تاثیر یک برنامه ویژه ورزشی بر آمادگی قلبی ـ تنفسی، ترکیب بدنی، BMR و ارتباط بین این متغیرها در ورزشکاران حرفه ای

دکتر داریوش شیخ‌الاسلامی وطنی[1]*، سعیدرضا نوری‌مفرد[2]، دکتر مرتضی بهرامی‌نژاد[3]

۱- استادیار دانشگاه کردستان

۲- مربی دانشگاه کردستان

۳- آکادمی ملی المپیک

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۳/۲۸ **تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۶/۳**

چکیده

هدف تحقیق: بر خلاف افراد غیرفعال و اغلب ورزشکاران آماتور که معمولاً به برنامه‌های تمرینی خاص پاسخ مثبت نشان می‌دهند، این وضعیت در مورد ورزشکاران حرفه‌ای هنوز نامعلوم است و نتایج تحقیقات معدودی که در این زمینه وجود دارد نیز ضد و نقیض است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر ۸ هفته برنامه ورزشی منتخب بر پارامترهای قلبی ـ تنفسی، ترکیب بدنی و میزان متابولیسم پایه (BMR) در ورزشکاران حرفه‌ای بود. **روش تحقیق:** برای این منظور ۷ ورزشکار تیم ملی مشت‌زنی با میانگین قد ۲۲/۳ ± ۱۷۶/۲ سانتیمتر و وزن ۱۸/۵۱ ± ۷۴/۹۱ کیلوگرم انتخاب شدند. قبل و پس از اتمام دوره به لحاظ متغیرهای قلبی – تنفسی (اکسیژن مصرفی در آستانه لاکتات، حداکثر اکسیژن مصرفی، میزان تهویه در سه شرایط استراحت، آستانه لاکتات و Vo2max، تعداد ضربان قلب آستانه لاکتات، و تعداد ضربان قلب در شرایط Vo2max)، BMR و ترکیب بدنی (وزن، توده چربی، درصد چربی، BMI، LBM، توده عضلانی و میزان کل مایعات بدن) به کمک دستگاه گازآنالایزر و دستگاه اندازه‌گیری ترکیب بدنی مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین، همبستگی بین متغیرهای ترکیب بدنی، قلبی ـ تنفسی و BMR مدنظر قرار گرفت. **نتایج:** نتایج آزمون t جفتی نشان داد این برنامه خاص (با شدت و الگوی ارائه شده) تاثیری بر متغیرهای ترکیب بدنی در آزمودنی‌های مورد نظر ندارد، هرچند متغیرهای قلبی ـ تنفسی پیشرفت نسبی داشتند (اگرچه در بیشتر موارد غیرمعنی‌دار بود). همچنین، یافته‌های حاصل از آزمون همبستگی پیرسون بیان‌گر ارتباط برخی از متغیرهای قلبی – تنفسی (تهویه دقیقه‌ای) با اکثر پارامترهای ترکیب بدنی، و همچنین رابطه BMR با بیشتر شاخص‌های ترکیب بدنی بود. **بحث و نتیجه‌گیری:** در کل یافته‌های ما بیان‌گر آن است که احتمالاً چنین برنامه‌ای می‌تواند بر فاکتورهای قلبی ـ تنفسی موردنظر (حتی در ورزشکاران حرفه‌ای) تا حدودی اثرگذار باشد، خصوصاً چنان‌چه طول دوره تمرینی طولانی‌تر باشد. اما ظاهراً ویژگی‌های ترکیب بدنی ورزشکارانی در این سطح تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: برنامه ورزشی ویژه، تهویه دقیقه‌ای، ضربان قلب، میزان اکسیژن مصرفی، ترکیب بدنی، بوکسور

The effect of special exercise training on cardio-respiratory fitness, body composition, BMR, and correlation among them in elite athletes

Abstract

Purpose: The purpose of this research was to assess the effects of 8-week special exercise training on cardio-respiratory parameters, body composition and basal metabolic rate (BMR) in elite athletes. **Methods:** For this reason, 7 male boxer of national team (height, 176.2±22.3; weight, 74.91±18.51) were selected. They were evaluated by gas analyzer and body composition analyzer before and after the training program about cardiorespiratory variables (including: lactate threshold oxygen consumption (Vo2@LT), maximal oxygen consumption (Vo_2max), rest ventilation (VER), lactate threshold ventilation (VELT), ventilation in Vo_2max conditions [$VEVo_2max$], lactate threshold heart rate (HRLT), and lactate threshold in maximal heart rate (HRLT), BMR, and body composition variables (such as: weight, fat mass (FM), body fat percent (BF%), Body Mass Index (BMI), Lean Body Mass (LBM), Muscle Mass (MM), and Total Body Fluid (TBF). Furthermore, correlation among cardiorespiratory, body composition, and BMR properties was studied. **Results:** Results of paired t-test showed that this special exercise training does not have any effect on body composition, although, cardiorespiratory variables had improved (however, in more cases was not significant). In this manner, results from Pearson correlation indicated that some cardiorespiratory variables (such as VE) had been associated with most of body composition parameters. In addition, this correlation exists between BMR and most of the body composition parameters. **Conclusions:** In conclusion, our study may demonstrate that such program can be effective on mentioned cardiorespiratory indices especially if training program is extended. However, body composition seemingly is not affected in elite athletes.

Key words: Exercise program, ventilation, heart rate, Vo_2, body composition, boxers

* **آدرس نویسنده مسئول:** دکتر داریوش شیخ‌الاسلامی وطنی

سنندج – دانشگاه کردستان – گروه تربیت بدنی

E-mail: dvatani2000@yahoo.com

مقدمه

در سال‌های اخیر و با توجه به پیشرفت‌های شگرف در زمینه فیزیولوژی فعالیت‌های ورزشی، پروتکل‌های تمرینی بسیار تخصصی طراحی شده‌اند که هریک از آن‌ها برای جامعه هدف خود در نظر گرفته شده‌اند (۱-۷). اسمیت و همکارانش (۲۰۰۶) تاثیر شش ماه تمرین مقاومتی ویژه را بر میزان اکسیژن مصرفی فرد در طول ۲۴ ساعت، و ترکیب بدنی آزمودنی‌های غیرفعال دانشگاهی بررسی و اظهار کردند این برنامه باعث افزایش معنی‌دار توده بدون چربی آزمودنی‌ها شده است اما بین این افزایش و میزان اکسیژن مصرفی فرد در طول ۲۴ ساعت رابطه‌ای دیده نشد (۸). در یک کار تحقیقاتی جالب، وضعیت کارگران دفتری غیرفعال بررسی شد (۹). این اولین مطالعه‌ای بود که اثرات یک برنامه ویژه با مدل چینی را بر فاکتورهای مورد نظر می‌سنجید (این برنامه سه بار در هفته و هر بار به مدت ۴۵ دقیقه اجرا می‌شد). ضربان قلب، فشار خون، و مت[1] در شرایط استراحت و همچنین تحت شرایط ضربان قلب حداکثر، اندازه‌گیری شد. این برنامه خاص باعث بهبود آمادگی قلبی ـ عروقی گردید اگرچه تغییری در چربی بدن و نسبت دور کمر به دور باسن آزمودنی‌ها ایجاد نکرد (۹). در پژوهش دیگری تاثیر هشت هفته برنامه ویژه با شدت زیاد و حجم کم بر قدرت کل بدن، وزن و درصد چربی آزمودنی‌های سالم مطالعه شد (۱۰). در هر جلسه تمرینی ابتدا بالاتنه به مدت چهار دقیقه تحت تمرینات شدید مقاومتی قرار می‌گرفت و با کمی استراحت، پائین تنه نیز به همین ترتیب تمرین داده می‌شد. نتایج حاکی از تاثیر مثبت این برنامه بر قدرت کل بدن و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها بود. کلارک و همکارانش (۲۰۰۵) نیز تاثیر یک برنامه ویژه مدرسه‌ای را بر شاخص‌های ترکیب بدنی و سطح آمادگی کودکان چاق بررسی کردند. پس از نه ماه انجام تمرینات، گروهی که برنامه تمرینی ویژه را انجام داده بود (در مقایسه با برنامه استاندارد)، کاهش بیشتری در چربی بدن و افزایش قابل توجه‌ای در آمادگی قلبی ـ عروقی داشتند. نتایج این پژوهش بیان‌گر آن است که حتی تغییر کوچکی در مقدار فعالیت بدنی می‌تواند بر ترکیب بدنی و Vo2max دانش‌آموزان تاثیر داشته باشد (۷). سیلانپا و همکارانش نیز در مطالعه‌ای ۴۳ مرد ۴۰ تا ۶۵ ساله را در چهار گروه قرار دادند (گروه تمرین استقامتی، گروه تمرین قدرتی، ترکیبی از تمرینات استقامتی و قدرتی، و گروه کنترل یا بدون تمرین). یافته‌های این محققان نشان داد گروه تمرین ترکیبی در مقایسه با سایر گروه‌ها، نتایج بهتری را به لحاظ قدرت عضلانی و ترکیب بدنی کسب کردند (۱). اما تعدادی از این پژوهش‌ها در ارتباط با تاثیر پروتکل‌های تمرینی بر وضعیت آمادگی جسمانی ورزشکاران در سطوح مختلف انجام گرفته است (۱۱-۱۴). برخی از تحقیقات قبلی، با تغییر مدت فعالیت (۷)، شدت آن (۱۴، ۱۵)، زمان‌های استراحت بین وهله‌های تمرینی (۱۶)، طول کل دوره (۱۷، ۱۸)، مدت زمان هر جلسه (۱۹) و ... سعی در بررسی و معرفی یک الگوی بهتر فعالیت ورزشی داشته‌اند. پارک و همکاران (۲۰۰۳) تاثیر ۳۶ جلسه فعالیت هوازی (دویدن روی تریدمیل به مدت ۴۰ دقیقه با شدت ۵۰-۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره) را در دوندگان نخبه ماراتون مطالعه کردند. وزن و درصد چربی آزمودنی‌ها پس از دوره کاهش یافت. همچنین به دلیل افزایش Vo2max، عملکرد قلبی ــ تنفسی نیز بهبود یافت، اگرچه تفاوتی در شاخص‌های عملکردی بطن چپ (حجم پایان دیاستولی، حجم پایان سیستولی، حجم ضربه‌ای و ...) دیده نشد (۱۳). گاندرسن و دیگران (۲۰۰۱) نشان دادند حتی در دوندگان حرفه‌ای نیز چهار هفته ماندگاری در ارتفاع متوسط همراه با فعالیت‌های سنگین باعث بهبود عملکرد استقامتی در سطح دریا می‌شود (۲۰). در حالی که گزارش شده است عدم شرکت در یک دوره کامل از لیگ هاکی تاثیری بر حداکثر اکسیژن مصرفی، آستانه بی هوازی یا ترکیب بدنی بازیکنان حرفه‌ای نداشته است (۲۱). همچنین، در یک مطالعه طولی که ۴۰ دونده استقامتی زن نخبه را طی دو سال شرکت در رقابت‌های ملی و بین المللی مدنظر داده بود، اظهار گردید ورزشکاران در بسیاری از متغیرهای مربوط به آمادگی جسمانی و سلامتی و در طول زمان (طی دو سال) بدون تغییر بوده‌اند (۱۷).

1. MET

هدف از تحقیق حاضر ارائه یک مدل تمرینی جدید به صورت ترکیبی از برنامه‌های سرعتی، استقامتی، چابکی و مقاومتی بود تا اثربخشی آن در ورزشکاران کاملاً حرفه‌ای و آن هم در رشته‌ای که تا به حال بررسی نشده بود را بسنجیم. برای این منظور پارامترهای قلبی ـ تنفسی مانند حداکثر اکسیژن مصرفی، ضربان قلب (در شرایط استانه لاکتات و حداکثر اکسیژن مصرفی)، میزان تهویه دقیقه‌ای (در حالت استراحت، آستانه لاکتات و Vo2max)، و همچنین متغیرهای ترکیب بدنی مانند توده خالص بدنی (LBM)[1]، توده چربی (FM)[2]، درصد چربی (BF%)[3]، توده عضلانی (MM)[4]، شاخص توده بدنی (BMI)[5]، میزان کل مایعات بدن، و همچنین متابولیسم حالت پایه (BMR)[6] در پیش‌آزمون و پس‌آزمون با هم مقایسه می‌شوند تا تغییرات ناشی از برنامه ویژه تمرینی بررسی شود. بیشتر پژوهش‌هایی که در مورد ورزشکاران حرفه‌ای صورت گرفته، به چند رشته خاص ورزشی (و غالباً استقامتی) مانند دوندگان (۱۹،۱۷) و دوچرخه‌سواران (۲۲) محدود می‌شود و اطلاعات در مورد تاثیر روش‌های جدید تمرینی بر سایر رشته‌ها تا حد زیادی نامشخص است. انتخاب رشته بوکس به دلیل آن بود که در آن از تمامی دستگاه‌های تامین انرژی استفاده می‌شود و در برنامه حاضر نیز سعی شده است اصل ویژگی (تقویت تمامی دستگاه‌های انرژی مورد نیاز) رعایت گردد. همچنین، بر خلاف افراد غیرفعال (۲۳) و اغلب ورزشکاران آماتور (۱۲)که معمولاً به برنامه‌های تمرینی خاص پاسخ مثبت نشان می‌دهند، این وضعیت در مورد ورزشکاران حرفه‌ای هنوز نامعلوم است و نتایج تحقیقات معدودی که در این زمینه وجود دارد نیز ضد و نقیض است. برای مثال، برخی به تاثیر مثبت برنامه‌های جدید در مورد ورزشکاران حرفه‌ای اشاره کرده‌اند (۲۰)، و برخی عکس آن را گزارش داده‌اند (۲۴). از طرف دیگر، ارتباط بین شاخص‌های قلبی ـ تنفسی با شاخص‌های ترکیب بدنی و BMR نیز هدف دیگر این مطالعه است، که در مطالعات قبلی (۸) بسیار کم‌رنگ می‌باشد.

روش تحقیق

طرح تحقیق شامل یک گروه با دوبار اندازه‌گیری (پیش‌آزمون – پس‌آزمون) می‌باشد که در آن تاثیر یک برنامه تمرینی ویژه (به مدت ۸ هفته) بر شاخص‌های قلبی ـ تنفسی و ترکیب بدنی، و همچنین ارتباط‌سنجی این متغیرها در ورزشکاران نخبه بوکس بررسی می‌شود.

جامعه و نمونه آماری

تمامی اعضای دعوت شده به اردوی تیم ملی مشت‌زنی جهت مسابقات آسیایی ۲۰۰۸، جامعه آماری این تحقیق را شامل می‌شدند که از این بین ده نفر به شکل تصادفی (در وزن‌های گوناگون) مدنظر قرار گرفتند. نهایتاً به دلیل خط خوردن تعدادی از آزمودنی‌ها از اردو، هفت نفر باقی مانده به عنوان نمونه، مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین قد و وزن آزمودنی‌ها به ترتیب ۲۲/۳ ± ۱۷۶/۲ سانتی‌متر و ۱۸/۵۱ ± ۷۴/۹۱ کیلوگرم بود.

روش اجرای کار

با هماهنگی‌های انجام شده بین فدراسیون بوکس و آکادمی ملی المپیک، ورزشکاران این رشته به مرکز سنجش قابلیت‌های جسمانی آکادمی معرفی شدند. در یک جلسه توجیهی، اهداف و برنامه‌ها برای ورزشکاران و مربیان تشریح گردید. لازم به ذکر است آزمودنی‌ها در مرحله آماده‌سازی عمومی ـ اختصاصی برنامه سالیانه خود بودند. سپس، ارزیابی مقدماتی از ورزشکاران شامل متغیرهای این تحقیق (بین ساعت ۱۲-۱۰) به عمل آمد (پیش‌آزمون). برای این منظور از آزمودنی‌ها خواسته شد ۲۴ ساعت قبل از ارزیابی اولیه، فعالیت ورزشی سنگین نداشته باشند. پس از آن برنامه ارائه شده در جدول ۱ در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و آنان به دقت و بدون غیبت در جلسات تمرینی، آن را اجرا کردند. در اجرای این برنامه به تفاوت‌های فردی ورزشکاران (به خصوص با توجه به تفاوت‌های وزنی آن‌ها) توجه خاصی شد و برنامه موجود به صورت کلی ارائه شده است در صورتی که برای هر ورزشکار با توجه به اطلاعات بدست آمده در پیش‌آزمون، برنامه منحصر به فردی (مطابق الگوی جدول) در نظر گرفته شد. میزان فعالیت ورزشی آزمودنی‌ها در طول روز مطابق برنامه ارائه شده (جدول ۱) بوده، و به آن‌ها توصیه شده بود که از انجام

1. Lean Body Mass
2. Fat Mass
3. Body Fat Percent
4. Muscle Mass
5. Body Mass Index
6. Basal Metabolism Rate

جدول ۱. پروتکل تمرینی آزمودنی‌ها

	تمرینات صبح	تمرینات عصر
شنبه	تمرین سرعتی + ۳۰ دقیقه هوازی	تمرینات اختصاصی – ۱۲ دقیقه طناب زدن کند و سریع
یکشنبه	تمرین با وزنه (حداکثر قدرت) + ۱۵ دقیقه تمرین با کِش	تمرینات اختصاصی – ۱۲ دقیقه طناب زدن کند و سریع
دوشنبه	تمرین سرعتی + تمرین پلیومتریک + ۳۰ دقیقه هوازی	تمرینات اختصاصی – ۱۲ دقیقه طناب زدن کند و سریع
سه شنبه	تمرین با وزنه (سرعتی، با ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه) + ۱۲ دقیقه طناب	۵۰٪) + سونا و استخر۳۰Vo2max دقیقه هوازی مداوم (با شدت
چهارشنبه	تمرین سرعتی + تمرین پلیومتریک + ۳۰ دقیقه هوازی	تمرینات اختصاصی – ۱۲ دقیقه طناب زدن تند و سریع
پنجشنبه	تمرین با وزنه (حداکثر قدرت) + ۱۵ دقیقه تمرین با کِش	-

هرگونه فعالیت بدنی سنگین (خارج از برنامه) پرهیز کنند. همچنین، ساعات استراحت افراد توسط سرپرست تیم کنترل می‌شد. برنامه غذایی ورزشکاران نیز طبق دستور پزشک تغذیه تیم ملی کنترل می‌گردید و محقق کنترل بیشتری روی برنامه غذایی نداشته است. علاوه بر این، اطلاعات مربوط به افراد (مانند سابقه ورزشی و پزشکی، نوع داروهای مصرفی و..) توسط پرسش‌نامه‌ای در قبل از مرحله اجرایی کار کنترل شد و ورزشکاران در طول برنامه و یک ماه قبل از آن هیچ دارو یا مکمل غذایی دریافت نکرده بودند. پس از ۸ هفته اجرای این پروتکل تمرینی (هفته‌ای ۶ جلسه به صورت صبح و بعد از ظهر (جدول ۱)، مجدداً و به همان شیوه از تمامی افراد ارزیابی انجام شد (پس‌آزمون). تمرینات سرعتی شامل دوهای کوتاه‌مدت با حداکثرسرعت بود. برای مثال، ۳ دوره که هر یک دربرگیرنده سه وهله‌ی چهار ثانیه‌ای می‌شد (۴″*۳ – ۳). برنامه هوازی شامل دویدن روی تردمیل با شدت Vo2max ۸۵-۷۰٪ آزمودنی‌ها، و به مدت ۳۰ دقیقه اجرا گردید. برای این منظور پس از تعیین Vo2max آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون، در هفته‌های نخست هر فرد با Vo2max ۷۰ ٪ خود تمرین می‌کرد و به تدریج شدت کار به Vo2max ۸۵ ٪ می‌رسید. برنامه وزنه تمرینی آزمودنی‌ها ۳ روز در هفته و به صورت متناوب با هدف بهبود قدرت حداکثر و سرعت حداکثر اجرا شد. در این برنامه تقویت عضلات اصلی با تمریناتی از قبیل اسکات عرض شانه، اسکات پا قیچی، لیفت دو ضرب، پرس پا خوابیده، پشت پا با ماشین، پرس سینه، سیم‌کشی بوکس، مشت با دمبل، جلو بازو- پشت بازو، دراز و نشست و ساق پا، مدنظر قرار گرفت. به منظور کنترل دقیق شدت تمرین و بهره‌برداری حداکثری در بسیاری از تمرینات با وزنه از دستگاه‌های ایزوکنیتیک (در محل آکادمی ملی المپیک) استفاده شد.

نحوه سنجش متغیرها

الف) فاکتورهای قلبی تنفسی: برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی (Vo2max)، ضربان قلب، و میزان تهویه از دستگاه گازآنالایزر (K4، ساخت شرکت کازمد ایتالیا) هنگام تست فزاینده بروس روی تردمیل استفاده شد. تست زمانی خاتمه می‌یافت که علاوه بر واماندگی، بهره تنفسی (R) نیز از ۱/۱ بیشتر می‌شد. برای این منظور در هر مرحله از تست همزمان با اندازه‌گیری اطلاعات گازهای تنفسی، به کمک ضربان‌سنج پلار، تغییرات ضربان قلب نیز اندازه‌گیری می‌شد. مثلاً مشخص می‌شد زمانی که آزمودنی به آستانه تهویه‌ای خود رسیده، تعداد ضربان قلب چقدر بوده است.

ب) متغیرهای ترکیب بدنی: وزن، شاخص توده بدن (BMI)، توده چربی (Fat Mass)، درصد چربی (% BF)، توده عضلانی (MM)، میزان کل مایعات بدن، توده خالص بدنی (LBM) و میزان متابولیسم پایه (BMR) به روش بیوالکتریال ایمپدنس توسط دستگاه اندازه‌گیری ترکیب بدنی (inbody 3 ، ساخت کره جنوبی) انجام گرفت.

روش‌های آماری

از آزمون آماری t جفتی برای مقایسه تغییرات میانگین (در مورد تمامی متغیرهای تحقیق) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

(سطح معنی‌داری ۰/۰۵ = α) استفاده شد. ضمناً ابتدا از نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون اسمیرنف – کلموگروف اطمینان حاصل شده بود. همچنین، در هر دو مرحله پیش و پس‌آزمون، برای بررسی رابطه متغیرهای قلبی ـ تنفسی با متغیرهای ترکیب بدنی از روش همبستگی پیرسون استفاده گردید.

نتایج

نتایج نشان داد میزان اکسیژن مصرفی در شرایط آستانه لاکتات از ۴۲/۹ به ۴۷/۲ میلی لیتر در دقیقه به ازای هر کیلوگرم وزن بدن افزایش یافت. همچنین، حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها از ۵۴/۲ به ۶۰/۵ میلی لیتر در دقیقه به ازای هر کیلوگرم وزن بدن رسید (جدول ۲). همچنین، زمانی که اکسیژن مصرفی به صورت میلی لیتر در دقیقه

جدول ۲. اطلاعات توصیفی و داده‌های آماری مربوط به متغیرهای تحقیق

متغیر	مرحله	M ± SD	t همبسته	P
Vo2max (میلی لیتر در دقیقه به ازای هر کیلوگرم)	پیش آزمون	۵۴/۲۵ ± ۶/۰۹	-۲/۲۵	۰/۰۶۵
	پس‌آزمون	۶۰/۵۵± ۱۰/۹۸		
Vo2max (میلی لیتر در دقیقه)	پیش آزمون	۳۹۵۲/۴۲± ۷۴۷/۲۶	-۲/۴۷	*۰/۰۴۸
	پس‌آزمون	۴۳۹۹/۱۴± ۳۲۴/۸۸		
Vo2@LT (میلی لیتر در دقیقه به ازای هر کیلوگرم)	پیش آزمون	۴۲/۹۹ ± ۵/۸۳	-۱/۸۹	۰/۱۰۸
	پس‌آزمون	۴۷/۲۱ ± ۸/۷		
Vo2@LT (میلی لیتر در دقیقه)	پیش آزمون	۳۱۴۵/۸۵ ± ۷۸۷/۳۵	-۱/۹۹	۰/۰۹۳
	پس‌آزمون	۳۴۰۳/۵۷ ± ۶۷۹/۰۱		
ضربان آستانه لاکتات(ضربه)	پیش آزمون	۱۴۹/۴۲ ± ۱۲/۱	۰/۷۵۴	۰/۴۷۹
	پس‌آزمون	۱۴۷ ± ۹/۵۳		
ضربان در حداکثر اکسیژن مصرفی(ضربه)	پیش آزمون	۱۹۶/۸۵ ± ۱۰/۲۸	۰/۵۰۸	۰/۶۳
	پس‌آزمون	۱۹۵/۷۱ ± ۷/۸۶		
تهویه استراحتی (لیتر دردقیقه)	پیش آزمون	۱۹/۳۸ ± ۱۰/۹۹	-۱/۰۰۱	۰/۳۵۵
	پس‌آزمون	۲۴/۹۷ ± ۱۴/۱۹		
تهویه در آستانه لاکتات (لیتر دردقیقه)	پیش آزمون	۹۵/۳ ± ۲۵/۰۲	-۰/۵۹۶	۰/۵۷۳
	پس‌آزمون	۹۹/۹۸ ± ۲۰/۸۴		
تهویه در حداکثر اکسیژن مصرفی (لیتر دردقیقه)	پیش آزمون	۱۴۷/۹۴ ± ۲۷/۲۱	-۰/۸۳۴	۰/۴۳۶
	پس‌آزمون	۱۵۶/۳۴ ± ۲۶/۴		
وزن(کیلوگرم)	پیش آزمون	۷۴/۹۱ ± ۱۸/۵۱	-۲/۱۷	۰/۰۷۳
	پس‌آزمون	۷۶/۲ ± ۱۸/۸۵		
توده بدون چربی (LBM)	پیش آزمون	۶۷/۱۴ ± ۱۶/۶	-۰/۳۹۴	۰/۷۰۷
	پس‌آزمون	۶۷/۳۲ ± ۱۶/۶۲		
توده چربی (کیلوگرم)	پیش آزمون	۸/۴۴ ± ۳/۲۱	-۰/۹۷۱	۰/۳۶۹
	پس‌آزمون	۸/۸۷ ± ۳/۲۴		
درصد چربی (٪)	پیش آزمون	۱۱/۱ ± ۲/۷۶	-۰/۹۶۹	۰/۳۷
	پس‌آزمون	۱۱/۵۸ ± ۲/۷۷		
شاخص توده بدن (BMI) (کیلوگرم به ازای هر متر مربع)	پیش آزمون	۲۲/۶۱ ± ۳/۴۴	-۱/۹۴۴	۰/۱
	پس‌آزمون	۲۲/۹۱ ± ۳/۴۳		
میزان متابولیسم پایه (BMR) (کیلوکالری)	پیش آزمون	۲۰۶۴/۴۲ ± ۴۲۱/۴	-۰/۴۳۳	۰/۶۸
	پس‌آزمون	۲۰۶۹/۵۷ ± ۴۲۲/۴۱		
توده عضلانی (کیلوگرم)	پیش آزمون	۶۳/۶۴ ± ۱۵/۸۹	-۰/۳۷۹	۰/۷۱۸
	پس‌آزمون	۶۳/۱۸ ± ۱۵/۸۹		
میزان کل مایعات بدن (لیتر)	پیش آزمون	۴۶/۶۵ ± ۱۱/۶۳	-۰/۳۸۹	۰/۷۰۴
	پس‌آزمون	۴۶/۷۸ ± ۱۱/۶۳		

اندازه‌گیری شد، تفاوت حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها بین پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون معنی‌دار بود (P = ۰/۰۴۸). علاوه بر این، مقادیر تهویه‌ای در هر سه شرایط استراحتی (از ۱۹/۳ به ۲۴/۹)، آستانه لاکتات (از ۹۵/۳ به ۹۹/۹) و حداکثر اکسیژن مصرفی (از ۱۴۷/۹ به ۱۵۶/۳) افزایش غیرمعنی‌داری یافت. اما ضربان قلب، در هیچ یک از شرایط آستانه لاکتات، و حداکثر اکسیژن مصرفی، تغییری نیافت. در ارتباط با ترکیب بدنی، یافته‌های ما نشان داد که هیچ یک از متغیرهای ترکیب بدنی شامل وزن بدون چربی، توده چربی، درصد چربی، توده عضلانی، شاخص توده بدنی و وزن بدن تغییری نداشته‌اند. رابطه بین متغیرهای قلبی ـ تنفسی، ترکیب بدنی، و BMR نیز در جدول‌های ۳ و ۴ ارائه شده است. برای مثال، در پس‌آزمون مابین وزن بدن ـ تهویه استراحتی (P=۰/۰۳۵)، وزن بدن ـ تهویه در شرایط حداکثر اکسیژن مصرفی (P=۰/۰۴۵)؛ توده چربی ـ تهویه استراحتی (P=۰/۰۰۳)؛ BMI - تهویه استراحتی (P=۰/۰۳۵)، BMI ـ تهویه در شرایط حداکثر اکسیژن مصرفی (P=۰/۰۴۴) ؛ و همچنین BMR با تهویه در شرایط حداکثر اکسیژن مصرفی (P=۰/۰۴۳) ارتباط معنی‌داری دیده شد. همچنین، BMR بجز توده چربی و درصد چربی بدن، با مابقی شاخص‌های ترکیب بدنی به ترتیب در پیش‌آزمون و پس‌آزمون روابط شدید معنی‌داری به شرح زیر داشت: با وزن بدن (P=۰/۰۰۰،P=۰/۰۰۰)، LBM (P=۰/۰۰۰،P=۰/۰۰۰)، توده عضلانی (P=۰/۰۰۰،P=۰/۰۰۰)، میزان کل مایعات بدن (P=۰/۰۰۰،P=۰/۰۰۰) و BMI (P=۰/۰۰۲،P=۰/۰۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

اطلاعات مربوط به یافته‌های پژوهش در دو بخش ارائه می‌شود: الف) تاثیر برنامه ویژه بر شاخص‌های قلبی ـ تنفسی، ترکیب بدنی و BMR ، و ب) رابطه بین متغیرهای قلبی ـ تنفسی، ترکیب بدنی و BMR.

الف) تاثیر برنامه ویژه بر شاخص‌های قلبی – تنفسی، ترکیب بدنی و BMR

نتایج نشان داد میزان اکسیژن مصرفی در شرایط آستانه لاکتات و Vo2max افزایش یافت. همچنین، مقادیر تهویه‌ای در اثر اجرای برنامه تمرینی در هر سه شرایط استراحتی، آستانه لاکتات و حداکثر اکسیژن مصرفی، همسو با تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها، بهبود پیدا کرد. اگر این شرایط را با دوره نسبتاً کوتاه تمرینی (هشت هفته) درنظر بگیریم، اثربخشی نسبی برنامه در مورد این متغیرها بیشتر نمایان می‌شود (با در نظر گرفتن این واقعیت که آزمودنی‌های ما در بالاترین سطوح آمادگی بوده‌اند). اگرچه ضربان قلب تغییر معنی‌داری نیافت.

باگیش و همکارانش (۲۰۰۷) نیز تاثیر یک برنامه ویژه تمرینی را بر ساختار و عملکرد قلبی ورزشکاران استقامتی نخبه موثر دانستند (۲۵). گاندرسن (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای تاثیر تمرین در شرایط ارتفاع را بر عملکرد استقامتی ورزشکاران نخبه و کمتر تمرین‌کرده مقایسه کرده و به این نتیجه رسید که چنین برنامه‌ای باعث ایجاد سازگاری و بهبود عملکرد استقامتی در سطح دریا خواهد شد و از این لحاظ تفاوتی بین ورزشکاران نخبه و آماتور وجود ندارد (۲۰). در حالی که مولر و دیگران (۲۰۰۷) تاثیر دو نوع فعالیت (دویدن در سطح زمین یا زیر آب) را بر حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها بررسی و اعلام داشتند هر دو نوع فعالیت اثرات مفیدی بر بهبود Vo2 دارند و تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود ندارد (۲۶).

به نظر می‌رسد در ارتباط با متغیرهای قلبی ـ تنفسی مورد نظر، توافق بر این است که اجرای برنامه‌های اصولی ورزشی می‌تواند سطوح آمادگی افراد غیرورزشکار و ورزشکاران غیرحرفه‌ای را افزایش دهد اما در مورد ورزشکاران نخبه به دلیل کمبود تحقیقات موجود نمی‌توان با قاطعیت سخن گفت و برای این منظور اجرای پژوهش‌های آتی ضروری است.

همچنین، در مطالعه حاضر هیچ یک از متغیرهای ترکیب بدنی تغییر معنی‌داری پیدا نکرد. این نتایج با بسیاری از تحقیقات قبلی در تضاد است (۱، ۲، ۶، ۱۰، ۱۱، ۲۳). البته باید به این نکته توجه داشت که مطالعات مورد اشاره بیشتر در مورد افراد عادی (۸، ۱۸)، غیرورزشکاران یا ورزشکاران آماتور (۱۲) و یا حتی آزمودنی‌های بیمار یا چاق (۷) انجام گرفته‌اند. پژوهش‌هایی که ورزشکاران کاملاً آماده و نخبه را

تحت تاثیر یک برنامه ویژه به لحاظ تغییرات ترکیب بدنی قرار داده باشند، زیاد نیستند. در هر حال، از این بین برخی مطالعات هم‌سو با یافته‌های ما اعلام کردند تغییرات معنی‌داری در ترکیب بدنی ورزشکاران نخبه بدنبال شرکت در برنامه‌های ورزشی ایجاد نشده است (۴، ۱۷، ۲۴). به نظر می‌رسد ورزشکاران نخبه هم به لحاظ سازگاری‌های آنتروپومتریک به سطح مطلوبی رسیده‌اند و هم تعادل مناسبی بین کالری‌های دریافتی و مصرفی خود برقرار می‌کنند که مانع از تغییرات جدید در ترکیب بدنی آنان می‌شود (۲۴). در مطالعه‌ای به منظور تائید این ادعا، ۴۰۰ دونده استقامتی زبده (در مواد ۸۰۰ متر تا ماراتون) طی دو سال شرکت در مسابقات ملی و بین‌المللی مدنظر قرار گرفتند. هر ورزشکار حداقل یک بار در سال ارزیابی می‌شد. نتایج نشان داد دوندگان نخبه در اوج بازی‌ها، درصد چربی و وضعیت تراکم استخوانی خود را در حالت بهینه‌ای حفظ کردند و در واقع این متغیرها در طول زمان در این ورزشکاران بدون تغییر بودند (۱۷).

ب) رابطه بین متغیرهای قلبی ـ تنفسی، ترکیب بدنی، و BMR

در پیشینه تحقیق، ارتباط بین متغیرهای ترکیب بدنی با سایر شاخص‌های آمادگی جسمانی مدنظر قرار گرفته است (۱، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶). مثلاً اظهار شده، میزان انرژی مصرفی روزانه ارتباط مثبتی با توده آزاد چربی در زنان؛ و ارتباط منفی با BMI، توده چربی و توده آزاد چربی در مردان دارد (۲۹). در پژوهشی، آلِمانی و همکارانش (۲۰۰۷) ارتباط معنی‌داری بین تغییرات توده آزاد چربی و توده چربی با تغییرات فاکتور رشد شبه انسولین (IGF-1) و کورتیزول مشاهده کردند، اگرچه بین این دو متغیر و هورمون تستوسترون ارتباطی گزارش نشد (۲۷). در مطالعه دیگری ارتباط بین فعالیت بدنی، ترکیب بدنی و آمادگی قلبی ـ تنفسی دختران جوان مطالعه، و اظهار شده است میان آمادگی قلبی ـ تنفسی، ترکیب بدنی و میزان فعالیت بدنی ـ هر سه ـ رابطه خطی وجود دارد (۲۸). در تحقیق حاضر بین Vo2max آزمودنی‌ها با هیچ یک از شاخص‌های ترکیب بدنی ارتباط معنی‌داری بدست نیامد، هرچند در برخی موارد رابطه متوسطی دیده شد. برای مثال، بین توده چربی و Vo2max آزمودنی‌ها رابطه‌ای منفی مشاهده شد (جدول ۳)، اگرچه معنی‌دار نبود. کراسنوف و پینتر (۲۰۰۵) نیز همسو با نتایج ما اعلام کردند Vo2max نه در زنان و نه در مردان با چگالی مواد معدنی استخوان رابطه‌ای ندارد، هرچند BMI و درصد چربی با چگالی مواد معدنی استخوان ارتباط داشتند (۵). گرسکا و همکارانش (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای نشان دادند ترکیب بدنی به شکل معکوسی با توان بی‌هوازی پائین تنه در ارتباط بوده است (۱۲).

همچنین، یافته‌های ما بیان‌گر ارتباط قوی شاخص BMR (متابولیسم حالت پایه) با مقادیر تهویه دقیقه‌ای می‌باشد (جدول‌های ۳ و ۴). ضمن آن که BMR رابطه بسیار قوی با بسیاری از شاخص‌های ترکیب بدنی مانند BMI، توده عضلانی، LBM، وزن بدن و میزان کل مایعات بدن داشت. ارزیابی این شاخص در ادبیات تحقیق به ندرت به چشم می‌خورد. دیمر رابطه RMR (متابولیسم حالت استراحتی) را با ترکیب بدنی و لپتین بررسی و اظهار داشت لپتین و توده چربی، همچنین RMR و لپتین، ارتباط متوسطی با هم دارند در حالی که بین RMR و توده چربی، و همچنین RMR و LBM رابطه‌ای قوی وجود دارد (۲۹). با توجه به این که در مطالعه ما و تحقیق دیمر، ارتباط شدیدی بین متابولیسم حالت پایه (BMR یا RMR) با شاخص‌های ترکیب بدنی گزارش شده است، بنابراین شاید بتوان وجود چنین رابطه‌ای را تائید کرد.

در مجموع به نظر می‌رسد اجرای هشت هفته برنامه تمرینی ویژه بر پاره‌ای از شاخص‌های قلبی ــ تنفسی ورزشکاران حرفه‌ای تا حدودی موثر بوده، و پارامترهای موردنظر مانند اکسیژن مصرفی و میزان تهویه بهبودی نسبی یافتند؛ اما فاکتورهای ترکیب بدنی به میزان قابل ملاحظه‌ای بدون تغییر باقی ماندند که این ثبات در نوع خود جالب توجه بود. این یافته‌ها با مطالعات قبلی تا حدودی هم‌سو هستند به طوری که در مورد ترکیب بدنی تقریباً اجماع نظری وجود دارد مبنی بر این که ورزشکاران سطوح بالا به دلیل

جدول ۳. رابطه پارامترهای قلبی تنفسی و ترکیب بدنی در پیش‌آزمون

متغیرهای قلبی – تنفسی / متغیرهای ترکیب بدنی	ضربان آستانه (ضربه)	ضربان در Vo2max (ضربه)	تهویه استراحتی(لیتر در دقیقه)	تهویه در آستانه لاکتات (لیتر در دقیقه)	تهویه در Vo2max(لیتر در دقیقه)	مقدار Vo2max (میلی لیتر در دقیقه به ازای هر کیلوگرم)	مقدار Vo2 در آستانه لاکتات (میلی لیتر در دقیقه به ازای هر کیلوگرم)
وزن(کیلوگرم)	-۰/۴۹۲	-۰/۶۳۱	۰/۷۵۵	۰/۹۰۴	۰/۶۰۵	-۰/۵۰۵	۰/۰۷۸
	۰/۲۶۲	-۰/۱۲۹	* ۰/۰۵	**۰/۰۰۵	۰/۱۵	۰/۲۴۸	۰/۸۶۸
LBM(کیلوگرم)	-۰/۵۲۹	-۰/۶۹۱	۰/۷۰۱	۰/۹۲۴	۰/۶۷۲	-۰/۴۴۹	۰/۱۴۲
	۰/۲۲۲	۰/۰۸۶	۰/۰۷۹	* ۰/۰۰۳	۰/۰۹۸	۰/۳۱۳	۰/۷۶۲
توده چربی(کیلوگرم)	-۰/۲۲۱	۰/۰۲۱	۰/۶۴۳	۰/۷۴۵	۰/۳۹۷	-۰/۷۴۱	-۰/۰۶۹
	۰/۶۳۴	۰/۹۶۴	۰/۱۱۹	۰/۰۵۵	۰/۳۷۸	۰/۰۵۷	۰/۸۸۴
درصد چربی (درصد)	۰/۱۷۳	۰/۵۹۳	۰/۱۸۳	۰/۱۳۲	-۰/۰۹۶	-۰/۶۰۱	-۰/۳۴۶
	۰/۷۱۱	۰/۱۶	۰/۶۹۴	۰/۷۷۸	۰/۸۳۹	۰/۱۵۴	۰/۴۴۷
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	-۰/۳۳۷	-/۳۰۲	۰/۷۷۶	۰/۸۹۴	۰/۵۴۴	-۰/۶۶۳	۰/۱۱۳
	۰/۴۰۵	۰/۵۱۱	* ۰/۰۴	* ۰/۰۰۷	۰/۲۰۷	۰/۱۰۴	۰/۸۰۹
توده عضلانی (کیلوگرم)	-۰/۵۲۸	-۰/۶۹۱	۰/۷۰۱	۰/۹۲۴	۰/۶۷۲	-۰/۴۴۸	۰/۱۴۳
	۰/۲۲۳	۰/۰۸۵	۰/۰۷۹	**۰/۰۰۳	۰/۰۹۸	۰/۳۱۴	۰/۷۶
میزان کل مایعات بدن (لیتر)	-۰/۵۳	-۰/۶۹۲	۰/۷۰۱	۰/۹۲۳	۰/۶۷۲	-۰/۴۴۸	۰/۱۴۱
	۰/۲۲۱	۰/۰۸۵	۰/۰۷۹	**۰/۰۰۳	۰/۰۹۸	۰/۳۱۴	۰/۷۶۳

* معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

رقم بالایی مقدار R و پائینی،P Value را نشان می‌دهد

جدول ۴. رابطه پارامترهای قلبی تنفسی و ترکیب بدنی در پس‌آزمون

متغیرهای قلبی – تنفسی / متغیرهای ترکیب بدنی	ضربان آستانه (ضربه)	ضربان در Vo2max (ضربه)	تهویه استراحتی (لیتر در دقیقه)	تهویه در آستانه لاکتات (لیتر در دقیقه)	تهویه در Vo2max (لیتر در دقیقه)	مقدار Vo2max (میلی لیتر در دقیقه به ازای هر کیلوگرم)	مقدار Vo2 در آستانه لاکتات (میلی لیتر در دقیقه به ازای هر کیلوگرم)
وزن (کیلوگرم)	-۰/۴۶۳	-۰/۳۴۶	۰/۶۰۲	۰/۷۸۸	۰/۷۶۶	-۰/۵۹۳	۰/۵۴
	۰/۲۹۶	-۰/۴۴۷	۰/۱۵۳	* ۰/۰۳۵	* ۰/۰۴۵	۰/۱۶	۰/۲۱۱
LBM (کیلوگرم)	-۰/۴۰۷	-۰/۳۹۴	۰/۵۲۸	۰/۶۴۶	۰/۷۳۶	-۰/۶۴۱	- ۰/۵۴۸
	۰/۳۶۵	۰/۳۸۲	۰/۲۲۳	۰/۱۱۷	۰/۰۵۹	۰/۱۲۱	۰/۲۰۳
توده چربی (کیلوگرم)	-۰/۵۹۵	۰/۰۰۷	۰/۹۲۰	۰/۴۸۵	۰/۶۷۹	-۰/۱۵۹	-۰/۳۲۴
	۰/۱۵۹	۰/۹۸۷	* ۰/۰۰۳	۰/۲۷	۰/۰۹۳	۰/۷۳۴	۰/۴۷۹
درصد چربی (درصد)	-۰/۴۴۹	۰/۲۸۲	۰/۶۵۹	۰/۰۳۹	۰/۲۱	-۰/۲۶۸	-۰/۰۵
	۰/۳۱۳	۰/۵۴۱	۰/۱۰۷	۰/۹۳۳	۰/۶۵۱	۰/۵۶۲	۰/۹۱۵
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	-۰/۳۹۵	-/۰۵۲	۰/۷۸۸	۰/۷۴۲	۰/۷۶۷	-۰/۳۶۷	-۰/۳۴۵
	۰/۳۸۱	۰/۹۱۲	* ۰/۰۳۵	۰/۰۵۶	* ۰/۰۴۴	۰/۴۱۹	۰/۴۴۸
توده عضلانی (کیلوگرم)	-۰/۴۱	-۰/۳۹۵	۰/۵۲۸	۰/۶۴۵	۰/۷۳۶	-۰/۶۴۲	۰/۵۴۸
	۰/۳۶	۰/۳۸۱	۰/۲۲۴	۰/۱۱۸	۰/۰۵۹	۰/۱۲	۰/۲۰۳
میزان کل مایعات بدن (لیتر)	-۰/۴۰۹	-۰/۳۹۵	۰/۵۲۹	۰/۶۴۵	۰/۷۳۷	-۰/۶۴۲	۰/۵۴۹
	۰/۳۶۲	۰/۳۸	۰/۲۲۲	۰/۱۱۸	۰/۰۵۹	۰/۱۲	۰/۲۰۲

* معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

رقم بالایی مقدار R و پائینی،P Value را نشان می‌دهد

تجربه زیاد و تمرینات متوالی، سازگاری‌های لازم را حاصل کرده‌اند، ضمن آنکه دانش و اطلاعات کافی برای جلوگیری از برهم خوردن وضعیت ترکیب بدنی خود را کسب کرده‌اند (۱۷،۴). این دو عامل (کسب حداکثر سازگاری‌ها به لحاظ ترکیب بدنی، و همچنین آگاهی‌های لازم به منظور کنترل وزن مطلوب) تفاوت این ورزشکاران را با افراد عادی نشان می‌دهد به طوری که افراد غیرحرفه‌ای ممکن است در اثر تمرینات جدید (و با تغییر مدت، شدت و نوع تمرین) با تغیرات قابل توجه ترکیب بدنی مواجه شوند (۱، ۲، ۶، ۱۰، ۲۳). اما در ارتباط با فاکتورهای قلبی ـ تنفسی باید به دو نکته توجه کرد: نخست آن که نتایج تحقیقات نه چندان زیاد در مورد ورزشکاران نخبه ضد و نقیض می‌باشند به طوری که برخی تاثیر برنامه‌های ویژه را حتی در این افراد موثر می‌دانند (۲۰)، و برخی دیگر خیر (۲۴). نکته دوم به نتایج خود ما بر می‌گردد. در واقع هرچند در بیشتر موارد تاثیر معنی‌داری در متغیرهای مورد نظر دیده نشد، ولی پیشرفت‌های قابل توجهی هم در Vo2max و هم میزان تهویه دقیقه‌ای آزمودنی‌ها اتفاق افتاد. این امر در کنار مدت نسبتاً کوتاه دوره تمرینی مطالعه حاضر، ارزش کار را بیشتر نشان می‌دهد. بنابراین، در یک جمع‌بندی نهایی، نتایج این پژوهش بیان‌گر این امر است که حتی ورزشکاران نخبه رشته‌های مقاومتی ـ سرعتی نیز چنان چه تحت یک برنامه مدون قرار بگیرند امکان پیشرفت‌های جدید در قابلیت‌های جسمانی آنان وجود دارد، اگرچه به نظر می‌رسد در مورد پاره‌ای از این سازگاری‌ها مانند تغییرات ترکیب بدنی، برنامه ورزشی مفرد نمی‌تواند جوابگو باشد و احتمالاً چنین ورزشکارانی در این سطح، برای ایجاد تغییرات محسوس ترکیب بدنی علاوه بر تمرینات منظم و اصولی، به برنامه‌های ویژه غذایی و همچنین زمان طولانی‌تر نیاز دارند. در هر حال، با توجه به فقر مطالعاتی در ارتباط با ورزشکاران حرفه‌ای، تحقیقات بعدی برای نتیجه‌گیری مطمئن در این زمینه ضروری است.

منابع

1- Sillanpaa, Elina; Hakkinen, Arja; Nyman, Kai; Mattila, Mari; Cheng, Sulin; Karavirta, Laura; Laaksonen, David E; Huuhka, Niina; Kraemer, William J; Hakkinen, Keijo (2008). Body Composition and Fitness during Strength and/or Endurance Training in Older Men. Med. Sci. Sport. Exer, 40(5):950-958.

2- Yang, Meehyun; Kim, Donghee; Kim, Dongsoo; Kim, Yoosub; Lee, Hayan; Kim, Heowon; Kim, Daeyeol (2006). The Effects of Aerobic and Resistance Exercise on Body Composition and Biochemical Bone Markers of Elementary Male Students. Med.Sci.Sport.Exer, 38(5) p S532.

3- McClanahan, Barbara S; Stockton, Michelle B; Lanctot, Jennifer Q; Slawson, Deborah L; Klesges, Robert C; Relyea, George (2007). The Relationship Between Objectively Measured Physical Activity and Body Composition in African American Girls. Med. Sci. Sport. Exer, 39(5) p S380.

4- Sisson, Susan B; Katzmarzyk, Peter T. FACSM; Rankinen, Tuomo FACSM; Church, Timothy S; Rao, D.C; Wilmore, Jack H. FACSM; Skinner, James S. FACSM; Leon, Arthur S. FACSM; Bouchard, Claude FACSM (2008). Energy Expenditure during Exercise Training and Changes in Body Composition. Med. Sci. Sport. Exer, 40(5) p S112.

5- Krasnoff, Joanne B.; Painter, Patricia L. FACSM (2005). The Relationship Among Bone Mineral Density, Exercise And Body Composition In Liver Transplant Recipients. Med. Sci. Sport. Exer, 37(5) p S90.

6- Boyle, Colleen A.; Tkacz, Joseph; Davis, Catherine L (2008). The Effect of an After-School Exercise Program on Body Composition and Lipids in Overweight Children. Med. Sci. Sport. Exer, 40(5) p S21.

7- Clark, R. Randall; Carrel, Aaron L; Allen, David B; Peterson, Sue E; Sullivan, Jude C; Nemeth, Blaise A (2005). School-based Exercise Program Improves Fitness, Body Composition And Insulin Sensitivity In Overweight Children. Med. Sci. Sport.Exer, 37(5) p S430.

8- Smith, Bryan K; Honas, Jeffery J; Kirk, Erik; Washburn, Richard A; Donnelly, Joseph E. FACSM (2006). Changes in 24 Hour Energy Expenditure and Body Composition Following 6 Months of Supervised Resistance Training. Med.Sci.Sport.Exer, 38(5) p S69.

9- Shi, Rong Xiang; Zhang, Jia Rui; Soong, Paul (2007). Effects Of Chinese Style Exercise On RRPmax, METSmax And Body Composition In Sedentary Chinese. Med.Sci.Sport.Exer, 39(5) p S244.

10- Van der Loo, Hanno; van Es, Eline M (2007). Effects Of High-intensity Exercise On The ROM Training Device On Muscular Strength And Body Composition. Med.Sci.Sport.Exer, 39(5) p S303.

11- Rogers Kate, Gibson Ann L (2006). Effects of an 8-weeks mat pilates training program on body composition, flexibility, and muscular endurance. Med.Sci.Sport.Exer, 38(5) p s279-s280.

12- Greska, Eric; Bennett, Jill; Cosio-Lima, Ludmila (2008). The Relationship Between Body Composition and Anaerobic Power in Collegiate Fastpitch Softball Players. Med.Sci.Sport.Exer, 40(5) p S278.

13- Sang-Kab Park, Jae-Hyun Park, Yoo-Chan Kwon, Mi-Sook Yoon, and Chang-Sun Kim (2003). The effect of long-term aerobic exercise on maximal oxygen consumption, left ventricular function and serum lipids in elderly women. J.Physiol.Anthropol, 22(1):11-17.

14- Theirry Bernard, Febrice Vercruyssen, Cyrille Mazure, Philippe Gorce, Christophe Hausswirth, Jeanick Brisswalter (2007). Constant versus variable-intensity during cycling: effects on subsequent running performance. Eur. J. Appl. Physiol, 99:103-111.

15- LeCheminant, James D.; Smith, John D.; Renschen, Tracie; Heden, Tim; Covington, Kay (2008). Relationship Between Self-reported Physical Activity And Body Composition Among University Freshman. Med. Sci. Sport. Exer, 40(5) p S438.

16- Kaats, Gilbert R. FACSM; Preuss, Harry G; Michalek, Joel E; Keith, Samuel C (2005). Effects Of Increasing Pedometer-monitored Daily Steps On DEXA Body Composition Measures. Med.Sci.Sport.Exer, 37(5) p S474.

17- Martin, David E. FACSM; Benardot, Dan FACSM (2006). Elite Level Female Distance Runners Demonstrate Body Composition and Bone Density Stability Over Time. Med. Sci. Sport. Exer, 38(5) p S245.

18- Dien, Sarah L.; Boutcher, Stephen H. FACSM (2008). Aerobic Fitness and Body Composition Response to a 12-week Lifestyle Intervention. Med.Sci.Sport.Exer, 40(5) p S472.

19- Quitério, Ana L.; Silva, Analiza M.; Carnero, Elvis A.; Sardinha, Luis B (2007). Impact Of Weekly Training Hours On Body Composition In Young Athletes. Med.Sci.Sport.Exer, 39(5) p S373.

20- James Stray-Gundersen, Robert F. Chapman, and Benjiamin D. Levine (2001). "Living high-training low" altitude training improves sea level performance in male and female elite runners. J.Appl.Physiol, 91: 1113-1120.

21- Wygand John, Otto Robert M. FACSM, Berran Bridget E, Sharkey Helena, Dipietro Katie, Beatty Tricia, Mathew Melissa, Campbell Richard, Timms Garrett (2006). The effect of the absence of a national hockey league competitive season on the maximal oxygen consumption, anaerobic threshold and body composition of national hockey league players. Med. Sci. Sport. Exer, 38(5) p S241.

22- M.J.MacNutt, J.A. Guenette, J.D. Witt, R. Yuan, J.R Mayo, D.C. McKenizie (2007). Intense hypoxic cycle exercise does not alter lung density in competitive male cyclists. Eur. J. Appl. Physiol, 99:623-631.

23- Fjeldstad, Cecilie; Palmer, Ian; Bemben, Michael FACSM; Bemben, Debra FACSM (2007). Body Composition Changes after Eight Months of Resistance Training with and without Vibration in Women. Med.Sci.Sport.Exer, 39(5) p S302.

24- Martin, David E. FACSM; Benardot, Dan FACSM (2008). Elite-Level Female Distance Runners Experience Few Changes in Body Composition, Weight, and Bone Density Over a 5-Year Period. Med.Sci.Sport.Exer, 40(5) p S277.

25- Areon L. Baggish, Francis Wang, Rory B. Weiner, Jason M. Elinoff, Francois Tournoux, Arthur Boland, Michael H. Picard, Adolph M. Hutter, Jr., and Malissa J. Wood (2007). Training -specific changes in cardiac structure and function: a prospective and longitudinal assessment of competitive athletes. J.Appl. Physiol, 104: 1121-1128.

26- Muller, April; Hansen, Brent E.; Greene, Nicholas; Greene, Elizabeth S.; Miller, Greg; Womack, Wade; Carbuhn, Aaron; Meade, Tom; Crouse, Stephen F. FACSM; Green, John S. FACSM (2008). Body Composition Changes Resulting From Underwater Treadmill Walking Versus Land-Based Treadmill Walking. Med.Sci.Sport.Exer, 39(5) p S322.

27- Alemany, Joseph A.; Nindl, Bradley C. FACSM; Barnes, Brian R.; Frykman, Peter N.; Shippee, Ronald L.; Friedl, Karl E(2007). Somatotrophic Hormonal Responses after U.S. Army Ranger Training and Relationship to Changes in Body Composition. Med.Sci.Sport.Exer, 39(5), p S203.

28- Lohman, Timothy G; Ring, Kimberly; Pfeiffer, Karin; Camhi, Sarah; Arredondo, Elva; Pratt, Charlotte; Pate, Russ; Webber, Larry S (2008). Relationships among Fitness, Body Composition, and Physical Activity. Med. Sci. Sport. Exer, 40(6):1163-1170.

29- Deemer, Sarah E; Potter, Charlie; King, George A; Thompson, Dixie L (2007). Relationship of Leptin, Resting Metabolic Rate, and Body Composition in Pre-Menopausal Hispanic and Caucasian Women. Med.Sci.Sport.Exer, 39(5) p S455.