‌شود (۱، ۲). کراتین یا متیل گوانیدین-استیک[1] اسید، ترکیبی است که به دو شکل آزاد و فسفوریله (فسفو کراتین(Pcr) در عضلات اسکلتی وجود دارد و از ذخایر مهم انرژی در سلول‌های بدن به شمار می‌رود. طی تمرینات شدید، فسفوکراتین به دو عنصر کراتین و فسفات تجزیه می‌شود؛ در نتیجه، انرژی مورد نیاز برای تأمین منبع اولیهٔ انرژی؛ یعنی آدنوزین تری فسفات (ATP) آزاد می‌شود. با کاهش میزان فسفوکراتین برون‌ده توان نیز کاهش می‌یابد؛ زیرا ATP توانایی تأمین سریع انرژی مورد نیاز برای فعالیت‌های ورزشی را ندارد. همچنین قابل توجه است که ذخایر زیاد فسفوکراتین در ماهیچه‌ها به کاهش میزان خستگی در تمرینات سرعتی منجر می‌شود (۳، ۴). با این حال، پژوهش‌های انجام شده دربارهٔ اثربخشی مکمل کراتین مونوهیدرات تا حدی بحث برانگیز است (۴). هاونتیدس[2] به این نتیجه رسید که مصرف مکمل کراتین (۲۵ و ۳۵ گرم در روز به مدت چهار روز) باعث افزایش ۱۱ درصدی میانگین بازده توان در عملکرد دوچرخهٔ سرعتی می‌شود (۵). تارنوپلسکی[3] و همکاران نیز گزارش کردند که مکمل سازی کراتین (روزانه ۲۰ گرم به مدت چهار روز) باعث افزایش اوج توان رکاب زدن و گشتاور حداکثر انقباض اختیاری درسی فلکشن در مردان و زنان می‌شود (۳). از طرفی، وندنبرگ[4] و همکاران مشاهده کردند که بازده توان خم کردن آرنج طی چهار روز مصرف کراتین تغییری نکرد (۵). بیرچ[5] و همکاران حداکثر عملکرد دوچرخهٔ ایزوکنتیک (سه دورهٔ ۳۰ ثانیه‌ای با ۸۰ دور در دقیقه به همراه چهار دقیقه استراحت) را در ۱۴ مرد سالم به همراه پنج روز مصرف مکمل کراتین اندازه‌گیری کردند. در این پژوهش، افزایشی معنی‌دار در اوج بازده توان (٪۸ برای دورهٔ اول)، بازده میانگین توان (٪۶ برای دوره‌های اول و دوم)، و کل کار (٪۶ برای دوره‌های اول و دوم) در گروه کراتین مشاهده شد. محققان نتیجه گرفتند که عملکرد کل بدن می‌تواند در دو دوره از سه دوره، حداکثر ۳۰ ثانیه بهبود یابد (۶). راوسون و همکاران[6] بعد از مکمل سازی کراتین در مردان و زنان، تفاوت معنی‌داری در وزن بدن، تودهٔ بدون چربی، درصد چربی بدن و قدرت بیشینه مشاهده نکردند، ولی مقاومت در برابر خستگی در دوره‌های

1. metil goanidin acid
2. Havenetidis(2003)
3. Tarnopolsky(2000)
4.Vandenberghe(1996)
5. Birch(1994)
6. Rawson et al(2010)

تکراری انقباض‌های شدید افزایش یافت (۷). کرکسیک و همکاران[1] به این نتیجه رسیدند که مصرف کراتین باعث افزایش تودهٔ بدون چربی بدن شده است (۸). در همین خصوص، دوتکم[2] و همکاران پس از شش روز مصرف کراتین در قایق‌رانان مرد تمرین‌کرده، تأثیری بر عملکرد عضلانی و بازده حداکثر در حداکثر انقباض اختیاری بازکننده‌های زانو مشاهده نکردند (۹). در سال‌های اخیر، اثربخشی کراتین مونوهیدرات به‌عنوان ماده‌ای نیروزا توجه زیادی به خود جلب کرده است، اما همهٔ پژوهش‌ها از آن حمایت نمی‌کنند (۹، ۱۰)؛ در نتیجه این موضوع تا حدی بحث برانگیز است. به‌علاوه، اغلب پژوهش‌ها در مورد مردان انجام شده و پژوهش‌هایی که تنها در مورد زنان انجام شده باشند اندک است (۱۱- ۱۳). همچنین بیشتر تحقیقاتی که در خصوص مکمل سازی کراتین انجام شده روی ورزشکاران رقابتی و حرفه‌ای بوده است و مطالعاتی که تأثیر مکمل سازی کراتین را بر ورزشکاران غیررقابتی بررسی کرده باشند، اندک و نتایج آن‌ها نیز متفاوت است (۱۳). با توجه به اینکه مطالعات کمی در مورد مصرف کراتین در زنان، به‌ویژه در داخل کشور انجام شده، ضروری است در مورد اثر مکمل کراتین در زنان ورزشکار تحقیقی صورت گیرد تا نشان داده شود که آیا مصرف مکمل کراتین مونوهیدرات می‌تواند باعث افزایش عملکرد و توان در دختران ورزشکار شود یا خیر؟ بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر مصرف مکمل کراتین بر عملکرد، توان و کار عضلانی دانشجویان دختر ورزشکار است.

روش‌شناسی پژوهش

جامعهٔ آماری این پژوهش دانشجویان دختر عضو تیم‌های ورزشی بسکتبال، هندبال و والیبال دانشگاه الزهرا بودند که از میان آن‌ها ۱۶ نفر از طریق نمونه‌گیری تصادفی هدفمند انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه مکمل کراتین (۸ نفر) و دارونما (۸ نفر) تقسیم شدند.

پس از دریافت رضایت‌نامه از آزمودنی‌ها تودهٔ بدن، تودهٔ بدون چربی بدن، درصد چربی بدن (توسط کالیپر لافایت ساخت کشور امریکا و از روش هفت نقطه‌ای) (۱۴) و دور ران (توسط متر نواری) آن‌ها در آزمایشگاه فدراسیون پزشکی ایران اندازه‌گیری و از آنان خواسته شد تا پرسشنامهٔ مشخصات فردی، رژیم غذایی و بیماری‌ها را تکمیل کنند. سپس، آزمودنی‌ها در حالت نشسته روی دستگاه ایزوکنتیک (CIN.COM ساخت آمریکا) قرار گرفتند و با پای برتر با سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه، پنج تکرار و بعد از یک استراحت پنج دقیقه‌ای، در سرعت ۱۸۰

1. Kerksick et al(2007)
2. Deutekom(2000)

درجه بر ثانیه ۵۰ تکرار را -که حداکثر انقباض ارادی درونگرا (کانسنتریک) در عضله چهارسر ران و همسترینگ بود- انجام دادند. اوج گشتاور، زمان رسیدن به اوج گشتاور، تعداد تکرار در اوج، توان و کل کار انجام شدهٔ عضلات چهارسر رانی (اکستنشن زانو) و همسترینگ (فلکشن زانو) بود. آزمودنی‌ها کراتین را به مدت شش روز، روزی چهار وعده، هر وعده پنج گرم در ساعت‌های ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ مصرف می‌کردند. دوزها به‌صورت مجزا در ظروف مخصوصی به آن‌ها داده می‌شد تا در ساعت تعیین شده به همراه مقداری شکر (تقریباً ۳۰ گرم) و حدود ۳۰۰ سی سی آب سرد مخلوط کرده، میل نمایند (۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۸). همچنین از آنان خواسته شد هنگام مراجعه به پژوهشگر ظرف خالی حاوی مکمل کراتین را نیز با خود بیاورند تا دوز روز بعدی به آن‌ها داده شود. گروه دارونما به‌جای مکمل کراتین از پودر نشاسته استفاده می‌کرد که از لحاظ طعم، رنگ و بو از مکمل کراتین مونوهیدرات غیر قابل تشخیص بود. آزمودنی‌های گروه دارونما نیز به شیوهٔ گروه کراتین مصرف می‌نمودند. موارد اندازه‌گیری شده در پیش‌آزمون مجدداً در پس‌آزمون نیز اندازه‌گیری شد. این پژوهش به‌صورت یک‌سویهٔ کور انجام و چرخهٔ قاعدگی، میزان فعالیت و رژیم غذایی آزمودنی‌ها کنترل شد.

پس از اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها که با آزمون کولموگروف-اسمیرنف انجام شد، برای تحلیل داده‌ها از آزمون t مستقل استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) و با استفاده از از نرم‌افزارهای SPSS و Excel انجام شد.

یافته‌های پژوهش

ویژگی‌های آزمودنی‌ها و برخی نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. یافته‌های پژوهش نشان داد اوج گشتاور عضلات خم‌کنندهٔ زانو در سرعت ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه، زمان رسیدن به اوج گشتاور در باز کردن در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه، تعداد تکرار حرکت در اوج گشتاور در خم کردن زانو در سرعت ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه، توان عضلات بازکننده و خم‌کنندهٔ زانو در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه، کل کار انجام شده در خم کردن و باز کردن زانو در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه در گروه کراتین، در مقایسه با گروه دارونما افزایشی معنی‌دار داشته است ($P<۰/۰۵$). اوج گشتاور عضلات بازکننده در سرعت ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه (نمودار ۱)، زمان رسیدن به اوج گشتاور در باز کردن و خم کردن زانو در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه (نمودار ۲) و خم کردن زانو در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه، تعداد تکرار حرکت در اوج گشتاور باز کردن زانو در سرعت ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه، توان عضلات خم‌کننده (نمودار ۳) و بازکنندهٔ زانو در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه (نمودار ۴) و کل کار انجام

شده در عضلات خم‌کننده و بازکنندهٔ زانو در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه در گروه کراتین، در مقایسه با گروه دارونما افزایش معنی‌داری نشان نداد (P<۰/۰۵). بین تودهٔ بدن، تودهٔ بدون چربی، درصد چربی و دور ران در گروه کراتین و دارونما تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P<۰/۰۵).

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه / متغیر		وزن (Kg) ($\bar{X}$ ± SD)	تودهٔ بدون چربی (Kg) ($\bar{X}$ ± SD)	درصد چربی ($\bar{x}$ ± SD)	دور ران (cm) ($\bar{X}$ ± SD)	*کل کار (J) (180 deg .s^{-1}) ($\bar{X}$ ± SD)	†کل کار (J) (180 deg .s^{-1}) ($\bar{X}$ ± SD)
کراتین	پیش‌آزمون	۶۳/۸۰ ±۸/۷۴	۴۸/۷۰ ±۵/۵۱	۲۳/۵۰ ±۱/۹۳	۵۶/۲۱ ±۵/۲۳	۱۱۸/۷۵ ±۱۱/۵۵	۹۳۲/۲۵ ±۶۸/۲۱
	پس‌آزمون	۶۴ ±۷/۹۶	۴۸/۸۰ ±۵/۹۶	۲۳/۵۰ ±۱/۵۷	۵۶/۷۱ ±۵/۵۰	۱۲۲/۱۲ ±۱۴/۱۰	۹۱۱/۵۰ ±۷۲/۴۵
دارونما	پیش‌آزمون	۶۰/۱۲ ±۶/۹۱	۴۶/۲۸ ±۴/۹۱	۲۱/۴۰ ±۴/۴۴	۵۵/۹۴ ±۴/۸۲	۹۶ ±۲۶/۷۲	۹۶۵ ±۱۰/۶۹
	پس‌آزمون	۶۰/۱۵ ±۶/۸۴	۴۶/۳۰ ±۴/۸۴	۲۱/۵۰ ±۴/۹۰	۵۶/۰۲ ±۴/۷۶	۹۳/۵۰ ±۲۰/۴۸	۹۵۴ ±۵۵/۲۸

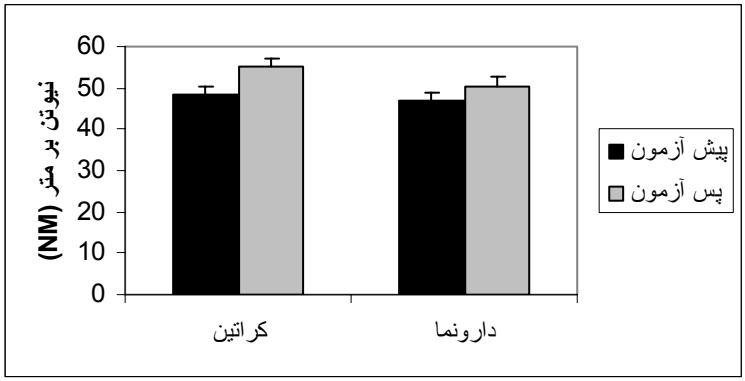
† در حالت باز کردن زانو

* در حالت خم کردن زانو

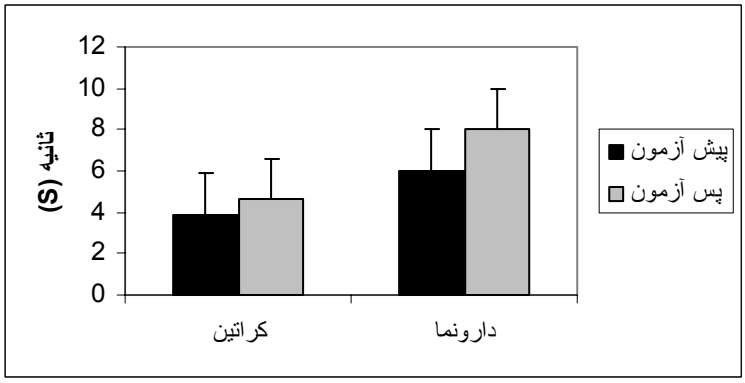
جدول ۲. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه / متغیر		($\bar{X}$ ± SD).(60 deg .s^{-1})	SD).(60 deg .s^{-1}) ($\bar{X}$ ±	(180 deg .s^{-1} ($\bar{X}$ ± SD).)	(180 deg .s^{-1} ($\bar{X}$ ± SD).)
کراتین	پیش‌آزمون	۴۸/۵±۵/۳۹	۲۸/۱۲±۰/۸۳	۱۵/۳۷±۷/۸۷	۱۶/۸۷±۵/۲۲
	پس‌آزمون	۵۱/۸۷±۵/۶۹	۲۸/۶۲±۴/۱۷	۱۰/۵±۱/۶۰	
دارونما	پیش‌آزمون	۵۰/۵ ±۴/۸۱	۲۶/۵±۶/۹۴	۷/۵±۴/۷۲	۲۰/۳۷±۱۶/۳۲
	پس‌آزمون	۴۹±۵/۳۴	۲۱±۴/۲۷	۹/۵±۵/۸۷	۲۰±۶/۴۱

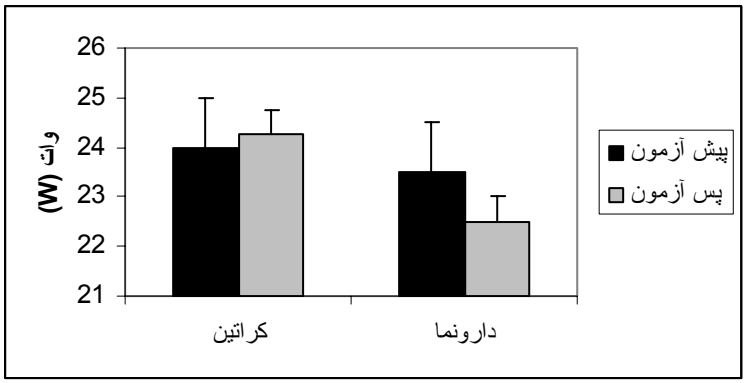
* اوج گشتاور (Nm) † اوج گشتاور (Nm) * زمان رسیدن به اوج † زمان رسیدن به اوج



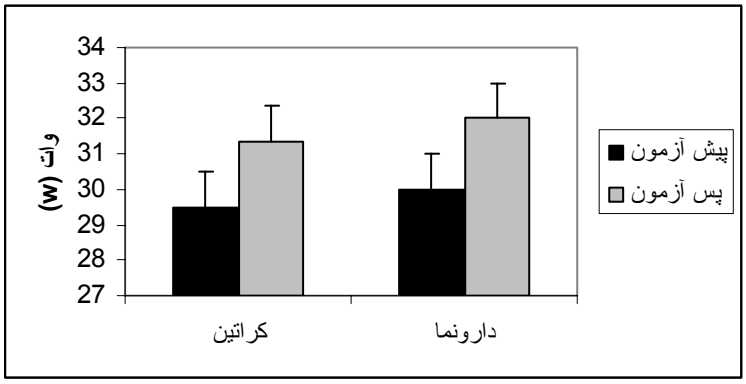
نمودار ۱. اوج گشتاور باز کردن زانو در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه



نمودار ۲. زمان رسیدن به اوج گشتاور خم کردن زانو در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه



نمودار ۳. میانگین توان خم کردن زانو در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه (P<۰/۰۵)*



نمودار ۴. میانگین توان باز کردن زانو در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه (P<۰/۰۵ *)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد اوج گشتاور خم کردن زانو در سرعت‌های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه افزایشی معنی‌دار داشت که با پژوهش‌های تارنوپلسکی[1] (۳)، روسو[2] (۱۰) و کنت[3] (۱۲) هم‌خوانی داشت، اما اوج گشتاور باز کردن زانو در این سرعت‌ها معنی‌دار نبود. همان‌طور که مشاهده شد، عضلات همسترینگ واکنش بهتری به مصرف کراتین نشان دادند. دلیل این امر می‌تواند وضعیت مطلوب بیومکانیکی عضله در هنگام انقباض باشد. آزمون تحقیق در حالت نشسته روی دستگاه ایزوکنتیک انجام شد و عضلات همسترینگ در این حالت (مفصل ران خمیده) در بهترین وضعیت برای انقباض قرار دارند و بیشترین گشتاور را تولید می‌کنند، اما عضلهٔ چهارسر ران در وضعیت کوتاهی قرار دارد و طبیعی است که گشتاور کمی تولید کند (۱۲). زمان رسیدن به اوج گشتاور طی باز کردن زانو توسط مکمل کراتین کاهش یافت. از آنجا که تارهای عضلانی نوع دوم گرایش بیشتری به ذخیرهٔ کراتین دارند (۱۵) و تودهٔ چهارسر رانی (بازکننده‌ها) بزرگ‌تر از خم‌کننده‌ها است، گمان می‌رود عضلات بازکننده حداکثر نیرویشان را سریع‌تر از عضلات خم کنندهٔ کوچک تولید کنند. احتمالاً به این دلیل است که زمان رسیدن به اوج گشتاور فقط در مرحلهٔ باز کردن کاهش یافته است (۱، ۱۲). به نظر می‌رسد با مصرف مکمل کراتین، توانایی فرد برای انجام تمرینِ شدیدتر افزایش می‌یابد (برای مثال انجام تکرار بیشینه در هر تمرین، بازیافت سریع‌تر در بین دوره‌ها) که از طریق افزایش سطح اولیهٔ فسفوکراتین و گلیکوژن عضله و سنتز مجدد سریع‌تر فسفوکراتین صورت می‌گیرد. در این

1. Tarnopolsky(2000)
2. Rossouw(2000)
3. Kenneth (2003)

شیوه، مکمل‌گیری کراتین به‌عنوان کمکی تمرینی عمل می‌کند و به ورزشکار اجازه می‌دهد در دوره‌ای زمانی با شدت و حجم بیشتری تمرین کند. در واقع، افزایش مقدار Pcr عضله در حالت استراحت می‌تواند انتقال دهندهٔ فوری فسفات برای بازسازی ATP در طول فعالیت باشد و همچنین افزایش کراتین آزاد (Fcr) عضله در حالت استراحت می‌تواند بازسازی Pcr در طول و بعد از فعالیت را افزایش دهد و انتقال انرژی را از میتوکندری به جایگاه‌های مصرف ATP تسهیل کند (۲، ۳). میانگین توان خم کردن و باز کردن زانو نیز در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه معنی‌دار است، اما در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه معنی‌دار نیست. هاونتیدس[1] (۱۶) و کنت (۱۲) نیز در پژوهش‌های خود افزایش توان را گزارش کردند. در حالی که هافمن[2] (۱۵) بعد از مصرف مکمل کراتین تغییر معنی‌داری در توان مشاهده نکرد. برای توجیه این مسئله می‌توان به زمان کوتاه‌تر برای انقباض در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه اشاره کرد. سازوکار تأثیرگذار بر این عملکرد احتمالاً مربوط به افزایش محتوای CrP عضله است که ظرفیت فسفوریلاسیون مجدد ATP را افزایش می‌دهد ($CrP + ADP \rightarrow Creatine + ATP + H^+$) که به افزایش پتانسیل برای حفظ بازده توان بالا طی دوره‌های کوتاه تکراری تمرین‌های فوق بیشینه منجر می‌شود، جایی که انرژی به‌طور اصلی از سیستم ATP-CrP استفاده می‌کند (۱۲). بهبود عملکرد در دوره های تکراری تمرینات شدید در مطالعات گذشته، بعد از پنج تا شش روز از بارگیری کراتین مشاهده شده است (۸- ۱۰، ۱۶). همچنین از آنجا که حرکت مفصل زانو در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه، در مقایسه با سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه کندتر است، مقاومت دستگاه در برابر حرکت باز کردن و خم کردن زانو بیشتر می‌شود؛ بنابراین عضله نیروی بیشتری اعمال می‌کند. با توجه به اینکه مقدار کار برابر است با مساحت زیر منحنی گشتاور نیرو، در پی افزایش نیروی عضله، کار انجام شده نیز افزایش پیدا می‌کند. از آنجا که تعداد تکرار پنج بار است و زمان طی شده نیز کوتاه‌تر است، می‌توانیم با توجه به فرمول توان ($P= W/ T$) بگوییم هر چه صورت کسر (کار) بیشتر و مخرج (زمان) کمتر شود، حاصل یعنی توان بیشتر می‌شود.

همچنین نتایج نشان داد کل کار انجام شده نیز در باز و خم کردن زانو در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه، در مقایسه با ۱۸۰ درجه بر ثانیه معنی‌دار است. مکمل سازی کراتین، کل کراتین عضله را افزایش می‌دهد که به تولید PCr داخل عضله و ATP کمک می‌کند و باعث طولانی‌تر شدن زمان فعالیت بدنی شدید می‌شود (۱۱). همچنین، کراتین می‌تواند باعث افزایش میزان سنتز مجدد PCr طی دوره‌های متناوب تمرینات شدید شود (۱۱، ۱۷). سازوکار سومی که موجب

1. Havenetidis(2003)
2. Hoffman(2005)

افزایش عملکرد تمرین می‌شود، اثر بافری مکمل کراتین بر اسیدیتهٔ عضله است. گلیکولیز باعث تولید اسید لاکتیک می‌شود که اثر آن می‌تواند قطع تمرینات شدید باشد. سودمندی افزایش ظرفیت بافری در این است که مکمل کراتین ممکن است اجازه دهد عضله قبل از اینکه به خستگی حاصل از PH عضله برسد، با وجود تجمع اسید لاکتیک بیشتر، کار خود را انجام دهد (۱۳). نتایج پژوهش‌های بیرچ[1] (۶) نیز نشان داد که کل کار انجام شده توسط عضلات بعد از مصرف مکمل کراتین افزایش پیدا کرده است، اما هافمن[2] (۲۰) تغییرات معنی‌داری در کل کار انجام شده مشاهده نکرد. تفاوت نتایج در دو سرعت مختلف می‌تواند به این دلیل باشد که در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه، سرعت حرکت دستگاه بیشتر و در نتیجه مقاومت آن کمتر است؛ بنابراین نیرویی که عضله به‌کار می‌برد نیز کمتر خواهد بود. از طرفی، آزمودنی‌های پژوهش را دختران ورزشکاری تشکیل می‌دادند که سابقهٔ تمرین با وزنه را نداشتند و شاید این یکی از دلایل تفاوت جزئی نتایج در برخی از موارد با پژوهش‌های دیگران باشد (۱۲، ۱۵، ۱۸، ۱۹).

یافته‌های پژوهش نشان داد پس از شش روز مصرف کراتین، تغییری در ترکیب بدنی (تودهٔ بدن، تودهٔ بدون چربی، درصد چربی و دور ران) دختران ورزشکار روی نداد که با پژوهش‌هایی که در مورد زنان انجام شده هم‌خوانی دارد (۱۲، ۱۳). در برخی پژوهش‌ها (۱، ۱۱، ۱۸) به دنبال مصرف کوتاه‌مدت مکمل کراتین افزایش معنی‌داری در تودهٔ بدن مشاهده شده است. این تفاوت‌ها ممکن است به‌دلیل اختلاف در پروتکل تمرینی، دوز کراتین، نوع و مدت تمرین و جنسیت آزمودنی‌ها باشد (۲۱،۲۰،۱۲). به‌طور کلی، افزایش تودهٔ بدن در دورهٔ بارگیری دامنه‌ای بین یک تا ۲/۲ کیلوگرم دارد. این افزایش تودهٔ بدن به احتباس آب در عضلات اسکلتی نسبت داده می‌شود که نتیجهٔ افزایش اسمولاریتهٔ سلولی است (۲، ۲۲، ۲۳). هرچند که گمان می‌رود مصرف کراتین سنتز تارچه‌های پروتئین را تحریک (۱۰) و یا از تجزیهٔ پروتئین جلوگیری نماید (۲۳)، مطالعه‌ای که مصرف کراتین را در زنان بررسی کرده بود افزایش کمتری در تودهٔ بدن زنان نسبت به مردان گزارش کرد که ممکن است به‌دلیلی تودهٔ عضلانی کمتر آن‌ها باشد (۴). همچنین در مقایسهٔ جنسیتی از ترکیب عضلات، فورسبرگ[3] و همکاران (۲۴) گزارش کردند که غلظت کراتین کل عضله در زنان ۱۰ درصد بیشتر از مردان است؛ بنابراین محتمل است که زنان با داشتن ذخایر داخلی بیشتر کل کراتین عضله در مقایسه با مردان، به مکمل‌سازی کراتین واکنش کمتری نشان دهند (۱۰، ۲۴- ۲۷). بنا بر یافته‌ای تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری

1. Birch(1994)
2. Hoffman(2005)
3. Forsberg(1991)

کرد که مصرف کوتاه‌مدت مکمل کراتین به بهبود عملکرد عضلانی در دختران ورزشکار منجر می‌شود و تأثیری بر تودهٔ بدون چربی ندارد.

منابع:

1. Davis, J. C., Coughlin, M., Keys, S., & Paolone, V. J., (2003). Short-term creatine supplementation: Effects on metabolic rate and respiratory exchange ratio. Med sci sports exerc, 35(5).
2. Bemben.M.G, Lamont.H.S, (2005),Creatine supplementation and exercise performance: recent findings, sports Med, 35(2): 107-25.
3. Tarnopolsky MA, MacLennan DP,(2000), Creatine monohydrate supplementation enhances high-intensity exercise performance in males and females. Int J Sport Nutr Exerc Metab 10:452-463.
4. Nissen.S.L,Sharp.R. L,(2003),Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise : a meta analysis, J Appl Physiol, 94;2,651-659.
5. Vandenberghe K, Gillis N, Vyan Leemputte M, Van Hecke P, Vanstapel F, Hespel P,(1996), Caffeine counteracts the ergogenic action of muscle creatine loading. J Appl Physiol 80:452–457.
6. Birch R, Nobel D, Greenhaff P, (1994), the influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man. Eur J Appl Physiol 69:268–276.
7. Rawson, E S, Michael J. Stec, Sara J. Frederickson, Mary P. Miles, (2010),Low-dose creatine supplementation enhances fatigue resistance in the absence of weight gain Nutrition, In Press.
8. Kerksick, Chad M., Chris Rasmussen, Stacy Lancaster, Michael Starks, Patty Smith, Charlie Melton, Mike Greenwood, Anthony Almada, Richard Kreider(2007) Impact of differing protein sources and a creatine containing nutritional formula after 12 weeks of resistance training, Nutrition, Volume 23, Issue 9, 647-656.
9. Deutekom, M.J., Beltman, G.M., De Ruiter, C.J., De Koning J.J. and De Haan, A. (2000) No acute effects of short-term creatine supplementation on muscle properties and sprint performance. Eur J Appl Physiol 82, 23-229.
10. Rossou w.F, Kruger.P.E, Rosouw.J,(2000),The effect of creatine monohydrate loading on maximal intermittent exercise and sport specific strength in well-trained powelifters, Nutrition Research, 20.4, 505-514.

11. Cox GR, Burke LM, Mujika I, Tumilty D,(2001), Acute creatine supplementation and performance during a field test simulating match play in elite female soccer players. Med Sci Sports Exercise 33:S204.

12. Keneth W. Kambis and Sara K. Pizzedaz, (2003), short – term creatine supplementation improves maximum quadriceps contraction in women, , Int J Sport Nntr Exerci Metab,13:87-96

13. Hamilton-Ward K, Meyers M, Skelly WA, Marley RJ, Saunders J,(1997), Effect of creatine supplementation on upper extremity anaerobic response in females. Med Sci Sports Exerc 29:S146.

14. Johnson KD, Smodic B, Hill R,(1997), The effects of creatine monohydrate supplementation on muscular power and work. Med Sci Sports Exerc 29:S251.

15. Hoffman JR , Stout JR , falvo MJ , Kang J , Rata,ess NA .(2005). Effect of low-dose, short-duration creatine supplementation on anaerobic exercise performance. J Strength Cond Res;19(2) :260-4.

16. Havenetidis, K., Matsouka, O., Cooke, C.B., Theodorou, A., (2003), the Use of Varying Creatine Regimes on Sprint Cycling, J. Sports Science and Medicine, 2, 88-97

17. Eamonn Flanagan, (2006), CREATINE MONOHYDRATE SUPPLEMENTATION-A LITERATURE REVIEW, www.abcbodybuilding.com

18. Burk.D.G, Silver.S,Holt.L.E,Smith.P.T,Culligan.C.J,Chilibeck.P.D,(2000),The effect of continuos low dose creatine supplementation on force ,power, and total work, Int J Sport Nntr Exerci Metab,10(3): 235-440.

19. Magali. L,Poortmans.J.R, Francaux. M, et al, (2003), No effect of creatine supplementation on human myofibrillar and sarcoplasmic protein synthesis after resistance exercise, Am J Physiol Endocrinol Metab 285: 1089-1094.

20. Kutz.M.R,Gunter.M.J,(2003),Creatine supplementation on body weight and percent body fat, J Strenght Cond Res.17(4):817-21.

21. Ferguson TB, Syrotuik DG, (2006), Effects of creatine monohydrate supplementation on body composition and strength indices in experienced resistance trained woman, J Strength Cond Res, 20(4), 939-46.

22. Eckerson JM, Stout JR, Moore GA, Stone NJ, Nishimura K, Tamura K. (2005). Effect of Creatine Phosphate Supplementation on Anaerobic Working Capacity and Body Weight After Two and Six Days of Loading in Men and Women: J Strength Cond Res.Feb ;19, (4): 756-763

23. Vandenberghe K, Goris M, Van Hecke P, Van Leemputte M, Van Gerven L, Hespel P,(1996), Prolonged creatine intake facilitates the effects of strength training on intermittent exercise capacity. Insider 4(3):1–2.

24. FORSBERG, A.M., E. NILSSON, J.WERNEMAN, J. BERGSTRO M, AND E. HULTMAN,(1991), Muscle composition in relation to age and sex. Clin. Sci. 81:249–256.

25. Lattavo A, Andrew Kopperud, Peter D. Rogers Creatine and Other Supplements,(2007), Pediatric Clinics of North America, Volume 54, Issue 4, 735-760

26. Trindade, M.C.C J. Tirapegui, E.S. Cyrino, D. Magnoni, C. Cukier, (2008), Effect of the Creatine Supplementation Associated to the Weight Training Program on Muscular Strength in Young Women, Clinical Nutrition Supplements, Volume 3, Supplement 1, 197.

27. .Fukuda, D H. Abbie E. Smith, Kristina L. Kendall, Jeffrey R. Stou,(2010),The possible combinatory effects of acute consumption of caffeine, creatine, and amino acids on the improvement of anaerobic running performance in humans. Nutrition Research, Volume 30, Issue 9, 607-614

فیزیولوژی ورزشی شماره ۱۲، زمستان ۱۳۹۰، صص ۷۶-۵۹

اجرای ۱۰ هفته تمرینات مقاومتی با وزنه بر غلظت سرمی فاکتور افزایش دهندهٔ سنتز کلونی سلول‌های پیش ساز بتا / ویسفاتین در زنان چاق میان‌سال تأثیر ندارد

رحمن سوری[۱]، نجمه رضائیان[۲]، نیکو خسروی[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۴/۲۱

چکیده

تمرینات مقاومتی با تغییرات متابولیکی و اندوکرینی چشمگیر همراه است و با کاهش روند تحلیل عضلانی و ضعف و سستی دوران پیری به بهبود عملکرد افراد در سنین بالاتر کمک می‌کند. پژوهش حاضر تأثیر تمرینات مقاومتی را بر سطح سرمی ویسفاتین و شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR) در زنان میان‌سال مطالعه کرده است. ۱۶ زن چاق (شاخص تودهٔ بدنی برابر یا بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع) یائسهٔ غیرفعال (میانگین سنی ۵۴ سال) در دو گروه تجربی و کنترل در ۱۰ هفته برنامهٔ تمرینات مقاومتی (۶۰-۴۰٪1RM)، سه جلسه در هفته شرکت کردند. غلظت ویسفاتین سرم و HOMA-IR و شاخص‌های آنتروپومتریک، قبل و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسهٔ تمرین اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون t زوجی، t مستقل و آزمون همبستگی پیرسون در سطح معنی‌داری P>۰/۰۵ انجام شد. تحلیل داده‌ها نشان داد مقادیر وزن و درصد چربی در گروه تجربی کاهش داشت، ولی این تغییر معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). مقادیر HOMA-IR و سطح ویسفاتین سرم پس از ۱۰ هفته تمرین مقاومتی تغییر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). با توجه به نتایج آزمون همبستگی پیرسون، بین سطوح ابتدایی و تغییرات سطح سرمی ویسفاتین با مقادیر اولیه و تغییرات هیچ‌یک از متغیرهای آنتروپومتریک و HOMA-IR در گروه تجربی رابطهٔ معنی‌داری مشاهده نشد (P > ۰/۰۵). به‌علاوه، بین مقادیر اولیه و تغییرات HOMA-IR با مقادیر اولیه و تغییرات هیچ‌یک از متغیرهای آنتروپومتریک رابطهٔ معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵)؛ در نتیجه، اجرای ۱۰ هفته تمرین مقاومتی تأثیر معنی‌داری بر سطح ویسفاتین سرم زنان چاق این پژوهش نداشت. این یافته‌ها با عدم تغییر در HOMA-IR نیز همسو است.

کلیدواژه‌های فارسی: تمرین مقاومتی، ویسفاتین، فاکتور افزایش‌دهندهٔ سنتز کلونی سلول‌های پیش‌ساز بتا، شاخص مقاومت انسولین، زنان.

۱. استادیار دانشگاه تهران (نویسندهٔ مسئول) Email: soori@ut.ac.ir
۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه الزهرا (س) Email: rezaeian.n@gmail.com
۳. استادیار دانشگاه الزهراء (س) Email: niku461@yahoo.com

مقدمه

تغییرات فیزیولوژیکی همراه با روند طبیعی افزایش سن مانند تغییر در ترکیب بدن به شکل کاهش تودۀ بدون چربی و تجمع تودۀ چربی، کم‌تحرکی و کاهش آمادگی جسمانی، تغییر در هورمون‌ها و استروئیدهای جنسی و شرایطی چون یائسگی از عوامل مؤثر در بروز اختلالات عملکردی انسولین و سندرم متابولیک در افرادی مسن هستند (۱). طبق شواهد به‌دست آمده از سومین همایش بررسی سلامت ملی و تغذیه در آمریکا (۲۰۰۲) میزان شیوع سندرم متابولیک در سنین ۶۰ سال و بالاتر، در مقایسه با دهۀ سوم زندگی، با رشدی معادل ۳۶ درصد، ۴۲- ۴۴ درصد گزارش شده است (۲). به‌علاوه، مطالعات نشان داده‌اند احتمال وقوع و گسترش سندرم متابولیک در زنان یائسه، در مقایسه با زنان بارور ۲۰ درصد بیشتر خواهد بود (۳). روند افزایش سطوح سایتوکاین‌های التهابی با افزایش سن تأیید شده است، پدیده‌ای که آن را «پیری ملتهب»[1] می‌نامند و با ناهنجاری در نیم‌رخ متابولیکی-التهابی، به‌ویژه تأثیر بر عملکرد هورمون‌های مرتبط با کنترل وزن، متابولیسم و هموستاز بدن نظیر ادیپوکاین‌ها/ آدیپوسایتوکاین‌ها (لپتین، آدیپونکتین و ویسفاتین) همراه است (۴). ویسفاتین یا فاکتور افزایش دهندۀ سنتز کلونی سلول‌های پیش‌ساز بتا[2]، آدیپوکاینی نوظهور است که در سال ۲۰۰۴ توسط فوکاهارا و همکاران[3] از بافت چربی احشایی جدا شد (۵). بیشتر بودن غلظت ویسفاتین پلاسما در آزمودنی‌های چاق و دیابتیک در مقایسه با همتایان لاغر و سالم آن‌ها بیانگر ارتباط ویسفاتین با چاقی و اضافه وزن است (۶). مانکو و همکاران[4] نشان دادند سطح ویسفاتین به دنبال کاهش وزن با کاهشی معنی‌دار همراه است (۷). برنت و همکاران[5] (۲۰۰۵) نیز بر ارتباط مقادیر پلاسمایی ویسفاتین با شاخص تودۀ بدنی و درصد چربی بدن در بیماران دیابتیک اذعان داشتند (۷). با توجه به اثرات پیش‌التهابی ویسفاتین، بالاتر بودن سطح ویسفاتین پلاسما را در بیماران مبتلا به دیابت می‌توان به شرایط التهابی مرتبط با تجمع بافت چربی نسبت داد (۸). اگرچه با توجه به عملکرد شبه انسولینی ویسفاتین از طریق اتصال به گیرندۀ انسولین از یک سو و تأثیر بر عملکرد سلول‌های بتا به‌واسطۀ نقش آنزیمی آن در روند

1. Inflamed Aging
2. Pre-B cell colony-enhancing factor (PBEF)
3. Fukuhara, et al.
4. Manco M, et al.
5. Berndt J, et al.

بیوسنتز نیکوتین آمید دی نوکلئوتید[1] از سوی دیگر، افزایش غلظت ویسفاتین در شرایط دیابت را سازوکاری جبرانی برای بهبود شرایط مقاومت انسولینی همراه با دیابت نیز در نظر می‌گیرند (۸). نتایج پژوهش مسالامی و همکاران[2] (۲۰۱۰) مبنی بر وجود رابطهٔ مثبت بین سطح ویسفاتین سرم و شاخص مقاومت انسولینی (HOMA-IR) تا حدودی فرضیهٔ عملکرد جبرانی ویسفاتین را تایید می‌کند (۸). هاس و همکاران[3] (۲۰۰۹) نیز نشان دادند کاهش سطح پلاسمایی ویسفاتین به دنبال ورزش با بهبود تحمل گلوکز ارتباط دارد (۹).

ورزش و فعالیت بدنی ابزار درمانی غیردارویی قدرتمندی برای کاهش چاقی و پیشگیری از اضافه وزن است که در تعدیل مقاومت انسولینی مؤثر است، به‌طوری که تمرینات هوازی عموماً در برنامهٔ درمانی کنترل دیابت نوع دو توصیه می‌شوند (۱۰). فنکی و همکاران[4] (۲۰۰۶) نشان دادند اجرای ۱۲ هفته تمرینات استقامتی در کاهش تودهٔ چربی بدن و بهبود مقاومت انسولینی مؤثر بوده است (۱۱)؛ بنابراین با توجه به تأثیر ورزش بر متابولیسم کربوهیدرات‌ها و ارتباط چاقی، مقاومت انسولینی و ویسفاتین برخی محققان به بررسی تأثیر ورزش بر ویسفاتین پرداخته‌اند. در این زمینه، بیشتر تأثیر تمرینات استقامتی بر سطح ویسفاتین پلاسما ارزیابی شده است؛ از جمله لی و همکاران[5] (۲۰۱۰) در بررسی تأثیر اجرای ۱۲ هفته تمرین هوازی بر سطح پلاسمایی ویسفاتین نشان دادند تمرین در کاهش غلظت پلاسمایی ویسفاتین و بهبود مقاومت انسولینی تأثیری معنی‌دار داشته است (۱۲)، اگرچه قنبری و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند اجرای یک جلسه تمرین دو سریع غیرهوازی با افزایش معنی‌دار در سطح ویسفاتین و انسولین پلاسما، غلظت گلوکز خون و تعدیل شاخص مقاومت به انسولین، بلافاصله پس از تمرین، همراه بوده است (۱۳). بو و همکاران[6] (۲۰۰۸) گزارش کردند اجرای یک سال مداخلهٔ اصلاح الگوی زندگی در ۳۳۵ بیمار مبتلا به اختلالات متابولیکی، در مقایسه با گروه کنترل به کاهش معنی‌دار سطح پلاسمایی ویسفاتین و انسولین خون منجر شده است (۱۴). هیدر و همکاران[7] (۲۰۰۶) نیز بر کاهش سطح ویسفاتین پلاسما پس از اجرای چهار ماه تمرین هوازی در بیماران مبتلا به دیابت نوع اول اذعان داشتند (۱۵). انجمن دیابت آمریکا در سال ۲۰۰۶

1. nicotinamide adenine dinucleotide (NAD)
2. H O El- Mesallamy, et al.
3. Jacob M Haus, et al.
4. Semin Fenkci, et al.
5. Lee K G, et al.
6. S Bo, et al.
7. Haider, et al.

اجرای تمرینات مقاومتی با شدت متوسط و دست‌کم سه مرتبه در هفته را ورزشی مؤثر بر مقاومت انسولینی معرفی کرده است (۱۶). اگرچه نقش تمرینات مقاومتی در تعدیل فرآیندهای التهابی عمومی بدن به اثبات رسیده است (۱۷)، هنوز نتایجی مبنی بر تأثیر اجرای تمرینات مقاومتی بر شاخص‌های تخصصی‌تر نظیر ویسفاتین سرم گزارش نشده است؛ بنابراین با توجه به افزایش شیوع چاقی از یک سو و نیاز به توسعهٔ استراتژی‌های درمانی برای جلوگیری یا درمان عوارض متابولیک مرتبط با چاقی از سوی دیگر و با فرض اینکه کاربرد مداخلهٔ تمرینات مقاومتی می‌تواند در بهبود شاخص‌های کنترل کنندهٔ متابولیسم مانند ویسفاتین و انسولین سودمند باشد، پژوهش حاضر تأثیر اجرای ۱۰ هفته تمرینات مقاومتی با وزنه را بر سطح ویسفاتین سرم و شاخص مقاومت انسولین در زنان یائسهٔ چاق غیرفعال بررسی کرده است.

روش‌شناسی پژوهش

این مطالعه از نوع کاربردی به روش نیمه‌تجربی است که با هدف کلی بررسی تأثیر اجرای ۱۰ هفته تمرینات مقاومتی بر سطح سرمی ویسفاتین و انسولین در زنان یائسهٔ چاق غیرفعال اجرا شد. ابتدا، با نصب اعلامیه‌های فراخوان، افراد چاق یا دارای اضافه وزن که مایل به اجرای تمرینات ورزشی برای تعدیل وزن و بهبود وضعیت فیزیولوژیک خود بودند به یکی از مجموعه‌های ورزشی منطقهٔ ۲ تهران مراجعه و توسط محقق شناسایی شدند. پس از ارائهٔ توضیحات کامل دربارهٔ روند اجرای پژوهش، فواید و مضرات احتمالی مطالعه از داوطلبان رضایت‌نامهٔ کتبی دریافت شد. پس از تکمیل پرسشنامه‌های استاندارد سلامت (پرسشنامهٔ سلامت زنان[1]) (۱۸) و میزان فعالیت بدنی (پرسشنامهٔ استاندارد بک) (۱۹) و پرسشنامهٔ اعتباریابی شدهٔ میزان فعالیت بدنی عادتی فرامینگهام[2]) (۲۰)، ۱۶ نفر از واجدان شرایط از میان زنان ۴۵- ۶۰ سال و یائسه با تودهٔ بدنی بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع (که چاقی آن‌ها با کم‌کاری غدهٔ تیروئید مرتبط نبود)، سالم (نداشتن سابقهٔ بیماری قلبی- عروقی، کبدی، کلیوی، ریوی و دیابت و نداشتن گزارشی از هر نوع آسیب جسمی و ارتوپدی که با اجرای تمرینات تداخل داشته باشد)، غیرفعال (شرکت نکردن در فعالیت‌های ورزشی منظم طی سه سال گذشته) و بدون سابقهٔ اجرای فعالیت ورزشی یا محدودیت کالریک، انتخاب و به‌صورت تصادفی به دو گروه کنترل و تجربی

1. women’s health questionnaire
2. Framingham Physical Activity Index–modified questionnaire

تقسیم شدند. گروه تجربی در طول پژوهش به اجرای برنامهٔ تمرینی پرداخت و گروه کنترل نیز بدون مداخله به فعالیت‌های روزانهٔ خود ادامه دادند.

قبل از آغاز اجرای برنامهٔ تمرینی، ارزیابی‌های اولیه مانند تعیین یک تکرار بیشینه (1RM) هر آزمودنی توسط وزنه های آزاد (وزنهٔ مورد استفاده × [۱ + (۳۰ / تعداد تکرار)] = 1RM) (۲۱) و اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتری مانند قد، وزن، تودهٔ بدنی، محیط‌های بدن و ضخامت چربی زیر پوستی طبق روش استاندارد (۲۲) در شرایط تجربی انجام شد. به‌علاوه، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی به‌منظور ارزیابی سطح سرمی ویسفاتین و انسولین خون خون‌گیری انجام شد. شاخص‌های جسمانی مورد بررسی، مجدداً پس از پایان دورهٔ تمرینی اندازه‌گیری و ثبت شدند. به‌منظور پیشگیری از تأثیر التهاب حاد حاصل از تمرین بر سطح ویسفاتین سرم و انسولین خون، نمونه‌های خونی دست‌کم ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرینی جمع‌آوری شد (۱۷).

آزمودنی‌های گروه تجربی در ۱۰ هفته برنامهٔ تمرینی، سه جلسه در هر هفته شرکت کردند. هر جلسه برنامهٔ تمرین شامل ۴۵ دقیقه تمرینات مقاومتی (پرس سینه[1]، کشش زیر بغل[2]، پارویی[3]، پرس پا[4]، جلو ران[5] و پشت ران[6]، سه دوره با ۱۰- ۱۳ تکرار و زمان استراحت ۶۰- ۹۰ ثانیه بود که با شدت ۴۰- ۶۰٪ یک تکرار بیشینه آغاز شد. در هر جلسهٔ تمرینی، ۷- ۱۰ دقیقه گرم کردن و ۷- ۱۰ دقیقه سرد کردن شامل تمرینات کششی و نرمشی نیز منظور شد. هر چهار هفته یک تکرار بیشینهٔ جدید آزمودنی‌ها محاسبه و مجدداً مقادیر وزنه‌ها تعدیل می‌شد. به آزمودنی‌ها توصیه شد در طول ۱۰ هفته اجرای برنامهٔ تمرینی از شرکت در هر گونه فعالیت ورزشی دیگر خودداری کنند.

خون‌گیری پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در مرحلهٔ پیش‌آزمون و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسهٔ تمرین در مرحلهٔ پس‌آزمون، در شرایط آزمایشگاهی به مقدار ۵ سی سی و از ورید دست چپ آزمودنی‌ها به عمل آمد. نمونه‌گیری در ساعت معینی از روز انجام شد تا سطح ویسفاتین سرم متأثر از نوسانات شبانه‌روزی آن تغییر نکند (۲۳). نمونه‌های خونی برای جداسازی پلاسما به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و در دمای ۸۰- درجهٔ سانتی‌گراد منجمد و برای آنالیزهای بعدی ذخیره شدند. آنالیز بیوشیمیایی و سنجش مقادیر سرمی ویسفاتین به روش الایزا و با

1. Bench Press
2. Lateral Pull Down
3. Rowing
4. Leg Press
5. Hip Flexion
6. Hip Extension

استفاده از کیت تجاری شرکت مدیتک آلمان (De Meditech, Germany) انجام شد. غلظت سرمی گلوکز ناشتا به روش گلوکز اکسیداز و با استفاده از آنالیزور گلوکز بک من (Beckman Instruments,Irvine, CA) اندازه‌گیری شد. ارزیابی انسولین نیز با RIA و با استفاده از کیت تجاری ایمونونوکلئو (Stillwater, MN) انجام شد و شاخص مقاومت انسولینی نیز با استفاده از معادلهٔ زیر محاسبه گردید (۲۴):

HOMA-IR = انسولین ناشتا (μU/mL) × گلوکز ناشتا (mmol/L)/۲۲/۵

چربی زیرپوستی آزمودنی‌ها، با استفاده از کالیپر در سه نقطهٔ پشت بازو، ران و فوق خاصره در سمت راست بدن اندازه‌گیری شد و پس از جای‌گذاری در معادلهٔ عمومی جکسون و پولاک مختص زنان (۲۵) چگالی کل بدن تعیین و سپس مقادیر درصد چربی بدن با استفاده از معادلهٔ سیری محاسبه شد (۲۶). اندازه‌گیری محیط کمر[1] طبق روش ارائه شده توسط انجمن ملی سلامت[2] انجام شد (۲۷).

طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف تعیین شد. به‌منظور بررسی اثر تمرین بر متغیرهای وابسته، از آزمون t زوجی و برای برآورد معنی‌داری تغییرات پیش تا پس‌آزمون بین دو گروه تجربی و کنترل از آزمون t مستقل استفاده شد. روابط همبستگی نیز با کمک آزمون همبستگی پیرسون بررسی شد. آزمون‌ها با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{13}$ و در سطح معنی‌داری $P < ۰/۰۵$ انجام شد.

یافته‌های پژوهش

الف: تأثیر تمرین بر سطح ویسفاتین سرم و شاخص مقاومت به انسولین

بر اساس آزمون t مستقل، غلظت پایهٔ ویسفاتین در مراحل پیش‌آزمون بین دو گروه معنی‌دار نیست. نتایج آزمون t زوجی نشان داد غلظت سرمی ویسفاتین در گروه تجربی پس از اجرای ۱۰ هفته تمرین مقاومتی، در مقایسه با پیش از تمرین با تغییر معنی‌داری همراه نبوده است ($P > ۰/۰۵$). به‌علاوه، تأثیر تمرین بر سطح گلوکز ناشتا، هموگلوبین گلوکزیله و شاخص مقاومت به انسولین در گروه تجربی معنی‌دار نبود ($P > ۰/۰۵$). تغییرات سطح ویسفاتین، گلوکز ناشتا، هموگلوبین گلوکزیله و HOMA-IR نیز در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل معنی‌دار نبود ($P > ۰/۰۵$)، (جدول ۱، ۲ و ۳).

---

1. Waist Circumference
2. National Institutes of Health

جدول۱. میانگین± انحراف استاندارد مقادیر عددی ویسفاتین سرم، نیم‌رخ متابولیکی و ترکیبات بدن، قبل و بعد از اجرای ۱۰ هفته تمرین مقاومتی

گروه‌ها / متغیرها	تجربی		کنترل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
ویسفاتین (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	۱/۷۵ ± ۰/۹۵	۱/۸ ± ۰/۸۳	۲/۰۳ ± ۰/۹۱	۱/۷۱ ± ۰/۳۴
[i]HOMA-IR	۱/۷۹±۰/۶۷	۲/۰۳±۰/۴۴	۱/۹±۰/۸۳	۲/۰۱±۰/۶۲
گلوکز ناشتا	۹۹/۳۶±۱۴/۵	۹۷/۶۲±۱۷/۱۵	۹۹/۳۸±۲۰/۱	۱۰۴/۷۵±۱۷/۰۲
[ii] HbA_1c	۶/۰۶±۰/۳۶	۶/۲۲±۰/۳۵	۶/۰۵±۰/۳۸	۶/۰۱±۰/۳۴
وزن بدن (کیلوگرم)	۷۶±۲/۸۲	۷۴/۷۵±۱/۹	۷۶/۵۰±۲/۳۹	۷۶/۷۵±۲/۴۹
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۳۰/۱۱±۰/۴۴	۳۰/۰۳±۰/۵۴	۳۰/۷۱±۰/۹۵	۳۰/۸۹±۱/۰۴
درصد چربی بدن	۴۰/۱۱±۱/۵۰	۳۹/۹۸±۱/۵۳	۴۰/۰۴±۱/۱۵	۴۰/۰۱±۱/۱۳
محیط کمر (سانتی‌متر)	۹۲/۵۰±۳/۴۱	۹۲/۳۷ ± ۳/۵۸	۹۳/۷۵±۶/۴۳	۹۴/۱۲ ± ۶/۸۶
محیط لگن (سانتی‌متر)	۱۰۳/۱۸±۴/۸۶	۱۰۲/۹۶ ± ۵	۱۰۴/۰۰±۳/۲۵	۱۰۴/۴۳ ± ۳/۰۸
نسبت محیط کمر به لگن	/۸۹۷±۰/۰۴	/۸۹۶±۰/۰۴	۰/۹۰۰±۰/۰۴	۰/۸۹۸±۰/۰۴

* معنی‌داری در سطح P <۰/۰۵، [i] شاخص مقاومت به انسولین، [ii] هموگلوبین گلوکزیله

جدول۲. نتایج آزمون t زوجی در مورد تأثیر تمرین بر سطح ویسفاتین سرم و HOMA-IR

متغیر	گروه‌ها	انحراف معیار ± میانگین		خطای استاندارد	ارزش T	ارزش P
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون			
ویسفاتین (نانوگرم بر میلی لیتر)	تجربی	۱/۷۵ ± ۰/۹۵	۱/ ± ۰/۸۳	۰/۸۲	-۰/۶۱	۰/۵۶۳
	کنترل	۲/۰۳ ± ۰/۹۱	۱/۷۱ ± ۰/۳۴	۰/۲۹	۱/۰۸	۰/۳۱۸
[i]HOMA-IR	تجربی	۱/۸±۰/۶۶	۲/۰۳±۰/۴۴	۰/۲۲	-۱/۰۸	۰/۳۱۴
	کنترل	۱/۹±۰/۸۳	۲/۱±۰/۸۵	۰/۱۵	-۱/۳۴	۰/۲۲۲
گلوکز ناشتا	تجربی	۱/۷۹±۰/۶۷	۲/۰۳±۰/۴۴	۲/۶	۰/۶۷۲	۰/۵۲۳
	کنترل	۹۹/۳۸±۲۰/۱	۱۰۴/۷۵±۱۷/۰۲	۹/۲۵	۱/۲۱	۰/۲۹۹
[ii] HbA_1c	تجربی	۶/۰۶±۰/۳۶	۶/۲۲±۰/۳۵	۰/۱۱۲	۱/۴۵۵	۰/۱۸۹
	کنترل	۶/۰۵±۰/۳۸	۶/۰۱±۰/۳۴	۰/۱۲۶	۰/۲۹۶	۰/۷۷۶

* معنی‌داری در سطح P <۰/۰۵، [i] شاخص مقاومت به انسولین، [ii] هموگلوبین گلوکزیله

جدول ۳. نتایج آزمون t مستقل در مورد تأثیر تمرین بر سطح ویسفاتین سرم و HOMA-IR

متغیر	انحراف معیار ± میانگین	ارزش t	درجهٔ آزادی	ارزش P
ویسفاتین (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	۰/۳۶۲±۰/۳۰۲	۱/۲	۱۴	۰/۲۵۰
[i]HOMA-IR	۰/۰۳۴±۰/۲۶۹	۰/۱۲۸	۱۴	۰/۹۰۰
گلوکز ناشتا	۸/۶۲±۹/۶۱	۰/۸۹۷	۱۴	۰/۳۸۵
[ii] HbA_1c	-۰/۱۲۵±۰/۱۷	-۰/۷۴	۱۴	۰/۴۷۱

* معنی‌داری در سطح P<۰/۰۵، [i] شاخص مقاومت به انسولین، [ii] هموگلوبین گلوکزیله

ب: تأثیر تمرین بر ترکیب بدنی

بنا بر نتایج آزمون t زوجی، اگرچه وزن بدن در گروه تجربی ۱/۳ درصد کاهش یافت، این تغییر معنی‌دار نبود (P =۰/۲۸۵). به‌علاوه، تغییرات شاخص تودهٔ بدنی، درصد چربی بدن، محیط کمر، لگن و نسبت محیط کمر به لگن پس از اجرای ۱۰ هفته تمرین مقاومتی معنی‌دار گزارش نشد (P > ۰/۰۵). با این همه، تغییرات درصد چربی (P =۰/۰۴۸) و شاخص تودهٔ بدنی (P =۰/۰۰۹) در گروه تجربی، در مقایسه با گروه کنترل معنی‌دار بود (جدول ۴ و ۵).

جدول۴. نتایج آزمون t زوجی در خصوص تأثیر تمرین بر ترکیب بدنی

متغیر	گروه‌ها	انحراف معیار ± میانگین		خطای استاندارد	ارزش t	ارزش P
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون			
وزن بدن (کیلوگرم)	تجربی	۷۶±۲/۸۲	۷۴/۷۵±۱/۹	۰/۱۶	۱/۱۶	۰/۲۸۵
	کنترل	۷۶/۵۰±۲/۳۹	۷۶/۷۵±۲/۴۹	۰/۱۶۴	-۱/۵۳	۰/۱۷
شاخص تودهٔ بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	تجربی	۳۰/۱۱±۰/۴۴	۳۰/۰۳±۰/۵۴	۰/۰۶	۱/۳۹	۰/۲۰۸
	کنترل	۳۰/۷۱±۰/۹۵	۳۰/۸۹±۱/۰۴	۰/۱۰۳	-۱/۷	۰/۱۳۳
درصد چربی بدن	تجربی	۴۰/۱۱±۱/۵۰	۳۹/۹۸±۱/۵۳	۰/۰۸	۱/۷۲	۰/۱۲۹
	کنترل	۴۰/۰۴±۱/۱۵	۴۰/۰۱±۱/۱۳	۰/۰۱۳	۱/۹۹	۰/۰۸۶
محیط کمر (سانتی‌متر)	تجربی	۹۲/۵۰±۳/۴۱	۹۲/۳۷ ± ۳/۵۸	۰/۲۴۵	۰/۵۰۹	۰/۶۲۶
	کنترل	۹۳/۷۵±۶/۴۳	۹۴/۱۲ ± ۶/۸۶	۰/۴۰۹	-۰/۹۱۷	۰/۳۹۰
محیط لگن (سانتی‌متر)	تجربی	۱۰۳/۱۸±۴/۸۶	۱۰۲/۹۶ ± ۵	۰/۱۳	۱/۷۴	۰/۱۲۵
	کنترل	۱۰۴/۰۰±۳/۲۵	۱۰۴/۴۳ ± ۳/۰۸	۰/۱۸	-۲/۵	۰/۴۱
نسبت محیط کمر به لگن	تجربی	/۸۹۷±۰/۰۴	/۸۹۶±۰/۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۹۰۶
	کنترل	۰/۹۰۰±۰/۰۴	۰/۸۹۸±۰/۰۴	۰/۰۰۴۳	-۰/۴۳	۰/۶۸۱

جدول۵. نتایج آزمون t مستقل در خصوص تأثیر تمرین بر ترکیب بدنی

متغیر	انحراف معیار ± میانگین	ارزش t	درجهٔ آزادی	ارزش P
وزن بدن (کیلوگرم)	-۰/۴۴±۰/۲۳	-۱/۹	۱۴	۰/۰۷۸
شاخص تودهٔ بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	-۰/۲۶±۰/۱۲	-۲/۱۶	۱۴	*۰/۰۴۸
درصد چربی بدن	-۰/۱۰۸±۰/۰۸	-۱/۳۸	۱۴	۰/۱۸۹
محیط کمر (سانتی‌متر)	-۰/۵±۰/۴۸	-۱/۰۵	۱۴	۰/۳۱۲
محیط لگن (سانتی‌متر)	-۰/۶۶±۰/۲۲	-۳/۰۴	۱۴	*۰/۰۰۹
نسبت محیط کمر به لگن	-۰/۰۰۲±۰/۰۰۵	-۰/۳۹	۱۴	۰/۷۰۵

* معنی‌داری در سطح P <۰/۰۵

ج: ارتباط سطح ویسفاتین سرم با شاخص مقاومت به انسولین و ترکیب بدن

با توجه به نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون، بین سطوح ابتدایی و تغییرات سطح سرمی ویسفاتین با مقادیر اولیه و تغییرات هیچ یک از متغیرهای جسمانی و شاخص مقاومت به انسولین، در گروه تجربی رابطهٔ معنی‌داری مشاهده نشد (P > ۰/۰۵). اگرچه مقادیر ابتدایی شاخص مقاومت به انسولین با مقادیر پایهٔ محیط کمر ارتباطی معنی‌دار داشت، بین تغییرات شاخص مقاومت به انسولین و تغییرات هیچ‌یک از متغیرهای آنتروپومتریک رابطهٔ معنی‌داری یافت نشد (جدول ۶).

جدول۶. مقادیر ضریب همبستگی پیرسون بین سطوح ابتدایی و تغییرات سطح سرمی ویسفاتین با شاخص مقاومت انسولین و ترکیبات بدن

متغیرها-سطح اولیه	سطح اولیهٔ ویسفاتین	تغییرات ویسفاتین
[i]HOMA-IR	-۰/۰۰۶	-۰/۰۴۵
گلوکز ناشتا	-۰/۱۰۷	۰/۳۲۵
[ii] HbA_1c	-۰/۴۰۹	۰/۳۲۰
وزن بدن	-۰/۰۴۵	۰/۰۴۱
شاخص تودهٔ بدنی	-۰/۲۰۱	-۰/۴۳۷
درصد چربی بدن	-۰/۶۲۷	-۰/۵۴۲
محیط کمر	۰/۰۳۱	-۰/۰۳۲
محیط لگن	-۰/۲۳۸	-۰/۳۰۲
نسبت محیط کمر به لگن	۰/۲۴۹	۰/۰۰۳

* معنی‌داری در سطح P <۰/۰۵، [i] شاخص مقاومت به انسولین، [ii] هموگلوبین گلوکزیله

بحث و نتیجه‌گیری

بنا بر نتایج پژوهش حاضر، اجرای ۱۰ هفته تمرین مقاومتی تغییر معنی‌داری در سطح ویسفاتین سرم، گلوکز ناشتا، HbA_1c و شاخص مقاومت انسولین و شاخص‌های آنتروپومتریک (نظیر وزن، شاخص تودهٔ بدنی و درصد چربی بدن) در گروه تجربی به همراه نداشته است ($P > ۰/۰۵$). پیش از این، تنها ورزش‌های هوازی تمرینی مؤثر در کنترل دیابت توصیه می‌شد، ولی از سال ۱۹۹۰ دانشگاه طب ورزشی آمریکا نیز با توجه به فواید مسلم تمرینات مقاومتی در پیشگیری از بروز کاستی‌های عملکردی و گسترش بیماری‌های مرتبط با افزایش سن، این گونه از تمرینات را در برنامهٔ درمانی بیماری‌های مزمن نظیر بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت نوع دو گنجانده است (۱۰). با وجود بررسی تأثیر تمرینات استقامتی بر غلظت ویسفاتین پلاسما، با توجه به دانسته‌های ما تاکنون در هیچ‌یک از مطالعات انجام شده اثرات تمرینات مقاومتی بر مقادیر سرمی ویسفاتین در آزمودنی‌های مسن و یائسه مطالعه نشده است. این پژوهش در زمرهٔ اولین پژوهش‌های تصادفی و کنترل شده در بررسی اثرات تمرینات مقاومتی طولانی مدت بر سطح سرمی ویسفاتین در زنان میان‌سال، چاق، یائسه و غیرفعال است؛ بنابراین عدم پاسخ ویسفاتین به تمرینات مقاومتی را در پژوهش حاضر می‌توان با توجه به یافته‌های پژوهش‌های پیشین در بررسی تأثیر تمرینات استقامتی بر غلظت ویسفاتین تشریح و توجیه کرد.

اردم و همکاران[1] (۲۰۰۸) نشان دادند اجرای شش هفته برنامهٔ اصلاح الگوی زندگی[2] (شامل رژیم غذایی و اجرای روزانه دست‌کم ۳۰ دقیقه ورزش هوازی) در بیماران مبتلا به سندرم متابولیک و چاق به کاهش معنی‌دار غلظت پلاسمایی ویسفاتین منجر شده است (۲۸). وی کاهش ویسفاتین پلاسما را به بهبود در ترکیب بدنی و شاخص مقاومت به انسولین نسبت داد. جینگ و همکاران[3] (۲۰۰۸) نیز مشاهده کردند اجرای شش هفته تمرینات شنا در موش‌های چاق با کاهش ویسفاتین پلاسما و بهبود حساسیت انسولینی همراه است (۲۹). ورزش و فعالیت بدنی در بهبود مقاومت انسولینی مؤثر است. نتایج سه مطالعهٔ تصادفی در جوامع مختلف نشان داده است اعمال مداخلهٔ اصلاح الگوی زندگی شامل رژیم غذایی و ورزش میزان شیوع دیابت نوع دو را در آزمودنی‌های مستعد به تحمل ناقص گلوکز به میزان ۴۱- ۵۸٪ کاهش داده است (۳۰).

1. G. Erdem, et al
2. Therapeutic Lifestyle Change
3. Shang Jing, et al

تمرینات استقامتی به‌دلیل: ۱) تنظیم افزایشی بروز گیرنده‌های انتقال گلوکز در سلول‌های عضله اسکلتی؛ ۲) افزایش جریان خون در عضله با تأثیر بر اکسید نیتریک؛ ۳) کاهش وزن؛ ۴) تحریک هورمون‌های مسیر تولید گلوکز در کبد و ۵) تعدیل نیم‌رخ لیپیدی، مقاومت انسولینی را بهبود می‌بخشد (۳۱). اخیراً شواهدی به‌دست آمده که بر سودمند بودن تمرینات مقاومتی در بهبود کنترل گلوکز و مقاومت انسولینی اذعان دارند. پولاک و همکاران[1] (۲۰۰۵) مشاهده کردند اجرای سه ماه تمرینات قدرتی در بهبود حساسیت انسولینی در مردان چاق میان‌سال مؤثر بوده است (۳۲). اگرچه هلتن و همکاران[2] (۲۰۰۴) و کاف و همکاران[3] (۲۰۰۳) نیز بر بهبود مقاومت انسولینی در بیماران دیابتیک پس از اجرای تمرینات مقاومتی اشاره داشتند (۳۲)، یافته‌های پژوهش فنکی و همکاران (۲۰۰۶) در مورد مقایسهٔ تأثیر دو نوع تمرین استقامتی و مقاومتی با نتایج پژوهش اخیر هم‌خوانی دارد. وی نشان داد اجرای ۱۲ هفته تمرین مقاومتی در بهبود مقاومت انسولینی در زنان چاق تأثیر معنی‌داری ندارد (۱۱). از آنجا که تمرینات مقاومتی را در زمرهٔ تمرینات شدید می‌دانند، احتمالاً این شدت تمرینات است که در بهبود متابولیسم کربوهیدرات‌ها در بیماران دیابتیک نقش دارد (۳۰). برقوتس و همکاران[4] (۱۹۹۹) نشان دادند که شدت تمرین در بهبود حساسیت انسولینی پس از اجرای چهار هفته تمرین استقامتی مؤثر است (۳۰). به‌علاوه تعدیل مقاومت انسولینی در زنان یائسه و آزمودنی‌های سالمند پس از تمرینات مقاومتی نیز مؤید تأثیر عامل شدت تمرین بر مقاومت انسولینی است (۳۰). دانستان و همکاران[5] (۲۰۰۲) و کاستاندا و همکاران[6] (۲۰۰۲) نشان دادند تمرینات طولانی مدت مقاومتی/ قدرتی در شدت بالا با بهبود کنترل گلوکز در آزمودنی‌های سالمند دیابتیک همراه است (۳۴). اگرچه هوماردس[7] پیشنهاد کرده است که تعداد جلسات تمرینی در هفته و نه شدت تمرینی با بهبود حساسیت انسولینی مرتبط است (۳۰)، مایر و همکاران[8] (۱۹۹۸) نشان دادند هر دو عامل شدت و مدت تمرین مؤثرند (۳۰)، به‌طوری که بهبود حساسیت انسولینی زمانی رخ می‌دهد که حجم تمرین اعمال شده در بیشترین حد خود

1. J. Polak, et al
2. Holten M K, et al
3. Cuff D J, et al
4. Borghouts, et el
5. Dunstan DW,et al
6. Castaneda C, et al
7. Houmards
8. Mayer, et al

باشد (۳۰). از آنجا که افراد مسن برای اجرای تمرینات حجیم و شدید محدودیت‌های فیزیولوژیکی دارند و با توجه به عدم بهبود متابولیسم چربی‌ها و مقاومت انسولینی در آزمودنی‌های سالمند پس از اجرای تمرینات کم‌شدت (۳۰)، می‌توان گفت که ممکن است شدت تمرین به‌کار گرفته شده در مطالعهٔ اخیر به تناسب ویژگی‌های آزمودنی‌ها (سن و یائسگی) برای اعمال تغییرات مثبت در شاخص مقاومت انسولینی و بهبود تحمل گلوکز کافی نبوده است. دیونه و همکاران[1] (۲۰۰۴) گزارش کردند که اجرای شش ماه تمرینات مقاومتی در زنان جوان سالم در بهبود برداشت گلوکز تأثیر دارد، ولی در زنان یائسه تغییر معنی داری مشاهده نشد (۳۲). در زنان پس از یائسگی با افزایش سن، سطوح انسولین و تجمع چربی افزایش می‌یابد (۳۴). تجمع چربی اضافی به‌واسطهٔ ادیپوکاین‌های ترشح شده از بافت چربی یا از طریق تغییر در پیام رسانی انسولین متأثر از لیپوتاکسی به وقوع مقاومت انسولینی منجر می‌شود (۳۵). میاتاک و همکاران[2] (۱۹۹۸) نشان دادند که عامل اصلی تعیین کنندهٔ میزان تغییرات HOMA-IR در مردان چاق میان‌سال، تغییر در حجم چربی احشایی است؛ بنابراین از آنجا که بهبود متابولیسم لیپیدها و مقاومت انسولین پس از تمرینات ورزشی با کاهش تودهٔ چربی بدن (به‌ویژه چربی احشایی) رابطهٔ تنگاتنگ دارد، می‌توان عدم تغییر در حساسیت انسولینی را با توجه به عدم تغییر معنی‌دار در شاخص‌های جسمانی تحلیل نمود. با توجه به آثار شبه انسولینی ویسفاتین در افزایش برداشت گلوکز در سلول‌های بافت چربی و عضله و مهار رهایش گلوکز از کبد و کنترل متابولیسم گلوکز (۵)، مطالعات متعدد بر وجود رابطه بین غلظت ویسفاتین و مقاومت انسولینی اذعان داشتند؛ از جمله لی و همکاران[3] بیان کردند که بین غلظت ویسفاتین و HbA_1c رابطه‌ای منفی برقرار است (۷). در مطالعهٔ ترونر و و همکاران[4] (۲۰۰۹) نیز به وجود رابطهٔ معنی‌دار بین ویسفاتین و HbA_1c اشاره شده است (۷). در پژوهش حاضر اجرای ۱۰ هفته تمرین مقاومتی به تغییر معنی‌دار در سطح گلوکز و شاخص مقاومت انسولین منجر نشده است. به‌علاوه، بنا بر نتایج آزمون همبستگی پیرسون رابطهٔ معنی‌داری بین تغییرات ویسفاتین سرم و تغییرات گلوکز خون و HOMA-IR وجود ندارد؛ بنابراین با یادآوری تأثیر ورزش و فعالیت بدنی در بهبود حساسیت انسولینی از یک سو و رابطهٔ ویسفاتین و

1. Isabelle J Dionne, et al
2. Miyatake, et al
3. Lie, et al
4. F Toruner, et al

مقاومت انسولینی از سوی دیگر می‌توان عدم تغییر در مقاومت انسولینی پس از تمرینات مقاومتی را از علل مؤثر در نبود تغییر در ویسفاتین سرم در این پژوهش دانست.
مانکو و همکاران[1] (۲۰۰۷) نشان دادند برای تغییر در غلظت ویسفاتین پس از جراحی معده، وقوع ۲۰٪ کاهش در BMI ضروری است (۱۴). ورزش و کاهش وزن به‌صورت همکار و از طریق سازوکارهایی کاملاً مجزا ولی مرتبط، عوامل خطرزای متابولیکی و قلبی-عروقی را بهبود می‌بخشند، به طوری که ورزش از طریق کاهش ذخایر چربی، تغییر در عملکرد ترشحی سلول‌های بافت چربی و بهبود هیپوکسی بافت چربی (مرتبط با شرایط چاقی و یا اضافه وزن) در این مهم نقش دارد؛ بنابراین اگر رژیم تمرینی به کاهش تعداد سلول‌های چربی یا بهبود عملکرد این سلول‌ها منجر نشود، توانایی ورزش در تعدیل سطح ادیپوکاین‌ها، مقاومت انسولینی و التهاب محدود شده یا به طور کلی دیده نمی‌شود (۳۶). دوریس و همکاران[2] (۲۰۰۸) گزارش کردند که اجرای ۱۲ هفته تمرینات استقامتی در آزمودنی‌های چاق، در مقایسه با گروه کنترل و لاغر، در غیاب تغییر در وزن و ترکیب بدن بر سطوح شاخص‌های پیش‌التهابی CRP، **IL-6**، TNF-α تأثیر معنی‌داری ندارد (۳۷). در مقابل بو و همکاران[3] (۲۰۰۸) گزارش کردند اجرای یک سال مداخلهٔ اصلاح الگوی زندگی در بیماران مبتلا به اختلالات متابولیکی، در مقایسه با گروه کنترل علاوه بر کاهش معنی‌دار سطح پلاسمایی ویسفاتین، در کاهش محیط کمر و تعدیل برخی متغیرهای متابولیکی و التهابی مورد بررسی نظیر CRP و TNF-α و انسولین خون نیز تأثیر معنی‌داری داشته است. به‌علاوه، بین تغییرات ویسفاتین پلاسما با تغییرات شاخص‌های مذکور ارتباطی معنی‌دار مشاهده شد (۱۴). رهایش ویسفاتین از سلول‌های چربی در پاسخ به TNF-α و دیگر شاخص‌های التهابی مانند IL-6 افزایش می‌یابد و در مقابل، هورمون‌هایی چون انسولین، پروستوگلاندین و تستوسترون ترشح ویسفاتین را مهار می‌کنند (۳۸). فعالیت بدنی و ورزش از طریق کاهش وزن و تأثیر بر هورمون‌های تنظیم کنندهٔ بیان ژنی ویسفاتین نظیر انسولین، تستوسترون و TNF-α مقادیر پلاسمایی ویسفاتین را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۶). اگرچه در این پژوهش وزن بدن به میزان ۱/۳۱٪ کاهش داشت، ولی این کاهش معنی‌دار گزارش نشد پس می‌توان گفت برای تغییرات مطلوب در عوامل نام‌برده و در نتیجه، تغییر در ویسفاتین سرم احتمالاً به کاهشی چشمگیرتر در ترکیب بدن نیاز است، به‌طوری که

1. Manco M, et al
2. Michaela C. Devries, et al
3. S Bo, et al

در مطالعهٔ چویی و همکاران[1] (۲۰۰۷)، در بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی هوازی و قدرتی بر سطح ویسفاتین پلاسما در زنان سالم چاق غیرفعال، کاهش سطح ویسفاتین پلاسما در پی کاهش وزن بدن به میزان ۴/۵ کیلوگرم مشاهده شد (۳۹). با این حال، از آنجا که حجم پلاسمای آزمودنی‌ها در دو گروه کنترل و تجربی، پیش از آزمون و بعد از اتمام دورهٔ ۱۰ هفته‌ای بررسی نشده است، می‌توان چنین استنباط کرد که شاید تغییرات ایجاد شده (در جهت کاهش و یا افزایش) حجم پلاسما پیامد اجرای تمرینات مقاومتی در گروه تجربی به‌عنوان عامل پوشانندهٔ (masking) تغییرات ایجاد شده در ویسفاتین متأثر از تمرین، یکی از علل مشاهده عدم تغییر معنی‌دار سطح ویسفاتین در گروه تجربی باشد، به‌طوری که می‌توان کاهش ایجاد شده (ولی غیر معنی‌دار) در سطح ویسفاتین سرم در گروه کنترل را در مقایسه با گروه تجربی به تغییرات فیزیولوژیک در حجم پلاسما نسبت داد. تغییراتی که می‌تواند در اثر عوامل محیطی، دریافت میزان آب، هیدراسیون و دیگر عوامل مؤثر بر هموستاز آب بدن رخ دهد.

اگرچه نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که احتمالاً اجرای ۱۰ هفته تمرینات مقاومتی در غیاب تغییر در ترکیب بدن و بهبود حساسیت انسولینی در سطح ویسفاتین سرم در زنان میان‌سال، چاق، یائسه و غیرفعال، تغییر معنی‌داری ایجاد نمی‌کند، ولی با توجه به کاستی‌های مطالعاتی در بررسی تأثیر تمرینات قدرتی/ مقاومتی بر ویسفاتین سرم لزوم انجام پژوهش‌های بیشتر برای درک سازوکارهای مرتبط و مسئول ضروری به نظر می‌رسد.

منابع:

1. Lechleitner M. (2008), Obesity and the Metabolic Syndrome in the Elderly – A Mini-Review. Gerontology; 54: 253–259.
2. Ford ES, Giles WH and Dietz WH. (2002), Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. Journal of American Medical Association; 287: 356–359.
3. Lois K, Valsamakis G, Mastorakos G, and Kumar S. (2010), The impact of insulin resistance on woman's health and potential treatment options. Annals of New York Academy of Sciences; 1205: 156–165.
4. Onambélé-Pearson GL, Breen L, and Stewart CE. (2010), Influence of exercise intensity in older persons with unchanged habitual nutritional intake: skeletal muscle and endocrine adaptations. AGE; 32: 139–153.

1. Choi, et al.

5. Fukuhara A, Matsuda M, Nishizawa M, Segawa K, Tanaka M, Kishimoto K, Matsuki Y,Murakami M, Ichisaka T, Murakami H, Watanabe E, Takagi T, Akiyoshi M, Ohtsubo T, Kihara S, Yamashita S, Makishima M, Funahashi T, Yamanaka S, Hiramatsu R, Matsuzawa Y, and Shimomura I. (2005), Visfatin: a protein secreted by visceral fat that mimics the effects of insulin. Science; 307: 426-430.

6. Kovacikova M, Vitkova M, Klimcakova E, Polak J, Hejnova J, Bajzova M, Kovacova Z, Viguerie N, Langin D, and Stich V. (2008), Visfatin expression in subcutaneous adipose tissue of pre-menopausal women: relation to hormones and weight reduction. European Journal of Clinical Investigation; 38(7): 516–522.

7. Toruner F, Altinova AE, Bukan N, Arslan E, Akbay E, Ersoy R, and Arslan M. (2009), Plasma Visfatin Concentrations in Subjects with Type 1 Diabetes Mellitus. Hormone Research; 72: 33–37.

8. El-Mesallamy HO, Kassem DH, El-Demerdash E, and Amin AI. (2011), Vaspin and visfatin/Nampt are interesting interrelated adipokines playing a role in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. Metabolism; 60(1): 63-70.

9. Haus JM, Solomon TP, Marchetti CM, O'Leary VB, Brooks LM, Gonzalez F, and Kirwan JP. (2009), Decreased Visfatin after Exercise Training Correlates with Improved Glucose Tolerance. Medicine and Science in Sports and Exercise; 41(6):1255-60.

10. Zacker RJ. (2005), Strength Training in Diabetes Management. Diabetes Spectrum; 18: 71-75.

11. Fenkci S, Sarsan A, Rota S, and Ardic F. (2006), Effects of Resistance or Aerobic Exercises on Metabolic Parameters in Obese Women Who Are Not on a Diet. Advances in Therapy; 23.

12. Lee KJ, Shin YA, Lee KY, Jun TW and Song W. (2010), Aerobic exercise training-induced decrease in plasma visfatin and insulin resistance in obese female adolescents. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism; 20(4): 275-81.

13. Ghanbari-Niaki A, Saghebjoo M, Soltani R, and Kirwan JP. (2010), Plasma visfatin is increased after high-intensity exercise. Annals of Nutrition and Metabolism; 57(1): 3-8.

14. Bo S, Ciccone G, Baldi I, Gambino R, Mandrile C, Durazzo M, Gentile L, Cassader M, Cavallo-Perin P, and Pagano G. (2009), Plasma visfatin concentrations after a lifestyle intervention were directly associated with inflammatory markers. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Disease; 19: 423-430.

15. Haider DG, Pleiner J, Francesconi M, Wiesinger GF, Muller M, and Wolzt M. (2006), Exercise training lowers plasma visfatin concentrations in patients with

type 1 diabetes. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism; 91: 4702-4704.

16. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, and White RD. (2006), Physical activity/exercise and type 2 diabetes:a consensus statement from the American Diabetes Association. Diabetes Care; 29: 1433–1438.
17. Olson TP, Dengel DR, Leon AS, and Schmitz KH. (2007), Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. International Journal of Obesity; 31: 996-1003.
18. Hunter M. (1992), The women's health questionnaire: a measure of middle aged women's perceptions of their emotional and physical health. Psychology and Health; 7: 45–54.
19. Baecke JAH, Burema J, and Frijters JER. (1982), A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. American Journal of Clinical Nutrition; 36: 936-42.
20. Kannel WB, and Sorlie P. (1979), Some health benefits of physical activity: the Framingham Study. Archives of Internal Medicine; 139:857–861.
21. Maud PJ, and Foster C. (2006), Physiological assessmnet of human fitness. 2end edition, Canada: Human Kinetics. 119-150.
22. Williams J Kraemer and Steven J Fleck. (2007), Optimizing strenght training: disigning nonlinear periodization work out. 1st ed. Editor: Mike Bahrke, Judy Park and Heather M Tanner. united state: human kinetics.
23. Ando H, Yanagihara H, Hayashi Y, Obi Y, Tsuruoka S, Takamura T, Kaneko S, and Fujimura A. (2005), Rhythmic messenger ribonucleic acid expression of clock genes and adipocytokines in mouse visceral adipose tissue. Endocrinology; 146: 5631–5636.
24. Ahmadizad S, Haghighi AH, and Hamedinia MR. (2007), Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. European Journal of Endocrinology; 157: 625–631.
25. Jackson A S, Pollock M L, and Ward A. (1980), Generalized equations for predicting body density of women. Medicine and Science in Sports and Exercise; 12: 175-182.
26. Siri WE. (1961), Body composition from fluid space and density. In J Brozek and A Hanschel (eds), techniques for measuring body composition. Washington, DC: National Academy of Science.
27. Lau DC, Douketis JD, Morrison KM, Hramiak IM, Sharma AM, and Ur E. (2007), 2006 Canadian clinical practice guidelines on the management and prevention of obesity in adults and children [summary]. Canadian Medical Association Journal; 176(8): S1-13.

28. Erdem G, Naharci MI, Demirtas A, Ercin N C, Tapan S, Tasci I, Dogru T, and Sonmez A.. (2008), Therapeutic lifestyle change intervention in metabolic syndrom decreases plasma visfatin levels. Anatolian Journal of Clinical Investigation; 2(2): 58-62

29. Jing S, Lu-lu C, Hui S, Fang-xi X, and Yan-wen S. (2008), Effect of exercise on expression of visfatin of visceral fat in high-fat-diet-fed rats. China Journal of Modern Medicine; 5.

30. Kodama S, Mia S, Yamada N, and Sone H. (2006), Exercise Training for Ameliorating Cardiovascular Risk Factors-focusing on Exercise Intensity and Amount. International Journal of Sport and Health Science; 4: 325-338.

31. Praet SFE, and van Loon LJC. (2009), Exercise therapy in Type 2 diabetes. Acta Diabetologica; 46: 263–278.

32. Lakka TA, and Laaksonen DE. (2007), Physical activity in prevention and treatment of the metabolic syndrome. Applied Physiology, Nutrition and Metabolism; 32: 76-88.

33. Brooks N, Layne JE, Gordon PL, Roubenoff R, Nelson ME, and Castaneda-Sceppa C. (2007), Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. International Journal of Medical Science; 4(1): 19-27.

34. Ju¨rima¨e J, and Ju¨rima¨e T. (2007), Plasma adiponectin concentration in healthy pre- and postmenopausal women: relationship with body composition, bone mineral, and metabolic variables. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism; 293: E42–E47.

35. Kim ES, Im JA, Kim KC, Park JH, Suh SH, Kang ES, Kim SH, Jekal Y, Lee CW, Yoon YJ, Lee HC, and Jeon JY. (2007), Improved Insulin Sensitivity and Adiponectin Level after Exercise Training in Obese Korean Youth. Obesity; 15: 3023-3030.

36. Kelly AS, Steinberger J, Olson TP, and Dengel DR. (2007), In the absence of weight loss, exercise training does not improve adipokines or oxidative stress in overweight children. Metabolism; 56(7):1005-9.

37. AW, Raha S, Samjoo IA, and Tarnopolsky MA. (2008), Endurance training without weight loss lowers systemic, but not muscle, oxidative stress with no effect on inflammation in lean and obese wome. Free Radical Biology and Medicine; 54(4): 503-511.

38. Stehno-Bittel L. (2008), Intricacies of Fat. Physical Therapy; 88: 1265-78.

39. Choi KM, Kim JH, Cho GJ, Baik SH, Park HS, and Kim SM. (2007), Effect of exercise training on plasma visfatin and eotaxin levels. European Journal of Endocrinology; 157: 437-442.

فیزیولوژی ورزشی شماره ۱۲، زمستان ۱۳۹۰، صص ۹۴-۷۷

رابطهٔ بین آمادگی جسمانی با درصد چربی بدن و چربی‌های سرم خون و تفاوت آن متغیرها در دانش‌آموزان پسر ۱۵-۱۳ سالهٔ شهری و روستایی

فرشته شهیدی[۱]، غلامرضا لطفی[۲]، ناصر رستم‌زاده[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله:۹۰/۶/۲۰

چکیده

هدف این تحقیق بررسی رابطهٔ بین میزان آمادگی جسمانی، درصد چربی بدن و چربی‌های سرم خون و تفاوت آن متغیرها در دانش‌آموزان پسر ۱۳- ۱۵ سالهٔ دورهٔ راهنمایی شهری و روستایی است. به همین منظور ۶۰ دانش‌آموز پسر از مدارس راهنمایی شهرستان جوانرود از دو گروه شهری (۳۰ نفر) و روستایی (۳۰ نفر) انتخاب شدند. میانگین سن، قد و وزن گروه شهری به ترتیب ۱۳/۹۷±۰/۷۷۸ سال، ۹/۵۷۹ ±۱۵۷/۲۰ سانتی متر و ۴۴/۷۰±۸/۱۵۹ کیلوگرم و میانگین سنی، قد و وزن گروه روستایی به ترتیب۰/۸۳۰± ۱۴ سال، ۱۵۳/۷۳±۷/۸۰۳ سانتی‌متر و ۴۰/۱۷±۹/۲۲۵ کیلوگرم بود. به‌منظور انجام این تحقیق از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف برای تعیین طبیعی بودن داده‌ها واز آزمون لوین برای همگنی واریانس‌ها استفاده شد. از آزمون برتر ایفرد که شامل آزمون‌های دراز و نشست، بارفیکس اصلاح‌شده، انعطاف‌پذیری و دویدن۵۴۰ متر است، برای سنجش میزان آمادگی جسمانی دو گروه استفاده شد و همچنین برای به‌دست آوردن درصد چربی بدن از کالیپر و با استفاده از فرمول دونقطه‌ای (سه‌سر بازو- ساق پا) لومان و اسلاتر استفاده شد. میزان چربی‌های سرم خون نمونه‌ها بر اساس نمونهٔ خونی به‌دست آمد که در آزمایشگاه پزشکی از آن‌ها گرفته شد. ابزار اندازه‌گیری شامل آزمون برتر ایفرد و دستگاه کا لیپر بود. به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری، از آزمون تی مستقل برای مقایسهٔ متغیرهای بین دو گروه و از آزمون همبستگی پیرسون برای ارتباط بین گروهی متغیرها استفاده و نتایج زیر حاصل شد. بین میانگین نمرات آمادگی جسمانی در دو گروه شهری و روستایی، اختلافی معنی‌دار به نفع گروه روستایی مشاهده شد. بین میانگین درصد چربی بدن دو گروه شهری و روستایی اختلافی معنی‌دار به نفع گروه روستایی مشاهده شد(گروه روستایی درصد چربی بدن کمتری داشتند). بین متغیرهای چربی سرم خون (TC, TG , LDL, HDL) دو گروه شهری و روستایی، فقط در دو

۱ و ۲. استادیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی Emial: angel. shahidi@yahoo. com
Email: gholamrezalotfi@yahoo. com
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی (نویسندهٔ مسئول)
Email: naserrostamzadeh806@gmail. com

فاکتور HDL و TC اختلافی معنی‌دار به نفع گروه روستایی مشاهده شد (گروه روستایی مقادیر بیشتری HDL و TC نسبت به گروه شهری داشتند). بین سطح آمادگی جسمانی و چربی‌های سرم خون دو گروه شهری و روستایی فقط بین میانگین آمادگی جسمانی با HDL درگروه شهری (r=۰/۴۱۰) ارتباط مستقیم معنی‌داری مشاهده شد. بین درصد چربی بدن و چربی‌های سرم خون دو گروه شهری و روستایی، فقط بین درصد چربی بدن با TG در گروه شهری (r=۰/۳۶۷) ارتباط مستقیم معنی‌داری مشاهده شد.

کلیدواژه‌های فارسی: آمادگی جسمانی، درصد چربی بدن، دانش‌آموزان شهری – روستایی.

مقدمه

شرکت در فعالیت‌های جسمانی به‌طور وسیعی برای پیشگیری از خطر بیماری‌های قلبی-عروقی پیشنهاد شده است (۱). ورزش و آمادگی جسمانی مناسب، اثرات کاهنده بر میزان چربی‌های سرم خون (TC, TG, LDL) دارد و با توجه به اینکه ترکیب بدن بر روی پاسخ‌های فیزیولوژیکی نسبت به فعالیت‌های جسمانی اثر عمیق دارد متخصصان ورزش اغلب به شکل خاصی نسبت به ارتباط بین ترکیب بدن، فاکتورهای خطرزای بیماری قلبی– عروقی و میزان آمادگی جسمانی افراد علاقه نشان می‌دهند (۲). جی یونگ لی[1] و همکاران (۲۰۰۹) به تعیین ارتباط بین آمادگی قلبی– تنفسی با فاکتورهای خطرزای متابولیکی در کره‌جنوبی در مردان جوان با دامنهٔ سنی ۲۴- ۲۶ پرداختند که ترکیب بدن، فشار خون، چربی‌های سرم خون، مقدار گلوکز خون وانسولین آن‌ها در آزمایشگاه ارزیابی، و آمادگی قلبی– تنفسی آن‌ها هم با دستگاه تردمیل برای تعیین Vo2max اندازه‌گیری شد که در نهایت به نتایج زیر رسیدند: افراد با آمادگی قلبی– تنفسی متوسط به بالا نسبت به افراد با آمادگی قلبی– تنفسی پایین دارای ترکیب بدن مناسب‌تر، فشار خون پایین‌تر، چربی‌های سرم خون کمتر (غیر از HDL) و در نهایت دارای فاکتورهای خطرزای متابولیکی کمتری بودند (۳). هال[2] (۱۹۹۲) در پژوهشی به این نکته رسید که تمرینات و فعالیت بدنی موجب کاهش LDL (لیپو پروتیین کم‌چگال) شد و در نتیجه، میزان اکسیداسیون آنرا کاهش داد و در نهایت خطر ابتلا به بیماری قلبی-عروقی کاهش یافت (۴). مقرنسی (۱۳۸۲) در تحقیقی به این نتیجه رسید که رابطه‌ای معنی‌دار بین درصد چربی بدن با میزان چربی‌ها و لیپوپروتئین‌های خون وجود نداشت در حالی‌که رابطهٔ معکوس معنی‌داری بین وزن بدون چربی با مقدار LDL خون پیدا کرد (۵). محبی و همکاران

1. Leegiyoung(2009)
2. Hall (1992)

(۱۳۸۲) در بررسی ارتباط آمادگی قلبی-تنفسی با میزان چربی بدن و عوامل خطرزای بیماری کرونری در پسران ۱۵تا ۱۸ ساله به این نتایج دست یافتند که بین آمادگی هوازی تنها با TG (تری‌گلیسرید) موجود در سرم خون ارتباط معکوس معنی‌داری وجود داشت و همچنین بین درصد چربی بدن با کلسترول (TC) و تری‌گلیسرید (TG) ارتباطی معنی‌دار وجود نداشت (۶).
آندرسون[1] و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی ارتباط بین آمادگی جسمانی و بیماری‌های مربوط به کلسترول را در زنان و مردان بالغ ۱۶- ۱۹ ساله و هشت سال بعد از آن‌را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که افراد دارای آمادگی جسمانیِ مناسب از خطرات حملهٔ بیماری‌های مربوط به کلسترول در امان بودند و حتی احتمال مبتلا شدن آن‌ها به این بیماری‌ها در آینده هم کمتر بوده است (۷). موتا[2] و همکاران (۲۰۰۱) ارتباط بین فعالیت بدنی و فاکتورهای خطرزای بیماری‌های قلبی– عروقی را در کودکان ۸- ۱۳ سالهٔ شهر پورتوی پرتقال بررسی نمودند و به این نتیجه دست یافتند که انجام فعالیت‌های بدنیِ منظم موجب کاهش فاکتورهای خطرزای بیماری‌های قلبی– عروقی مخصوصاً در پسران می‌شود، ولی دختران چون کمتر به فعالیت منظم بدنی می‌پرداختند بیشتر در معرض فاکتورهای خطرزای بیماری قلبی– عروقی بودند (۸). موریکاوا و همکاران[3] (۲۰۰۹) ارتباط آمادگی جسمانی و شیوهٔ زندگی با بیماری‌های کرونری را در مردان و زنان میانسال ژاپنی بررسی کردند و به این نتیجه دست یافتند که تمرینات هوازی مثل پیاده‌روی و دویدن آرام باعث کاهش مقدار چشم‌گیری از چربی‌های سرم خون و درصد چربی بدن می‌شود (۹). گایینی و معینی (۱۳۸۰) در تحقیقی که بر روی افراد ورزشکار و غیرورزشکار انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تفاوتی معنی‌دار در میزان درصد چربی ورزشکاران و غیرورزشکاران وجود نداشت (۲). رحمانی‌نیا (۱۳۸۲) در تحقیقی رابطهٔ بین درصد چربی بدن با تعدادی از عوامل آمادگی جسمانی را در دختران دانشجو بررسی کرد و به این نتیجه رسید که درصد چربی بدن تنها با پرش جفت همبستگی معکوس معنی‌داری دارد و با سایر عوامل آمادگی جسمانی رابطه‌ای معنی‌دار ندارد (۱۰). واربارتون و همکاران[4] (۲۰۰۶) در تحقیقی اثرات فعالیت‌های جسمانی را بر میزان سلامتی کودکان دورهٔ ابتدایی و راهنمایی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که فعالیت جسمانی در دورهٔ ابتدایی و راهنمایی به اندازهٔ کافی (از لحاظ شدت و مدت) می‌تواند از بسیاری از بیماری‌های کرونری، سرطان‌ها، دیابت،

1. Andersen (2004)
2. Mota (2001)
3. Morikawa (2009)
4. Warburton (2006)

استئوپروز قبل از بلوغ و مرگ زودرس جلوگیری کند (۱۱).
هانگ و همکاران[1] (۲۰۰۵) میزان فعالیت بدنی دانش‌آموزان شهری و روستایی چین که در سال ۲۰۰۱ وارد دانشگاه شانگهای شده بودند را بررسی و مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که دانشجویان شهری دارای قد و وزن بیشتر نسبت به دانشجویان روستایی (در هر دو جنس) بودند که این عامل با میزان درآمد خانوادهٔ آن‌ها ارتباط مستقیم داشت، ولی میزان فعالیت بدنی روستایی‌ها نسبت به شهری‌ها (در هر دو جنس) بیشتر بود (۱۲). چانگ و همکاران[2] (۲۰۰۹) میزان آمادگی جسمانی دانش‌آموزان هنگ‌کنگ با دانش‌آموزان شهر مانیلند چین و ارتباط آن با شیوهٔ زندگی آن‌ها را مقایسه کردند و دریافتند که دانش‌آموزان مانیلند در انعطاف‌پذیری، قدرت عضلانی و عملکرد قلبی– عروقی از دانش‌آموزان هنگ‌کنک بهتر بودند که دلیل آن‌را انواع رژیم غذایی متفاوت و انواع سرگرمی‌های کامپیوتری در هنگ‌کنگ بیان کرده‌اند (۱۳).
سونگ وی[3] و همکاران (۲۰۰۲) فعالیت بدنی و ارتباط آن با چاقی، پرفشار خونی و دیابت را در شهر و روستاهای کشور کامرون بررسی کردند و به این نتایج دست یافتند: ۱- چاقی در مردان و زنان شهری بیشتر از مردان و زنان روستایی بود؛ ۲- پرفشار خونی در هر دو جنس در شهری‌ها بیشتر از روستایی‌ها بود؛ ۳- بیماری دیابت در زنان شهری بیشتر از روستایی‌ها بود؛ ۴- روستایی‌ها (در هر دو جنس) پیاده‌روی و انجام حرکات ورزشی را به مدت طولانی‌تری از شهری‌ها انجام می‌دادند (۱۴). دایر و همکاران[4] (۱۹۹۷) در تحقیقی به مقایسهٔ میزان HDL خون در کودکان ژاپنی، استرالیایی و آمریکایی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که میزان HDL در خون دانش‌آموزان ژاپنی بیشتر از دانش‌آموزان استرالیایی و آمریکایی (در هر دو جنس) بود، ولی اختلاف آن در بین خود دانش‌آموزان ژاپنی کم بود که دلیل آن‌را شرکت در فعالیت‌های بدنی منظم و رژیم غذایی مناسب در دانش‌آموزان ژاپنی اعلام کرده‌اند (۱۵). اوکار و همکاران[5] (۱۹۹۸) فاکتورهای خطرزای بیماری‌های کرونری را در مدارس شهری و روستایی کشور ترکیه بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که هرچند دانش‌آموزان روستایی نسبت به دانش‌آموزان شهری کمتر به فعالیت‌های منظم ورزشی می‌پردازند، اما چربی‌های خونی کمتری

1. Huang(2005)
2. Chung (2009)
3. Sobngwi (2002)
4. Dwyer (1997)
5. Ucar (1998)

نسبت به شهری‌ها داشته‌اند که دلیل آن محیط زندگی و دور بودن از زندگی ماشینی بوده است (۱۶). کمپر[1] و همکارانش (۲۰۰۸) ارتباط بین چاقی، آمادگی جسمانی و فشار خون را در کودکان پسر و دختر ۷- ۱۳ سالهٔ روستاهای آفریقای جنوبی بررسی کردند و دریافتند که کودکانی که دارای دور کمر کمتر و آمادگی جسمانی بالا بودند، تغییرات فشار خون در آن‌ها کمتر است و درصد چربی بدن کمتری نسبت به افراد چاق و دارای آمادگی جسمانی کمتر دارند (۱۷). کیلیس و همکاران[2] (۲۰۰۵) میزان آمادگی جسمانی در کودکان شهری و روستایی کشور یونان را بررسی کرده و دریافتند که: ۱- در پرش عمودی پسران شهری بهتر از پسران روستایی بودند؛ ۲- در پرتاب توپ بسکتبال دختران شهری بهتر از دختران روستایی بودند؛ ۳- قدرت دست دختران روستایی خیلی بهتر از دختران شهری بود (۱۸). استرادر و وبر[3] (۱۹۹۷) تأثیر یک جلسه تمرین تنیس بر تغییرات چربی سرم خون را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که بعد از یک جلسه تمرین تنیس افزایشی معنی‌دار در HDL خون مشاهده شد (۱۳).

آنچه زیربنای تمام فعالیت‌های حرکتی انسان راتشکیل می‌دهد میزان آمادگی جسمانی بدن است. داشتن آمادگی جسمانی مناسب نه‌تنها در انجام حرکات بنیادی ما را یاری می‌کند، بلکه در یادگیری مهارت‌های حرکتی نیز مؤثر است (۱۹). آمادگی جسمانی را می‌توان بر حسب آمادگی جسمانی مرتبط با سلامتی و آمادگی جسمانی مرتبط با اجرا تعریف کرد. آمادگی جسمانی یک کمّیت همگن چندبعدی است که از تولد تا مرگ تحت تأثیر فعالیت‌های جسمانی مختلف توسعه می‌یابد و شدیداً بیماری و عدم فعالیت را محدود می‌کند (۲۰).

آمادگی جسمانی وابسته به سلامت بدین معناست که سیستم‌های اصلی بدن سالم هستند و مؤثر عمل می‌کنند بنابراین فرد قادر است در کارهای شدید و در فعالیت‌های اوقات فراغت شرکت کند و روشی مؤثر است برای کاهش چندین فاکتور خطرناک که با بیماری‌های قلبی- عروقی، چاقی، دیابت وکمردرد مرتبطاند (۲۰). آمادگی جسمانی وابسته به اجرا با اجرای مهارت‌های حرکتی مرتبط است و اجزای آن عبارتست از تعادل، سرعت، چابکی، هماهنگی، توان و زمان عکس‌العمل (۲۱). تحقیقات اخیر به‌ویژه در قرن بیستم نشان می‌دهد که تمرینات مناسب و مستمر موجب بهبود و افزایش میزان قدرت، استقامت عضلانی، استقامت قلبی- تنفسی، انعطاف‌پذیری و همچنین سبب تناسب اندام وکاهش چربی‌های بدن می‌شود و حذف و کنار گذاشتن آن به‌ویژه در سنین کودکی و نوجوانی، اندام‌های حیاتی را دچار ضعف و ناتوانی،

1. Kemper (2008)
2. Kellis (2005)
3. Struder-Weber (1997)

ناکارآمدی، محدودیت حرکتی و خستگی زودرس می‌نماید (۲). در این زمینه دانشمندان معتقدند که محروم بودن کودکان و نوجوانان از آمادگی جسمانی که نتیجهٔ مستقیم عدم فعالیت‌های جسمانی و بی‌تحرکی است نه‌تنها منجر به تقلیل نیروی عضلانی، سستی و رخوت، کاهش و محدود شدن ظرفیت کار جسمانی و ذهنی می‌شود، بلکه رشد و نمو آن‌ها را مختل ساخته و آن‌ها را مستعد چاقی مفرط و آمادهٔ ابتلا به انواع مختلف بیماری‌های جسمی و روانی از جمله حملات قلبی می‌کند (۲۲). گشتل[1] (۱۹۸۲) معتقد است که مردم به دو دلیل عمده به آمادگی جسمانی نیاز دارند: اول، تمرینات و فعالیت منظم ورزشی موجب افزایش کارایی و سلامت دستگاه قلبی-تنفسی و عضلانی می‌شود و دوم، آمادگی جسمانی ظرفیت انسان را به بهره‌مندی کامل از مواهب زندگی افزایش می‌دهد (۲۳).

از آنجا که سلامتی و تندرستی افراد جامعه رابطهٔ مستقیم با میزان آمادگی جسمانی آن‌ها دارد و آمادگی جسمانی هم با ترکیب بدن در ارتباط است؛ بنابراین برای شناخت بهتر وضعیت آمادگی جسمانی دانش‌آموزان شهری و روستایی و رابطهٔ آن با ترکیب بدنی و با توجه به نتایج ضد و نقیض دربارهٔ ارتباط بین آمادگی جسمانی افراد با میزان چربی‌های سرم خون و درصد چربی بدن و تفاوت آن در جوامع مختلف، محقق در صدد است برای آشکار شدن برخی حقایق، تفاوت و رابطهٔ میزان آمادگی جسمانی با چربی‌های سرم خون و میزان درصد چربی بدن در دانش‌آموزان پسر ۱۳ تا ۱۵ ساله و مقایسهٔ آن متغیرها در دانش‌آموزان شهری و روستایی را بررسی کند تا با ارائهٔ نتایج آن رهنمودهایی به‌منظور افزایش میزان آمادگی جسمانی در اختیار معلمان تربیت بدنیِ مدارس و مربیان ورزش قرار گیرد تا در صورت امکان با تغییر روش‌های تدریس و اصلاح فعالیت‌ها و برنامه‌ها و به فعالیت واداشتن بیشتر دانش‌آموزان، نسل آینده را از خطرات و عواقب زندگی بی‌تحرک آگاه کنند.

روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر به بررسی رابطهٔ آمادگی جسمانی، درصد چربی بدن و چربی‌های سرم خون دانش‌آموزان پسر ۱۳ تا ۱۵ ساله و مقایسهٔ آن متغیرها در دو گروه شهری و روستایی پرداخته است. تحقیق از نوع توصیفی و علی پس از وقوع بوده است.

جامعهٔ آماری در این پژوهش را دانش‌آموزان پسر ۱۳ تا ۱۵ سالهٔ دورهٔ راهنمایی شهری و روستایی، و جامعهٔ در دسترس را دانش‌آموزان پسر ۱۳ تا ۱۵ سالهٔ دورهٔ راهنمایی شهرستان

1. Getchell (1982)

جوانرود تشکیل داده است که تعداد آن‌ها در سال ۸۹-۸۸، ۲۰۲۶ نفر بوده است.
برای انتخاب نمونهٔ آماری با روش نمونه‌گیری در دسترس از دو مدرسهٔ راهنمایی داخل شهر جوانرود و دو مدرسهٔ راهنمایی روستای شروینه و زلان استفاده شده که محقق در آن‌ها به‌عنوان دبیر تربیت بدنی مشغول تدریس بوده است و با استفاده از روش تعیین مقدار نمونه‌های کوکران و شارپ [1](۱۹۷۹) در هر مدرسه ۱۵ نفر به‌طور تصادفی از بین دانش‌آموزان ۱۳ تا ۱۵ ساله انتخاب شد. نمونهٔ آماری شامل ۳۰ دانش‌آموز پسر ۱۳ تا ۱۵ سالهٔ روستایی (از هر ردهٔ سنی ۱۰ نفر) و۳۰ دانش‌آموز پسر ۱۳ تا ۱۵ سالهٔ شهری (از هر ردهٔ سنی ۱۰ نفر) می‌باشند که به دو گروه ۳۰ نفرهٔ شهری و روستایی تقسیم شدند که میانگین و انحراف استاندارد سن دو گروه شهری و روستایی به ترتیب ۱۳/۹۷±۰/۷ و ۱۴±۰/۸، میانگین و انحراف استاندارد قد دو گروه شهری و روستایی به ترتیب ۱۵۷/۲۰±۹/۵ و ۱۵۳/۷۳±۷/۸، میانگین و انحراف استاندارد وزن دو گروه شهری و روستایی به ترتیب ۴۴/۷۰±۸/۱ و ۴۰/۱۷±۹/۲، و میانگین و انحراف استاندارد BMI دو گروه شهری و روستایی به ترتیب ۱۷/۶۳±۲/۰ و ۱۶/۴۰±۲/۴ بوده است.

قبل از انجام مطالعه، ابتدا پرسش‌نامهٔ سلامت بین نمونه‌ها توزیع و از آن‌ها و والدین‌شان رضایت‌نامهٔ کتبی برای شرکت در آزمون‌ها اخذ و نحوهٔ انجام آزمون‌ها برای نمونه‌ها توضیح داده شد. ابتدا قد افراد رأس ساعت ۸ صبح با متر نواری که روی دیوار تعبیه شده بود و با استفاده از روش دیواری اندازه‌گیری شد، به این صورت که افراد با پشت به دیوار تکیه می‌زنند و بدون پوشیدن کفش به‌طوری که پاشنهٔ پا، باسن و پشت سر آن‌ها با دیوار تماس داشته باشد(بر حسب سانتیمتر). سپس وزن افراد در ساعت ۹ صبح با ترازوی دیجیتالی و بدون کفش و لباس (فقط با شورت و رکابی بر تن) بر حسب کیلوگرم اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن با استفاده از کالیپر نوع لافایت از دو نقطهٔ بدن (سه‌سر بازو- ساق پا) سمت راست افراد به‌طوری که در سه‌سر بازو در چین پوستی وسط آن درقسمت خلفی و در ساق هم در ضخیم‌ترین ناحیهٔ ساق در قسمت داخلی ساق میزان ضخامت چربی زیرپوستی اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس با قرار دادن مجموع دو نقطهٔ اندازه‌گیری شده بر حسب میلیمتر و قرار دادن آن در فرمول لومان– اسلاتر [2] میزان درصد چربی بدن به‌دست آمد.

۱+ (جمع دو نقطهٔ سه‌سر بازو و ساق پا بر حسب میلی‌متر) .۷۳۵/=درصد چربی بدن

1. Cocharan – Sharp (1979)
2. Lohman - Sloughter

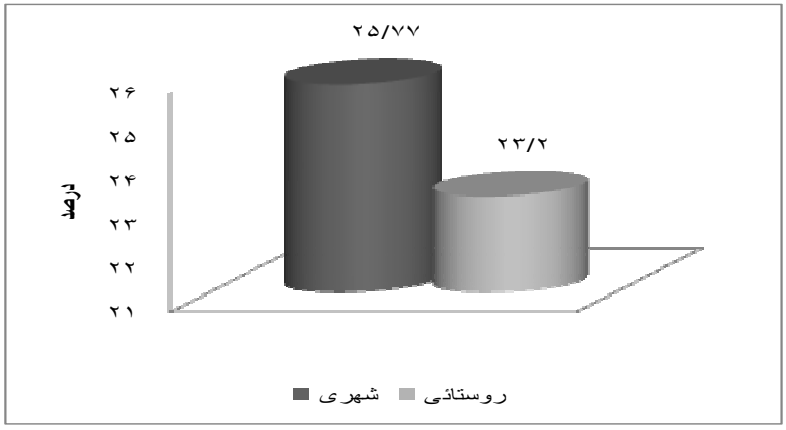
در روز بعد رأس ساعت ۸ صبح در حالی که افراد ناشتا بودند (تا ۱۲ساعت قبل چیزی نخورده)، برای گرفتن نمونهٔ خونی در آزمایشگاه حاضر شدند و نمونه‌گیری خونی به میزان ۲ سی‌سی از رادیال دست چپ آن‌ها برای تعیین میزان چربی‌های سرم خون (TC ,TG ,HDL LDL,) انجام گرفت و نتایج آزمایش خون آن‌ها در روز بعد به‌صورت جداگانه حاضر شد. برای تعیین میزان آمادگی جسمانی نمونه‌ها هم از آزمون ایفرد برتر[1] استفاده شد که در مدارس برای ارزیابی درس تربیت بدنی از آن استفاده می‌شود. برای اینکه افراد در اجرای آزمون‌ها خسته نشوند آزمون‌ها در دو نوبت صبح رأس ساعت ۹ (آزمون‌های بارفیکس و انعطاف‌پذیری) و بعداز ظهر رأس ساعت ۴ (آزمون‌های دراز و نشست و دوی ۵۴۰ متر) برگزار شد و برای اینکه مکان برگزاری برای هر دو گروه یکسان باشد آزمون‌ها برای هر دو گروه در یک مکان برگزار شد به‌طوری که روز اول گروه شهری و روز دوم گروه روستایی آزمون را اجرا کردند. از آزمون بارفیکس اصلاح‌شده برای ارزیابی استقامت کمربند شانه، از آزمون دراز و نشست برای ارزیابی استقامت عضلات شکم، از دوی ۵۴۰ متر (۱۰ دور زمین والیبال) برای ارزیابی استقامت قلبی-عروقی و از آزمون انعطاف‌پذیری که به‌وسیلهٔ جعبهٔ انعطاف صورت گرفت برای اندازه‌گیری میزان کشیدگی عضلات همسترینگ و دامنهٔ حرکتی مفصل لگن استفاده شد. سپس رکوردها بر اساس نورم استانی تبدیل به نمرهٔ بیست ارزشی ۲۰ – ۰ شدند و به‌عنوان نمرهٔ آمادگی جسمانی دانش‌آموزان در نظر گرفته شد. در این نورم استانی به هر آزمون ۵ نمره اختصاص داده شده است. کلیهٔ آزمون‌ها در دو روز متوالی انجام شد.

از روش‌های آماری توصیفی برای تعیین شاخص‌های آماری میانگین، انحراف معیار و نیز ترسیم جداول و نمودارها استفاده شده است تا داده‌ها دسته‌بندی و توصیف شوند، همچنین از آزمون کلموگروف– اسمیرنوف[2] برای نشان دادن توزیع طبیعی داده‌ها و از آزمون لوین[3] برای نشان دادن همگنی واریانس‌ها استفاده شد. در بخش آمار استنباطی نیز از آزمون t در گروه‌های مستقل برای تعیین تفاوت میانگین متغیرها و همچنین ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین رابطهٔ بین متغیرهای پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. کلیهٔ محاسبات با استفاده از نرم‌افزار SPSS تحت ویندوز ویرایش ۱۶ انجام شده است.

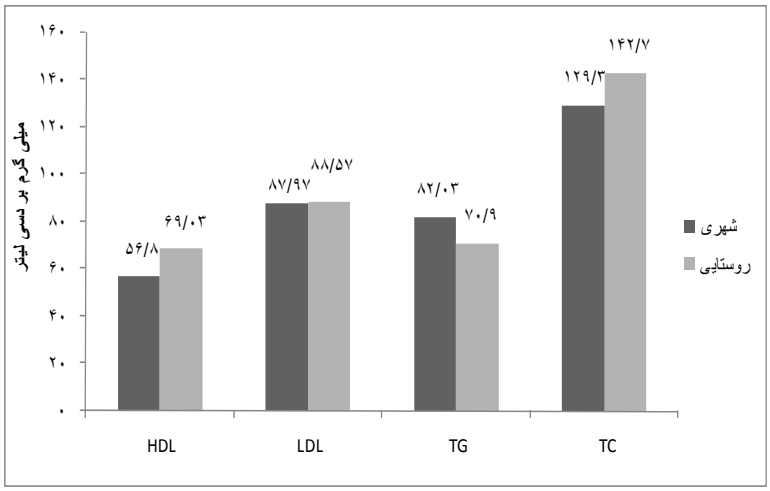
1. AAHPER test
2. Kolmogorov – Smironov test
3. Levenes test

یافته‌های پژوهش

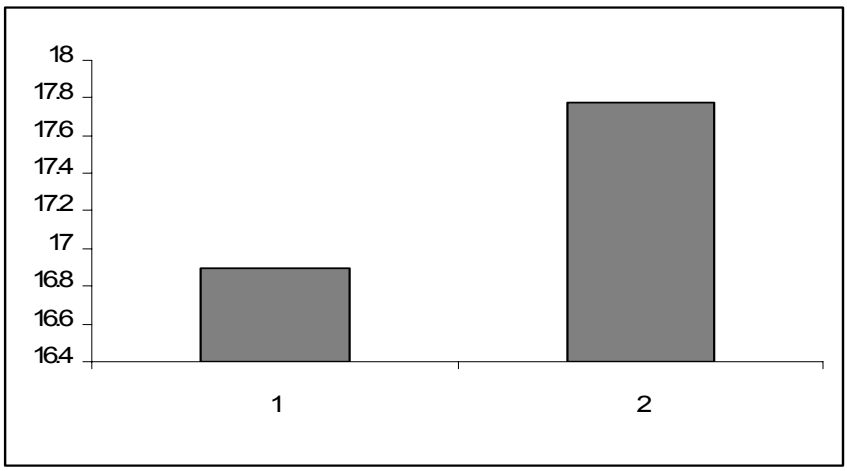
نمودارهای ۱ الی ۳ به ترتیب میانگین درصد چربی بدن، چربی‌های سرم خون و نمرات آمادگی جسمانی دو گروه شهری و روستایی را نشان می‌دهند.



نمودار۱. میانگین درصد چربی بدن دو گروه شهری و روستایی



نمودار ۲. میانگین چربی‌های سرم خون دو گروه



نمودار:. یانگین نمرهٔ آمادگی جسمانی دو گروه

با توجه به یافته‌های پژوهش و مقدار P≤ ۰/۰۰۹ تفاوتی معنی‌دار بین میانگین آمادگی جسمانی دو گروه شهری و روستایی از لحاظ آماری به نفع گروه روستایی مشاهده شد؛ یعنی دانش‌آموزان روستایی دارای میانگین بهتری نسبت به همتایان شهری خود بودند. میانگین و انحراف استاندارد درصد چربی بدن گروه شهری به ترتیب ۲۵/۷۷ و۴/۹۳۹ و در گروه روستایی به ترتیب ۲۳/۲۰ و ۴/۹۸۵ است لذا با توجه به مقدار P≤ ۰/۰۵ تفاوتی معنی‌دار بین میانگین درصد چربی بدن دو گروه شهری و روستایی از لحاظ آماری مشاهده شد یعنی دانش‌آموزان روستایی درصد چربی کمتری نسبت به همتایان شهری خود داشتند. میانگین و انحراف استاندارد HDL گروه شهری به ترتیب ۵۶/۸ و ۱۳/۹۱۴ و در گروه روستایی به ترتیب ۶۹/۰۳ و ۹/۵۹۷ است. لذا با توجه به مقدار P≤ ۰/۰۰۰ تفاوتی معنی‌دار بین میانگین HDL دو گروه شهری و روستایی از لحاظ آماری مشاهده شد(دانش‌آموزان روستایی مقدار HDL بیشتری داشتند). همچنین میانگین و انحراف استاندارد TC گروه شهری به ترتیب ۱۲۹/۳ و۲۷/۶۴۱ و در گروه روستایی به ترتیب ۱۴۲/۷ و ۲۲/۰۷۵ است لذا با توجه به مقدار P≤ ۰/۰۴۲ تفاوتی معنی‌دار بین میانگین TC دو گروه شهری و روستایی از لحاظ آماری مشاهده شد (دانش‌آموزان روستایی مقدار TC بیشتری داشتند) و در سایر فاکتورها تفاوتی بین دو گروه شهری و روستایی مشاهده نشد.

جدول ۱. توصیف آماری متغیرهای آمادگی جسمانی

متغیر	گروه	تعداد	M ± SD	t	P
دراز و نشست (تعداد)	شهری	۳۰	۳۴/۵۳±۷/۵۲۸	۱/۴۹۹	۰/۱۰۵
	روستایی	۳۰	۳۲±۵/۳۸۲		
بارفیکس (تعداد)	شهری	۳۰	۱۰/۲۳±۴/۳۴۵	-۱/۷۱۵	۰/۰۹۲
	روستایی	۳۰	۱۲/۱۷±۶/۰۱۸		
انعطاف‌پذیری (درجه)	شهری	۳۰	۲۷/۸۳±۵/۴۰۲	۲ /۲۵۳ *	۰/۰۲۸
	روستایی	۳۰	۲۴/۸۰±۵/۰۲۰		
دو۵۴۰ متر (ثانیه)	شهری	۳۰	۱۳۴/۰۳±۱۴/۸۵۷	۴ /۱۰۹ ***	۰/۰۰۰
	روستایی	۳۰	۱۲۰/۷۳±۹/۶۷۷		

جدول۲. توصیف آماری متغیرها (تفاوت بین دو گروه)

متغیر	گروه	درجه آزادی	M ± SD	t	P
آمادگی جسمانی (نمره)	شهری	۵۸	۱۶/۹۰±۱/۴۹۴	**	۰/۰۰۹
	روستایی	۵۸	۱۷/۸۷±۱/۲۵۲	-۲/۷۱۷	
درصد چربی بدن	شهری	۵۸	۲۵/۷۷±۴/۹۳۹	*	۰/۰۵
	روستایی	۵۸	۲۳/۲۰±۴/۹۸۵	۲/۰۰۳	
HDL(mg/dl)	شهری	۵۸	۵۶/۸±۱۳/۹۲۹	***	۰/۰۰۰
	روستایی	۵۸	۶۹/۰۳±۹/۵۹۷	-۳/۶۹۲	
LDL(mg/dl)	شهری	۵۸	۸۷/۹۷±۲۷/۴۱۸		۰/۹۲۳
	روستایی	۵۸	۸۸/۵۷±۱۹/۸۷۷	-۰/۰۹۷	
TG(mg/dl)	شهری	۵۸	۸۲/۰۳±۳۱/۸۲۵		۰/۱۰۱
	روستایی	۵۸	۷۰/۹±۱۷/۷۸۷	۱/۶۷۳	
TC(mg/dl)	شهری	۵۸	۱۲۹/۳±۲۷/۶۴۱	*	۰/۰۴۲
	روستایی	۵۸	۱۴۲/۷±۲۲/۰۷۵	-۲/۰۷۵	

*: در سطح p≤ معنی‌دار است.

**: در سطح p≤ معنی‌دار است.

***: در سطح p≤0 معنی‌دار است

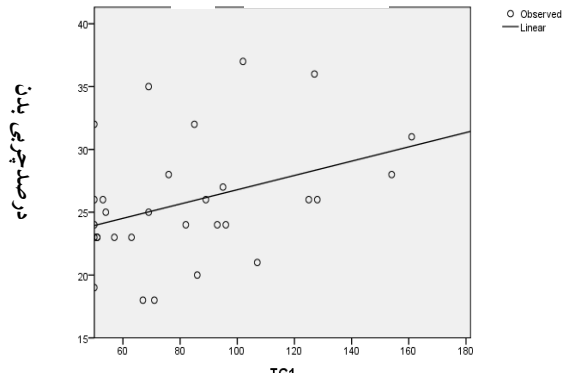
همچنین بین آمادگی جسمانی با درصد چربی بدن در هر دو گروه شهری و روستایی رابطه‌ای معنی‌دار دیده نشد. بین آمادگی جسمانی با چربی‌های سرم خون (HDL, LDL, TG, TC) در هر دو گروه شهری و روستایی فقط بین آمادگی جسمانی با HDL در گروه شهری رابطهٔ مستقیم معنی‌داری به اندازهٔ r=۰/۴۱۰ و p=۰/۰۲۴ وجود دارد. همچنین بین درصد چربی بدن

با چربی‌های سرم خون در هر دو گروه شهری و روستایی فقط بین درصد چربی بدن با TG در گروه شهری رابطه‌ای مستقیم و معنی‌دار به اندازهٔ r=۰/۳۶۷ و p=۰/۰۴۶ وجود دارد.

جدول ۲. توصیف آماری متغیرها (رابطهٔ بین دو گروه)

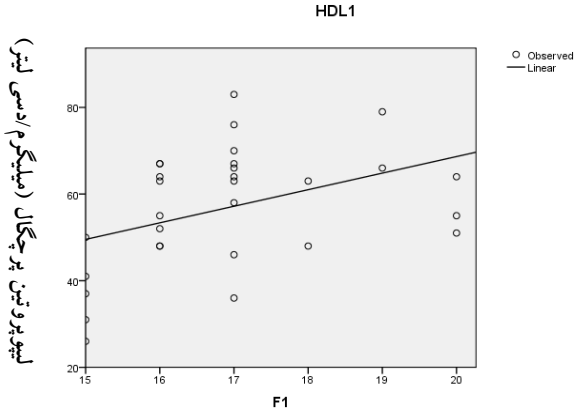
رابطهٔ بین متغیرها	گروه	R	P	Rمجموع (دو گروه)	Pمجموع (دو گروه)
آمادگی جسمانی (نمره) با درصد چربی بدن	شهری	-۰/۰۶۹	۰/۷۱۸	-۰/۲۰۷	۰/۱۱۳
	روستایی	-۰/۲۱۱	۰/۲۶۳		
آمادگی جسمانی (نمره) با HDL(mg/dl)	شهری	۰/۴۱۰ *	۰/۰۲۴	۰ /۳۱۳ *	۰/۰۱۵
	روستایی	۰/۱۹۲	۰/۳۱۰		
آمادگی جسمانی (نمره) با LDL(mg/dl)	شهری	-۰/۱۹۱	۰/۳۱۱	-۰/۱۹۸	۰/۱۳۰
	روستایی	-۰/۲۵۵	۰/۱۷۵		
آمادگی جسمانی (نمره) با TG(mg/dl)	شهری	-۰/۰۰۴	۰/۹۸۵	-۰/۱۵۱	۰/۲۵۰
	روستایی	-۰/۲۶۵	۰/۱۵۶		
آمادگی جسمانی (نمره) با TC(mg/dl)	شهری	۰/۰۴۶	۰/۸۱۰	۰/۰۰۹	۰/۹۴۸
	روستایی	-۰/۲۸۷	۰/۱۲۴		
درصد چربی بدن با HDL(mg/dl)	شهری	۰/۰۱۶	۰/۲۵۲	-۰/۰۳۳	۰/۸۰۵
	روستایی	-۰/۰۶۵	۰/۷۳۳		
درصد چربی بدن با LDL(mg/dl)	شهری	۰/۱۴۳	۰/۴۵۰	-۰/۰۱۴	۰/۹۱۳
	روستایی	۰/۲۲۴	۰/۲۳۵		
درصد چربی بدن با TG(mg/dl)	شهری	۰/۳۶۷ *	۰/۰۴۶	۰/۲۲۵	۰/۰۸۴
	روستایی	۰/۱۲۹	۰/۴۹۶		
درصد چربی بدن با TC(mg/dl)	شهری	۰/۱۵۴	۰/۴۱۸	-۰/۰۶۰	۰/۶۵۱
	روستایی	۰/۱۷۳	۰/۳۶۱		

*. در سطح p≤ معنی‌دار است



تری گلیسرید(میلیگرم/ دسی لیتر)

نمودار ۴. رابطهٔ بین درصد چربی بدن با TG در گروه شهری



آمادگی جسمانی(نمره)

نمودار ۵. رابطهٔ بین آمادگی جسمانی با HDL در گروه شهری

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان دادند که بین میانگین نمرات آمادگی جسمانی دانش‌آموزان پسر ۱۳- ۱۵ سالهٔ شهری و روستایی تفاوتی معنی‌دار وجود داشت به‌طوری که دانش‌آموزان روستایی دارای

آمادگی جسمانی بهتری نسبت به همتایان شهری خود بودند (در فاکتور دو ۵۴۰ متر دانش‌آموزان روستایی بهتر از همتایان شهری خود بودند، ولی در فاکتور انعطاف‌پذیری دانش‌آموزان شهری بهتر بودند. در دو فاکتور دراز و نشست و بارفیکس تفاوتی چشم‌گیر از لحاظ آماری در بین دو گروه مشاهده نشد) که نتایج تحقیقات عرب‌پور (۱۳۷۸)، کیلیس و همکاران (۲۰۰۵) صحت این نتیجه را تأیید می‌نمایند و از طرف دیگر نتایج تحقیقات کمپر (۲۰۰۸) و هانگ (۲۰۰۵) با نتیجهٔ این فرضیه هم‌خوانی ندارد که احتمالاً عدم هم‌خوانی تحقیق کمپر (۲۰۰۸) در جنس و دامنهٔ سنی آزمودنی‌ها است که او در تحقیق خود از هر دو جنس دختر و پسر با دامنهٔ سنی ۷- ۱۳ سال، و هانگ (۲۰۰۵) هم از دانشجویان دختر و پسر بالای ۱۸ سال استفاده کرد. بین جنسیت و میزان درصد چربی بدن ارتباطی معنی‌دار وجود دارد به‌طوری که زنان نسبت به مردان هم وزن خود درصد چربی بدن بیشتری دارند. لذا در بررسی میزان درصد چربی بدن و میزان آمادگی جسمانی افراد باید به جنسیت توجه شود. همچنین با افزایش سن از میزان عضلهٔ افراد کاسته و به درصد چربی آن‌ها افزوده می‌شود و میزان آمادگی جسمانی افراد هم تحت تأثیر این تغییر قرار می‌گیرد بنابراین شاید یکی از علت‌های مغایرت نتایج این تحقیق با سایر پژوهش‌ها، عامل سن آزمودنی‌ها باشد. همچنین تفاوت شرایط و نحوهٔ زندگی بین دو گروه شهری و روستایی هم می‌تواند عامل تفاوت بین میزان آمادگی جسمانی بین دو گروه باشد به‌طوری که دانش‌آموزان روستایی بیشتر به کارهای کشاورزی و دامداری می‌پردازند و میزان فعالیت روزانهٔ آن‌ها بیشتر از دانش‌آموزان شهری است.

دانش‌آموزان روستایی درصد چربی بدن کمتری نسبت به دانش‌آموزان شهری داشتند که نتایج تحقیقات موریکاوا (۲۰۰۹)، هانگ (۲۰۰۵)، اورویگ (۲۰۰۰) و اوکار (۱۹۹۸) صحت این نتیجه را تأیید می‌کنند و از طرف دیگر، نتیجهٔ تحقیق بنت (۲۰۰۴) با نتیجهٔ حاضر هم‌خوانی ندارد که احتمالاً به نحوهٔ اجرای آزمون، سن و جنسیت آزمودنی‌ها برمی‌گردد زیرا وی تحقیق خود را در دو دورهٔ تابستانی و زمستانی در هر دو جنس پسر و دختر انجام داده است. همچنین نوع تغذیهٔ دو گروه و میزان فعالیت روزانه می‌تواند از عامل‌های تفاوت بین میزان درصد چربی بدن دو گروه باشد. مقدار HDL و TC موجود در چربی‌های سرم خون دانش‌آموزان روستایی بیشتر از دانش‌آموزان شهری است که نتایج تحقیقات استرادر و وبر (۱۹۹۷)، ترنسه دایر (۱۹۹۷) و اوکار (۱۹۹۸) صحت این نتیجه را فقط در مورد فاکتور HDL تأیید می‌کند و در مورد فاکتور TC با نتیجهٔ حاضر مغایرت دارند که این مغایرت احتمالاً ناشی از نوع تغذیه، جنسیت و سن آزمودنی‌ها باشد که همهٔ آن‌ها در تحقیقات خود از هر دو جنس دختر و پسر با سن‌های متفاوت استفاده کرده‌اند. همان‌طور که قبلاً اشاره شد زنان درصد چربی بیشتری نسبت به

مردان هم‌سن خود دارند و همچنین با افزایش سن افراد، میزان چربی‌های سرم خون و درصد چربی بدن هم با توجه به کاهش میزان بافت عضلهٔ افراد افزایش می‌یابد. همچنین میزان فعالیت و نوع تغذیه در گروه روستایی با گروه شهری اندکی متفاوت است که نتیجهٔ حاضر می‌تواند ناشی از این تفاوت‌ها باشد.

بین میانگین نمرات آمادگی جسمانی با درصد چربی بدن در هر دو گروه شهری و روستایی رابطه‌ای معنی‌دار وجود نداشت که نتایج تحقیقات موریکاوا (۲۰۰۹)، یونگ لی (۲۰۰۹) و کمپر (۲۰۰۸) با نتایج این تحقیق مغایرت دارد که احتمالاً علت آن به سن، جنسیت و آمادگی اولیهٔ آزمودنی‌ها برمی‌گردد. بین میانگین نمرات آمادگی جسمانی و چربی‌های سرم خون دانش‌آموزان ۱۳- ۱۵ سالهٔ شهری، بین آمادگی جسمانی با HDL رابطه‌ای مستقیم وجود دارد که نتایج تحقیقات موتا (۲۰۰۱)، موریکاوا (۲۰۰۹)، یونگ لی (۲۰۰۹)، واربارتون (۲۰۰۶) و آندرسون (۲۰۰۴) با نتیجهٔ حاضر هم‌خوانی دارد و صحت این نتیجه را تأیید می‌کنند. هرچه میزان آمادگی جسمانی افراد بالا باشد مقدار HDL موجود در سرم خون هم بالا است و مقدار چربی‌های مضر موجود در سرم خون کاهش می‌یابد. بین میانگین نمرات آمادگی جسمانی و چربی‌های سرم خون دانش‌آموزان پسر ۱۳- ۱۵ سالهٔ روستایی رابطه‌ای معنی‌دار وجود نداشته و نتایج تحقیقات واسانکاری (۱۹۹۸)، موتا (۲۰۰۱)، موریکاوا (۲۰۰۹)، یونگ لی (۲۰۰۹)، واربارتون (۲۰۰۶) و آندرسون (۲۰۰۴) با این نتیجه مغایرت داشته است که احتمالاً علت مغایرت آن‌ها به نوع تمرینات منتخب، سن و جنسیت، آمادگی اولیه و سلامت جسمانی آزمودنی‌ها برمی‌گردد. نوع آزمون منتخب برای اندازه‌گیری میزان آمادگی جسمانی می‌تواند روی نتایج تأثیر داشته باشد. همچنین افرادی که در ابتدا دارای آمادگی جسمانی بالا بوده‌اند بهتر از افراد دارای آمادگی جسمانی پایین عمل کرده‌اند بنابراین آمادگی اولیه (پیشینهٔ مهارتی) می‌تواند عاملی مؤثر در مقایسهٔ آمادگی جسمانی افراد باشد و نتایج را تحت تأثیر قرار دهد.

ارتباط مستقیم معنی‌داری بین TG با درصد چربی بدن دانش‌آموزان پسر ۱۳- ۱۵ سالهٔ شهری وجود داشت که با نتیجهٔ تحقیق محبی (۱۳۸۲) هم‌خوانی دارد. بین درصد چربی بدن و چربی‌های سرم خون دانش‌آموزان ۱۳- ۱۵سالهٔ روستایی ارتباطی معنی‌دار وجود نداشت که با نتیجهٔ تحقیق محبی (۱۳۸۲) مغایرت دارد که احتمالاً علت آن به سن آزمودنی‌ها برمی‌گردد چون محبی (۱۳۸۲) در تحقیق خود از دانشجویان پسر بالای ۱۸ سال به‌عنوان آزمودنی استفاده کرده است.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق می‌توان چنین استنباط کرد که چون دانش‌آموزان روستایی علاوه بر انجام فعالیت‌های ورزشی در زنگ ورزش در کارهای کشاورزی و دامداری هم

مشارکت دارند از آمادگی جسمانی (البته در بعضی فاکتورها مثل دو ۵۴۰ متر و کشش بارفیکس) بالاتری نسبت به همتایان شهری خود برخوردار بوده‌اند و با توجه به ارتباط بین میزان آمادگی جسمانی با درصد چربی بدن و چربی‌های موجود در سرم خون، افرادی که از میزان آمادگی جسمانی بالایی برخوردار بودند نسبت به افراد دارای آمادگی جسمانی پایین درصد چربی بدن کمتری داشتند و فاکتورهای خطرزای بیماری‌های قلبی– عروقی در آن‌ها کمتر است.

با توجه به تحقیقات انجام شده به نظر می‌رسد آمادگی جسمانی جوانان مسئله‌ای بنیادی و حیاتی است که سلامتی و تندرستی افراد جامعه را تضمین می‌کند. افزایش ظرفیت کارایی بدن جز از راه تربیت بدنی و فعالیت‌های حرکتی از هیچ برنامهٔ تربیتی دیگری حاصل نمی‌شود و تربیت بدنی باید به‌عنوان بخشی مکمل از برنامه‌های تعلیم و تربیت درآید. افرادی که آمادگی جسمانی مناسبی دارند از خطرات حملهٔ بیماری‌های مربوط به کلسترول در امان هستند و حتی احتمال مبتلا شدن آن‌ها به این بیماری‌ها در آینده هم کمتر است. بنابراین معلمان تربیت بدنی در مدارس و مربیان ورزش باید در صورت امکان با تغییر روش‌های تدریس و اصلاح فعالیت‌ها و برنامه‌ها و به فعالیت واداشتن بیشتر دانش‌آموزان، نسل آینده را از خطرات و عواقب زندگی بی‌تحرک آگاه کنند و همچنین خانواده‌هایی که در شهرهای بزرگ زندگی می‌کنند از مشغول شدن کودکان‌شان به بازی‌های کامپیوتری در اوقات فراغت جلوگیری کنند و آن‌ها را به سمت ورزش و فعالیت بدنی سوق دهند.

منابع:

۱. قنبری نیاکی، عباس (۱۳۸۴). "بررسی ومقایسه سطوح چربی ولیپوپروتین سرم در جودو کاران، کشتی گیران آزادکار وافراد عادی"، نشریه پژوهش در علوم ورزشی، سال سوم، شماره ششم، ص:۹۴-۷۸.

۲. گایینی، عباسعلی و محمدضیا معینی(۱۳۸۰). "بررسی ومقایسه میزان درصد چربی ورزشکاران و غیر ورزشکاران نوجوان شهر تهران"، ویژه نامه ۲ المپیک.

3. Lee giyoung, Shin – Uk Kim, and Hyun - Sik Kang (2009). "Relationship between cardio/respiratory fitness (CRF) and metabolic risk factors in South Korea", Public health, vol. 8 n. 4,pp:655-664.

۴. ادینگتون وادگرتون(۱۹۷۳). بیولوژی فعالیت‌های بدنی" ترجمه حجت‌الله نیکبخت (۱۳۸۰). تهران، سمت، ص:۵۲۶-۵۲۴.

۵. مقرنسی، مهدی (۱۳۸۲). "بررسی ارتباط بین درصدچربی بدن و وزن بدون چربی با میزان چربی ها و لیپوپروتئنهای خون دانشجویان پسر رشته تربیت بدنی دانشگاه بیرجند"، مقاله ارائه شده درچهارمین همایش بین المللی تربیت بدنی وعلوم ورزشی.

۶. محبی، حمید. رحیم رمضان نژاد، ومحمد امیری دوماری(۱۳۸۲). " بررسی ارتباط آمادگی قلبی تنفسی، میزان چربی بدن وعوامل خطر زای بیماری کرونری قلب در پسران ۱۸-۱۵ ساله"، مقاله ارائه شده در چهارمین همایش بین المللی تربیت بدنی وعلوم ورزشی.

7. Lars Bo Andersen, Henriette, Hasselstrom (2004). "The relationship between physical fitness and clustered risk, and tracking of clusted risk from adolescence to young adulthood", International Journal of behavioral Nutrition and physical activity, vol. 6 n. 1,pp:320-329.

8. sandra, Guerra Jose, Duarte, Jorge Mota (2001). "Physical activity and cardiovascular disease risk factors in schoolchildren", SAGE journals,vol. 146 n. 6,pp:561-569.

9. Mayuko, morikawa, Kazunobu, Okazaki (2009). "Physical fitness and indices of lifestyle-related diseases before and after interval walking training in middle-aged and older males and females", Br J Sports Med, vol. 8 n. 4,pp:155-163.

۱۰.۱۰-رحمانی نیا، فرهاد(۱۳۸۲). " بررسی رابطهٔ بین درصدچربی بدن با تعدادی از عوامل آمادگی جسمانی در دختران دانشجو"، مقاله ارائه شده در چهارمین همایش بین المللی تربیت بدنی وعلوم ورزشی.

11. darren E R, Warburton, crystal Whitney, nicol Shannon S, D bredin (2006). "Health benefits of physical activity: the evidence", CMAJournal,vol. 174n. 6,pp:320-332.

12. Xiao jianyin, chaoQunhuang. Huang miaochen, Toyoh, Tanaka (2005). "Associations of physique with the socioeconomic factors of family and regional origin in Chinese university students", Environmental health and preventive medicine journal, springer japan, volum10, number4, pp: 190-200.

13. Joanne chung, W Y chung, Louisa M Y (2009). "The impact of lifestyle on the physical fitness of primary school children", Journal of clinical Nursing, volume18, number7, pp. 1002-1009.

14. Sobngwi E, J-C N Mbanya, N C Unwin (2002). "Physical activity and its relationship with obesity, hypertention and diabetes in urban and rural Cameroon", International Journal of Obesity, volume26, number7, page1009-1016.

15. Dwyer Terence, Hisao, Iwana (1997). "Differences in HDL cholesterol Concentrations in Japanese, American, and Australian chidren", circulation

journal,number 96,pp:2830-2836.

16. UcarBirsen, Zubeyirkilic, omercolak (1998). " Coronary risk factors in Turkish schoolchildren: randomized cross-sectional study", Presented to the 12th international congress of pediatrics, 9-14 August (1998) Amsterdam.

17. Monyeki K. D, H C G Kemper, and P g Makgae (2008). "Relationship between fat patterns, physical fitness and blood pressure of rural south children", Jornal of human hypertention,number 22,pp:311-319.

18. Tsimeas P D, AL Tsiokanos, S, Kellis (2005). "Does living in urban or rural settings affect aspects of physical fitness in children? An allometric approach", Brg sports med,number 39,pp:671-674.

۱۹.اسماعیل زاده، خلیل(۱۳۷۷). " بررسی ومقایسه سطح آمادگی جسمانی تیمهای پسر دانشگاه تهران اعزام به سومین المپیاد دانشجویی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تهران.

۲۰.گایینی، عباسعلی(۱۳۸۰). " ورزش، آمادگی وتندرستی"، تربیت بدنی آموزش و پرورش.

۲۱.بوچر، چارلز(۱۹۸۳). "مبانی تربیت بدنی و ورزش "، ترجمه احمد آزاد(۱۳۷۵). کمیته ملی المپیک، چاپ اول. ص:۱۹۳

۲۲.پویانفرد، علیرضا(۱۳۷۳). " تعیین نورمهای ملی آمادگی جسمانی برای دانش‌آموزان ایرانی ۱۰ تا ۱۷ ساله"، پایان نامه دکترا، دانشگاه آزاداسلامی، واحد تهران مرکز.

23. Getchell, Bud (1982). "Physical fitness, away of life", 3rded, New York, john willey and son, 12-15.

فیزیولوژی ورزشی شماره ۱۲، زمستان ۱۳۹۰، صص ۱۰۴-۹۵

تأثیر تمرین با وزنه بر برخی ویژگی‌های ساختاری و عملکردی قلب زنان غیرورزشکار

معصومه حسینی[۱]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۲/۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۵/۱۷

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین با وزنه بر برخی ویژگی‌های ساختاری و عملکردی قلب زنان غیرورزشکار است. ۲۰ دانشجوی دختر غیرورزشکار با میانگین سن ۲/۳ ± ۲۵ سال، قد ۸/۲ ± ۱۶۱ سانتی‌متر و وزن بدن ۳/۵ ± ۵۵/۴ کیلوگرم با سلامت کامل قلبی - عروقی به‌صورت تصادفی در دو گروه کنترل (۱۰ نفر) و تمرین با وزنه (۱۰ نفر) قرار گرفتند. برنامهٔ تمرین عبارت بود از: اجرای حرکات پرس پا، پرس سینه، کشش زیر بغل و کشش پشت ساق پا. حرکات در هفتهٔ اول با ۵۰ ٪ یک تکرار بیشینه (1RM) در دو نوبت با ۱۰ تکرار اجرا شد که به ۸۰ ٪ 1RM در سه نوبت با شش تکرار در هفتهٔ هشتم رسید. برنامهٔ تمرین سه روز در هفته انجام شد. قبل و پس از فعالیت در شرایط استراحت، تعداد ضربان قلب، اندازهٔ فاصلهٔ PR، درصد کسر تخلیه‌ای، قطر پایان دیاستولی و سیستولی، ضخامت دیوارهٔ خلفی و سپتوم بین بطنی و تودهٔ بطن چپ به‌عنوان متغیرهای عملکردی و ساختاری قلب آزمودنی‌ها با روش الکتروکاردیوگرافی و اکوکاردیوگرافی اندازه‌گیری شد. داده‌ها، با استفاده از آزمون t تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد در گروه تمرین ضخامت دیوارهٔ خلفی و سپتوم بین بطنی و تودهٔ بطن چپ افزایش معنی‌داری داشت (۰/۰۰۷- ۰/۰۳-P=۰/۰۱۷). در سایر متغیرها تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد (p≤۰/۰۵). به‌طور کلی با توجه به نتایج می‌توان گفت تمرین با وزنه در ایجاد برخی سازگاری‌های مناسب ساختاری قلب مؤثر است و در عملکرد قلب نارسایی ایجاد نمی‌کند.

کلیدواژه‌های فارسی: فاصلهٔ PR، اکوکاردیوگرافی، زنان غیر ورزشکار، تمرین با وزنه.

۱. استادیار دانشگاه آزاداسلامی واحد تهران شرق (قیام دشت) Email: mhbisadi@yahoo.com

مقدمه

توانایی فرد در اجرای فعالیت‌های ورزشی به کارآیی و عملکرد دستگاه‌های مختلف بدن بستگی دارد. ورزش تغییراتی ساختاری و عملکردی در قلب ورزشکاران، به‌ویژه بطن چپ ایجاد می‌کند (۱). با این حال، اثرات دقیق ورزش بر ساختار و عملکرد قلب به نوع، شدت و مدت زمان ورزش، میزان آمادگی جسمانی اولیه، وراثت و جنسیت بستگی دارد (۲). فعالیت‌های ورزشی پیوسته یا استقامتی نوعی اضافه بار حجمی بر عضلات قلب وارد می‌کنند که به هایپرتروفی برونگرا منجر می‌شود (۱، ۲). اجرای ورزش‌های قدرتی به‌دلیل افزایش اضافه بار فشاری بر قلب در طولانی مدت ممکن است به هایپرتروفی درونگرای بطن چپ منجر شود (۳). این تمرینات با افزایش اندکی در قطر داخلی و افزایش بیشتری در ضخامت دیوارهٔ بطن چپ همراه است (۳، ۴). به‌طور کلی افراد تمرین‌کردهٔ جوان، در مقایسه با غیرورزشکاران ضخامت دیواره، ابعاد پایان دیاستولیک بطن چپ و قطر دهلیز چپ بزرگ‌تری دارند (۴). نتایج مطالعات پژوهشگران نشان می‌دهد در هایپرتروفی کانسنتریک که در ورزش‌های مقاومتی اتفاق می‌افتد ضخامت دیواره در ورزشکاران سالم به مقدار ۱/۶ سانتی‌متر غیرعادی است و در بیشتر آن‌ها کمتر از ۱/۳ سانتی‌متر است (۵). عوامل دیگری مانند تحریکات هورمونی و ژنتیکی نیز در هایپرتروفی مؤثرند (۵). بعضی از مطالعات تفاوت معنی‌داری در گروه تمرین‌کردهٔ مقاومتی، در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نکردند (۶)، اما برخی دیگر از پژوهش‌ها نمایانگر افزایش معنی‌دار ضخامت دیواره و تودهٔ بطن چپ این ورزشکاران بودند (۷، ۸). این اختلاف‌ها مربوط به تمرینات مقاومتی تناوبی بود که اغلب با چندین دقیقه استراحت بین نوبت‌های تمرین همراه است. فاصلهٔ PR نشانهٔ دپلاریزاسیون دهلیزها و تأخیر طبیعی هدایت در گره دهلیزی بطنی است. این فاصله با تغییرات ضربان قلب تغییر می‌کند. هرچه ضربان قلب کندتر باشد، فاصله طولانی‌تر می‌شود (۹، ۱۰). رو دریگز[1] (۲۰۰۶) با بررسی تأثیر ۱۶ هفته تمرین مقاومتی با شدت زیاد در افراد تمرین‌نکرده مشاهده کرد که فشار خون شریانی و ضربان قلب تغییری نداشت (۱۱). جری[2] و همکاران (۱۹۹۹) با بررسی اثر تمرینات کوتاه‌مدت مقاومتی به این نتیجه رسیدند که این تمرینات باعث کاهش حجم پایان دیاستولی و سیستولیکی می‌شود. در اثر این تمرینات ضخامت دیوارهٔ بین بطن، دیوارهٔ خلفی، تودهٔ بطن چپ و قدرت انقباضی بطن چپ افزایش یافت. همچنین، تعداد ضربان قلب، برون‌ده قلبی و کسر تخلیه‌ای نیز افزایش یافت (۱۲).

---

1. Rodrigues & et al
2. Jerry & et al (1999)

با توجه به اینکه بیشتر پژوهش‌های انجام شده در حیطهٔ قلبی بر اثرات فعالیت‌های استقامتی متمرکز شده و جامعهٔ تحقیقات را اغلب مردان تشکیل می‌دهند، همچنین گرایش زنان به تمرینات با وزنه و تأثیر این نوع تمرینات در سلامت قلبی آنان -که اغلب افراد غیرفعال جامعه‌اند- و نیز مقطعی بودن پژوهش‌ها (۷، ۱۰، ۱۳)، نمونه‌های آماری و جوامع آماری مختلف، شیوهٔ زندگی متفاوت جوامع آماری در پژوهش‌های گذشته و روش‌های پژوهش مختلف، پژوهشگر در نظر دارد اثر تمرین با وزنه را در آزمودنی‌های زن دانشگاهی به مرحلهٔ آزمون گذارده، تأثیرات آن را بر قلب مشاهده کند.

روش‌شناسی پژوهش

۲۰ دانشجوی دختر غیرورزشکار به‌صورت هدفمند به‌عنوان نمونهٔ پژوهش انتخاب شدند. ملاک انتخاب آزمودنی‌ها برخورداری از سلامت کامل قلبی-عروقی، نداشتن بیماری، نداشتن سابقهٔ فعالیت ورزشی منظم و قرار داشتن در دامنهٔ سنی ۲۱- ۲۸ سال بود. ملاک اولیهٔ ارزیابی سلامت کامل قلبی-عروقی اطلاعات به‌دست آمده از پرسشنامه بود. در مرحلهٔ بعدی نوار قلبی که در پیش‌آزمون گرفته شده بود برای اطمینان از سلامتی قلبی آزمودنی‌ها بررسی شد و ملاک نبود سابقهٔ فعالیت ورزشی ارزیابی Vo_2 max آزمودنی‌ها با استفاده از طرح تمرینی بروس (۱۴) بود.

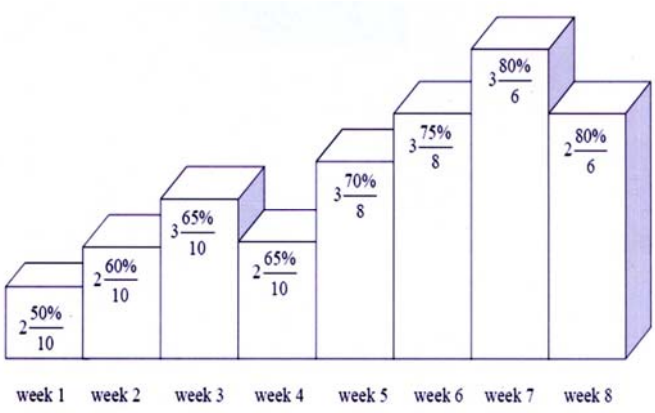
پیش از اجرای پژوهش و پس از آشنایی با روند پژوهش، آزمودنی‌ها پرسشنامهٔ اطلاعات پزشکی ورزشی (۱۴) و فرم رضایت‌نامه را تکمیل کردند. سپس، به‌صورت تصادفی در دو گروه تمرین و کنترل قرار گرفتند. ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱. ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها

گروه	تعداد	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن بدن (کیلوگرم)	BSA (m^2)	BMI (kg/m^2)	درصد چربی بدن	ضربان قلب (دقیقه)
کنترل	۱۰	۲۵/ ۵ ± ۲/۵۱	۱۶۱ ± ۸/۳۰	۵۴/۴ ± ۴/۴۵	۱/۵۱ ± ۰/۱۳	۲۱ ± ۱/۲	۱۷/۴۳ ± ۲/۶۹	۱۳/۸۶±۸۶/۷۷
تمرین	۱۰	۲۴/۲ ± ۱/۵۸	۱۶۲ ± ۷/۴۰	۵۶/۸ ± ۵/۶۱	۱/۵۸±۰/۱۶	۲۱.۸ ± ۱/۹	۱۸/۳۹ ± ۵/۰۴	۱۲/۷±۷۹/۲

برنامهٔ تمرین اجرای چهار حرکت پرس پا، پرس سینه، کشش زیر بغل و ساق پا بود. هفتهٔ اول تمامی حرکات (در دست‌ها و پاها) با ۵۰٪ یک تکرار بیشینه (1RM) در دو نوبت با ۱۰ تکرار و با تواتر استراحت یک تا دو دقیقه بین هر نوبت اجرا شد . شدت تمرین به‌صورت فزاینده افزایش یافت و به ۸۰٪ 1RM در سه نوبت با شش تکرار در هفتهٔ هشتم رسید (نمودار۱). در پایان چهار هفتهٔ اول دوباره 1RM محاسبه و برنامهٔ تمرین چهار هفتهٔ دوم بر اساس 1RM

جدید طراحی شد (۱۵). آزمودنی‌ها پیش از انجام هر برنامهٔ تمرین اصلی به مدت ۱۰ دقیقه گرم می‌کردند و پس از پایان تمرین نیز ۱۰ دقیقه حرکات بازگشت به حالت اولیه را انجام دادند. تمام شرایط محیطی از لحاظ درجه حرارت، دستگاه‌های تمرین (مارک ماتریکس با دقت 1kg)، زمان اجرای تمرینات و طول دوره برای همه یکسان بود .به‌منظور محاسبهٔ قدرت یک تکرار بیشینه، حداکثر وزنه‌ای که هر آزمودنی قادر بود برای یک مرتبه بلند کند مطابق فرمول: [(تعداد تکرارها×۰/۰۳۳+۱] × مقدار وزنه = (1RM) یک تکرار بیشینه به‌دست آمد (۱۶).



نمودار ۱. برنامهٔ هشت هفته تمرین با وزنه

اندازه‌گیری متغیرها پیش و پس از فعالیت، با استفاده از الکتروکاردیوگرافی و اکوکاردیوگرافی استراحت با روش تک بعدی و داپلر انجام شد. اندازه‌گیری متغیرها در بخش قلب بیمارستان رسول اکرم (ص) شهر تهران توسط پزشک متخصص قلب با دستگاه االکتروکاردیوگراف ۱۲ اشتقاقی مارک زیمنس ساخت آلمان و اکوکاردیوگراف مارک HP Sonos 1500 ساخت آمریکا انجام شد.

پیش از اندازه‌گیری متغیرها، متغیرهای قد، وزن، Vo_2 max و درصد چربی بدن از طریق اندازه‌گیری چربی زیرپوستی سه نقطهٔ سه‌سر بازو، فوق خاصره، و ران محاسبه شد (۱۶). برای ارزیابی Vo_2 max از آزمودنی‌ها خواسته شد روی سطح متحرک نوارگردان حرکت کنند.

برای اندازه‌گیری متغیرها، ابتدا در حالتی که آزمودنی به پشت روی تخت دراز کشید و به حالت کاملاً آزاد قرار گرفت، الکتروکاردیوگرام استراحتی به روش ۱۲ اشتقاق ثبت شد. متغیرهای ضربان قلب (تعداد در دقیقه) و فاصلهٔ PR (ثانیه) از روی نوار ثبت شده از فعالیت الکتریکی قلب محاسبه شد. سپس، از هر آزمودنی خواسته شد به پهلوی چپ دراز بکشد. پس از انتخاب

مناسب‌ترین تصویر از حفره‌های قلب در وضعیت استراحت متغیرهای کسر تخلیـه‌ای (درصـد)، قطر پایان دیاستولی و سیستولی (میلی‌متر)، ضخامت دیوارهٔ خلفی بطن چپ و ضخامت سپتوم بین بطنی (میلی‌متر)، با استفاده از روش یک بعدی و در ادامه، با استفاده از روش دو بعـدی تـودهٔ بطـن چپ (گرم) نیز اندازه‌گیری شد.

از آمار توصیفی برای محاسبهٔ میانگین‌ها، واریانس‌ها و درصد تغییرات میانگین‌ها اسـتفاده شـد. برای بررسی تجانس واریانس در بین گروه‌ها از آزمون لوین استفاده شد. برای بررسی و مقایسـهٔ اثربخشی تمرین در درون گروهی از آزمون t همبسته در سـطح معنـی‌داری P≤۰/۰۵ اسـتفاده شد. به‌منظور آزمون فرضـیه‌هـای پـژوهش از روش آمـاری t در گـروه هـای مسـتقل و سـطح معنی‌داری P≤۰/۰۵ استفاده شد. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

یافته‌های پژوهش

در جدول ۲ یافته‌های مربوط به ویژگی‌های ساختاری و عملکردی قلب آزمودنی‌ها شامل مقدار قطر پایان دیاستولی (LVEDD)[1] و سیستولی بطن چپ (LVESD)[2] ، ضخامت سپتوم بین بطنی (SWT)[3]، ضخامت دیوارهٔ خلفی بطن چپ (PWT)[4]، تودهٔ بطن چپ (LVM)[5]، ضربان قلب، فاصلهٔ PR و کسر تخلیه‌ای ارائه شده است.

نتایج پژوهش نشان داد در گروه تمرین ضخامت دیوارهٔ خلفی و سپتوم بین بطنی و تودهٔ بطن چپ پس از هشت هفته فعالیت افزایش معنی‌داری نشان داد که این تفاوت‌ها در مقایسه با گروه کنترل نیز معنی‌دار بود (۰/۰۰۷- ۰/۰۳-۰/۰۱۷=P). ضربان قلب و درصد کسر تخلیه‌ای گروه تمرین، در مقایسه با پیش از فعالیت افزایش داشت که از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (۰/۷۱۷- ۰/۱۹۱ =P). تغییراتی در سایر متغیرهای قلبی دو گروه مشاهده نشد.

---

1 - Left Ventricular End Diastolic Diameter(LVEDD)
2 - Left Ventricular End Systolic Diameter(LVESD)
3 - Septum Wall Thickness(SWT)
4 - Post Wall Thickness(PWT)
5 - Left Ventricular Mass(LVM)

جدول ۲. ارزش‌های مطلق ویژگی‌های عملکردی و ساختاری قلب دختران در گروه‌های تمرین و کنترل

گروه	کنترل		قدرتی	
متغیرها	پیش از فعالیت	پس از فعالیت	پیش از فعالیت	پس از فعالیت
ضربان قلب (تعداد در دقیقه)	۸۶/۷۷±۱۳/۶۸	۸۶/۷۷±۱۴	۷۹/۲±۱۲/۷	۸۳/۸±۱۰/۴۴
فاصله PR (ثانیه)	۰/۰۲±۰/۱۴	۰/۰۷۱±۰/۱۴	۰/۰۸۱±۰/۱۵	۰/۰۹۱±۰/۱۴
کسر تخلیه‌ای (درصد)	۴/۶۳±۶۹/۶۶	۵/۲۲±۶۹/۶۶	۳/۶±۶۹	۵/۹±۶۹/۵
LVEDD میلی‌متر	۲/۳±۴۱/۹	۲/۲±۴۱	۳/۲±۴۴/۶	۴±۴۴
LVESD میلی‌متر	۲۵/۵±۱/۹	۲۴/۹±۲	۲۶/۲±۲/۷	۲۶/۴±۲/۳
PWT میلی‌متر	۵/۳±۰/۹۸	۵/۴±۱/۱	۵/۱±۰/۸	*۷/۲±۱/۵
SWT میلی‌متر	۶/۷±۱/۱	۶/۷±۱/۹	۶/۵±۰/۳	*۷/۹±۰/۵۷
LVM گرم	۸۰/۷۷±۱۱/۷۶	۸۰/۶۶±۱۱/۷۵	۸۴/۵±۱۷/۹۶	*۹۹/۱±۲۳

* معنی‌دار در مقایسه با میانگین پیش از فعالیت ($p\leq ۰/۰۵$)

بحث و نتیجه‌گیری

سلول‌های قلب مانند سایر سلول‌های بدن، قادرند در برابر تحریکات گوناگون، عکس‌العمل‌های متفاوتی از خود نشان دهند و در شرایط خاصی با وضعیت ایجاد شده سازگار شوند (۱۷) . پدیدهٔ سازگاری حاصل از تمرینات بدنی و ورزش که باعث افزایش حفرهٔ بطن، ضخامت دیواره و افزایش تودهٔ بطن چپ می‌شود اصطلاحاً «قلب ویژهٔ ورزشکار» نامیده می‌شود (۱۷).

در پژوهش حاضر ضربان قلب استراحتی گروه تمرین افزایش یافت که در مقایسهٔ بین گروهی این تفاوت معنی‌دار نبود. یکی از مهم‌ترین تغییرات در پی فعالیت‌های بدنی درازمدت کاهش ضربان قلب استراحت است که از افزایش فعالیت عصب واگ منتج می‌شود (۱۰). با وجود این، اثر تمرینات قدرتی بر کاهش ضربان قلب کمتر از تمرینات استقامتی است. هنگام انجام تمرینات قدرتی به‌دلیل افت بازگشت وریدی بر تعداد ضربان قلب افزوده می‌شود، اما قرار گرفتن درازمدت در معرض چنین تمریناتی به افزایش ضربان قلب منجر نمی‌شود (۱۸). احتمال داشت با ادامهٔ اجرای تمرینات، این افزایش ضربان تعدیل شده و حتی کاهش یابد. در

پژوهش گودمن[1] (۲۰۰۵) و دی آندرو[2] (۲۰۰۲) نیز تفاوت معنی‌داری میان گروه‌های تمرین و کنترل مشاهده نشد (۳، ۱۹).

در مقایسهٔ بین گروهی، اختلاف معنی‌داری در فاصلهٔ PR مشاهده نشد. در گروه تمرین فاصلهٔ PR در نتیجهٔ افزایش ضربان قلب کوتاه‌تر شد که معنی‌دار نبود. فاصلهٔ PR نشانهٔ دپلاریزاسیون دهلیزها و تأخیر طبیعی هدایت در گره دهلیزی-بطنی است. هرچه ضربان قلب ضعیف‌تر باشد، این فاصله طولانی‌تر می‌شود (۲۰). عدم تغییرات معنی‌دار فاصلهٔ PR احتمالاً به‌دلیل افزایش اندک در ضربان قلب و نبود هایپرتروفی کافی بطنی در گروه تمرین است. در پی هایپرتروفی بطنی، تحریکات الکتریکی مسیر طولانی‌تری در قلب طی می‌کنند که می‌تواند بر زمان فاصلهٔ PR اثر بگذارد (۲۰، ۲۱). رو دریگز (۲۰۰۶) در ارزیابی یافته‌های خود فاصلهٔ PR را در ورزشکاران استقامتی طولانی‌تر از گروه کنترل گزارش کرد (۱۱). لانگ دیو[3] (۲۰۰۱) با ارزیابی نوار قلبی کشتی گیران و اسکی بازان فاصله PR ورزشکاران را طولانی‌تر از گروه کنترل مشاهده کرد (۲۲). در بیان دلایل احتمالی تناقضات مشاهده شده می‌توان به سابقهٔ ورزشی، شیوهٔ تمرینات و بروز هایپرتروفی بطنی آزمودنی‌ها در پژوهش‌های پیشین اشاره کرد.

افزایش بازگشت وریدی و انقباض‌پذیری عضلهٔ بطن، کسر تزریقی را افزایش می‌دهد (۲۰). در پژوهش حاضر، تغییرات درصد کسر تخلیه‌ای معنی‌دار نبود و اختلاف معنی‌داری میان دو گروه مشاهده نشد. احتمال دارد به‌علت مدت کوتاه تمرینات این پژوهش، شدت انقباض‌پذیری قلب در دورهٔ سیستول بطنی دچار تغییر نشده و در نتیجه، حجم خروج خون تغییر محسوسی نکرده باشد. با این حال، جری (۱۹۹۹) با مطالعهٔ اثر تمرین مقاومتی بر افراد غیرورزشکار، افزایش کسر تخلیه‌ای را در این گروه گزارش کرده و چیو[4] (۲۰۰۴) با انجام پژوهشی در زمینهٔ تأثیر تمرینات استقامتی بر قلب زنان چاق، کاهش این متغیر را در آنان مشاهده کرده است (۱۲، ۲۳). همان‌طور که گودمن (۲۰۰۱) و فگارد[5] (۱۹۹۲) در پژوهش‌های خود نقش نوع تمرینات و ویژگی‌های آنتروپومتریکی را بر تغییرات کسر تخلیه مؤثر می‌دانند (۹، ۱۷)، احتمال دارد تناقض مشاهده شده به‌دلیل نوع تمرینات و ترکیب بدنی متفاوت آزمودنی‌ها باشد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد میانگین قطر پایان سیستولی و دیاستولی بطن چپ دو گروه

---

1. Goodman(2005)
2. D Andero(2002)
3. Lang deau (2001)
4. Chiew(2004)
5. Fagard(1992)

تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت. ورستد و اکمن[1] (۲۰۰۲) و هوگستین[2] (۲۰۰۴) نیز اختلاف معنی‌داری میان ورزشکاران و گروه کنترل مشاهده نکردند (۲۴، ۲۵). به نظر می‌رسد به‌دلیل افت بازگشت وریدی در نتیجهٔ به‌کارگیری وزنه، قطر پایان دیاستولی اندکی کاهش یافت. همچنین تغییرات ساختاری دیواره‌های قلب آزمودنی‌های پژوهش حاضر در اندازه‌ای نبوده است که میزان خروج خون را در دورهٔ سیستول افزایش داده، بر قطر پایان سیستولی بطن چپ اثر گذارد. یافته‌های پژوهش حاضر در خصوص نبود تفاوت‌های معنی‌دار در متغیرهای ذکر شده در بین گروه‌ها با یافته‌های پژوهشگرانی چون شرما[3] (۲۰۰۳)، اورهازن[4] (۱۹۹۶)، میسالت[5] (۱۹۹۳) همسو بوده (۸، ۱۰، ۲۶) ، ولی با یافته‌های ورستد (۲۰۰۲) و سوماروo[6] (۲۰۰۱) مغایرت داشت (۷، ۲۴). این پژوهشگران میان گروه‌هایی ورزشکار و گروه کنترل تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده کردند. تناقض یافته‌ها ممکن است به‌دلیل مدت طولانی‌تر تمرین، شدت فعالیت، نوع ورزش، سابقهٔ ورزشی آزمودنی‌ها، جمعیت آماری متفاوت و سطح هیجان آزمودنی‌ها باشد. یافته‌های پژوهش حاضر همچنین نشان داد ضخامت دیوارهٔ خلفی بطن چپ و دیوارهٔ بین دو بطن و تودهٔ بطن چپ در بین دوگروه تفاوت معنی‌داری داشت. به نظر می‌رسد هشت هفته تمرین و شدت به‌کار گرفته شده در پژوهش حاضر محرک رخداد این تغییرات بوده است. یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهشگرانی همچون دی آندرو (۲۰۰۲)، سو مارو (۲۰۰۱)، میسالت (۱۹۹۳) و اورهازن (۱۹۹۶) مغایرت داشت (۳، ۷، ۸، ۲۶) . همان‌گونه که پیش از این بحث شد، شدت و مدت تمرینات، نژاد، سن و جنسیت احتمالاً دلیل این تناقضات بوده است. از آنجا که در پژوهش‌های مختلف پژوهشگران از ورزشکاران رشته‌های مختلف و از روش‌های تمرین گوناگون استفاده کرده‌اند و از طرفی برخی از پس‌آزمون‌ها را با تأکید بر ماندگاری تأثیرتمرین و با در نظر گرفتن دورهٔ بازیافت مناسب انجام داده‌اند، این عوامل ممکن است باعث دست‌یابی به یافته‌های متناقض در پژوهش‌ها و گاه، تغییر متفاوت یافته‌ها بر مبنای عوامل وراثتی و محیطی شود (۱۰، ۱۷).

در مجموع، از یافته‌های پژوهش حاضر نتیجه‌گیری می‌شود که ساختار عضلهٔ قلب زنان غیرورزشکار، به‌ویژه بطن چپ در نتیجهٔ تمرین با وزنه تغییر یافته، بزرگ می‌شود. این نوع

1. Wernstedt, ekman (2002)
2. Hoogsteen (2004)
3. Sharma (2003)
4. Urhausen (1996)
5. Missault (1993)
6. Somauroo (2001)

تغییرات در عملکرد کلی قلب نارسایی ایجاد نمی‌کند. می‌توان انجام تمرینات با وزنه را به دختران غیرورزشکار توصیه کرد تا علاوه بر کسب قدرت و توان عضلانی، سازگاری‌های بهینه‌ای در عضلهٔ قلب ایجاد کنند.

منابع:

1. Alpert, N.R. (1989). "Athlete Heart syndrome." Physician and sport medicine, 17:103-107.
2. Bell G, Syrotuik D, Haykowsky M, dumanoir G, Taylor D (1998). The effect of high intensity rowing exercise and combined strength and endurance training on cardiovascular responses university of Alberta, Alberta, Canada, 23:432-441.
3. 3 - D Andro A , Limongelli G , Caso P. (2002). Association between left ventricular structure and cardiac performance during effort in two morphological forms of athletes heart. Int j cardiol. Dec; 86(2-3): 177-8
4. D'Andrea A, Caso P , Berardo S , Giuseppe L , Limongelli, G , Gennaro C and et al (2003). Right ventricular myocardial adaptation to different training protocols in top-level athletes. echocardiography. 20(4):329-36.
5. Dumanoir G R , Haykowsky m j, Syrotuik D G, Bell G J .(2007), "The effect of high-intensity rowing and combined strength and endurance training on left ventricular systolic function and morphology". Int J sports Med, 28(6): 488-94.
6. Haykowsky M , Quinney H and Arthur G. (2000). Left ventricular morphology in junior and master resistance trained athletes. Med sci sport exer. 32(2):349-356.
7. Somauroo J D, Pyatt J R, Jackson M, perry R A, Ramsdale D R. (2001). An echocardiographic assessment of cardiac morphology and common ECG finding in teenage professional soccer players. Heart. 85: 649-654
8. Urhausen A, montz T, kindermann W. (1996). "sports specific adaptation of left ventricular muscle mass in athlet's heart. An echocardiographic study with combined isometric and dynamic exercise trained athletes (male and female rowers)", Int J sports med. 17 (3):145-151.
9. Goodman, JM., Mclaughlin, PR. and Liu, PP. (2001). Left ventricular performance during prolonged exercise: absence of systolioc dysfunction. Clin Sci. 100(5):529-37.
10. Sanjay, sharma. (2003). Physiological society symposium- the Athlete's heart. 88: 665-669.
11. Rodrigues ACT and Costa, JD. (2006). Left ventricular function after exercise training in young men. The American journal of cardiology volume 97, issue 7, 1089-1092.

12. 12 - Jerry J , Mayo M and kravitz L.(1999). A review of the acute cardiovascular responses to resistance exercise of healthy young and old adults. The journal of strength and conditioning research. 13(1). 90-96.

13. 13- Iglesias Cubero G , Batalla A , Rodriguez R, Barriales R, Gonza´lez V, de la Iglesia J L and et al. (2000). Left ventricular mass index and sports: the influence of different sports activities and arterial blood pressure. International journal of cardiology: 261-265.

۱۴.ویکتور، اف. تست ورزش . دکتر بختیار ترتیبیان،نشر چهر،تهران:۱۳۸۲.

۱۵.تئودور بومپا.اصول و روش شناسی تمرین.دکتر خسرو ابراهیم،هاجر دشتی دربندی ،پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی،تهران:۱۳۸۰

16. Maud P J, Foster C.(2006). "Physiological assessment of Human Fitness". Human kinetics: Second Edith.

17. Fagard R. (2003). Athletes heart. British cardiac society 89:1455-1461.

۱۸.فاکس و ماتیوس. فیزیولوژی ورزش.دکتر اصغر خالدان ،نشر دانشگاه تهران، جلد اول:۱۳۷۵.

19. Goodman Jack M, peter p,liu, Howard J, Green. (2005). Left ventricular adaptation following short-term endurance traning. J Appl physiol. 98:454-460.

20. Dart A M. (1992). "Effect of 4 weeks endurance training on cardiac LV Structure and function". Clinical and experimental Pharmachology and physiology, 9: 777-783.

21. Pluim B M , Aeilko H,zwinderman, Arnoud V, Ernst E,Vander W . (2000). The Athlete's heart. Circulation. 101: 336-342.

22. Lang deau J B, Boulet I P. (2001). "Electrocardiographic finding in athletes". Can j.cardiol, 17 (6): 650-9.b

23. Chiew Y, Wong M, Trisha O,Sullivan M, Rodel L, Nuala B and etal. (2004). Alterations of left ventricular myocardial characteristic association with obesity. American heart association, inc. 110:3081-3087.

24. Wernstedt, ekman .(2002). "adaptation of cardiac morphology and function to endurance training'. Scand j med sci sport. 12(1):17-25.

25. Hoogsteen J, Hoogeveen A, Schaffers H, Wijn PF, van Hemel NM, van der Wall EE and etal. (2004). myocardial adaptation in different endurance sports: an echocardiographic study. Int j cardiovasc imaging. Feb; 20(1):19-26.

26. Missault, dupreZD, jordaen SL. (1993)."cardiac anatomy and diastolic filling in professional road cyclists." Eur j Appl physiol accup physiol. 66(5): 405-8

فیزیولوژی ورزشی شماره ۱۲، زمستان ۱۳۹۰، صص ۱۲۰-۱۰۵

تأثیر آلیسین سیر بر کوفتگی عضلانی تأخیری و برخی آنزیم‌های پلاسمایی در ورزشکاران

افسانه الهی[۱]، عیدی علیجانی[۲]، شهلا حجت[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۲/۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۵/۱۷

چکیده

کوفتگی عضلانی از عوارض شایع فعالیت بدنی است که حالتی ناخوشایند همراه با احساس درد، سفتی، ضعف و گرفتگی در عضلات است و اغلب پس از انقباض‌های برونگرا رخ می‌دهد. هدف این پژوهش بررسی تأثیر آلیسین بر کوفتگی عضلانی تأخیری، با استفاده از پرسشنامهٔ بورگ و فعالیت آنزیم‌های کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) در ورزشکاران است. در این تحقیق ۲۰ پسر کاراته کای داوطلب باشگاهی به‌طور تصادفی به دو گروه آلیسین (سن: ۲/۵۲±۲۱/۲ سال، وزن: ۱۰/۱۳±۵/۷۴ کیلوگرم، قد: ۵/۵۹±۱۷۹ سانتی‌متر) و دارونما (سن: ۲/۴۱±۶/۲۰ سال، وزن: ۹/۰۹±۵/۶۸ کیلوگرم، قد: ۶/۰۳±۱۷۶ سانتی‌متر) تقسیم شدند و به مدت ۱۴ روز قبل و دو روز بعد از فعالیت مکمل مصرف کردند. ۱۴ روز بعد از مصرف مکمل، آزمودنی‌ها به مدت ۴۵ دقیقه با شیب ۵٪- و ۷۵٪ ضربان قلب ذخیره (HRR) روی نوار گردان دویدند. برای اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش، از آزمودنی‌ها قبل و ۱۴ روز بعد از مصرف مکمل و همچنین یک، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت نمونهٔ خونی گرفته شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. آلیسین موجب کاهش معنی‌داری در فعالیت آنزیم‌های CK و LDH یک، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از اجرای پروتکل تمرین ش، ولی قبل و بعد از ۱۴ روز مصرف مکمل و قبل از اجرای پروتکل تمرین در فعالیت آنزیم‌های CK و LDH دو گروه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین، با استفاده از مقیاس بورگ از نظر درک درد کوفتگی عضلانی بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($\alpha \leq ۰/۰۱$). احتمالاً مصرف آلیسین قبل از فعالیت بدنی در کاهش کوفتگی عضلانی تأخیری و کاهش فعالیت آنزیم‌های CK و LDH مؤثر است.

کلید واژه‌های فارسی: کوفتگی عضلانی تأخیری، آنتی اکسیدانت، آلیسین، انقباض برونگرا، کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز.

۱. کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج (نویسندهٔ مسئول) Email: afsan_el@yahoo.com
۲. دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج Email: eidyalijani@yahoo.com
۳. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج Email: dr_sh2@hotmail.com

مقدمه

کوفتگی عضلانی تأخیری[1] از پیامدهای منفی تمرین است. کوفتگی عضلانی تأخیری تجربه‌ای ناخوشایند، به‌ویژه برای افرادی است که به تازگی به ورزش روی آورده‌اند، به گونه‌ای که ممکن است مانع ادامهٔ فعالیت جسمانی آنان گردد (۱). کوفتگی عضلانیِ متعاقب فعالیت بدنی که به‌صورت احساس درد مبهم بیان می‌شود، اغلب از منحنی U شکل معکوسی تبعیت می‌کند، به این ترتیب که تقریباً ۲۴ ساعت پس از ورزش احساس می‌شود و ممکن است ۲۴ تا ۴۸ ساعت به طول انجامد. در تحقیقات انجام شده مشاهده شده است که کوفتگی ایجاد شده به‌وسیلهٔ دویدن در سراشیبی ۲۴ ساعت پس از دویدن به اوج خود می‌رسد (۲). هنگام انجام تمرینات ناآشنا، به‌ویژه از نوع برونگرا، میزان تولید نیرو در دستگاه عضلانی- اسکلتی افزایش می‌یابد و می‌تواند به کوفتگی عضلانی تأخیری منجر شو د(۳- ۵). فعالیت بدنی سبب می‌شود مصرف اکسیژن عضلات فعال بدن تا حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ برابر افزایش یابد (۶). از آنجا که ۱ تا ۳ درصد اکسیژن مصرفی به رادیکال‌های آزاد تبدیل می‌شود، افزایش مصرف اکسیژن سبب بیشتر شدن انتقال الکترون از طریق زنجیرهٔ تنفسی و در نتیجه، افزایش تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود (۷). تمرینات ورزشی سنگین مانند تمرینات و مسابقاتی که ورزشکاران حرفه‌ای انجام می‌دهند، اکسیژن مصرفی و تولید رادیکال‌های آزاد داخل سلول را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد (۸)؛ در نتیجه، ممکن است در هموستاز اکسیدانی-آنتی اکسیدانی عدم تعادل به‌وجود آید (۹)؛ بنابراین در صورتی که تولید رادیکال‌های آزاد از توان مقابلهٔ سیستم دفاع آنتی اکسیدانی اندوژنز فراتر رود، فشار اکسیداتیو ایجاد می‌شود (۱۰).

با توجه به اینکه گونه‌های آزاد اکسیژن در پاسخ به ورزش تولید می‌شود و به ایجاد آسیب اکسیداتیو و آسیب عضلات اسکلتی منجر می‌شود، این امکان وجود دارد که مکمل‌های آنتی اکسیدانی با تقویت دفاع آنتی اکسیدانی بدن از فشار اکسیداتیو حاصل از ورزش، التهاب و آسیب عضلانی جلوگیری کنند. مکمل‌های آنتی اکسیدانی متعددی برای محافظت سلول از رادیکال‌های آزاد معرفی شده‌اند؛ مانند ویتامین E، C، کاروتنوئیدها و فلاونوئیدها (۱۱- ۱۳)؛ بنابراین استفاده از مکمل‌های آنتی اکسیدانی در کسانی که ظرفیت آنتی اکسیدانی کمی دارند یا در تمرینات شدید شرکت می‌کنند و دفاع آنتی اکسیدانی آن‌ها ضعیف شده است، می‌تواند آسیب اکسیداتیو ناشی از ورزش را در خون و عضلات اسکلتی به تعویق اندازد و از این طریق فشار اکسیداتیو را کاهش دهد (۱۴- ۱۶).

---

1. Delayed onset muscle soreness (DOMS)

سیر از آنتی اکسیدان‌های طبیعی است که مصرف آن مزایای بسیاری دارد. استفاده از سیر به‌عنوان غذا و دارو از مدت‌ها پیش در آسیا مرسوم بوده است (۱۷). آلیسین[1] طی عصاره‌گیری از بوته‌های سیر به‌دست می‌آید که نتیجهٔ واکنش شیمیایی میان اسید آمینه غیرپروتئین آلیسین و آنزیم آلیسیناز است (۱۸). آلیسین همچنین نوعی آنتی اکسیدان در نظر گرفته می‌شود که از پراکسیداسیون لیپیدها جلوگیری می‌کند (۱۹) و توانایی جمع‌آوری رادیکال‌های هیدروکسیل را دارد (۲۰). آلیسین از لحاظ مواد گیاهی، غنی از آنتی اکسیدان و شامل ترکیبات ارگانوسولفور و فلاونوئیدهاست که توانایی درگیر کردن و جذب رادیکال‌های آزاد را دارند. با وجود اینکه سازوکار عمل آلیسین به‌طور کامل مشخص نیست، می‌توان چنین ادعا کرد که بیشتر اثرات جلوگیری کننده از بیماری، التهاب و ضد پیری در نتیجهٔ عمل آنتی اکسیدانی آلیسین است که ترکیبات ارگانوسولفور پایدار دارد (۲۱). همچنین یکی از ویژگی های مهم آلیسین، توانایی نفوذپذیری و عبور از طریق فسفولیپیدهای غشاء است بدین ترتیب که آزادانه از غشاء عبور کرده، اثر خود را بر جای می‌گذارد (۲۲).

تحقیقات نشان داده است که در حالت طبیعی، آنزیم‌های CK و LDH آنزیم‌های شاخص سرمی آسیب سلولی درون غشای سلول محصورند، ولی ممکن است به‌دلیل پارگی غشای سلول، القای سنتز آنزیم، افزایش تکثیر سلولی و افزایش روند تخریب سلولی میزان رهایش آن‌ها در خون افزایش پیدا کند (۲۳- ۲۵). از طرفی، کراتین کیناز (CK)، لاکتات دهیدروژناز (LDH) و میوگلوبین شاخص‌های بیوشیمیایی تخریب سلول‌هایی عضلانی‌اند. تراوش این آنزیم‌ها از طریق تنش شدید عضلانی ناشی از انقباض به وجود می‌آید که به آسیب منجر می‌شود. مقدار این آنزیم‌ها تحت شرایط مختلف مانند مدت تمرین، شدت تمرین، چگونگی تمرین، درجه حرارت و ... به آسانی تغییر می‌یابد (۲۶). کانلی و همکارانش (۲۰۰۳) دریافتند که استفاده از مکمل‌های غذایی از قبیل آنتی اکسیدان ها به شکلی فزاینده در درمان بسیاری از مشکلات از قبیل کوفتگی عضلانی تأخیری کاربرد پیدا کرده است به‌طوری که باور بر این است که مصرف مکمل‌ها قبل از ورزش ممکن است اثر پیشگیری کننده داشته باشد (۲۷).

با توجه به اینکه مصرف آلیسین سیر به‌عنوان آنتی اکسیدان ممکن است نقش پیشگیری کننده در کوفتگی عضلانی داشته باشد و از طرفی از آنجا که بر اساس اطلاعات موجود تحقیقات اندکی در این مورد انجام شده است، انجام این تحقیق و درک تأثیر آن اهمیت ویژه ای دارد و ممکن است به‌دلیل نداشتن عوارض جانبی یا عوارض جانبی کمتر نسبت به دیگر مکمل‌ها

1. Allicin

بتواند جایگزین مناسبی باشد (۲۸). در مورد اثر آلیسین بر کوفتگی عضلانی سو و همکاران[1] (۲۰۰۸) دریافتند که مصرف مکمل آلیسین به مدت ۱۴ روز قبل و دو روز بعد از استفاده از نوار گردان (انقباض برونگرا) باعث کاهش مقادیر پلاسمایی CK و LDH و کوفتگی عضلانی پس از تمرین می‌شود و نتایج نشان داد آلیسین در کاهش آسیب عضلانی ناشی از ورزش مؤثر است (۲۸).

با توجه به ضرورت دست‌یابی به اطلاعات دقیق‌تر در مورد نقش مکمل‌های غذایی، به‌ویژه آنتی اکسیدان‌هایی مانند سیر بر کوفتگی عضلانی، هدف از تحقیق حاضر این است که تأثیر مصرف آلیسین سیر پس از فعالیتی با انقباضات برونگرا بر تغییرات آنزیم‌های LDH و CK و مقیاس بورگ[2] یا میزان درک تلاش[3] (RPE) به‌عنوان شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری در مردان جوان ورزشکار بررسی شود. نتایج این تحقیق ممکن است به ورزشکارانی که فعالیت‌هایی با انقباضات برونگرا یا ترکیبی از انقباضات برونگرا و درونگرا انجام می‌دهند کمک کند تا دچار آسیب‌های ناشی از این‌گونه تمرینات نشوند.

روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش از نوع نیمه‌تجربی و کاربردی است که به‌صورت مداخله‌ای و یک سوکور انجام شده است. جامعهٔ آماری این تحقیق ۷۲ کاراته کا از باشگاه های تهران بودند که از میان آن‌ها ۲۰ نفر داوطلب که حدود شش سال بود فعالیت منظم ورزشی داشتند برای شرکت در این تحقیق انتخاب شدند. بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از پرسشنامه و معاینهٔ بالینی مشخص شد دستگاه قلب و عروق و سیستم ریوی و کلیوی آزمودنی‌ها سالم است و تحت درمان دارویی قرار ندارند. در زمان انتخاب آزمودنی‌ها، افرادی که داروهای ضد تورم، ویتامین C و E و مکمل‌های آنتی اکسیدانت مصرف می‌کردند حذف شدند.

آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی ساده به دو گروه ۱۰ نفری تقسیم شدند. گروه اول روزانه ۷۰ میلی‌گرم آلیسین سیر (محصول شرکت لایف کانادا) و گروه دوم روزانه ۱۰۰۰ میلی‌گرم لاکتوز (دارونما) دریافت می‌کردند. در گروه آلیسین سیر میانگین سن: ۲۱/۲±۲/۵۲ سال، وزن: ۷۴/۵±۱۰/۱۳ کیلوگرم، قد: ۱۷۹±۵/۵۹ سانتی‌متر و در گروه دارونما میانگین سن: ۲۰/۶±۲/۴۱ سال، وزن: ۶۸/۵±۹/۰۹ کیلوگرم، قد: ۱۷۶±۶/۰۳ سانتی‌متر بود. افراد به مدت

1. Su et al.
2. Borg's Scale
3. Rate of Perceived Exertion

۱۴ روز قبل و دو روز بعد از فعالیت بدنی آلیسین سیر و لاکتوز مصرف کردند. همچنین پیش از شروع تحقیق با آزمودنی‌ها در مواردی صحبت شد تا هرچه بیشتر از محدودیت‌ها کاسته شود؛ از جمله از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در طول مدت تحقیق رژیم غذایی معمول خود را تغییر ندهند، از مصرف ویتامین‌های E و C بپرهیزند و غذاهای غنی از آنتی اکسیدان از قبیل سیرتازه، پیاز و ... بیش از رژیم معمولشان استفاده نکنند.

با توجه به اهداف پژوهش، پس از انجام هماهنگی‌های لازم با آکادمی المپیک، جلب همکاری داوطلبانهٔ آزمودنی‌ها، تهیهٔ ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات و تکمیل فرم پرسشنامهٔ تندرستی و رضایت‌نامه برای شرکت در پژوهش، جمع‌آوری داده‌ها به روش آزمایشگاهی انجام شد. ابتدا، به‌منظور سنجش سطوح کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز پایه (مرحلهٔ اول) از سیاهرگ بازویی آزمودنی‌ها نمونه‌های خونی گرفته شد. سپس، آزمودنی‌ها به مدت ۱۴ روز مکمل‌های مورد نظر را مصرف کردند. پس از ۱۴ روز، همهٔ آزمودنی‌ها برای انجام تمرین مورد نظر به آکادمی المپیک منتقل شدند و قبل از اجرای تمرین، مرحلهٔ دوم خون‌گیری انجام شد. پس از آن آزمودنی‌ها به اجرای پروتکل تمرینی پرداختند که به شرح زیر روی نوار گردان انجام شد:

قبل از آزمون اصلی، آزمودنی‌ها به مدت پنج دقیقه و با ۵۰٪ ضربان قلب ذخیره[1] به گرم کردن خود پرداختند. سپس، سرعت نوارگردان مطابق با ۷۵٪ ضربان قلب ذخیره برای هر آزمودنی تنظیم شد تا به مدت ۴۵ دقیقه با شیب ۵٪- روی نوار گردان بدوند. سرعت نوارگردان در تمام ۴۵ دقیقه فعالیت دست‌کاری می‌شد تا ضربان قلب ذخیره در مقدار ۷۵٪ ثابت بماند. ضربان قلب آزمودنی‌ها نیز با استفاده از دستگاه ضربان سنج مدل پولار[2] که به سینهٔ آن‌ها بسته شده بود، قابل کنترل بود. بعد از گذشت یک، ۲۴ و ۴۸ ساعت از پروتکل تمرینی مرحلهٔ سوم، چهارم و پنجم خون‌گیری به عمل آمد (پنج مرحله خون‌گیری) و هر بار به میزان پنج سی سی خون از سیاهرگ بازویی گرفته شد. نمونه‌های خون به‌طور جداگانه در لوله‌های آزمایش ریخته و دهانهٔ آن‌ها به‌وسیلهٔ پارافیلم بسته شد. سپس لوله‌های آزمایش محتوی خون به‌وسیلهٔ فلاسک یخ برای بررسی متغیرهای مورد نظر به آزمایشگاه بیوشیمی انتقال یافت. ضمناً علاوه بر نمونه‌های خونی، در فواصل قبل از مصرف مکمل و ۱۴ روز بعد از مصرف مکمل و قبل از اجرای پروتکل تمرین، یک، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اجرای پروتکل تمرین، با استفاده از مقیاس بورگ کوفتگی عضلانی تأخیری نیز ارزیابی شد. دامنهٔ مقیاس بورگ بین صفر (بدون درد) تا ۱۰ (حداکثر درد) قرار داشت و بدین ترتیب از آزمودنی‌ها خواسته شد تا عددی را که بهترین

1. Heart Rate Reserve (HRR)
2. POLAR

توصیف را از درد و کوفتگی آن‌ها نشان می‌دهد، گزارش کنند. پس از جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات با استفاده از آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد و همچنین روش آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری آلفای ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شد و از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

جدول ۱. آمار توصیفی مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های دو گروه

	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)
گروه آلیسین	۲۱/۲±۲/۵۲	۷۴/۵±۱۰/۱۳	۱۷۹±۵/۵۹
گروه دارونما	۲۰/۶±۲/۴۱	۶۸/۵±۹/۰۹	۱۷۶±۶/۰۳

جدول ۱ آمار توصیفی ویژگی‌های فردی شامل سن، قد و وزن آزمودنی‌های دو گروه آلیسین و دارونما را نشان می‌دهد. از تحلیل واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر برای مقایسهٔ میزان درک تلاش در دو گروه و آزمون بونفرونی برای تعیین تفاوت بین مراحل آزمون استفاده شد. نتایج این آزمون‌ها نشان داد میزان درک تلاش در گروه آلیسین در مراحل یک ساعت بعد از تمرین، ۲۴ ساعت بعد از تمرین و ۴۸ ساعت بعد از تمرین، در مقایسه با گروه دارونما کاهش یافته است و بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (۰/۰۵) (جدول ۲). آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) مربوط به مقادیر درک تلاش به تفکیک دو گروه آلیسین و دارونما در پنج مرحلهٔ آزمون در نمودار ۱ نشان داده شده است.

نتایج تحلیل واریانس یک طرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر برای مقایسهٔ CK دو گروه آلسین سیر و دارونما و آزمون بونفرونی برای تعیین تفاوت بین مراحل آزمون نشان داد میزان CK در گروه آلیسین در مراحل یک ساعت بعد از تمرین، ۲۴ ساعت بعد از تمرین و ۴۸ ساعت بعد از تمرین به‌طور معنی‌داری کمتر از مقدار آن در گروه دارونما بود و بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (۰/۰۵) (جدول ۲). آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) مربوط به مقادیر CK به تفکیک دو گروه آلیسین و دارونما در پنج مرحلهٔ آزمون در نمودار ۲ نشان داده شده است.

همچنین، نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر برای مقایسهٔ میزان LDH در دو گروه و آزمون بونفرونی برای تعیین تفاوت بین مراحل آزمون نشان داد میزان LDH در گروه آلیسین در مراحل یک ساعت بعد از تمرین، ۲۴ ساعت بعد از تمرین و ۴۸ ساعت بعد از تمرین، در مقایسه با گروه دارونما کاهش یافته است و بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود

دارد (۰/۰۵) (جدول ۲). آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) مربوط به مقادیر LDH به تفکیک دو گروه آلیسین و دارونما در پنج مرحلهٔ آزمون در نمودار ۳ نشان داده شده است. به‌طور کلی نتایج نشان داد آلیسین سیر باعث کاهش کوفتگی عضلانی و کاهش آنزیم‌های CK و LDH می‌شود. البته باید توجه داشت که تفاوت بین دو گروه آلیسین سیر و دارونما یک ساعت بعد از تمرین، ۲۴ ساعت بعد از تمرین و ۴۸ ساعت بعد از تمرین از نظر آماری معنی‌دار است.

جدول ۲. آمار توصیفی و نتایج مربوط به تحلیل واریانس یک‌طرفه در دو گروه آلیسین و دارونما

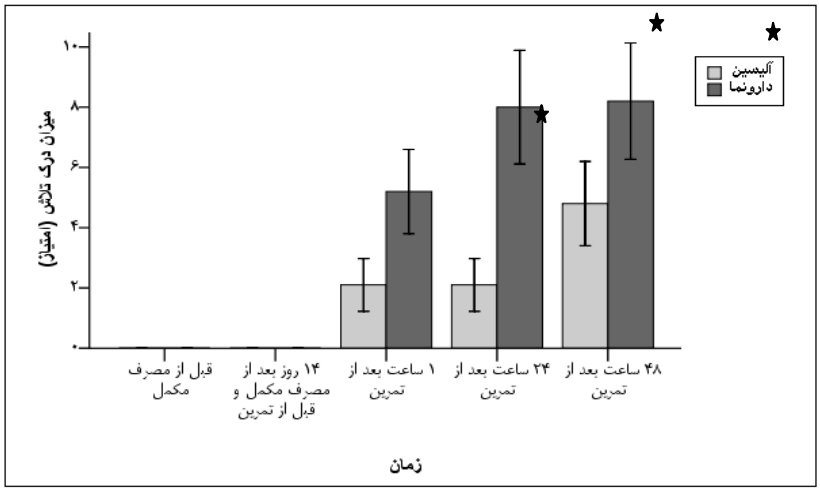
آزمون		آلیسین سیر M ± SD	دارونما M ± SD	مقدار P
CK	قبل از مصرف مکمل	۱۴۰/۸۰±۷۴/۴۴	۱۵۱/۹۰±۱۸/۳۴	P =۴۷۷/۰
	۱۴ روز بعد از مصرف مکمل و قبل از تمرین	۱۲۶/۸۰±۳۶/۴۹	۵۰/۱۵۴±۸۳/۲۸	P =۱۴۳/۰
	یک ساعت بعد از تمرین	۳۰/۲۰۲±۵۰/۲۳	۷۰/۲۴۲±۶۷/۵۴	P =۰۴۶/۰*
	۲۴ ساعت بعد از تمرین	۵۰/۲۴۳±۱۶/۲۵	۵۰/۲۸۹±۶۱/۵۸	P =۰۳۵/۰*
	۴۸ ساعت بعد از تمرین	۳۰/۱۹۳±۸۶/۴۵	۱۰/۲۵۷±۴۸/۷۳	P =۰۳۲/۰*
LDH	قبل از مصرف مکمل	۱۰/۲۵۸±۰۱/۵۷	۱۰/۲۶۳±۵۶/۳۳	P =۸۱۴/۰
	۱۴ روز بعد از مصرف مکمل و قبل از تمرین	۰۰/۲۶۷±۱۸/۶۳	۱۰/۲۷۳±۹۷/۳۱	P =۷۸۸/۰
	یک ساعت بعد از تمرین	۳۰۹/۷۰±۱۸/۱۰	۷۰/۳۵۳±۵۷/۲۲	P =۰۰۱/۰*
	۲۴ ساعت بعد از تمرین	۳۰/۳۴۶±۶۴/۴۳	۰۰/۴۰۵±۵۵/۶۶	P =۰۳۱/۰*
	۴۸ ساعت بعد از تمرین	۳۰/۳۲۳±۵۵/۳۲	۷۰/۳۸۲±۰۷/۵۵	P =۰۰۹/۰*
RPE	قبل از مصرف مکمل	صفر	صفر	-----
	۱۴ روز بعد از مصرف مکمل و قبل از تمرین	صفر	صفر	-----
	یک ساعت بعد از تمرین	۱۰/۲±۸۷/۰	۲۰/۵±۳۹/۱	P <۰۵/۰*
	۲۴ ساعت بعد از تمرین	۱۰/۲±۸۷/۰	۰۰/۸±۸۸/۱	P <۰۵/۰*
	۴۸ ساعت بعد از تمرین	۸۰/۴±۳۹/۱	۲۰/۸±۹۳/۱	P <۰۵/۰*

* اختلاف معنی دار بین دو گروه در سطح $\alpha \leq ۰/۰۵$

CK = آنزیم کراتین کیناز

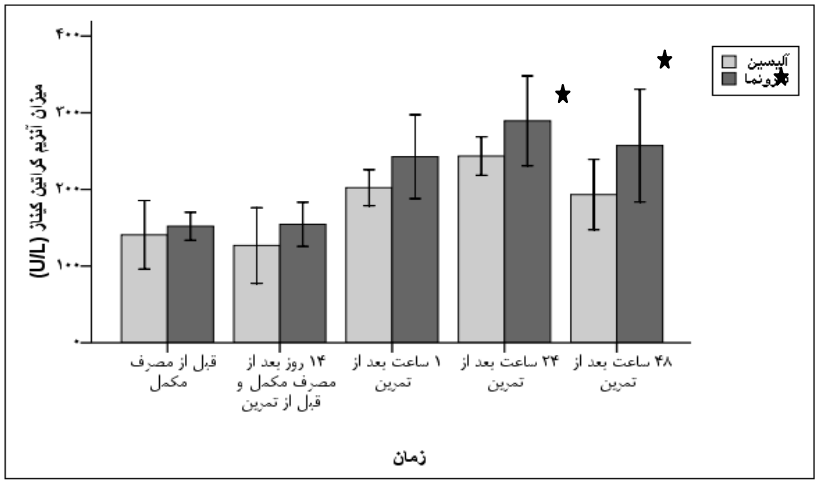
LDH = آنزیم لاکتات دهیدروژناز

RPE = میزان درک تلاش (درک درد)



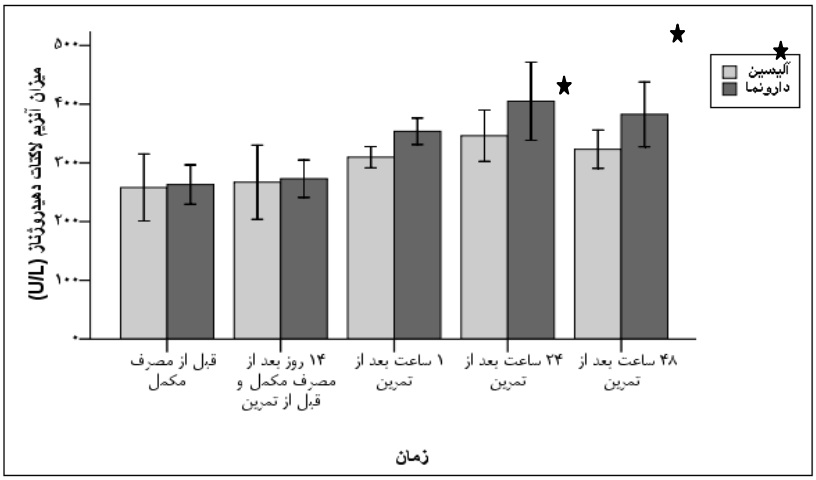
نمودار ۱. آمار توصیفی میزان درک تلاش در طول پنج مرحلهٔ آزمون گروه آلیسین سیر و دارونما

اختلاف معنی‌دار در میزان درک تلاش گروه آلیسین، در مقایسه با گروه دارونما ($\alpha \leq ۰/۰۵$)



نمودار ۲. میزان تغییرات CK در طول پنج مرحلهٔ آزمون گروه آلیسین سیر و دارونما

اختلاف معنی‌دار در میزان کراتین کیناز خون گروه آلیسین، در مقایسه با گروه دارونما ($\alpha \leq ۰/۰۵$)



نمودار ۳. میزان تغییرات LDH در طول پنج مرحلهٔ آزمون گروه آلیسین سیر و دارونما

اختلاف معنی‌دار در میزان لاکتات دهیدروژناز خون گروه آلیسین، در مقایسه با گروه دارونما ($\alpha \leq ۰/۰۵$)

بحث و نتیجه‌گیری

مهم‌ترین یافتهٔ تحقیق حاضر این بود که مکمل آلیسین سیر بر کاهش کوفتگی عضلانی تأثیر دارد که با اندازه‌گیری سطح CK و LDH خون و مقیاس بورگ ارزیابی شد. با توجه به افزایش معنی‌دار سطح CK و LDH خون می‌توان گفت پروتکل دویدن در سراشیبی که در این تحقیق استفاده شده بود در ایجاد آسیب عضلانی موفق بوده است و پروتکل فعالیت برونگرای استفاده شده در این تحقیق شامل ۴۵ دقیقه دویدن بر روی نوارگردان با شیب ۵٪- و ۷۵٪ ضربان قلب ذخیره باعث افزایش معنی‌داری در CK و LDH خون شده است.

افزایش سطح CK و LDH خون نشان‌دهندهٔ آسیب غشای سلول‌های عضلانی و تراوش این آنزیم‌ها به گردش خون است. این یافته‌ها با یافته های کلوز و همکارانش[1] (۲۰۰۴) و همچنین بختیاری و همکارانش (۲۰۰۷) در زمینهٔ افزایش سطح CK سرم پس از فعالیت برونگرا هم‌خوانی دارد (۲۹، ۳۰). در واقع، می‌توان گفت در مورد افزایش سطح CK پس از فعالیت برونگرا بین محققان اتفاق نظر وجود دارد. در مقابل، در فعالیت‌هایی مثل دوچرخهٔ کارسنج که تحمل وزن کمتر است و عضلات کمتری درگیر می‌شوند، سطح CK به میزان کمتری افزایش می‌یابد (۳۱). یافته‌های برخی تحقیقات نشان می‌دهد ژدر طول تمرین، در نتیجهٔ افزایش

1. Close et al.

مصرف اکسیژن در میتوکندری و جریان انتقال الکترون‌ها، تولید رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابد که خود موجب پراکسید شدن چربی در غشای سلول عضلات اسکلتی می‌شود. این حالت با عنوان «استرس اکسیداتیو» نیز معرفی شده است که با پراکسید کردن چربی، اثرات مخربی بر ساختار بیولوژیکی سلول به‌جا می‌گذارد (۳۲)؛ بنابراین پژوهش حاضر با تکیه بر این فرضیه انجام شد که می‌توان با افزایش احتمالی ذخایر آنتی اکسیدانی بدن بر کوفتگی عضلانی متعاقب آن عملکرد عضلانی تأثیر گذاشت.

نتایج تحقیق سو و همکاران (۲۰۰۸)[1] نشان داد مصرف مکمل آلیسین به مدت ۱۴ روز قبل و دو روز بعد از استفاده از نوار گردان (انقباض برونگرا) باعث کاهش مقادیر پلاسمایی CK، LDH و کوفتگی عضلانی پس از تمرین می‌شود و در نتیجه، آلیسین در کاهش آسیب عضلانی ناشی از ورزش مؤثر است (۲۸) که با نتایج تحقیق حاضر همخوان است.

تعدادی از سلول‌های سیستم ایمنی مانند مونوسیت‌ها، ماکروفاژها، ائوزینوفیل‌ها و نوتروفیل‌ها می‌توانند مقادیر زیادی رادیکال آزاد تولید کنند. فعالیت همهٔ این سلول‌ها در حین و پس از انقباض‌های عضلانی برونگرا به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. توانایی نوتروفیل‌ها در تولید رادیکال‌های آزاد و به ویژه هدف این سلول‌ها در مقابله با میکرو ارگانیسم‌ها برای دفاع ضروری است. رادیکال‌های آزاد توسط نوتروفیل‌ها تولید می‌شوند تا به ویروس‌ها، باکتری‌ها -و در مورد آسیب عضلانی ناشی از فعالیت- به سلول‌های در حال مرگ حمله کنند (۳۲). فاگوسیت‌ها بافت آسیب دیده را از بافت سالم تشخیص نمی‌دهند و به نظر می‌رسد نوتروفیل‌های فعال و ماکروفاژها، برخی مواد نابود کننده مثل رادیکال سوپر اکسید را در فضای میان بافتی رها می‌کنند. رهایش چنین موادی استرس اکسیداتیو را در دورهٔ پس از تمرین افزایش می‌دهد. افزایش استرس اکسیداتیو سبب افزایش رادیکال‌های آزاد می‌شود و احتمال می‌رود که افزایش رادیکال‌های آزاد سبب ایجاد کوفتگی شود (۳۳- ۳۵). همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد تخریب ناشی از فعالیت بدنی ممکن است توسط عمل فاگوسیتوز تشدید شود. از سوی دیگر، تمرینات برونگرا باعث افزایش تعداد نوتروفیل‌ها می‌شود. پس از بروز کوفتگی و تخریب عضلانی تعداد نوتروفیل‌ها در جریان خون چندین برابر می‌شود، نوتروفیل‌ها به محل آسیب مهاجرت می‌کنند، جایی که عمل فاگوسیتوز را روی ذرات باقی مانده از آسیب بافت همبند انجام می‌دهند و در همین حال تعداد برخی فاکتورهای شناخته شده مانند لیزوزوم‌ها و رادیکال‌های اکسیژن را افزایش می‌دهند که این عمل خود موجب افزایش پراکسیداسیون چربی غشای سلول‌ها شده و

در نهایت، سبب تجزیهٔ پروتئین‌های عضله می‌شود (۳۲).
تأثیر آنتی اکسیدان‌ها در به دام انداختن و خنثی کردن رادیکال‌های آزاد به طور گسترده‌ای پذیرفته شده است. برخی محققان معتقدند میزان آنتی اکسیدان‌های بدن از قبیل ویتامین E و C پس از فعالیت‌های شدید، برای از بین بردن رادیکال‌های آزاد کافی نیستند و بدین منظور بهتر است فرد قبل از فعالیت، مصرف آنتی اکسیدان ها را افزایش دهد. این دیدگاه سبب شده است که عده ای از محققان به ورزشکاران پیشنهاد کنند برای مقابله با رادیکال‌های آزاد قبل از شروع فعالیت آنتی اکسیدان مصرف کنند (۳۴، ۳۶، ۳۷). کمبود یا تخلیهٔ سیستم‌های مختلف آنتی اکسیدان‌ها سبب می‌شود وسعت آسیب به بافت در اثر فعالیت افزایش یابد؛ بنابراین اگر آنتی اکسیدان‌ها در بدن ذخیره نشوند یا اینکه بعد از مصرف، ذخایر آن‌ها تجدید نشود فعالیت پراکسیدان‌ها (موافق با اکسید شدن) شکل گرفته، تخریب سلول به وقوع می‌پیوندد (۳۸).
مصرف آنتی اکسیدان‌ها، به‌عنوان موادی که در کاهش انواع رادیکال‌های آزاد مؤثرند، می‌تواند عاملی درمانی باشد که از تخریب عضلانی جلوگیری می‌کند؛ زیرا تحقیقات نشان داده است آنتی اکسیدان‌ها می‌توانند اثرات سمی مواد حاصل از پراکسید شدن چربی غشای سلول‌ها را از بین ببرند و درنتیجه، از انتشار آن جلوگیری کنند و در نهایت، از تخریب سلول‌هایی عضلانی، به‌ویژه غشای آن‌ها در منطقه‌ای وسیع جلوگیری می‌کند (۳۸). در این تحقیق محدودیت‌هایی از جمله: کنترل نشدن اضطراب، شرایط روحی و روانی افراد هنگام نمونه گیری و انجام تمرین، عدم نظارت دقیق بر رژیم غذایی افراد مورد مطالعه در طول مدت تحقیق و تفاوت‌های ژنتیکی افراد مورد مطالعه وجود داشت که نمی‌توانست در کنترل کامل محقق باشد.
به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً مصرف آلیسین سیر به میزان ۷۰ میلی گرم در روز و به مدت ۱۴ روز قبل از انقباضات برونگرا موجب کاهش کوفتگی عضلانی تأخیری و کاهش آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز می‌شود. مصرف مکمل آلیسین سیر قبل از فعالیت بدنی می‌تواند روشی برای جلوگیری از کوفتگی عضلانی تأخیری باشد که ورزشکاران و مربیان و محققان باید آن را مد نظر قرار دهند. همچنین توصیه می‌شود اثر مکمل‌های آنتی اکسیدانی دیگر با مقادیر مختلف بر کوفتگی عضلانی تأخیری بررسی شود. به هر حال با توجه به نقش آنتی اکسیدانی آلیسین که در این تحقیق تأیید شد و دسترسی آسان به سیر می‌توان از آن در تمرینات ورزشکاران استفاده کرد.

منابع:

۱. ابراهیم، خسرو. رحمانی نیا، فرهاد. طالبی، الهه. (۱۳۸۰). "بررسی تأثیر دو شیوه مصرف ویتامین C بر میزان دامنه حرکتی و قدرت برونگرای عضلات تاکننده آرنج پس از کوفتگی عضلانی تأخیری". نشریه حرکت، شماره ۷، ص: ۶۷-۷۶.

2. 2. Vickers, A. J. (2001). “Time course of muscle soreness following different types of exercise”. BMC Musculoskelet Disord. 2: 1471-1474 .
3. Frost W. (2006). “Eccentric movements: Description, definition and designing program”. Available In: www.strengthandconditioning.org/dimages/Eccentric Training. pdf.
4. Martel GF, Harmer ML, Logan JM, Parker CB. (2005). “Aquatic Plyometric Training Increases Vertical Jump in Female Volleyball Players”. Medicine & Science in Sports & Exercise. 37(10):1814-1819.
5. Jamurtas AZ, Fatouros GI, Buckenemeyer P, Kokkinidis E, Taxildaris K, Kambas A, et al. (2000) “Effects of Plyometric Exercise on Muscle Soreness and Plasma Creatine Kinase Levels and Its Comparison with Eccentric and Concentric Exercise”. The Journal of Strength and Conditioning Research. 14(1):68-74.
6. Astand P, Rodahl K. (2003). “Textbook of Work Physiology”. 4th ed. New York: McGraw-Hill.
7. Halliwell B. (1994). “Free radicals and antioxidants: a personal view”. Nutr Rev. 52(8):253-265.
8. Halliwell B, Gutteridge JM. (1999). “Free radicals in biology and medicine”. 3rd ed. New York: Oxford University Press Inc.
9. MacRae HS, Mefferd KM. (2006). “Dietary antioxidant supplementation combined with Quercetin improve cycling time trial performance”. Int J Sport Nut Exerc Metab. 16:405-419.
10. Bloomer RJ, Goldfarb AH, McKenzie MJ. (2006). “Oxidative stress response to aerobic exercise: comparison of antioxidant supplements”. Med Sci Sports Exerc. 38(6):1098-1105.
11. Mastaloudis A, Leonard S, Traber M. (2001). “Oxidative stress in athletes during extreme endurance exercise”. Free Radic Biol. 31:911–22.
12. Cannon JG, Blumberg JB. (2000). “Acute phase immune responses in exercise”. In: Handbook of oxidants and antioxidants in exercise. C Sen, L Packer and O Hanninen, editors. New York: Elsevier; 177-94.

13. Packer L. (1991). “Protective role of vitamin E in biological systems”. Am J Clin Nutr. 53: 1050S-55S.

14. Ashton T, Young IS, Peters JR, Jones E, Jackson SK, Davies B, et al. (1999). “Electron spin resonanc spectroscopy, exercise and oxidative stress: an ascorbic acid intervention study”. J Appl Physiol. 87: 2032-6.

15. Kaikkonen J, Kosonen L, Nyyssonen K, Porkkala- Sarataho E, Salonen R, Dorpela H, et al. (1998). “Effect of combined coenzyme Q10 and D-alpha-tocopheryl acetate supplementation on exercise-induced lipid peroxidation and muscular damage: a placebocontrolled double-blind study in marathon runners”. Free Radic Res. 29:85-92.

16. Nieman DC, Henson DA, McAnulty SR, McAnulty L, Swick NS, Utter AC, et al. (2002). “Influence of vitamin C supplementation on oxidative and immune changes after an ultramarathon”. J Appl Physiol. 92: 1970 -77.

۱۷.رحمانی نیا، فرهاد. بابایی، پروین. نخستین روحی، بابک. (۱۳۸۶). "پیشگیری و درمان کوفتگی عضلانی". شمال پایدار، آمل.

18. Rivlin RS. (2001). “Historical perspective on the use of garlic”. J Nutr. 131(3s): 951S-954S.

19. Lawson LD, Gardner CD. (2005). “Composition, stability, and bioavailability of garlic products use in a clinical trial”. J Agric Food Chem. 53(16):6254-6261.

20. Xiao H, Parkin KL. (2002). “Antioxidant functions of selected allium thiosulfinates and S-alk(en)yl-L-cysteine sulfoxides”. J Agric Food Chem. 50(9):2488-2493.

21. Prasad K, Laxdal VA, Yu M, Raney BL. (1995). “Antioxidant activity of allicin, an active principle in garlic”. Mol Cell Biochem. 148(2):183-189.

22. Prasad, K. (1996). “Evaluation of hydroxyl radical- scavenging property of garlic”. Mol Cell Biochem. 154: 55-63.

23. Lip yong chung. (2006). “The antioxidant properties of garlic compounds: Alliin, Allicin, Allyl Disulfide and Allyl cystein”. J of Med food. 9: 205 -213.

۲۴.میرزایی، بهمن. دمیرچی، ارسلان. مهربانی، جواد. (۱۳۸۶). "اثر تعاملی مصرف مکمل ویتامین E و تمرین هوازی بر CK و LDH و لاکتات خون مردان ورزشکار پس از فعالیت درمانده ساز". فصلنامه المپیک، شماره ۲، ص: ۱۷-۲۸.

25. Shao AN, Hathcock J. (2006). “Risk assessment for creatine monohydrate”. Regulatory Toxicology and Phatmacolgy. 45(3):242-251.

26. Shenkman BS, Litvinova KS, Gasnikova NM, Tarakin PP, Chistiakov IN, Lemesheva IS, et al. (2006). “Creatine as a metablic controller of skeletal

muscles structure and function in strength exercise in humans:The cellular mechanisms". Ross Fiziol Zh Im I M Sechenova. 92(1):100-112.

۲۷.رزاقی، ابوالقاسم. (۱۳۸۳). "بررسی رابطه بین مدت زمان استراحت در تمرینات اینتروال بر روی میزان آنزیم‌های LDH و CK سرم خون در دانشجویان پسر و تأثیر مصرف ویتامین C بر روی این آنزیم‌ها". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

28. Connolly DA, Sayers SP, Mc Hugh MP. (2003). "Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness". Journal of Strength Conditioning Research. 17, 197-208.

29. Su QS, Tian Y, Zhang JG, Zhang H. (2008). "Effects of allicin supplemention on plasma markers of exercise-induced muscle damage,IL-6 and antioxidant capacity". Eur J Appl Physiol. 103(3):275-283.

30. Bakhtiary AH, Safavi-Farokhi Z, Aminian-Far A. (2007). "Influence of vibration on delayed onset of muscle soreness following eccentric exercise". Br J Sports Med. 41(3):145–148.

31. Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, Mac Laren DPM. (2004). "Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness:the role of reactive oxygen species". Europian Journal of Applied Physiology. 91(5-6):615-621.

۳۲.طالبی گرکانی، الهه. (۱۳۷۹). "بررسی اثر مصرف دو نوع رژیم مختلف ویتامین C بر کوفتگی عضلانی تأخیری پس از انقباض‌های شدید برونگرا". پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه گیلان.

۳۳.نخستین روحی، بابک. رحمانی نیا، فرهاد. بابایی، پروین. بهلولی، شهاب. (۱۳۸۷). "تأثیر مصرف حاد ویتامین C بر پراکسیداسیون چربی و آسیب عضلانی ناشی از فعالیت در مردان جوان". فصلنامه المپیک، شماره ۴، ص: ۴۹-۵۷.

۳۴.راداک، ژ. (۱۳۸۳). "رادیکال‌های آزاد در ورزش و پیری". ترجمه عباسعلی گائینی و محمدرضا حامدی نیا. انتشارات دانشگاه تربیت معلم، سبزوار.

35. Thompson D, Baily DM, Hill J, Hurst T, powell JR, Williams C. (2004). "Prolonged vitamin C supplementation and recovery from eccentric exercise". European Journal of Applied Physiology. 92(1-2):133-138.

36. Thampson D, Williams C, Garcia-Roves P, McGregor SJ, McArdle F, Jackson MJ. (2003). "Post-exercise vitamin C supplementation and recovery from demanding exercise". Eur J Appl Physiol. 89(3-4):393-400.

37. Evans WJ. (2000). "Vitamin E, vitamin C, and exercise". Am J Clin Nutr. 72(2):647S-652S.

38. Thompson D, Williams C, McGregor SJ, Nicholas CW, McArdle F, Jackson MJ, et al. (2001). "Prolonged vitamin C supplementation and recovery from demanding exercise". Int J Sport Nutr Exerc Metab. 11(4):466-481.

تأثیر تمرین هوازی تداومی و بی‌تمرینی بر پارامترهای ساختاری و عملکردی بطن چپ مردان سالم

عباسعلی گائینی[۱]، فهیمه کاظمی[۲]، جواد مهدی آبادی[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۱/۱۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۷/۳

چکیده

تمرین منظم و هوازی می‌تواند موجب هایپرتروفی قلب از نوع فیزیولوژیک شود. هدف از این تحقیق تعیین تأثیر تمرین هوازی تداومی و بی‌تمرینی بر پارامترهای ساختاری و عملکردی بطن چپ مردان سالم است. بدین منظور، ۱۰ دانشجوی مرد غیرورزشکار به‌طور داوطلب انتخاب شدند و در برنامهٔ تمرینی هشت هفته‌ای، هفته‌ای، سه روز با ۷۰ درصد HR_{BmaxB} شرکت کردند. پس از پایان هشت هفته، آزمودنی‌ها چهار هفته در دورهٔ بی تمرینی به سر بردند. در هر جلسه، تمرین دو تداومی به مدت ۴۵ دقیقه انجام شد. پارامترهای ساختاری و عملکردی بطن چپ با روش اکوکاردیوگرافی اندازه‌گیری شد. با استفاده از آزمون t وابسته، بین ESD، PWT، FS٪ و EF٪ پس از هشت هفته، در مقایسه با قبل از تمرین تفاوتی معنی‌دار (P<۰/۰۵) و بین EDD، IVS ، LA، AO، HR، SBP و DPB تفاوتی غیرمعنی‌دار (P>۰/۰۵) مشاهده شد. بین EDD، FS٪ و EF٪ پس از چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرین، در مقایسه با هشت هفته تمرین تفاوتی معنی‌دار (P<۰/۰۵) و بین ESD، IVS،PWT ، AO LA، HR ، DPB و SBP تفاوتی غیرمعنی‌دار مشاهده شد (P>۰/۰۵)؛ در نتیجه، تمرین هوازی تداومی و بی‌تمرینی می‌تواند بر پارامترهای ساختاری و عملکردی بطن چپ مردان سالم تأثیر گذارد.

کلیدواژه‌های فارسی: تمرین هوازی تداومی، بی‌تمرینی، پارامترهای ساختاری و عملکردی بطن چپ، مردان سالم.

۱. استاد دانشگاه تهران Email: aagaeini@yahoo.com

۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش دانشگاه شهید بهشتی (نویسندهٔ مسئول)
Email: kazemi.fahimeh@yahoo.de

۳. کارشناس ارشد دانشگاه پیام نور

مقدمه

دستگاه قلبی- عروقی وظیفهٔ اصلی انتقال اکسیژن و مواد غذایی به بافت‌های مختلف و عضلات فعال و برگرداندن مواد زائد سوخت و سازی به سوی اندام‌های دفعی را بر عهده دارد. تمرینات ورزشی می‌تواند موجب تغییرات ساختاری و عملکردی در بخش مهمی از بطن چپ قلب شود (۱- ۴). بطن چپ تحت تأثیر فعالیت‌های مستمر ورزشی، به‌ویژه فعالیت‌های هوازی دچار هایپرتروفی از نوع فیزیولوژیک می‌شود (۲) که در تضاد با تغییرات پاتولوژیک است که بر اثر بیماری پرفشار خونی و تنگی دریچه آئورت ایجاد می‌شود. از طرفی، بی‌تمرینی پس از تمرین موجب بازگشت سازگاری‌های حاصل از تمرین می‌شود (۵- ۷).

میاچی و همکارانش[1] (۲۰۰۱) نشان دادند شش هفته بی‌تمرینی پس از شش هفته تمرین استقامتی رکاب زدن با یک پا (چهار روز در هفته) تأثیری بر فشار خون سیستولی (SBP) و دیاستولی (DBP) ۱۰ مرد جوان ندارد، ولی موجب کاهش قطر دهانهٔ آئورت، ضربان قلب استراحتی و افزایش قطر پایان دیاستولی می‌شود (۸). در تحقیقی دیگر، اوبرت و همکارانش[2] (۲۰۰۱) نشان دادند ۱۳ هفته تمرین استقامتی (هفته‌ای سه روز، روزی یک ساعت با ۸۰ درصد $HR_{Bmax}B$) توسط ۲۹ نوجوان پسر و دختر ۱۰ تا ۱۳ سال موجب کاهش ضخامت دیوارهٔ قلب و کاهش ضربان قلب استراحتی نسبت به ۲۶ نفر از گروه کنترل می‌شود و دو ماه بی‌تمرینی موجب بازگشت تمام پارامترهای ساختاری به مقدار قبل از تمرین می‌شود (۶). دآندریا و همکارانش[3] (۲۰۰۲) با استفاده از روش اکوکاردیوگرافی دو گروه شناگر استقامتی (۲۶ نفر) و شناگر قدرتی (۲۰ نفر) را با هم مقایسه کردند. نتایج نشان داد درصد کسر کوتاه شدگی بطن چپ در گروه استقامتی، در مقایسه با گروه قدرتی افزایشی غیرمعنی‌دار یافت. همچنین، قطر پایان دیاستولی در گروه استقامتی، در مقایسه با گروه قدرتی افزایش معنی‌دار و قطر پایان سیستولی افزایشی غیرمعنی‌دار یافت (۹). گیتس و همکارانش[4] (۲۰۰۳) به این نتیجه دست یافتند که ۱۲ هفته تمرین رکاب زدن توسط افراد با معلولیت جسمی، در مقایسه با گروه کنترل تأثیری بر فشار خون سیستولی و دیاستولی، ضربان قلب استراحت، قطر پایان دیاستولی و سیستولی و نیز قطر دهانهٔ آئورت ندارد، ولی ضخامت بین دو بطن و ضخامت دیوارهٔ خلفی بطن چپ در گروه تمرینی افزایش معنی‌داری یافت (۱۰). هایکفسکی و همکارانش[5] (۲۰۰۵) نشان دادند ۱۲هفته تمرین هوازی، قدرتی یا ترکیبی (هوازی و قدرتی)

1. Miyachi, et al.
2. Obert, et al.
3. D'Andrea, A., et al.
4. Gates, et al.
5. Haykowsky, et al.

تأثیری بر ساختار بطن چپ ۳۱ زن مسن سالم ندارد (۱۱). در تحقیقی هایکفسکی و همکارانش[1] (۲۰۰۷) نشان دادند تمرین هوازی موجب افزایش معنی‌دار درصد کسر تزریقی بطن چپ، حجم پایان دیاستولی و سیستولی بیماران قلبی می‌شود، ولی تمرین ترکیبی هوازی و قدرتی تأثیری بر این متغیرها ندارد (۱۲). با توجه به زندگی ماشینی و فقر حرکتی و نیز افزایش بیش از پیش بیماران قلبی، مطالعات در حوزهٔ ساختار شناسی و عملکرد بطن چپ در ورزشکاران و غیرورزشکاران همچنان مورد توجه جامعهٔ علمی قرار دارد و در دههٔ اخیر به موضوع تأثیر فعالیت‌های هوازی بر ساختار و عملکرد قلب توجه شده است. بدین منظور، در این تحقیق تأثیر هشت هفته تمرین هوازی تداومی و نیز چهار هفته بی‌تمرینی پس از آن بر پارامترهای ساختاری و عملکردی بطن چپ مردان سالم مطالعه شد و سؤال اصلی این پژوهش این بود که آیا تمرین هوازی تداومی می‌تواند بر پارامترهای ساختاری و عملکردی بطن چپ تأثیر داشته باشد و همچنین، یک دوره بی‌تمرینی متعاقب آن چه پیامدی بر این پارامترها خواهد داشت؟

روش‌شناسی پژوهش

در پژوهش حاضر از بین دانشجویان مرد سالم غیرورزشکار دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند که هیچ‌گونه سابقهٔ بیماری قلبی- عروقی نداشتند، ۱۰ نفر به‌طور داوطلب انتخاب شدند. طرح تحقیق حاضر نیمه‌تجربی بود. آزمودنی‌ها بین ساعت ۸ تا ۱۲ صبح با حضور در بخش قلب بیمارستان ولیعصر (عج) شهرستان بیرجند تحت بررسی اکوکاردیوگرافی قرار گرفتند. پس از اندازه‌گیری قد با متر نواری و وزن با ترازوی آزمایشگاهی، پزشک متخصص قلب و عروق کلیهٔ ویژگی‌های ساختاری و عملکردی بطن چپ آزمودنی‌ها را در اتاق مخصوص اکوکاردیوگرافی رنگی در سه مرحله (قبل از تمرین، پس از هشت هفته تمرین و پس از چهار هفته بی‌تمرینی متعاقب آن) اندازه گیری کرد. برنامهٔ تمرین هوازی تداومی (هشت هفته، هفته‌ای سه روز و روزی ۴۵ دقیقه با ۷۰ درصد $HR_{Bmax}B$) در جدول ۱ ارائه شده است. قطر پایان دیاستولی بطن چپ (EDD)، قطر پایان سیستولی بطن چپ (ESD)، درصد کوتاه شدن الیاف عضلات بطن چپ (FS٪)، درصد کسر تزریقی بطن چپ (EF٪)، ضخامت دیوارهٔ بین دو بطن (IVS)، ضخامت دیوارهٔ خلفی بطن چپ (PWT)، قطر دهلیز چپ (LA)، قطر دهانهٔ آئورت (AO) هر آزمودنی، با استفاده از دستگاه اکوکاردیوگرافی مدل Esaote Biomedica ساخت ایتالیا با شماره سریال ۴۴۳۰، با قابلیت اکوکاردیوگرافی به روش‌های M- Mode، Spectral Doppler و Color

1. Haykowsky, et al.

(2-D) Doppler اندازه‌گیری شد (۱۳). ضربان قلب استراحتی با شمارش نبض ۶۰ ثانیه‌ای و فشار خون با دستگاه جیوه‌ای فشار خون مدل Rishter اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. برنامهٔ تمرینی در ایام هفته

ایام هفته	تمرین دو هوازی تداومی
یکشنبه، سه شنبه، پنجشنبه	۱- ۱۰ دقیقه گرم کردن و حرکات کششی ۲- ۴۵ دقیقه دو تداومی ۳- ۵ تا ۱۰ دقیقه سرد کردن و حرکات کششی

برای توصیف اطلاعات جمع‌آوری شده از روش‌های توصیفی در قالب جداول و برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS 11.5 و از آزمون t وابسته (paired sample t-test) استفاده و سطح معنی‌داری $\alpha<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها در جدول ۲ و میانگین و انحراف معیار متغیرهای اندازه‌گیری شده از طریق اکوکاردیوگرافی در سه مرحله در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها (n = ۱۰)

متغیر	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
شاخص آماری	۲۰/۵ ± ۱/۵۸	۱۷۴/۲ ± ۶/۴	۷۲/۶۵ ± ۹/۱۹

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار متغیرهای اندازه‌گیری شده توسط اکوکاردیوگرافی در سه مرحله (n= ۱۰)

مرحله / متغیر	قبل از تمرین	پس از هشت هفته تمرین	پس از چهار هفته بی‌تمرینی
EDD(میلی‌متر)	۴۸/۷۶ ± ۴/۷۳	۴۹/۴ ± ۳/۹۵	۴۶/۶۴ ± ۳/۹۲
ESD (میلی‌متر)	۳۲/۳۷ ± ۲/۸۲	۲۹/۲۱ ± ۴/۵۲	۳۱/۳۲ ± ۲/۰۵
FS(درصد)	۳۳/۵ ± ۵/۰۶	۴۰/۲ ± ۵/۷۶	۳۲/۲ ± ۳/۷۶
EF (درصد)	۶۴/۶ ± ۶/۷۸	۷۰/۱ ± ۷/۰۱	۶۰/۳ ± ۵/۴۵
IVS(میلی‌متر)	۹/۸۶ ± ۱/۸۴	۱۰/۱۲ ± ۱/۸۹	۹/۵۶ ± ۱/۹۳
PWT (میلی‌متر)	۷/۰۸ ± ۱/۱۶	۸ ± ۱/۴۲	۷/۴۸ ± ۱/۰۱
LA (میلی‌متر)	۲۷/۱۶ ± ۳/۶	۲۷/۸۸ ± ۴/۰۷	۲۷/۴۲ ± ۴/۹۹
AO(میلی‌متر)	۲۵/۵۹ ± ۲/۵۱	۲۴/۹۹ ± ۲/۱۹	۲۶/۱۳ ± ۳/۶۷
HR (ضربه در دقیقه)	۷۳/۴ ± ۹/۰۴	۷۱/۲ ± ۶/۱۹	۷۷ ± ۹/۰۵
SBP (میلی‌لیتر جیوه)	۱۲۰ ± ۱۱/۷۸	۱۱۶ ± ۱۱/۷۳	۱۱۵/۵ ± ۱۳/۱۳
DBP (میلی‌لیتر جیوه)	۷۴ ± ۹/۶۶	۷۱/۵ ± ۹/۴۴	۷۰/۵ ± ۱۱/۶۵

نتایج آزمون t وابسته برای مقایسهٔ میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده قبل و پس از هشت هفته تمرین و نیز پس از هشت هفته تمرین و چهار هفته بی‌تمرینی، به‌ترتیب در جداول ۴ و ۵ ارائه شده است.

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده قبل و پس از هشت هفته تمرین (n=۱۰)

متغیر	مقدار t	مقدار P	نتیجه
EDD (میلی‌متر)	-۰/۷۱	۰/۴۹	غیرمعنی‌دار
ESD(میلی‌متر)	۳/۰۱	۰/۰۱	معنی‌دار
FS(درصد)	-۴/۹	۰/۰۰۱	معنی‌دار
EF (درصد)	-۴/۸	۰/۰۰۱	معنی‌دار
IVS(میلی‌متر)	-۰/۵۶	۰/۵۹	غیرمعنی‌دار
PWT (میلی‌متر)	-۲/۴	۰/۰۴	معنی‌دار
LA (میلی‌متر)	-۰/۶۳	۰/۵۴	غیرمعنی‌دار
AO (میلی‌متر)	۰/۸۷	۰/۴	غیرمعنی‌دار
HR(ضربه در دقیقه)	۰/۷	۰/۵	غیرمعنی‌دار
SBP (میلی‌لیتر جیوه)	۱/۱	۰/۳	غیرمعنی‌دار
DBP (میلی‌لیتر جیوه)	-۰/۲۵	۰/۸۱	غیرمعنی‌دار

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده پس از هشت هفته تمرین و چهار هفته بی‌تمرینی (n ۱۰)

متغیر	مقدار t	مقدار P	نتیجه
EDD (میلی‌متر)	۰/۲۶	۰/۰۳	معنی‌دار
ESD(میلی‌متر)	-۱/۴	۰/۱۸	غیرمعنی‌دار
FS(درصد)	۴/۵	۰/۰۰۲	معنی‌دار
EF (درصد)	۴/۳	۰/۰۰۲	معنی‌دار
IVS(میلی‌متر)	۰/۷۶	۰/۴۶	غیرمعنی‌دار
PWT (میلی‌متر)	۱/۰۴	۰/۳۲	غیرمعنی‌دار
LA (میلی‌متر)	۰/۳۸	۰/۷۱	غیرمعنی‌دار
AO(میلی‌متر)	-۱/۲	۰/۲۵	غیرمعنی‌دار
HR(ضربه در دقیقه)	-۲/۰۲	۰/۰۷	غیرمعنی‌دار
SBP (میلی‌لیتر جیوه)	۱/۳	۰/۲۱	غیرمعنی‌دار
DBP (میلی‌لیتر جیوه)	۰/۳۵	۰/۷۳	غیرمعنی‌دار

بحث و نتیجه‌گیری

EDD پس از هشت هفته تمرین، در مقایسه با قبل از تمرین افزایشی غیرمعنی‌دار یافت. این یافته با نتیجهٔ تحقیق گیتس و همکاران (۲۰۰۳) همسو و با یافتهٔ دآندریا و همکارانش (۲۰۰۲) غیر همسو است. چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرین نیز به کاهش معنی‌دار EDD منجر شد که با یافتهٔ میاچی و همکارانش (۲۰۰۱) همسو است. ESD پس از هشت هفته تمرین، در مقایسه با قبل از تمرین کاهشی معنی‌دار یافت که با یافتهٔ دآندریا و همکارانش (۲۰۰۲) همسو است. چهار هفته بی تمرینی پس از تمرین نیز افزایش غیر معنی داری بر ESD داشت. تغییرات EDD و ESD نشانگر اضافه بار حجمی است که بر اثر تمرین هوازی بر بطن چپ اعمال شده است؛ بنابراین افزایش EDD هر چند ناچیز و در پی آن کاهش معنی‌دار ESD نشانگر کاهش حجم خون باقی‌مانده هنگام سیستول بطنی در بطن چپ و نیز از اثرات اعمال اضافه بار حجمی بر بطن چپ قلب است (۱۴). از طرفی، کاهش معنی‌دار EDD و افزایش غیرمعنی‌دار ESD پس از چهار هفته بی‌تمرینی نشان دهندهٔ بازگشت اثرات حاصل از تمرین بر بطن چپ به حالت قبل از تمرین است.

پس از ۸ هفته تمرین در میزان FS٪، در مقایسه با قبل از تمرین افزایش معنی‌دار مشاهده شد که با یافتهٔ دآندریا و همکارانش (۲۰۰۲) همسو است. چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرین نیز کاهشی معنی‌دار در FS٪ به دنبال داشت. پس از ۸ هفته تمرین، در مقایسه با قبل از تمرین در میزان EF٪ افزایشی معنی‌دار مشاهده شد که با یافتهٔ هایکفسکی و همکارانش (۲۰۰۷) همسو است. چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرین نیز کاهشی معنی‌دار EF٪ را در پی داشت. در مورد FS٪ و EF٪ می‌توان گفت این تغییرات احتمالاً به‌دلیل کاهش ESD یا افزایش EDD پس از تمرین و پاسخی سازمان یافته به این تغییر باشد تا حجم ضربه‌ای افزایش یابد؛ بنابراین، افزایش FS٪ نشانگر افزایش حجم خون پمپ شده توسط بطن چپ در هر ضربه است که این نتیجه با افزایش EF٪ آزمودنی‌ها پس از هشت هفته تمرین تأیید می‌شود؛ به عبارت دیگر، می‌توان گفت افزایش FS٪ و EF٪ برتری عملکرد سیستولی بطن چپ قلب را پس از تمرین و کاهش FS٪ و EF٪، کاهش عملکرد سیستولی بطن چپ قلب را پس از یک دوره بی‌تمرینی نشان می‌دهد.

پس از هشت هفته تمرین، در مقایسه با قبل از تمرین افزایشی غیرمعنی‌دار در IVS مشاهده شد که با یافتهٔ اوبرت و همکارانش (۲۰۰۱) غیرهمسو و با یافتهٔ گیتس و همکارانش (۲۰۰۳) همسو است. چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرین نیز کاهش غیرمعنی‌دار IVS را به دنبال داشت که با یافتهٔ اوبرت و همکارانش (۲۰۰۱) غیرهمسو است. PWT پس از هشت هفته تمرین، در مقایسه با قبل از تمرین افزایشی معنی‌دار داشت که با یافتهٔ گیتس و همکارانش

(۲۰۰۳) همسو است. چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرین نیز به کاهشی غیرمعنی‌دار در PWT منجر می‌شود. انجام تمرینات دینامیک مثل دویدن موجب افزایش اندازهٔ حفرهٔ بطن چپ همراه با افزایشی نسبی در ضخامت دیوارهٔ بطن، به‌علت اضافه بار حجمی بر برون‌ده قلب، می‌شود (۱، ۱۴- ۱۶)؛ به عبارت دیگر، در طول فعالیت‌های هوازی تداومی قلب باید هم با باری حجمی و هم با باری فشاری سازگار شود، به طوری که ابعاد داخلی بطن چپ و ضخامت دیوارهٔ بطن چپ قلب ورزشکاران استقامتی - هر دو- افزایش می‌یابد (۱، ۱۷)؛ از این رو، انجام این تمرینات موجب هایپرتروفی بطن چپ به‌صورت اسنتریک (برونگرا) می‌شود که با استفاده از رابطهٔ ثابت بین ضخامت دیوارهٔ بطن چپ و شعاع بطن چپ (برای مثال، نسبت ضخامت دیواره به شعاع) تشخیص داده می‌شود (۲). علاوه بر این، تغییرات ضخامت دیواره‌های قلب در آزمودنی‌ها می‌تواند در نتیجهٔ افزایش شاخص تودهٔ بطن چپ باشد.

پس از هشت هفته تمرین، در مقایسه با قبل از تمرین تفاوتی معنی‌دار در LA مشاهده نشد. چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرین نیز تفاوت معنی‌داری در LA ایجاد نکرد. پس از هشت هفته تمرین، AO کاهشی غیرمعنی‌دار یافت. چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرین نیز به افزایش غیر معنی‌دار AO منجر شد که با یافتهٔ میاچی و همکارانش (۲۰۰۱) غیرهمسو است. طبق پژوهش‌های مختلف، تأثیر تمرینات ورزشی قلب بیشتر در بطن چپ مشهود است؛ بنابراین تمرینات انجام شده در این تحقیق بر LA و AO تأثیر خاصی نداشته‌اند.

پس از هشت هفته تمرین HR کاهشی غیرمعنی‌دار یافت که با یافتهٔ گیتس و همکارانش (۲۰۰۳) غیرهمسو و با یافتهٔ اوبرت و همکارانش (۲۰۰۱) همسو است. چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرین نیز به افزایش غیرمعنی‌دار HR منجر شد که با یافتهٔ میاچی و همکارانش (۲۰۰۱) و اوبرت و همکارانش (۲۰۰۱) غیرهمسو است. همچنین SBP پس از هشت هفته تمرین، در مقایسه با قبل از کاهشی غیرمعنی‌دار یافت که با یافتهٔ گیتس و همکارانش (۲۰۰۳) همسو است. چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرین نیز موجب کاهش غیرمعنی‌دار SBP شد که با یافتهٔ میاچی و همکارانش (۲۰۰۱) همسو است. پس از هشت هفته تمرین، در مقایسه با قبل از تمرین کاهشی غیرمعنی‌دار در DBP مشاهده شد که با یافتهٔ گیتس و همکارانش (۲۰۰۳) همسو است. چهار هفته بی‌تمرینی پس از تمرین نیز کاهش غیرمعنی‌دار DBP را در پی داشت که با یافتهٔ میاچی و همکارانش (۲۰۰۱) همسو است. به‌طور کلی، ورزشکاران ورزیدهٔ استقامتی فواصل طولانی را با برون‌ده قلبی (Q)، ضربان قلب (HR) و حجم ضربه‌ای (SV) زیاد و افزایش متوسط میانگین فشار خون سرخرگی ادامه می‌دهند. در فعالیت‌های ورزشی پویا با اعمال اضافه بار حجمی بر بطن چپ، Q ورزشکاران ورزیدهٔ استقامتی ممکن است از ۵ تا ۶ لیتر در دقیقه در

حالت استراحت به بیش از ۴۰ لیتر در دقیقه در طول حداکثر فعالیت برسد. علاوه بر افزایش Q، فشار خون (BP) نیز افزایش می‌یابد. هر چند این افزایش نسبتاً کمتر از افزایش فشار خون هنگام تمرینات مقاومتی است (۱، ۱۷)، در مورد HR، SBP و DBP می‌توان گفت چون آزمودنی‌های تحقیق حاضر افراد غیرورزشکار بوده‌اند و تمرین از لحاظ مدت، طولانی نبوده است (۴۵ دقیقه دویدن)؛ ممکن است تأثیر خاصی بر این متغیرها نداشته باشد؛ بنابراین، عواملی همچون عدم تشابه شدت تمرین، آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها، طول دورهٔ تمرین و مدت تمرین می‌تواند علت نتایج متناقض در این تحقیق باشد.

در مجموع، افزایش قطر پایان دیاستولی به‌دلیل اعمال اضافه بار حجمی بر بطن چپ روی می‌دهد که باعث افزایش حفرهٔ بطن چپ و ازدیاد نسبی ضخامت عضلات قلبی می‌شود. انتظار می‌رود با افزایش ضخامت دیواره‌های قلب، تودهٔ کل قلب افزایش یابد. به‌دلیل افزایش قطر پایان دیاستولی نیز انتظار می‌رود حجم پایان دیاستولی افزایش یابد و افزایش درصد کسر کوتاه شدن الیاف عضلات بطن چپ نشان‌دهندهٔ افزایش حجم خون پمپ شده توسط بطن چپ در هر ضربه (حجم ضربه‌ای) است که این نتیجه با افزایش درصد کسر تخلیه‌ای آزمودنی‌ها پس از تمرین تأیید می‌شود. هشت هفته تمرین هوازی تداومی موجب هایپرتروفی بطن چپ مردان سالم از نوع فیزیولوژیک می‌شود و عملکرد سیستولی افراد پس از تمرین افزایش و پس از چهار هفته بی‌تمرینی متعاقب آن کاهش می‌یابد؛ در نتیجه، این روش تمرین هوازی تداومی می‌تواند روش تمرینی مناسب و مؤثری برای افزایش و ارتقای عملکرد قلبی- عروقی، به‌ویژه عملکرد بطن چپ افراد سالم باشد.

منابع:

1. Pluim BM, Zwinderman AH, Van der Laarse A, Van der Wall EE 2000. The athlete's heart, A meta-analysis of cardiac structure and function. American Heart Association, Inc. Circulation 101:336-344.
2. Middleton N, Shave R, George K, Whyte GY, Hart E, Atkinson G 2006. Left ventricular function immediately following prolonged exercise: a meta-analysis. Medicine & Science in Sports & Exercise 38(4):681-687.
3. Sharma S, Maron BJ, Whyte G, Firoozi S, Elliott PM, McKenna WJ 2002. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes. J American College Cardiology 40:1431-1436.
4. Venckūnas T, Raugaliene R, Jankauskiene E 2005. Structure and function of distance runners' heart. Medicina (Kaunas) 41(8):685-92.

5. Kemi OJ, Haram PM, Wisløff U, Ellingsen Ø 2004. Aerobic fitness is associated with cardiomyocyte contractile capacity and endothelial function in exercise training and detraining. American Heart Association, Inc. Circulation 109:2897-2904.

6. Obert P, Mandigout S, Vinet A, Nguyen L. D, Stecken F, Courteix D 2001. Effect of aerobic training and detraining on left ventricular dimensions and diastolic function in prepubertal boys and girls. International journal of sports medicine 22(2):90-96.

7. Puffer JC 2002. The athletic heart syndrome: ruling out cardiac pathologies. Physician and Sports Medicine 30(7):41-47.

8. Miyachi M, Tanaka H, Yamamoto K, Yoshioka A, Takahashi K, Onodera S 2001. Effects of one-legged endurance training on femoral arterial and venous size in healthy humans. Journal of Applied Physiology 90:2439-2444.

9. D'Andrea A, Caso P, Severino S, Galderisi M, Sarrubi B, Limongelli G, et al 2002. Effects of different training protocols on left ventricular myocardial function in competitive athletes: a Doppler tissue imaging study. Italian Heart Journal 3(1):34-40.

10. Gates PE, George KP, Campbell IG 2003. Concentric adaptation of the left ventricle in response to controlled upper body exercise training. Journal of Applied Physiology 94:549-554.

11. Haykowsky M, McGavock J, Vonder MI, Koller M, Mandic S, Welsh R et al 2005. Effect of exercise training on peak aerobic power, left ventricular morphology, and muscle strength in healthy older women. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 60:307-311.

12. Haykowsky MJ, Liang Y, Pechter D, Jones LW, McAlister FA, Clark AM 2007. A meta-analysis of the effect of exercise training on left ventricular remodeling in heart failure patients. J American College of Cardiology Foundation 49:2329-2336.

13. Gates PE, Tanakaa H, Gravesa J, Sealsa DR 2003. Left ventricular structure and diastolic function with human ageing. European Heart Journal 24(24): 2213-2220.

14. Oakley D. The athlete's heart. BMJ Publishing Group Ltd & British Cardiovascular Society 2001;86:722-726.

15. Hildick-Smith D, Shapiro L 2001. Echocardiographic differentiation of pathological and physiological left ventricular hypertrophy. BMJ Publishing Group Ltd & British Cardiovascular Society 85:615-619.

16. Rawlins J, Bhan A, Sharma S 2009. Left ventricular hypertrophy in athletes. European Journal of Echocardiography 10(3):350-356.

17. Mihl C, Dassen WRM, Kuipers H 2008. Cardiac remodeling: concentric versus eccentric hypertrophy in strength and endurance athletes. Netherlands Heart Journal 16:129-33.

آیا ورزشکاران نخبه بیش از غیرورزشکاران مستعد اختلال تغذیه‌اند؟

راحله نعمتی[۱]، فرهاد رحمانی نیا[۲]، حمید محبی[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۱/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۵/۱۷

چکیده

هدف از پژوهش حاضر برآورد شیوع اختلال تغذیه، بررسی نارضایتی از شکل بدن و فشار اجتماعی برای تغییر وزن در زنان ورزشکار نخبه و زنان دانشجوی غیرورزشکار است. به این منظور ۶۱۸ آزمودنی بین سنین ۱۸- ۳۰ سال در این پژوهش شرکت کردند. ۲۱۱ ورزشکار نخبه (پنج رشتهٔ ورزشی) و ۴۰۷ غیرورزشکار، پرسشنامه‌ها را دریافت کردند. این مجموعه شامل پرسشنامهٔ جمعیت‌شناسی، پرسشنامهٔ بررسی سابقهٔ فعالیت ورزشی، پرسشنامهٔ نگرش غذایی و مقیاس تصویری شکل بدن بود. به‌علاوه، قد و وزن آزمودنی‌ها به‌منظور مقایسهٔ BMI واقعی، ادراک شده و دلخواه اندازه‌گیری شد. یافته‌های این مطالعه نشان داد شیوع اختلال تغذیه در زنان ورزشکار نخبه بیش از زنان غیرورزشکار است. به‌علاوه، در مورد BMI، نارضایتی از شکل بدن و فشار اجتماعی برای تغییر وزن تفاوت معنی‌داری بین زنان ورزشکار و غیرورزشکار مشاهده شد ($p< ۰/۰۵$). همچنین، نارضایتی از شکل بدن در زنان غیرورزشکار با اختلال تغذیه همبستگی مثبت نشان داد ($p < ۰/۰۵$). این یافته‌ها نشان می‌دهد علت بروز اختلال تغذیه می‌تواند در ورزشکاران و غیرورزشکاران متفاوت باشد. در مورد ورزشکاران نخبه اختلال تغذیه ممکن است بازتاب منطقی تمایل به داشتن شکل بدنی خاص برای افزایش عملکرد باشد؛ بنابراین برای برخی از ورزشکاران اختلال تغذیه می‌تواند ارمغان فعالیت ورزشی باشد نه عوامل روان‌شناختی.

کلیدواژه‌های فارسی: نارضایتی از شکل بدن، اختلال تغذیه، زنان ورزشکار نخبه، شاخص تودهٔ بدن.

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه گیلان (نویسندهٔ مسئول)
Email: raheleh.nemati@gmail.com
۲ و ۳. استاد دانشگاه گیلان
Email: frahmani2001@yahoo.com
Email: Mohebbi_h@yahoo.com

مقدمه

در تمام جوامع، چاقی شرایطی نامطلوب شناخته مـی‌شـود. از سـال ۱۹۶۰، تعـداد افـراد دارای اضافه وزن و چاق افزایش یافته است. تغییر ارزش‌های اجتماعی برای لاغـری و جـذابیت و نیـز روند رو به رشد اضافه وزن موجب ایجاد فاصله بین خواسته‌ها و واقعیت می‌شود. این فاصله هـر روز بین وزن واقعی افراد و ایده‌آل‌های ذهنیشان افزایش می‌یابد (۱). زمانی که بین وزن و شکل بدن واقعی فرد یا وزن ادراک شده و استانداردهای موجود در جامعه تفاوت وجود داشـته باشـد، افراد برای تغییر وزن و رسیدن به ایده‌آل جامعه با فشار اجتماعی زیادی روبه‌رو می‌شـوند و بـه دنبال آن نارضایتی از شکل بدن اتفاق می‌افتد. پس از آن مشغولیت زیاد به وزن و شـکل بـدن، نگرانی بیش از حد دربارهٔ آن و ترس از چاقی و اضافه وزن شکل می‌گیرد. این عوامل بـه‌عنـوان علائم اولیهٔ اختلال تغذیه (بی‌اشتهایی[1] و پرخوری عصبی[2]) شناخته شده‌اند (۲). شواهد بسیاری وجود دارد که نشان می‌دهند اختلال تغذیه با عوامل چندگانه ارتباط مسـتقیم دارد. تعـدادی از این عوامل عبارتند از: ویژگی‌های جمعیت‌شناسی مانند سـن (۳)، جنسـیت (۳- ۵)، وزن (۶) و نژاد (۷)؛ عوامل روان‌شناختی از جمله نارضایتی از شکل بـدن (۱، ۴، ۸)، کمـال گرایـی (۱، ۸، ۹)، تمایل به لاغری (۲) و عوامل تغذیه‌ای همچون نگرانی بیش از حد دربـارهٔ شـکل بـدن (۲)، محدودیت غذایی و رفتارهای کنترل وزن (۱، ۲). در این میان قوی‌ترین عامل گسترش اختلال تغذیه نارضایتی از شکل بدن معرفی شده است (۴، ۷، ۸). محققان گزارش کرده‌اند کـه عوامـل خطرزای اختلال تغذیه در ورزشکاران با ویژگی‌های ورزشی از قبیل کمال گرایی، رقابت طلبـی، عملکرد گرایی و نگرانی در مورد شکل بدن تشدید مـی‌شـوند و احتمـال بـروز ایـن بیمـاری را افزایش می‌دهند (۲). ورزشکاران، در مقایسه با افراد عـادی فشـار بیشـتری بـرای داشـتن وزن مناسب و شکل بدنی ایده‌آل متحمل می‌شوند؛ زیرا انتظارات فرهنگی- اجتماعی در مـورد آنـان بیشتر است. این فشارها در رشته‌های خاصی که در آن لاغری و زیبایی شکل بدن ملاک اسـت از طرف مربی، هم‌تیمی و خانواده نیز اعمال می‌شـود (۲). ورزشـکاران در برخـی از رشـته‌هـای ورزشی، نه‌تنها با داشتن وزن کم، مهارت‌ها را بهتر اجرا می‌کنند، بلکه ظاهر آن‌ها نیز ارزیـابی و قضاوت می‌شود(۱۰). علاوه بر این، سطح رقابت ورزشی نیز (ورزشـکاران نخبـه و غیرنخبـه) در بروز اختلال تغذیه نقش مهمی ایفا می‌کند (۲، ۸).

از آنجا که به نظر می‌رسد زنان ورزشکار نخبه بیشتر در معرض خطر اختلال تغذیـه قـرار دارنـد، گروه‌های مناسبی برای شناخت عوامل موثر محسوب می‌شوند، با وجود این نتایج محققان متضـاد و

1. Anorexia nervosa
2. Bulimia nervosa

پیچیده است به‌طوری که یافته‌های آشلی[1] و همکاران تفاوتی بین ۱۴۵ ورزشکار نخبه و ۱۴ نفـر در گروه شاهد نشان نداد (۱۱). رنکینگ و الکساندر[2] بیان می‌کنند که احتمال بروز اخـتلال تغذیـه در ورزشکاران کمتر از غیرورزشکاران است (۵). اولیوریا[3] و همکاران هم هیچ موردی از اخـتلال تغذیـه بین آزمودنی‌های ورزشکار گزارش نکرده‌اند (۱۲). در مقابل، برن و مـک لـین[4] گـزارش کردنـد کـه شیوع اختلال تغذیه در ورزشکاران بیش از گروه شاهد بود (۱۳).

اختلال تغذیه و نارضایتی از شکل بدن در کشورهای غربی، به‌ویژه در میان زنان ورزشکار به خوبی بررسی شده (۲، ۵، ۸، ۱۰- ۱۵)، اما کمبود این دسته از مطالعات در کشورهای در حال توسعه به چشم می‌خورد. طبق شواهد در دسترس، آمار موجود در زمینهٔ اختلال تغذیه و تصویر بدن در ایران به گروه سنی نوجوانان محدود می‌شود یا در زنان جوان در نمونه‌های کم و بدون بررسی سطح فعالیت بدنی گزارش شده است (۲، ۱۶). به‌علاوه، به‌دلیل پوشش متفاوت زنان ایرانی با زنان جوامع آمریکایی-اروپایی و استفادهٔ کمتر از رسانه‌های غربی، این فرضیه مطرح شده است که زنان ایرانی از اختلال تغذیه و نارضایتی از شکل بدن مصون‌اند (۱۶)؛ بنابراین طراحی پژوهشی که به بررسی شیوع اختلال تغذیه و نارضایتی از شکل بدن در زنان ورزشکار و غیرورزشکار، در جوامعی با کمترین تأثیرپذیری از فرهنگ غرب بپردازد، ضروری به نظر می‌رسد. از آنجا که سال‌هاست محققان به بررسی عوامل خطرزای اختلال تغذیه در مدل‌های تک متغیری پرداخته‌اند (برای مثال، رابطهٔ بین افسردگی و اختلال تغذیه، رابطهٔ بین سطوح اجتماعی و اختلال تغذیه)، تأثیر مدل‌های تک متغیری بر اختلال تغذیه به خوبی روشن شده است؛ از این رو، هم‌اکنون دانشمندان تلاش می‌کنند با طراحی مدل‌های چند متغیره در پیش‌بینی عوامل خطرزا در میان زنان، ابعاد بیشتری را تبیین کنند (۱۴). به‌علاوه در این پژوهش سعی شده است علاوه بر مقایسهٔ شیوع اختلال تغذیه و نارضایتی از شکل بدن در زنان ورزشکار نخبه و غیرورزشکار، تأثیر عواملی همچون شاخص تودهٔ بدن و فشار اجتماعی برای تغییر وزن، نارضایتی از شکل بدن و ارتباط این متغیرها با اختلال تغذیه تعیین شود.

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش، جامعهٔ مورد نظر در گروه غیرورزشکار را زنان دانشجوی ساکن خوابگاه دانشگاه تشکیل دادند. شرایط آزمودنی‌های غیر ورزشکار سکونت در خوابگـاه دانشـجویی، داشـتن سـن

1. Ashley, et al.
2. Reinking and Alexander
3. Oliveira, et al.
4. Byrne and McLean

۱۸- ۳۰ سال و شرکت نداشتن در فعالیت‌های منظم ورزشی در دو سال گذشته بود. برای برآورد حجم نمونه از جدول مورگان استفاده شد و بر اساس نمونه‌گیری تصادفی و هدف‌دار ۴۰۷ دانشجوی غیرورزشکار با شرایط ذکر شده، به‌صورت داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند. همچنین جامعهٔ ورزشکاران نخبه را زنان ورزشکار شرکت کننده در سومین المپیاد ورزشی ایرانیان و مسابقات قهرمان کشوری (۴۴۰ نفر)، در سال ۱۳۸۸ در شهر تهران تشکیل دادند. همهٔ ورزشکاران نخبه، ورزشکاران برتر و منتخب استان خود بودند. شرایط آزمودنی‌ها داشتن سن ۱۸- ۳۰ سال و سه سال فعالیت منظم ورزش تخصصی بود. در مجموع، ۲۱۱ ورزشکار نخبه با ویژگی‌های ذکر شده در پنج رشتهٔ والیبال، بسکتبال، دو و میدانی، راگبی و کانوپولو داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند.

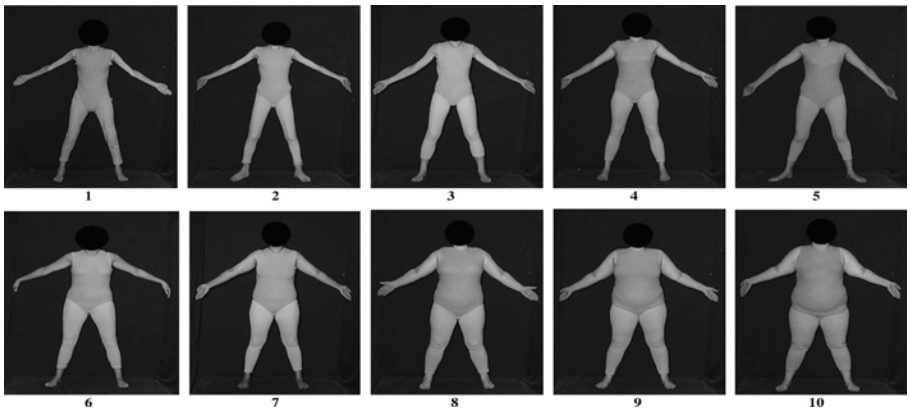
داده‌های مورد نیاز، با استفاده از پرسشنامهٔ جمعیت‌شناسی، پرسشنامهٔ بررسی سابقهٔ ورزشی، پرسشنامهٔ نگرش غذایی- ۲۶[1] (۱۷) و مقیاس تصویری شکل بدن[2] (۱۸) جمع‌آوری شد. شایان ذکر است محقق در تمامی مراحل تکمیل پرسشنامه‌ها در کنار آزمودنی‌ها حضور داشت تا در صورت ابهام در نحوهٔ تکمیل پرسشنامه، توضیحات کامل ارائه شود. پس از آن، قد و وزن هر داوطلب برای مقایسهٔ شاخص تودهٔ بدن، با استفاده از ابزار استاندارد اندازه‌گیری شد.

پرسشنامهٔ نگرش غذایی- ۲۶ دامنهٔ وسیعی از علائم بی‌اشتهایی و پرخوری عصبی را بررسی می‌کند (۱۴) و شامل پرسش‌های مربوط به رژیم غذایی[3] (۱۳ پرسش)، کنترل تغذیه[4] (۷ پرسش)، تمایل به مواد غذایی[5] (۳ پرسش) و رفتارهای مرتبط با پرخوری عصبی (۳ پرسش) می‌باشد. ضریب پایایی برای پرسشنامهٔ نگرش غذایی- ۲۶ در گروه بیماران با اختلال تغذیه و گروه سالم، به‌ترتیب ۰/۹ و ۰/۸۳ گزارش شده است. این آزمون ۸۳/۶ درصد از موارد مستعد و یا مبتلا به اختلال تغذیه را پیش‌بینی می‌کند (۱۵). همسانی درونی برای پرسشنامهٔ نگرش غذایی- ۲۶ در افراد دارای بی‌اشتهایی عصبی و جمعیت‌های مختلط، به‌ترتیب ۰/۷۹ و ۰/۹۴ گزارش شده است (۱۵). این پرسشنامه ابزاری مناسب برای ارزیابی اختلال تغذیه در جمعیت‌های روان‌شناسی بالینی[6]، روان‌شناسی عمومی[7] و روان‌شناسی ورزشی[8] اعتبار یابی شده

1. Eating attitude test-26
2. Photographic figure rating scale
3. Dieting
4. Oral control
5. Food preoccupation
6. Clinical psychology
7. General psychology
8. Sport psychology

است (۱۷). به‌علاوه، طبق پژوهش‌های انجام شده در جوامع غربی و شرقی، این آزمون دارای اعتبار «میان فرهنگی»[1] است (۱۶). نحوهٔ امتیازبندی آزمون نگرش غذایی- ۲۶ بر اساس مقیاس لیکرت است. به سه مقیاس اول؛ یعنی هرگز، به ندرت و بعضی اوقات امتیاز صفر و به سه مقیاس بعدی؛ یعنی غالباً، معمولاً و همیشه، به‌ترتیب امتیاز یک تا ۳ داده می‌شود. نکتهٔ قابل توجه اینکه، امتیازبندی سؤال ۲۵ عکس بقیهٔ پرسش‌هاست. بیشترین امتیاز پرسشنامه ۷۸ و امتیاز مساوی یا بیشتر از ۲۰ نشان‌دهندهٔ اختلال تغذیه است.

در این آزمون، از ۱۰ عکس استفاده شد که بر اساس[2] BMI واقعی از نمای مقابل گرفته شده است. (۱۸). در این عکس‌ها برای به حداقل رساندن تأثیر نژاد و رنگ پوست، بدن و لباس افراد به رنگ خاکستری در آمده است و صورت افراد نیز پوشانده شده است. عکس‌ها بر اساس BMI واقعی از BMI ۱۲/۵۱ تا ۴۱/۲۳ کیلوگرم بر متر مربع تقسیم‌بندی شدند (شکل ۱) که به ترتیب، عکس شمارهٔ ۱ نشان‌دهندهٔ شاخص تودهٔ بدن ۱۲/۵۱، عکس شمارهٔ ۲: ۱۴/۷۲، عکس شمارهٔ ۳: ۱۶/۶۵، عکس شمارهٔ ۴: ۱۸/۴۵، عکس شماره ۵: ۲۰/۳۳، عکس شمارهٔ ۶: ۲۳/۰۹، عکس شمارهٔ ۷: ۲۶/۹۴، عکس شمارهٔ ۸: ۲۹/۲۶، عکس شمارهٔ ۹: ۳۵/۹۲ و عکس شمارهٔ ۱۰: ۴۱/۲۳ است. طبقه‌بندی عکس‌ها بر اساس BMI شامل: تصویر ۱ و ۲ به‌عنوان بسیار لاغر، تصویر ۲ و ۳ و ۴ کم وزن، تصویر ۵ و ۶ وزن طبیعی، تصویر ۷ و ۸ اضافه وزن و تصویر ۹ و ۱۰ به چاق اشاره دارد. هر یک از عکس‌ها روی ورقه A_4 کپی شد به روشی که هر عکس به‌طور کامل، ورقه را بپوشاند (۱۸).



شکل ۱. تصاویر استفاده شده در مقیاس تصویری شکل بدن که بر اساس افزایش شاخص تودهٔ بدن تنظیم شده‌اند

1. Cross-cultural validity
2. Body mass index

عکس‌ها در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و از آن‌ها پرسیده شد: ۱. کدام‌یک از تصاویر بیشتر به شما شبیه است؟ ۲. تمایل دارید به کدام‌یک از تصاویر زیر شبیه باشید؟ ۳. دوستان و خانوادهٔ شما تمایل دارند به کدام‌یک از تصویرهای زیر شبیه باشید؟

پاسخ سؤال ۱، ادراک فرد از اندازهٔ بدن[1] خود است. پاسخ سؤال ۲ BMI مطلوب و دلخواه[2] تلقی می‌شود. تفاوت میان BMI ادراک شده و BMI دلخواه نشان‌دهندهٔ نارضایتی از شکل بدن است (۱۸). همچنین، تفاوت بین BMI ادراک شده توسط فرد و BMI ذکر شده که دوستان و خانوادهٔ آزمودنی ترجیح می‌دهند (سؤال ۳)، میزان فشارهای اجتماعی برای لاغری یا چاقی در نظر گرفته می‌شود (۱۹). علامت عدد به‌دست آمده، نشان‌دهندهٔ جهت نارضایتی است؛ برای مثال چنانچه آزمودنی شکل شمارهٔ ۵ را به‌عنوان BMI ادراک شده و شکل شماره ۳ را به‌عنوان BMI دلخواه انتخاب کند، میزان نارضایتی فرد برابر عدد ۲ است، اما جهت نارضایتی به سمت کاهش وزن است. به این معنی که آزمودنی به کاهش وزن تمایل دارد. نحوهٔ امتیازبندی فشار اجتماعی نیز به همین ترتیب است. امتیاز بیشتر، نشان‌دهندهٔ نارضایتی و فشار اجتماعی بیشتر است.

روایی مقیاس تصویری شکل بدن از طریق ضریب همبستگی بررسی شد. ضریب همبستگی (r=۰/۸۰) به‌دست آمده بین شاخص تودهٔ بدن ادراک شده و شاخص تودهٔ بدن واقعی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود (۱۸). پایایی نیز از طریق آزمون-آزمون مجدد بررسی شده است. ضریب همبستگی برای شاخص تودهٔ بدن واقعی و دلخواه، r=۰/۹۰ و در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و برای نمرهٔ نارضایتی از شکل بدن، r =۰/۹۰ و در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ ارائه شده است (۱۸). به‌علاوه، در مطالعه‌ای مروری که به بررسی روایی و پایایی مقیاس‌های تصویری می‌پردازد، گاردنر و براون[3] (۲۰۱۰) روایی و پایایی این ابزار را تأیید کرده‌اند (۲۰).

اطلاعات جمع‌آوری شده، با استفاده از برنامهٔ SPSS تجزیه و تحلیل شد. به‌منظور تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف–اسمیرنف، برای بررسی اختلاف بین گروه‌ها از آزمون کروسکال والیس و یومان ویتنی و برای شناسایی ارتباط میان متغیرها از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. سطح معنی‌داری در این تحقیق P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

اطلاعات مربوط به شاخص تودهٔ بدن در جدول ۱ نشان می‌دهد بیشتر آزمودنی‌های این مطالعه

1. perceived body size
2. Ideal or desired body size
3. Gardner and Brown

در دامنهٔ وزن طبیعی قرار داشتند. با وجود این، بیشترین تعداد افراد دارای اضافه وزن و چاق در میان غیرورزشکاران مشاهده شد.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بین سن، وزن، BMI، اختلال تغذیه، نارضایتی از شکل بدن و فشار اجتماعی برای تغییر وزن تفاوت معنی‌داری وجود دارد. با توجه به میانگین و انحراف استاندارد متغیرها، اختلال تغذیه در ورزشکاران نخبه بیش از غیرورزشکاران است، در حالی که نارضایتی از شکل بدن، فشار اجتماعی برای تغییر وزن و BMI در غیرورزشکاران بیش از ورزشکاران نخبه است. به‌علت توزیع غیرطبیعی داده‌های سن و وزن، از آزمون ناپارامتریک یومان ویتنی و برای مقایسهٔ BMI، به‌علت توزیع طبیعی داده‌ها، از آزمون t استفاده شد.

جدول ۱. شاخص تودهٔ بدن به تفکیک گروه

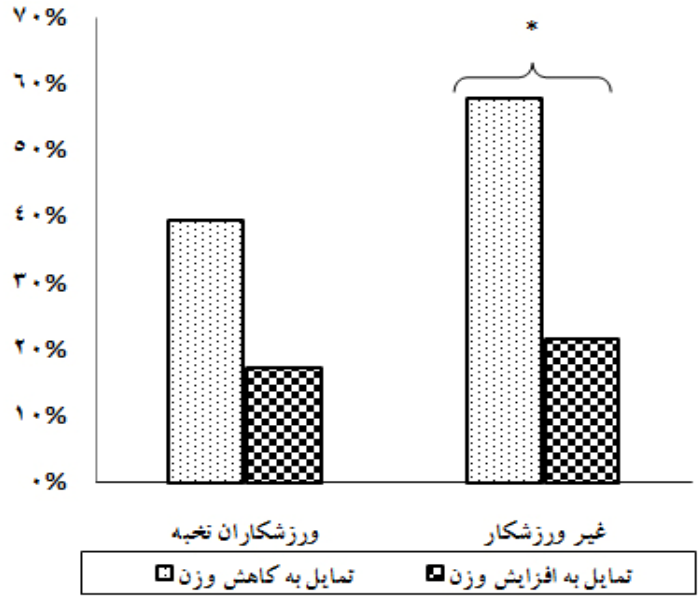
گروه	BMI	تعداد	درصد
ورزشکاران نخبه n=۲۱۱	لاغر	۲۳	۱۰/۹
	طبیعی	۱۶۳	۷۷/۳
	اضافه وزن	۲۲	۱۰/۴۰
	چاق	۳	۱/۴
غیرورزشکار n=۴۰۷	لاغر	۳۹	۹/۸
	طبیعی	۲۹۶	۷۳/۲
	اضافه وزن	۶۴	۱۵/۷
	چاق	۵	۱/۲

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین متغیرهای مختلف در دو گروه

متغیر	گروه	تعداد	میانگین و انحراف معیار	مقدار آزمون	سطح معنی‌داری
سن (سال)	ورزشکاران نخبه	۲۱۱	۱۹/۷۳±۲/۱۲	Z= ۱۰/۹۳*	P<۰/۰۰۰۱
	غیرورزشکار	۴۰۷	۲۱/۸۴±۱/۸۶		
وزن (کیلوگرم)	ورزشکاران نخبه	۲۱۱	۵۹/۶۸±۹/۱۲	Z= ۳/۱۴*	P=۰/۰۰۲
	غیرورزشکار	۴۰۷	۵۷/۲۷±۸/۳۶		
قد (سانتی‌متر)	ورزشکاران نخبه	۲۱۱	۱۶۶/۵±۶/۴۶	t= ۱۰/۵۲*	P<۰/۰۰۰۱
	غیرورزشکار	۴۰۷	۱۶۰/۰۹±۵/۷۹		
BMI واقعی	ورزشکاران نخبه	۲۱۱	۲۱/۵۲±۲/۹۶	t= ۲/۳۴*	P= ۰/۰۱۹
	غیرورزشکار	۴۰۷	۲۲/۱۲±۳/۰۴		
اختلال تغذیه	ورزشکاران نخبه	۲۱۱	۱۳/۳۱±۸/۲۱	Z= ۲/۴۷*	P=۰/۰۱۳
	غیرورزشکار	۴۰۷	۱۱/۸۹±۸/۵۷		
نارضایتی از شکل بدن	ورزشکاران نخبه	۲۱۱	/۴±۱/۱۵	Z= ۴/۰۸*	P=۰/۰۰۰۱
	غیر ورزشکار	۴۰۷	/۹۵±۱/۷۱		
فشار اجتماعی برای تغییر وزن	ورزشکاران نخبه	۲۱۱	/۰۹±۱/۲۵	Z= ۳/۳۶*	P= ۰/۰۰۱
	غیرورزشکار	۴۰۷	/۵۸±۱/۷۹		

*در سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار است.

در نمودار ۱ میزان تمایل به کاهش و افزایش وزن در آزمودنی‌های هر گروه ارائه شده است. این تمایل بر اساس نارضایتی آزمودنی‌ها تفکیک شده است. همان‌طور که داده‌ها نشان می‌دهند، مجموع این تمایلات به کاهش و افزایش وزن در زنان غیرورزشکار بیش از ورزشکاران نخبه است. این موضوع نشان می‌دهد به‌طور کلی میزان نارضایتی از شکل بدن در زنان غیرورزشکار بیشتر و تفاوت میان آن‌ها معنی‌دار است.



نمودار ۱. تفکیک تمایل آزمودنی‌ها به افزایش و کاهش وزن (درصد)
**** = تفاوت معنی‌دار در سطح (p <۰/۰۰۰۱).***

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن بیشترین همبستگی بین فشار اجتماعی برای تغییر وزن و نارضایتی از شکل بدن در هر دو گروه مشاهده شد. همچنین بین شاخص تودهٔ بدن و فشار اجتماعی برای تغییر وزن و نارضایتی از شکل بدن نیز همبستگی بالا و معنی‌داری مشاهده شد. با وجود این، در غیرورزشکاران (جدول ۴) بیشتر متغیرهای بررسی شده با اختلال تغذیه همبستگی داشتند، در حالی که در ورزشکاران نخبه تنها بین فشار اجتماعی برای تغییر وزن و اختلال تغذیه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد.

جدول ۳. بررسی همبستگی بین متغیرهای مختلف در زنان ورزشکاران نخبه

متغیرها	سن	BMI	نارضایتی از شکل بدن	فشار اجتماعی برای کاهش وزن	اختلال تغذیه
سن	۱				
BMI	۰/۰۴۶	۱			
نارضایتی از بدن	۰/۰۳۹	**۰/۶۶۹	۱		
فشار اجتماعی برای تغییر وزن	-۰/۰۲۵	**۰/۶۶۳	**۰/۷۶۳	۱	
اختلال تغذیه	۰/۰۰۲	۰/۱۳۱	۰/۰۵۶	*۰/۱۴۱	۱

*= تفاوت معنی‌دار در سطح (p<۰/۰۵).

**= تفاوت معنی‌دار در سطح (p<۰/۰۰۱).

جدول ۴. بررسی همبستگی بین متغیرهای مختلف در زنان غیرورزشکار

متغیرها	سن	BMI	نارضایتی از شکل بدن	فشار اجتماعی برای کاهش وزن	اختلال تغذیه
سن	۱				
BMI	-۰/۰۷۵	۱			
نارضایتی از بدن	۰-/۱۲۴	**۰/۶۸۹	۱		
فشار اجتماعی برای تغییر وزن	-۰/۱۰۳	**۰/۷۰۵	**۰/۸۸۹	۱	
اختلال تغذیه	-۰/۰۳	**۰/۱۶۲	**۰/۲۴۱	**۰/۲۰۶	۱

**= تفاوت معنی‌دار در سطح (p<۰/۰۰۱).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد بین شیوع اختلال تغذیه، نارضایتی از شکل بدن و فشار اجتماعی برای تغییر وزن در زنان ورزشکار نخبه و غیرورزشکار تفاوت معنی‌داری وجود دارد. ۲۲/۳ درصد از ورزشکاران نخبه و ۱۶/۲ درصد از غیرورزشکاران مستعد اختلال تغذیه بودند. همچنین ۵۶/۴ درصد از ورزشکاران نخبه و ۷۹/۴ درصد از غیرورزشکاران از شکل بدن خود ناراضی بودند. نتایج بررسی فشار اجتماعی در دو گروه نشان داد ۷۷/۶ درصد از غیرورزشکاران و ۵۷/۸ درصد از ورزشکاران نخبه با فشار اجتماعی برای تغییر وزن روبه‌رو هستند. نتایج مطالعهٔ حاضر مبنی بر بیشتر بودن شیوع اختلال تغذیه در ورزشکاران، در مقایسه با غیرورزشکاران با نتایج برن و مک لین (۲۰۰۲) و اسمولاک[1] و همکاران (۲۰۰۰) هم‌راستا و با نتایج رنکینگ و الکساندر (۲۰۰۵)، اولیوریا و همکاران (۲۰۰۳) مخالف است (۲، ۵، ۱۲، ۲۱). از آنجا که سطح فعالیت

1. Smolak et al

بدنی به‌عنوان عاملی مؤثر در بروز اختلال تغذیه شناخته شده است، دلیل احتمالی تفاوت مطالعات سطح فعالیت و رقابت ورزشکاران است؛ زیرا در دو مطالعهٔ نام‌برده که نتایج متضادی با پژوهش حاضر دارند، ورزشکاران در سطوح غیرنخبه فعالیت می‌کردند. نتایج مربوط به نارضایتی از شکل بدن با یافته‌های کاستاریل و استاموا[1] (۲۰۰۹)، مارتینسن[2] و همکاران (۲۰۱۰) موافق و با نتایج برن و مک لین (۲۰۰۲) مخالف است (۲، ۲۲، ۲۳). یکی از محدودیت‌های تحقیق برن و مک لین عدم کنترل فعالیت بدنی در غیرورزشکاران است که می‌تواند دلیل تفاوت موجود باشد. از آنجا که تعریف غیرورزشکار در دامنهٔ کم‌تحرک، غیرفعال و غیرورزشکار قرار دارد، ممکن است بعضی از آزمودنی‌های غیرورزشکار، قبلاً ورزشکار بوده‌اند (۸) یا در فعالیت‌های ورزشی تفریحی شرکت می‌کردند، در حالی که در پژوهش حاضر به‌دلیل کنترل سطح فعالیت بدنی هیچ‌یک از آزمودنی‌های غیرورزشکار در دو سال گذشته فعالیت ورزشی منظم (دست‌کم دو بار در هفته) نداشتند. در تفسیر نتایج فشار اجتماعی در دو گروه می‌توان گفت اگرچه اغلب مطالعات نشان داده‌اند فشار اجتماعی برای لاغری و تغییر وزن در ورزشکاران نخبه بیش از دیگر گروه‌ها است، این مطالعات به بررسی فشار اجتماعی در رشته‌های ورزشی مرتبط با لاغری (ژیمناستیک، باله، شنای موزون) پرداخته‌اند (۲، ۸) و از آنجا که ورزشکاران پژوهش حاضر در رشته‌های توپی و غیروابسته به لاغری بررسی شده‌اند، ممکن است ماهیت رشتهٔ ورزشی در میزان فشار اجتماعی برای تغییر وزن اثرگذار باشد (۲، ۸). به‌طور کلی می‌توان زیاد بودن اختلال تغذیه در ورزشکاران نخبه را چنین توجیه کرد که ورزشکاران با تمایل به لاغری علاوه بر کسب زیبایی به دنبال افزایش مهارت هستند که از طریق کاهش وزن و کاهش تودهٔ چربی بدن امکان‌پذیر است (۲۴). ورزشکاران فشار زیادی برای کاهش وزن متحمل می‌شوند؛ زیرا معتقدند افزایش وزن موجب کاهش عملکرد ورزشی می‌شود. این موضوع، به‌ویژه در ورزش‌های استقامتی بیشتر دیده می‌شود (۲۴). این تمایل گاهی از طرف مربی تشدید می‌شود. به‌طوری که گزارش شده است، زمانی که ورزشکاران سطح مهارت و عملکردشان مطابق با خواسته‌های مربی نباشد، معمولاً با توصیهٔ مربی برای کاهش وزن مواجه می‌شوند (۱۰). به دلیل حساس بودن سطح رقابت ورزشکاران نخبه، مربیان نگرانی بیش از حدی درباره وزن و عملکرد ورزشکاران نشان می‌دهند؛ بنابراین معمولاً وزن و تغذیه در ورزشکاران نخبه از طرف مربی کنترل می‌شود (۱۰). در مطالعهٔ حاضر ۳۷/۴ درصد از ورزشکاران نخبه از رژیم غذایی توصیه شده توسط مربی پیروی می‌کردند. در واقع مربی نقش

1. Costarelli and Stamou
2. Martinsen et al

به‌سزایی در نگرش و عقاید تغذیه‌ای ورزشکاران ایفا می‌کند (۲). اگرچه مربیان علت اختلال تغذیه در ورزشکاران نیستند، ممکن است توصیه مربی برای کاهش وزن محرکی برای افراد مستعد به اختلال تغذیه محسوب شود (۸).

محققان گزارش کرده‌اند که عوامل رفتاری و شخصیتی بسیاری همچون کمال‌گرایی، رقابت طلبی، تمایل به بهترین بودن[1]، اضطراب دربارهٔ عملکرد ورزشی، نقش به‌سزایی در اختلال تغذیه دارد (۱۰، ۲۵). این ویژگی‌ها موجب تقویت عملکرد ورزشی می‌شود، اما به‌طور غیرمستقیم با رفتارهای غذایی نامناسب و اختلال تغذیه ارتباط دارد. در واقع، شدت این قبیل ویژگی‌های رفتاری موجب افزایش موفقیت‌های ورزشی و رفتارهای غذایی ناسالم می‌شود. همچنین بیان شده است که این ویژگی‌های رفتاری در ورزشکاران در سطوح بالا به‌دلیل انگیزه‌های خاص بیشتر است (۲۵)؛ برای مثال، ورزشکاران نخبه با کسب موفقیت‌های بیشتر می‌توانند به سطوح ملی یا بین‌المللی دست یابند. داشتن چنین انگیزه‌ای، ویژگی‌های روانی همچون رقابت طلبی و کمال‌گرایی را تشدید می‌کند. به‌علاوه چندین محقق استدلال کرده‌اند که برخی ویژگی‌های شخصیتی ورزشکاران با افراد آنورکتیک[2] مشابه است؛ برای مثال، نیاز به پذیرش[3]، انکار ناراحتی[4]، کمال گرایی، التزام و تعهد در انجام کارهای سخت[5] ویژگی‌های مشترکی است که می‌تواند دلیل آسیب‌پذیر بودن ورزشکاران در برابر اختلال تغذیه باشد (۲۶). همچنین، تجربهٔ زندگی پر اضطراب[6] و استرس با بروز اختلال تغذیه مرتبط است؛ بنابراین ورزشکاران، به‌دلیل شیوهٔ زندگی خود، افراد در معرض خطر شناخته شده‌اند (۲۶).

در توجیه کمتر بودن نارضایتی از شکل بدن در زنان ورزشکار نخبه می‌توان گفت که فعالیت ورزشی منظم موجب افزایش قدرت بدن، بهبود وضعیت عضلانی، کاهش چربی و بهبود ظاهر بدن می‌شودکه در نتیجهٔ آن رضایت از بدن افزایش می‌یابد (۲۶). فعالیت ورزشی با افزایش اعتماد به نفس، نقش مثبتی در بهبود تصویر بدن ایفا می‌کند. محققان استدلال می‌کنند که بهبود وضعیت ظاهری و شکل بدن موجب بهبود ویژگی‌های روانی از قبیل خودپنداره، خود ارزشی و اعتماد به نفس می‌شود؛ بنابراین شاید بتوان تمرینات ورزشی را به‌عنوان راهکاری درمانی در افراد با نارضایتی از شکل بدن استفاده کرد (۲۶). هاوسنبلاس و داون[7] نیز تأثیر

---

1. To be best
2. Anorectic
3. Need for acceptance
4. Denial of discomfort
5. Commitment to working hard
6. Anxiety
7. Hausenblas and Downs

فعالیت بدنی را در بهبود خصوصیات روانی تأیید می‌کنند (۸). همچنین شکل بدن ورزشکاران، شباهت زیادی به ایده‌آل‌های جامعه دارد؛ برای مثال از نظر اجتماعی، زنان لاغر و متناسب و مردان عضلانی، ایده‌آل‌ترین شکل بدن شناخته شده‌اند (۲۸). احتمالاً دلیل بالا بودن رضایت از بدن در میان ورزشکاران این باشد که آن‌ها واقعاً از همتایان غیرورزشکار خود لاغرترند. وقتی ورزشکاران خود را با همتایان غیرورزشکار خود مقایسه می‌کنند خود را زیباتر، قوی‌تر و عضلانی‌تر می‌بینند؛ بنابراین احساس غرور بیشتری دارند که به دنبال آن نارضایتی از شکل بدن در آن‌ها افزایش می‌یابد (۲۸).

در این مطالعه بین فشار اجتماعی برای کاهش وزن و نارضایتی از شکل بدن، همبستگی مثبت و قابل توجهی دیده شد. نتایج آزمون همبستگی در غیرورزشکاران (p= ۰/۰۰۰۱ و r=۰/۸۸)، و ورزشکاران نخبه (p= ۰/۰۰۰۱ و r=۰/۷۶) به خوبی رابطهٔ بین فشار اجتماعی برای کاهش وزن و نارضایتی از شکل بدن را نشان می‌دهد؛ به این معنی که با افزایش فشار اجتماعی از طرف خانواده و دوستان، میزان نارضایتی از شکل بدن افزایش می‌یابد.

شایان ذکر است که بین فشار اجتماعی برای کاهش وزن و نمرهٔ اختلال تغذیه در دو گروه ورزشکاران نخبه (p= ۰/۰۰۰۱ و r=۰/۱۴) و غیرورزشکاران (p= ۰/۰۰۰۱ و r=۰/۲۰)، همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. این موضوع می‌تواند با BMI دو گروه ارتباط داشته باشد، به‌طوری که با توجه به نتایج آزمون همبستگی، بین BMI و فشار اجتماعی برای کاهش وزن، همبستگی مثبتی در هر دو گروه مشاهده شد. مقدار این همبستگی در ورزشکاران نخبه (p= ۰/۰۰۰۱ و r=۰/۶۶) و غیرورزشکاران (p= ۰/۰۰۰۱ و r=۰/۷۰) قابل توجه است و نشان می‌دهد با افزایش BMI، فشار اجتماعی برای تغییر وزن افزایش می‌یابد. با نگاهی به جدول طبقه‌بندی BMI مشاهده می‌شود که به‌ترتیب ۱۰/۴ درصد و ۱۵/۷ درصد از ورزشکاران نخبه و غیرورزشکاران اضافه وزن دارند که می‌تواند دلیلی برای تفاوت‌های مشاهده شده در این بخش باشد. با وجود این، در مورد طبقه‌بندی BMI در ورزشکاران، به‌خصوص ورزشکاران نخبه باید بسیار با احتیاط بحث کرد؛ زیرا باید توجه داشت که BMI شاخص مناسبی برای طبقه‌بندی وزن در ورزشکاران نیست. هاوسنبلاس و داون (۸) به نقل از ACSM[1] بیان می‌کند که BMI در مورد ورزشکاران، خطای زیادی دارد؛ چون ورزشکاران معمولاً دارای تیپ بدنی مزومرفاند. افراد با این شکل بدنی ممکن است BMI بالایی داشته باشند، در حالی که درصد چربی کمی دارند؛ برای مثال، در مطالعهٔ حاضر ۱۰/۴ درصد از ورزشکاران نخبه در گروه دارای اضافه وزن و ۱/۴ درصد در گروه چاق طبقه‌بندی شدند، در حالی که به نظر نمی‌رسد ورزشکاران در این

1. American College of Sports Medicine

سطوح فعالیت چاق باشند. احتمالاً، طبقه‌بندی BMI در ورزشکاران برای مقایسه با غیرورزشکاران معیار مناسبی نیست. اولم ستد و مک فارلین[1] نیز بیان می‌کنند که BMI با چربی بدن همبستگی دارد، اما مقیاس ارزیابی بی‌نقص و کاملی نیست (۲۹)؛ برای مثال، ورزشکاری با BMI ۳۱ می‌تواند بسیار عضلانی و لاغر باشد، در حالی که در طبقه‌بندی وزن چاق به نظر برسد. این موضوع گمراه کننده است که ورزشکاران در سطوح بالا چاق باشند (۲۹).

در نگاهی کلی به نتایج، به خوبی دیده می‌شود با وجود اینکه ورزشکاران نخبه بیشتر از دو گروه دیگر مستعد اختلال تغذیه‌اند، تنها بین اختلال تغذیه و فشار اجتماعی (p= ۰/۰۴ و r=۰/۱۴) همبستگی مثبت ضعیف، اما معنی‌دار به‌دست آمد، در حالی که در پیشینهٔ تحقیق به روشنی رابطه عوامل مؤثر همچون BMI واقعی، نارضایتی از شکل بدن، فشار اجتماعی برای کاهش وزن، انحراف در تصویر بدن مشخص شده است. با این حال، این سؤال مطرح می‌شود که چگونه ورزشکاران با وجود اینکه در این تحقیق مستعدترین افراد در اختلال تغذیه محسوب می‌شوند، در این گروه بین عوامل مؤثر و اختلال تغذیه همبستگی مشاهده نشد یا این همبستگی ضعیف گزارش شد. در توجیه این مسئله شاید بتوان گفت از آنجا که اختلال تغذیه پدیده‌ای چند بعدی[2] است، در بررسی اختلال تغذیه در ورزشکاران نخبه باید به عوامل مؤثر روان‌شناختی اهمیت خاصی داده شود؛ زیرا عواملی همچون فشارهای مربی برای کاهش وزن، کمال گرایی، رقابت طلبی، درونی سازی لاغری، اعتماد به نفس، اضطراب حاصل از فشار محیط‌های ورزشی می‌تواند نقش مؤثری داشته باشند (۲، ۸، ۱۰، ۱۳). به‌علاوه، در ورزشکاران باید به عوامل بیولوژیکی و هورمونی نیز توجه شود. در واقع اختلال تغذیه به دو پدیدهٔ بی‌اشتهایی و پرخوری عصبی اشاره دارد (۱۴). اشتها پدیده‌ای است که توسط عوامل هورمونی و عصبی کنترل می‌شود (لپتین، گرلین) و شواهدی مبنی بر تأثیر فعالیت بدنی بر اشتها وجود دارد (۳۰). همچنین رقابت در سطوح بالا، فشار و استرس زیادی به همراه دارد. فشارهای محیطی، موجب اختلال در تعادل هورمونی می‌شود و اشتها نیز به‌عنوان یکی از عوامل بیولوژیکی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۲۶)؛ بنابراین عوامل اثرگذار در اشتها در ورزشکاران، به‌خصوص در سطوح بالای رقابت پیچیده تر است و شاید بررسی اختلال تغذیه از جنبه‌های هورمونی و عصبی جالب باشد. از طرفی، اختلال تغذیه در ورزشکاران نخبه شاید بازتاب منطقی فشار برای رسیدن به وزن مطلوب، با هدف افزایش عملکرد باشد، بدون اینکه عوامل رفتاری

1. Olmsted and McFarlane
2. Multi dimensional

خاصی در آن نقش داشته باشد. به طوری که محققان گزارش کرده‌اند، تمایل و تلاش برای کاهش وزن در ورزشکاران زن، بیشتر از توجه به زیبایی به عملکرد ورزشی مربوط می‌شود (۲۴). در واقع، برای اغلب ورزشکاران اختلال تغذیه ممکن است ارمغان فعالیت بدنی باشد نه عوامل روان‌شناختی همچون نارضایتی از شکل بدن یا فشار اجتماعی برای تغییر وزن (۲)؛ بنابراین این احتمال وجود دارد که عوامل مؤثر ذکر شده، که در این مطالعه بررسی نشده‌اند، در مقایسه با نارضایتی از شکل بدن و فشار اجتماعی برای تغییر وزن اثر بارزتری بر اختلال تغذیه‌ای ورزشکاران داشته باشند. تفاوت بین علت رفتارهای غذایی ناسالم در ورزشکاران و غیرورزشکاران، توسط مارتینسن و همکاران نیز تأیید شده است (۲۳) و نشان می‌دهد علت رژیم غذایی در ورزشکاران افزایش عملکرد است، در حالی که در غیرورزشکاران، بهبود ظاهر از عوامل مؤثر محسوب می‌شود.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر بین شیوع اختلال تغذیه، نارضایتی از شکل بدن و فشار اجتماعی برای تغییر وزن در میان زنان ورزشکار نخبه و غیرورزشکار تفاوت معنی‌داری وجود دارد. این در حالی است که آمار اختلال تغذیه در ورزشکاران نخبه بیشتر، اما نارضایتی از شکل بدن و فشار اجتماعی برای تغییر وزن در غیرورزشکاران بیشتر است. به نظر می‌رسد عوامل مؤثر در نارضایتی از شکل بدن در هر دو گروه، شاخص تودهٔ بدن و فشار اجتماعی برای تغییر وزن باشد. همچنین مهم‌ترین عوامل مؤثر در بروز اختلال تغذیه در زنان غیرورزشکار، شاخص تودهٔ بدن، فشار اجتماعی برای تغییر وزن و نارضایتی از شکل بدن است. با وجود این، چنین رابطه‌ای در ورزشکاران نخبه مشاهده نشد. به نظر می‌رسد در بررسی علل اختلال تغذیه در ورزشکاران نخبه باید به عوامل فیزیولوژیکی و روان‌شناختی بیشتر توجه کرد.

منابع:

1. Stice E, (2002), Risk and maintenance factors for eating pathology, A meta-analytic review, Psychological Bulletin, 128, 825-848.
2. Byrne S, and McLean N, (2002), Elite athletes, effects of the pressure to be thin, Journal of Science and Medicine in Sport, 5, 80-94.
3. Bell C, and Cooper MJ, (2005), Socio-cultural and cognitive predictors of eating disorder symptoms in young girls, Eating and Weight Disorders, 10, 97-100
4. Alipoor S, Moazami A, Zarra Nezhad M, and Zaheri L, (2009), Analysis of the Relationship Between eating attitude and body shape in female students, Journal of Social Sciences 9, 60-66.
5. Reinking N, Alexander L, (2005), Prevalence of Disordered-Eating Behaviors in

Undergraduate Female Collegiate Athletes and Non-athletes, Journal of Athletic Training, 40, 47–5.

6. Brunt A, Rhee Y, and Zhong L, (2008), Differences in Dietary Patterns Among College Students According to Body Mass Index, Journal of American College Health, 56, 629-634.
7. Soh N, Touyz SW, Surgenor LJ, (2006), Eating and Body Image Disturbances Across Cultures, A Review, European Eating Disorders Review, 14, 54–65.
8. Hausenblas, A, and Downs S, (2001), Comparison of Body Image between Athletes and Non athletes, A Meta-Analytic Review, Journal of Applied Sport Psychology, 13, 323-339.
9. Chang EC, Ivezaj V, Downey CA, Kashima Y, and Morady AR, (2007), Complexities of measuring perfectionism, Three popular perfectionism measures and their relations with eating disturbances and health behaviors in a female college student sample, Eating Behaviors, 9, 102-110.
10. Thompson RA, and Sherman RT, (1999), Athletes, athletic performance, and eating disorders, Healthier alternatives, Journal of Social Issues, 55, 317-337.
11. Ashley CD, Smith JF, Robinson JB, and Richardson MT, (1996), Disordered eating in female collegiate athletes and collegiate females in an advanced program of study, a preliminary investigation, Int J Sport Nutr, 6, 391–401.
12. Oliveira F, Bosi FS, Vigário P, and Vieira R, (2003), Eating behavior and body image in athletes, Rev Bras Med Esporte, 6,357-364.
13. Byrne S, and McLean N, (2001), Eating disorders in athletes, A review of the literature, Journal of Science and Medicine in Sport, 4, 145-159.
14. American Dietetic Association, (2001), Position of the American Dietetic Association, Nutrition intervention in the treatment of anorexia nervosa, bulimia nervosa, and eating disorders not otherwise specified (ENDOS), Journal of the American Dietetic Association, 101, 810-819.
15. Anderson DA, Lundgren JD, Shaprio JR, Paulosky CA, (2004), Assessment of eating disorders, Review and recommendations for clinical use, Behavior Modification, 28, 763-782.
16. Nobakht M, and Dezhkam M, (2000), An epidemiological study of eating disorders in Iran, International Journal of Eating Disorders, 28, 265-271.
17. Lane H, Lane AJ and Matheson H, (2004), Validity of the eating attitude test among exercisers, Journal of Sports Science and Medicine, 3, 244-253.
18. Swami V, Salem N, Furnham A, and Tovée MJ, (2008), Initial examination of the validity and reliability of the female photographic figure rating scale for body mage assessment, Personality and Individual Differences, 44, 1752-1761.

19. Marchessault G, (2004), Body Shape Perceptions of Aboriginal and Non-Aboriginal Girls and Women in Southern Manitoba, Canada, Canadian Journal of Diabetes, 28, 369-379.

20. Gardner RY, Brown D, (2010), Body image assessment, A review of figural drawing scales, Personality and Individual Differences, 48, 107-111.

21. Smolak L, and Murnen SK, (2008), Drive for leanness, Assessment and relationship to gender, gender role and objectification, Body Image, 5, 251-260.

22. Costarelli V, Stamou D, (2009), Emotional Intelligence, Body Image and Disordered Eating Attitudes in Combat Sport Athletes , J Exerc Sci Fit, 7, 104–111.

23. Martinsen M, Bratland-Sanda S, Eriksson AK, Sundgot-Borgen J, (2010), Dieting to win or to be thin? A study of dieting and disordered eating among adolescent elite athletes and non-athlete controls, Br J Sports Med, 44, 70–76.

24. Johnson C, Powers PS, and Dick R, (1999), Athletes and eating disorders, The National Collegiate Athletic Association study, International Journal of Eating Disorders, 26, 179-188.

25. Milligan B, and Pritchard M, (2006), The relationship between gender, type of sport, body dissatisfaction, self-esteem and disordered eating behaviors in division I athletes, Athletic Insight, The Online Journal of Sports Psychology, 8, 32-46.

26. Polivy J, and Herman CP, (2002), Causes of eating disorders. Annual Review of Psychology, 53, 187–213.

27. Depcik E, Williams L, (2004), Weight training and body satisfaction of body-image-disturbed college women. *Journal of Applied Sport Psychology*, 16, 287–299.

28. Smith A, and Petrie T, (2008). Reducing the Risk of Disordered Eating Among Female Athletes, A Test of Alternative Interventions, Journal of Applied Sport Psycology, 20, 392–407.

29. Olmsted MP, McFarlane T, (2004), Body weight and body image, BMC Womens Health, 4, 5-13.

30. Broom DR, Batterham RL, King JA, and Stensel DJ, (2009), Influence of resistance and aerobic exercise on hunger, circulating level of acylated ghrelin and peptide YY in healthy males, Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 296, 29-35.