دوفصلنامه سوخت و ساز و فعالیت ورزشی
سال هفتم، جلد هفتم، شماره ۱

اثر یک دوره تمرینات قدرتی استقامتی با شدت بالا بر شاخص درصد چربی بدن، هموستاز گلوکز و لپتین سرم در تکواندوکاران پسر ۱۵ تا ۲۰ سال

احمد عباس‌پور مژدهی[۱]، رامین شعبانی[۲*]، محمدرضا فدائی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۴/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۵

چکیده

هدف: تمرینات قدرتی استقامتی با شدت بالا می‌تواند سبب افزایش ظرفیت ورزشی شود. تحقیق حاضر با هدف تعیین اثر یک دوره تمرینات ورزشی مقاومتی و استقامتی با شدت بالا بر شاخص درصد چربی بدن، هموستاز گلوکز و هورمون لپتین سرم تکواندوکاران پسر ۱۵ تا۲۰ سال انجام گرفت.

روش‌شناسی: :از میان داوطلبان واجد شرایط شرکت در پژوهش،۲۰ تکواندوکار ۱۵ تا ۲۰ساله به عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه تمرینات مقاومتی-استقامتی با شدت متوسط(گروه اول ، میانگین سنی۲/۲۶±۱۷/۷۰ سال) و با شدت بالا (گروه دوم، سن ۱/۷۲±۱۶/۹۰ سال) تقسیم شدند. گروه اول به همراه تمرینات مرسوم تکواندو، تمرینات قدرتی و استقامتی با شدت متوسط به‌مدت ۹۵ دقیقه و گروه دوم این تمرینات را با شدت بالا به‌مدت ۸۰ دقیقه انجام دادند. قبل و پس از ۸ هفته تمرین شاخص درصد چربی بدن، هموستاز گلوکز، سطح لپتین پلاسما اندازه‌گیری شد. از آزمون‌های t وابسته و مستقل جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد. سطح معنی‌داری $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: : چربی زیر جلد، انسولین و مقاومت به انسولین در گروه تمرین دوم در مقایسه با پیش آزمون کاهش یافت. قند خون ناشتا و هورمون لپتین در هر دو گروه بعد از تمرین کاهش معنی‌دار نشان داد. در مقایسه بین گروهی نیز، شاخص-های درصد چربی بدن ($P=۰/۰۳$) تفاوت معنی‌دار نشان دادند.

نتیجه‌گیری: تمرین قدرتی و استقامتی با شدت بالا احتمالا می‌تواند موجب کاهش بافت چربی زیر جلد در ورزشکاران شود. همچنین با کاهش هورمون‌های لپتین، انسولین و بهبود حساسیت به انسولین موجب بهبود عملکرد تکواندوکاران شود.

واژگان کلیدی: تکواندو، تمرین با شدت بالا، درصد چربی بدن، لپتین، هموستاز گلوکز.

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، ۲. دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، ۳. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

*نشانی الکترونیک نویسندهٔ مسئول: dr.ramin.shabani@gmail.com

مقدمه

تکواندو[1]، از جمله ورزش‌هایی است که به ویژگی‌های بدنی، پیکری و توانایی‌های فیزیولوژیک خاصی نیاز دارد. این ورزش با توجه به ویژگی‌های بدنی و پرهیجان بودن، علاقه-مندان زیادی را در دنیای ورزش به خود جذب کرده است(۲۸). در ورزش‌های رزمی، شروع سریع و قوی یک فن توسط مهاجم از حرکت موثر حریف جلوگیری می‌کند و ورزشکاران باید سریع و با قدرت به حمله حریف واکنش نشان دهند. لذا در کل مسابقه از هر دو دستگاه هوازی و بی‌هوازی استفاده می‌شود (۱۰).

یکی از انواع تمریناتی که موجب افزایش توان هوازی و بی‌هوازی در ورزشکاران می‌شود، تمرین تناوبی با شدت بالا[2] (HIIT) است. محبوبیت این نوع از تمرینات به جهت بهبود سریع ظرفیت ورزشی رو به گسترش است (۱۹). اگرچه تعریف جامعی از HIIT وجود ندارد، ولی HIIT اغلب در جلسات تکراری با فعالیت‌های تناوبی به نسبت کوتاه تا بلند با شدت تمام یا شدتی نزدیک با شدتی نزدیک به ۹۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی[3] اجرا می‌شود. با توجه به‌شدت تمرینات، اجرای HIIT ممکن است از چند ثانیه تا چند دقیقه طول بکشد. در این-صورت وهله‌های گوناگون به‌وسیله چند دقیقه استراحت یا فعالیت با شدت کم از یکدیگر جدا می‌شوند. این پروتکل تمرینی یکی از موثرترین روش‌ها در بهبود عملکرد قلبی تنفسی، عملکرد متابولیک و عملکرد فیزیکی ورزشکاران می‌باشد (۱۹). تمرین تناوبی شدید همچنین می‌تواند بر پارامترهای تن‌سنجی چون چربی بدن و توده بدون چربی اثرگذار باشد (۳۴). تمرینات تناوبی متوسط تا شدید در کاهش چربی زیرجلدی و چربی شکم نسبت به دیگر نوع ورزش‌ها احتمالا موثر تر بوده و می‌توانند با کاهش چربی، تناسب اندام را برای ورزشکار به دنبال داشته باشند (۱۷). لیا و همکاران (۳۴) گزارش کردند که ۸ هفته بی‌تمرینی در ۱۶ تکواندوکار، کاهش توان هوازی و افزایش درصد چربی بدن و کاهش توده عضلانی را موجب شد. انواع متنوعی از تمرینات HIIT وجود دارد که می توان به تمرینات متناوب مقاومتی و یا تمرینات استقامتی با شدت بالا و همچنین تمرینات مقاومتی و استقامتی همزمان با شدت بالا اشاره کرد (۲۹).

نشان داده شده که انواع تمرینات ورزشی با تاثیر بر میزان تولید میوکائین ها می توانند با تاثیر بر سوختن چربی های سفید موجب افزایش مصرف انرژی شده و بر ترکیب بدن و نیز میزان مقاومت به انسولین اثر گذار باشند (۱۸). به نحوی که به طور مثال تغییر در پارامترهای بیوشیمیایی زیادی از جمله هورمون‌های انسولین، لپتین و هموستاز گلوکز به‌دنبال تمرینات شدید مقاومتی گزارش شده است (۳۶). انسولین[4] هورمونی است که توسط سلول‌های بتا در لوزلمعده ترشح می شود (۱۸). این حقیقت که غلظت انسولین برخلاف اکثر هورمون‌های دیگر هنگام ورزش کم می‌شود، موقعیت انسولین را در بین هورمون‌های دیگر منحصر به فرد می‌سازد. کاهش سطح انسولین موجب افزایش روند لیپولیز و گلیکولیز

1. Taekwondo
2. High intensity intermittent training
3. Maximum oxygen consumption (VO2max)
4. Insulin

کبدی و توقف سنتز گلیکوژن کبد می‌شود. عمل عضله با اثر شبه انسولینی[1] در به کارگیری گیرنده‌هایی در سطح سلولی، موجب کاهش نیاز به سطوح بالای انسولین پلاسما برای انتقال گلوکز از عرض غشاء سلول شده که این موضوع با وجود کاهش انسولین، ورود گلوکز به داخل عضله را افزایش می‌دهد. زمانی که ترشح انسولین کاهش پیدا می‌کند، سطوح گلوکز خون بالا می‌رود (۳۳). از طرف دیگر هورمون انسولین در تنظیم ترشح هورمون لپتین[2] نقش دارد. بافت چربی منبع اصلی تولید لپتین است. این هورمون با گیرنده‌های ویژه‌ای در هیپوتالاموس، با مهار ترشح نوروپپتید Y، باعث کاهش اشتها می‌شود و از طرف دیگر با افزایش میزان متابولیسم به تغییرات تعادل انرژی بدن پاسخ می‌دهد (۶). در مردان پاروزن، تست ۳۰ دقیقه-ای بیشینه روی کارسنج سبب کاهش معنی‌دار لپتین پلاسما شد. این درحالی است که تغییرات انسولین معنی‌دار نشد. اما بین لپتین و انسولین در اولین اندازه‌گیری با طبیعی ساختن چربی بدن، ارتباط معنی‌داری وجود داشت (۲۶). تمرین تناوبی شدید و متوسط بر زنان ۱۸ تا ۳۰ ساله سبب افزایش هورمون لپتین و کاهش گلوکز ناشتا شد (۳۰). نتایج در یک برنامه تمرینی ۱۲ هفته‌ای HIIT نشان داد که تمرین تناوبی با شدت زیاد می‌تواند کاهش معنی‌دار سطوح سرمی لپتین پلاسما، وزن بدن، درصد چربی و BMI در گروه تمرین را موجب شود. و به نظر می‌رسد که تمرین تناوبی با شدت زیاد می‌تواند یک روش غیرتهاجمی و غیردارویی برای کاهش مقدار لپتین باشد (۲). با این وجود تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که رفتار هورمون لپتین و هورمون‌های تنظیم‌کننده ترشح آن ممکن است نسبت به شدت و فشردگی تمرینات (۲۵)، ترکیب بدنی آزمودنی‌ها و تفاوت جنسیتی متفاوت باشد (۱۶و ۲۷).

با توجه به اهمیت هورمون‌های انسولین و لپتین و اثر آن‌ها در عملکرد ورزشکاران و همچنین تحقیقات محدود در زمینه بررسی تاثیر شدت و مدت تمرینات در میزان این هورمون‌ها در افراد ورزشکار، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر یک دوره تمرینات قدرتی استقامتی با شدت بالا بر شاخص درصد چربی بدن، هموستاز گلوکز و لپتین سرم در تکواندوکاران پسر ۱۵ تا۲۰ سال شهر رشت طراحی و اجرا شد.

روش پژوهش

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و میدانی بوده و به‌صورت پیش آزمون و پس آزمون انجام گردید. جامعه آماری پژوهش، شامل تکواندوکاران پسر ۱۵ تا ۲۰ سال شهر رشت، دارای کارت عضویت فعالیت حرفه‌ای در رشته تکواندو بود. میانگین و انحراف معیار مقادیر سن و شاخص‌های منتخب ترکیب بدن پیش از شروع بررسی مداخله ورزشی این ورزشکاران در جدول ۱ ارائه شده است. انتخاب آزمودنی‌ها در این تحقیق به‌صورت در دسترس و با مراجعه به یکی از باشگاه‌های فعال در رشته تکواندو صورت پذیرفت. از میان ۴۰ نفر تکواندوکار داوطلب، ۲۰ نفر که واجد شرایط بودند، در تحقیق شرکت کردند. معیارهای ورود به مطالعه، آزمودنی‌ها حداقل پنج سال سابقه فعالیت در رشته تکواندو را داشتند، دارای کمربند مشکی بودند، تکواندوکاران فاقد هر گونه آسیب جسمانی

1. Insulin-like growth hormone
2. leptin

بودند، حدقل در ۲ تا ۳ سال اخیر ۳ روز در هفته به‌صورت مستمر تمرین داشته و در مسابقات قهرمانی به دفعات شرکت کرده‌اند، قرار داده شد. همچنین معیار خروج از مطالعه نیز سه جلسه غیبت در تمرینات، امتناع از انجام تمرین و آسیب‌دیدن آزمودنی‌ها قرار داده شد. نمونه-های تمرینی قبل از شروع پژوهش ابتدا در یک جلسه توجیهی شرکت کردند. در این جلسه ضمن تشریح برنامه تمرینات و زمان و مدت انجام آن، به برخی از سؤالات ورزشکاران نیز پاسخ داده شد. علاوه بر آن، قبل از تمرینات، تکواندوکاران منتخب رضایت‌نامه‌های شخصی خود و اولیای خود که قبلا توسط محقق آماده و در اختیارشان قرار گرفته بود را تکمیل و موافقت شرکت در پژوهش را اعلام کردند. نمونه‌های تمرینی به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۰ نفری با تمرینات استقامتی و مقاومتی با شدت متوسط (گروه تمرین اول) و شدت بالا (گروه تمرین دوم) تقسیم شدند.

طول مدت تمرین ۹۵ و ۸۰ دقیقه به‌ترتیب در گروه تمرین اول و دوم لحاظ شد (جدول ۲). دو گروه ۳جلسه در هفته تمرین می‌کردند. تمرینات در هر دو گروه شامل ۱۰ دقیقه گرم‌کردن و ۵ دقیقه سردکردن به‌همراه ۳۰ دقیقه تمرینات تکنیکی و تاکتیکی بود.سپس گروه تمرینات با شدت متوسط به مدت ۴۵ دقیقه تمرینات قدرتی و استقامتی انجام دادند و گروه تمرینات با شدت بالا ۳۰ دقیقه تمرینات با شدت بالا انجام دادند. برای جلوگیری از اثر تداخلی[۱] بین تمرینات ابتدا تمرینات مقاومتی و سپس تمرینات استقامتی انجام شد. پس از اتمام تمرینات مقاومتی در هر دو گروه تمرین ۵ دقیقه استراحت در نظر گرفته شده و سپس تمرینات استقامتی انجام گرفت.

جدول ۱. برخی مشخصات آنتروپومتریک و آمادگی جسمانی (انحراف معیار ±میانگین)گروه تمرین اول (۱۰ نفر)و گروه تمرین دوم ۱۰ (نفر) در پیش‌آزمون

آزمودنی	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	BMI (Kg/m^2)	توان هوازی	توان بی هوازی(وات)
تمرین اول	۱۷/۷۰±۲/۲۶	۶۳/۸۵±۷/۰۴	۱۶۹±۰/۰۶	۲۲/۱۶±۱/۶۶	۷۷/۸۴±۹/۷۱	۴۶۶/۰۰±۱۵/۷۷
تمرین دوم	۱۶/۹۰±۱/۷۲	۶۱/۳۵±۱۱/۶۱	۱۷۱±۰/۰۹	۲۰/۶۸±۲/۷۴	۷۵/۸۵±۸/۵۶	۴۶۷/۰۰±۱۴/۹۴

۱. Interference effect

در گروه تمرین اول (تمرین با شدت متوسط)، ۵۰ دقیقه تمرینات هوازی-مقاومتی شامل ۲۵ دقیقه تمرین استقامتی با شدت ۷۰-۶۰ درصد ضربان قلب هدف و ۲۵ دقیقه تمرین قدرتی با همین شدت و یک تکرار بیشینه و در گروه تمرین دوم (تمرین با شدت بالا)، ۳۵ دقیقه تمرینات هوازی-قدرتی شامل ۱۵ دقیقه تمرین استقامتی با شدت ۸۰-۷۰ درصد ضربان قلب هدف و ۲۰ دقیقه تمرین قدرتی با همین شدت و یک تکرار بیشینه انجام شد. در تمرینات استقامتی حداکثر ضربان قلب هدف بر اساس فرمول کارونن (۹) و طبق فرمول زیر محاسبه گردید. همچنین ضربان قلب بیشینه حاصل تفریق سن از عدد ثابت ۲۲۰ می‌باشد.

HRهدف HR= استراحت)] +درصد شدت مورد نظرHR)×(بیشینهHR- استراحت[(

تمرینات قدرتی نیز از طریق اندازه‌گیری مستقیم به‌دست آمد. برای رسیدن به یک تکرار بیشینه در هر آزمودنی در هر حرکت مجزا به روش آزمون و خطا، حداکثر وزنه‌ای که فرد می‌توانست یک‌بار جابجا نماید برای فرد لحاظ شد، در صورتی که به راحتی این عمل را انجام می‌داد پس از سه دقیقه استراحت میزان وزنه افزایش تا به یک تکرار بیشینه دست پیدا کنیم. تمرین استقامتی شامل دویدن و طناب‌زدن و تمرین مقاومتی نیز شامل پرس سینه، اسکوات، لت جلو و پشت و جلوران، جلو بازو، پشت بازو، پشت‌ران بود. تکنیک و تاکتیک تکواندو (از قبیل میت-زدن، تمرینات چابکی و تاکتیک فنی مبارزه) بود. نحوه کنترل ضربان قلب ضمن آموزش (رادیال)، از افراد خواسته شد به مدت ۱۰ ثانیه تعداد ضربان قلب خود را اندازه گیری و در ۶ ضرب کنند.

جدول ۲. خلاصه پروتکل تمرینی

	گرم کردن	تمرین استقامتی شدت تمرین (ضربان قلب ذخیره)	تمرین مقاومتی				تکنیک-تاکتیک	سردکردن
			شدت تمرین (یک تکرار بیشینه)	تعداد ست‌ها	استراحت بین ست‌ها	استراحت بین حرکات		
گروه تمرین با شدت متوسط	۱۰ دقیقه	۶۰-۷۰ درصد	۶۰-۷۰ درصد	۳	۴۵ ثانیه	۲ دقیقه	۳۰ دقیقه	۵ دقیقه
گروه تمرین با شدت بالا	۱۰ دقیقه	۸۰-۷۰درصد	۷۰-۸۰ درصد	۳	۳۰ ثانیه	۳۰ ثانیه	۳۰ دقیقه	۵ دقیقه

قبل و بعد از دوره تمرینی، نمونه‌های خونی جهت اندازه‌گیری هورمون‌های انسولین و لپتین به مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از ورید بازویی تکواندوکاران جمع‌آوری شد. خون‌گیری پس از ۱۲ الی ۱۴ ساعت ناشنایی‌انجام گرفت. بلافاصله پس از خون‌گیری، سرم‌ها با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و تا روز آزمایش در فریزر در دمای منهای ۲۸ درجه سلسیوس نگهداری

شدند. آزمایش گلوکز خون با استفاده از کیت بیوسیستم (Biosystem S.A. Barcelona, Spain) به روش آنزیماتیک گلوکواکسیداز پروکسیداز انجام شد. حساسیت تست ۱/۶ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر بود که با دستگاه اتوآنالایز هیتاچی (902 Hitachi, Tokyo, Japan) و با روش Full automatiom تحت نظارت برنامه کنترل کیفی خارجی داخلی در دو سطح انجام شد. سنجش انسولین با استفاده از کیت انسولین (Diametra, Segrate, Italy) با روش تشخیصی ایمونوآنزیماتیک مستقیم با دو آنتی-بادی مونوکلونال که یکی از آن‌ها ثابت شده بر روی میکروول و دیگری کونژوکه شده با Horseradish peroxidase بود انجام شد. میزان دقت بین تستی ۴/۴ درصد و میان تستی ۴/۹ درصد بود که به روش الیزا توسط دستگاه الیزا (stat Fax 303 pluse, Elisa Awarness, Technology CORP, Palm City , USA) صورت پذیرفت. سنجش مقاومت به انسولین با استفاده از مدل هموستاز گلوکز (HOMA-IR) و با استفاده از فرمول زیر انجام شد.

HOMA-IR=FBS*انسولین22.5/

جهت سنجش هورمون لپتین از روش الایزا و کیت شرکت بوستر (Biological Technology , Boster Co) با حساسیت ۰/۱ نانوگرم بر میلی‌لیتر استفاده شد. بعد از خون‌گیری، اندازه‌گیری‌های مربوط به قد، وزن و چربی زیرپوستی انجام گرفت. در اندازه‌گیری قد از یک متر نواری ارتجاعی (ساخت ایران) که به راحتی قابل نصب بر روی دیوار بود، استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن شرکت‌کنندگان، از ترازوی استاندارد Beurer ساخت کشور آلمان با حساسیت ۱۰۰ گرم استفاده شد. برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن از روش میدانی استفاده شد. در این روش با اندازه‌گیری چربی زیرپوستی در دو نقطه‌ی سه‌سر بازویی و تحت کتفی بدن با استفاده از دستگاه کالیپر مارک SAEHAN ساخت کشور کره با دقت ۰/۱ میلی‌متر استفاده گردید. تمامی اندازه‌ها از سمت راست بدن و در هر قسمت ۲ یا ۳ مرتبه اندازه‌گیری و نمره میانگین ثبت گردید. سرانجام با استفاده از فرمول سه نقطه‌ای (چین‌های پوستی پشت بازرو، شکم و فوق خاصره) دانشکده پژشکی ورزشی آمریکا، درصد چربی بدن محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری توان هوازی آزمودنی‌ها از تست شاتل ران (۴) و برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی در آزمودنی‌ها از آزمون رست[۱] (۳۴) استفاده شد. برای توصیف آماری داده‌ها از شاخص‌های میانگین، انحراف معیار استفاده شد. جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌های پیش و پس‌آزمون از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. در مولفه‌هایی که از توزیع طبیعی برخوردار‌بودند از نتایج آزمون t وابسته جهت مقایسه نتایج متغیرهای اندازه گیری شده در قبل و بعد از تمرین در هر دو گروه استفاده شد. برای مقایسه بین دو گروه نیز از آزمون t مستقل استفاده شد. اطلاعات با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ تجزیه و تحلیل گردید. سطح معنی-داری ($P<۰/۰۵$) بود.

یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج جدول ۳ تمرینات با شدت متوسط و بالا سبب کاهش معنی‌دار درصد چربی بدن و لپتین در هر دو گروه تمرینی شد. در گروه تمرین با شدت بالا میزان کاهش درصد

۱. Rast

چربی بدن و هورمون لپتین با شدت بیش‌تری انجام گرفت. بین نمرات پیش و پس‌آزمون شاخص‌های انسولین، قندخون ناشتا و مقاومت به انسولین در هر دو گروه تفاوت وجود داشته و این شاخص‌ها بعد از انجام تمرینات کاهش یافتند. اما در گروه تمرین با شدت متوسط، کاهش در شاخص‌های هموستاز گلوکز، تنها در مورد شاخص قند خون ناشتا معنی‌دار شد. مقایسه عملکرد بین گروه‌ها نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری در مقادیر شاخص‌های هموستاز گلوکز و هورمون لپتین در بین دو گروه وجود نداشت (جدول ۴). لیکن در کاهش چربی زیر جلد میان دو گروه اختلاف معنی دار بود(تصویر ۱).

جدول۳- نتایج آزمون t وابسته جهت مقایسه پیش و پس‌آزمون در گروه تمرین اول (۱۰ نفر) و گروه تمرین دوم (۱۰نفر).

شاخص	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	سطح معنی‌داری
چربی زیرجلد (درصد)	تمرین اول	۸/۹۰±۱/۴۷	۸/۶۶±۱/۵۴	۰/۰۰۱*
	تمرین دوم	۸/۸۲±۱/۳۷	۸/۱۹±۱/۴۶	۰/۰۰۱*
انسولین(واحد بین‌المللی در لیتر)	تمرین اول	۶/۵۵±۳/۰۴	۵/۷۲±۲/۸۲	۰/۳۵
	تمرین دوم	۵/۳۷±۱/۷۷	۴/۰۵±۲/۴۷	۰/۰۲*
قندخون ناشتا (میلی‌مول/لیتر)	تمرین اول	۸۸/۵۰±۷/۰۵	۸۲/۳۰±۶/۰۵	۰/۰۰۱*
	تمرین دوم	۸۸/۶۰±۴/۷۱	۸۵/۴۰±۵/۸۱	۰/۰۰۱*
مقاومت به انسولین (HOMA-IR)	تمرین اول	۲/۶۲±۱/۳۰	۲/۱۲±۱/۱۲	۰/۱۸
	تمرین دوم	۲/۱۱±۰/۶۸	۱/۰±۵۴/۹۶	۰/۲۱
لپتین (نانوگرم/میلی لیتر)	تمرین اول	۹/۷۵±۸/۵۶	۷/۲۲±۸/۶۹	۰/۰۲*
	تمرین دوم	۵/۷۵±۳/۰۱	۳/۷۷±۳/۸۶	۰/۰۱*
توان هوازی (دقیقه/کیلوگرم/میلی‌لیتر)	تمرین اول	۷۷/۸۴±۹/۷۱	۶۹/۰۲±۸/۷۴	۰/۰۶۳
	تمرین دوم	۷۵/۸۵±۸/۵۶	۶۵/۴۲±۱۰/۶۱	۰/۰۵۷
توان بی‌هوازی (وات)	تمرین اول	۴۶۶/۰۰±۱۵/۷۷	۴۹۱/۰۰±۱۷/۲۸	۰/۰۰۱*
	تمرین دوم	۴۶۷/۰۰±۱۴/۹۴	۵۵۴/۰۰±۱۰/۷۴	۰/۰۰۱*

* معنی‌دار در سطح ($P\leq ۰/۰۵$)

بحث و نتیجه‌گیری

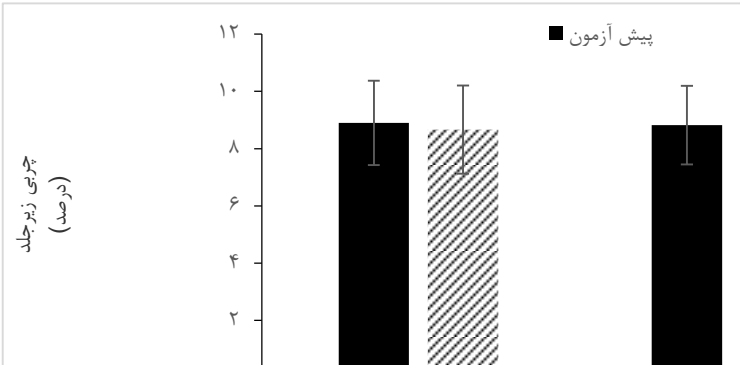
نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در گروه تمرین با شدت متوسط شاخص درصد چربی بدن از ۸/۹۰ درصد در قبل از آزمون به ۸/۶۶ درصد پس از آزمون و در گروه تمرین با شدت بالا این پارامتر از ۸/۸۲ درصد به ۸/۱۹ درصد کاهش معنی‌دار یافتند. همچنین تمرینات با شدت بالا سبب کاهش ۳۴/۴ درصدی هورمون لپتین شد، که این کاهش نیز معنی‌دار بود. ثاقب‌جو و همکاران (۵) پس از یک دوره تمرین هوازی و مقاومتی گزارش کردند که نمایه‌ی توده بدنی، نسبت دور کمر به دور لگن و درصد چربی در گروه‌های تمرین به‌طور معنی‌داری کاهش

یافت. عطارزاده حسینی و همکاران (۷) نیز بیان کردند که ۱۲ هفته تمرین هوازی، کاهش معنی‌داری در وزن و درصد چربی بدن آزمودنی-ها را به‌دنبال داشته است، اما تغییرات به‌دست آمده در نمایه‌ی توده بدنی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. انجام ۸ هفته تمرین هوازی-مقاومتی سبب کاهش سطوح لپتین سرم می-شود (۱۳). کاهش سطوح این هورمون بعد از تمرینات هوازی (۳۲) و تمرینات با شدت متوسط (۴۱) نیز گزارش شد. این درحالی است که رحمانی‌نیا و همکاران (۳۵) 'گزارش کردند که تمرینات کوتاه‌مدت (کم‌تر از ۶۰ دقیقه) با انرژی مصرفی کم‌تر از ۸۰۰ کیلوکالری تاثیری بر سطح لپتین ندارد. عدم تغییر لپتین به دنبال تمرینات ورزشی نیز گزارش شد (۱۶). مدت زمان انجام تحقیق، نوع و شدت تمرینات ورزشی بر روی درصد چربی بدن و ترشح هورمون لپتین بسیار موثر است. بیش‌تر مطالعات با وجود کاهش چربی‌های بدن، هیچ‌گونه تغییر معناداری را در وزن و BMI گزارش نکرده‌اند و این شاید به‌دلیل کاهش درصد چربی بدن و بهبود بافت عضلانی و بافت‌های بدون چربی در گروه‌های ورزشی باشد (۱۲). در رابطه با هورمون لپتین، یکی دیگر از دلایل تفاوت در یافته‌ها را می‌توان به زمان خون‌گیری از آزمودنی‌ها با توجه به نظریه کاهش تاخیری در لپتین متاثر از ورزش نسبت داد. از سایر سازگاریهایی که تمرینات طولانی مدت به ویژه تمرینات هوازی در افراد سالم ایجاد می کند می توان به کاهش میزان قند خون و نیز کاهش میزان انباشت گلیکوژن عضلانی و کاهش اسید لاکتیک خون در یک میزان کار معین می باشد(۳۱).

جدول ۴. نتایج آزمون t مستقل جهت مقایسه گروه تمرین اول و گروه تمرین دوم (n=۱۰).

شاخص	سطح معنی‌داری
چربی زیرجلد (درصد)	۰/۰۳*
انسولین (واحد بین المللی در لیتر)	۰/۶۲
قندخون ناشتا (میلی‌مول/لیتر)	۰/۱۱
مقاومت به انسولین HOMA-ir	۰/۸۷
لپتین (نانوگرم/میلی لیتر)	۰/۶۴

* معنی‌دار در سطح (P≤۰/۰۵)



شکل ۱. مقایسه درصد چربی بدن در دو گروه تمرینات با شدت متوسط و تمرین با شدت بالا

* تفاوت با قبل از تمرین در سطح ($P\leq ۰/۰۵$)

گزارش شده است که طی فعالیت‌های هوازی به‌علت افزایش تراکم میتوکندری، ظرفیت آنزیم-های اکسایشی در عضلات افزایش می‌یابد. افزون بر آن افزایش فعالیت آنزیم‌های زنجیره الکترون، چرخه بتااکسیداسیون، چرخه کربس و همچنین فعالیت لیپوپروتئین‌لیپاز افزایش می‌یابد. بنابراین، با افزایش سوخت و ساز چربی، میزان درصد چربی کاهش یافته و فاکتورهای تن-سنجی بهبود می‌یابند (۳). تمرینات استقامتی به تنهایی به‌ویژه با شدت زیاد با افزایش در سطح کاتکولامین‌ها و بهبود در حساسیت گیرنده‌های بتاآدرنرژیک در بافت چربی، لیپولیز را تحریک کرده و رهایش چربی از ذخایر چربی را تسهیل می‌کند (۸). لپتین هورمونی است که از بافت چربی ترشح می‌شود و ارتباط تنگاتنگی با تغییرات بافت چربی و شاخص توده بدنی فرد دارد (۱). تمرینات مقاومتی نیز سبب افزایش اکسیداسیون چربی ناشی از افزایش در سطوح کاتکولامین‌ها (۱۱)، افزایش سنتز پروتئین عضلانی و افزایش توده عضلانی بدن شده و موجب افزایش کل زمان استراحت و کاهش چربی بدن می‌شود که در جلوگیری از ترشح لپتین موثر است (۸). تمرین ورزشی همچنین می‌تواند اندازه سلول چربی و محتوای لیپید را کاهش دهد و منجر به کاهش چربی بدن شود. تمرینات ورزشی طولانی مدت ممکن است با مهار سنتز mRNA لپتین از طریق عوامل دیگری مانند تغییر در مصرف انرژی، بهبود حساسیت به انسولین و تغییر در متابولیسم چربی‌ها باعث کاهش در میزان لپتین سرم شوند (۱). علل ایجاد افزایش توده عضلانی بعد از تمرین را می‌توان با مواردی همچون افزایش تجمع پروتئین‌های انقباضی در عضله و افزایش در محتوای بافت همبند توجیه کرد (۱۱). بر اساس نتایج مقدار هورمون انسولین، قندخون ناشتا و مقاومت به انسولین بعد از انجام تمرینات تناوبی شدید به‌ترتیب ۲۴/۶، ۳/۶ و ۲۷/۶۶ درصد کاهش نشان داد. همسو با پژوهش حاضر

یاوری و همکاران (۳۸) کاهش قند خون را در هر سه گروه تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیبی پس از ۵۲ هفته تمرین گزارش کردند. کاهش معنی‌دار BMI و شاخص مقاومت به انسولین پس از تمرینات ورزشی نیز گزارش شده‌است (۲۴). پژوهش‌های زیادی از جمله (۳۷، ۱۹، ۱۵و ۱۴) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند. با این وجود (۲۱) گزارش کردند که ورزش مقاومتی با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه موجب افزایش میزان انسولین می‌گردد. در مطالعه‌ای که به بررسی ۸ هفته تمرین هوازی به‌مدت ۱۸۰ دقیقه در هفته با شدت ۵۵-۴۰ درصد اوج اکسیژن مصرفی، گزارش شد که حساسیت به انسولین پس از تمرینات افزایش معنی‌دار نشان داده است (۳۲). پژوهش‌هایی نیز وجود دارد که تاثیر تمرین در بهبود حساسیت به انسولین را بی‌نتیجه خوانده است. افزایش فعالیت بدنی مردان به میزان ۳۰۰ گام در روز (۲۲)، انجام یک وهله ورزش جلو بازو با شدت ۹۵ درصد ۱ تکرار بیشینه (۳۹)، یک دوره تمرین استقامتی با شدت متوسط (۳۸) تاثیر معنی‌داری بر هورمون انسولین نداشت. همچنین بعد از ۸ هفته فعالیت ورزشی هوازی تغییر معنی‌داری در قندخون ناشتا گزارش نشد و برای تغییر معنی‌دار این پارامتر، مدت طولانی‌تر تمرینات را پیشنهاد کردند (۱۵). احتمالا زمان مداخله ورزشی در تغییر قند خون ناشتا و شاخص‌های هموستاز گلوکز عامل تاثیرگذاری می‌باشد. از جمله مکانیسم‌هایی که می‌توانند باعث افزایش عمل انسولین بعد از تمرین‌های هوازی شوند، افزایش پیام‌رسانی پس گیرنده‌های انسولین، افزایش بیان پروتئین ناقل گلوکز (GLUT4)، افزایش فعالیت گلیکوژن‌سنتتاز و هگزوکیناز، کاهش رهایی و افزایش پاک‌شدن اسیدهای چرب آزاد، افزایش رهایی گلوکز از خون به عضله به‌علت افزایش مویرگ‌های عضله و تغییر در ترکیب عضله به‌منظور افزایش برداشت گلوکز می‌باشد (۸). عدم افزایش معنی-دار انسولین پس از تمرین، ناشی از مصرف گلوکز در عضلات فعال حین تمرین می‌باشد که سبب بالا نرفتن غلظت گلوکز خون و انسولین می‌گردد. همچنین می‌تواند ناشی از اثر احتمالی تمرین مقاومتی در بهبود حساسیت به انسولین باشد (۲۳). از طرف دیگر ورزش هوازی در مدیریت کنترل قندخون و عوامل خطر قلبی عروقی نقش دارد و با افزایش جریان خون، سطوح (GLUT4) عضلانی، هگزوکیناز و فعالیت گلیکوژن‌سنتاز، میزان گلوکز خون را کاهش می‌دهد (۴۰).

نتیجه‌گیری کلی

در انتها باید گفت که اجرای HIIT با شدت بالا با افزایش توان بی‌هوازی، کاهش هورمون‌های لپتین، انسولین و بهبود حساسیت به انسولین می‌تواند در عملکرد تکواندوکاران در جریان تمرینات و مسابقات مفید باشد. با توجه به محدودیت‌های این تحقیق از جمله کم بودن تعداد نمونه‌ها و پایین بودن سن ورزشکاران، پیشنهاد می‌شود که این تمرینات در سنین مختلف، تعداد بالاتر آزمودنی و درجات مختلف حرفه‌ای بودن آزمودنی ها انجام شود.

منابع

۱. اکبرزاده فروتن مصیب، فتحی مهرداد، مدرسی، معصومه السادات، (۱۳۹۴)، تاثیر ۶ هفته تمرینات هوازی بر سطح لپتین سرم و شاخص توده بدنی دانشجویان پسر غیرفعال، نهمین همایش بین‌المللی تربیت بدنی و علوم ورزشی، اسفند ۹۴.

۲. بهرام محمد ابراهیم و مقرنسی مهدی، (۱۳۹۳)، تأثیر دوازده هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد (HIIT) بر سطوح لپتین و عوامل وابسته به چاقی دانشجویان دختر دچار اضافه وزن، علوم زیستی ورزشی، ۶(۴): ۴۵۱-۴۶۱.

۳. پهلوان‌یلی مریم و حجتی ذی‌دشتی زهرا، (۱۳۹۵)، تأثیر ۸ هفته برنامه تمرین هوازی بر اختلالات تغذیه ای و ترکیب بدن دانشجویان دختر غیرورزشکار دانشگاه علوم پزشکی گیلان، دانشگاه علوم پزشکی قم، ۱۰(۲): ۵۳-۵۹.

۴. ترتیبیان بختیار و خورشیدی مهدی، (۱۳۸۵)، برآورد شاخص‌های فیزیولوژیک در ورزش (آزمایشگاهی-میدانی)، چاپ اول، ارومیه، تیمورزاده، ۱۰۰-۱۰۲.

۵. ثاقب‌جو مرضیه، دستی‌گردی سمیه، افضل پور محمد اسماعیل، هدایتی مهدی، (۱۳۹۰)، اثر تمرین هوازی و مقاومتی بر سطوح ویسفاتین پلاسمای زنان دارای اضافه وزن، کومشف ۱۳(۲): ۲۲۵-۲۳۲.

۶. خورشیدی داود، عزیزبیگی کمال، عابدی بهرام، (۱۳۹۳)، تاثیرتمرینات هوازی فزاینده برغلظت هورمون لپتین، انسولین، کورتیزول و تستوسترون در مردان چاق غیر فعال، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، ۱۹: ۱۱۸-۱۲۷.

۷. عطارزاده حسینی رضا، سردار، حمد علی، تقوی مرتضی، یازخوش فهیمه، (۱۳۹۱)، تاثیر برنامه‌ی تمرین هوازی بر سطح هورمون‌های لوتئینی، محرک فولیکولی، تستوسترون و دهیدرواپی‌اندرسترون پلاسمای زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک، غدد درون ریز و متابولیسم ایران، ۱۴(۱):۳۹-۴۶.

۸. عطارزاده حسینی رضا، میر احسان، حجازی کیوان، میرسعیدی مجتبی، (۱۳۹۴)، تأثیر هشت هفته تمرین ترکیبی بر برخی نشانگرهای مقاومت به انسولین در مردان میانسال، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ۵۸(۳): ۱۲۹-۱۳۶.

۹. گایینی عباس علی و رجبی حمید، (۱۳۸۳)، آمادگی جسمانی، چاپ دوم، تهران، سمت، ۶۸-۱۰۷.

۱۰. گائینی، عباسعلی، محمودی، یدالله، مرادیان، کیوان، فلاحی، علی اصغر.(۱۳۸۹).ارتباط بین ویژگی های پیکری، فیزیولوژیکی و ترکیب بدنی تکواندوکاران نخبه مرد با موفقیت آن ها.علوم زیستی ورزشی.شماره ۴: ۵-۲۰.

۱۱. ویلمور جک اچ و کاستیل دیویدال، (۱۳۸۶)، فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی (جلد دوم)، ترجمه معینی ضیاء، رحمانی‌نیا فرهاد، رجبی حمید، آقاعلی‌نژاد حمید، سلامی فاطمه، چاپ دوم، تهران، مبتکران.

۱۲. یوسفی‌پور پیمان، تادیبی وحید، بهپور ناصر، پرنو عبدالحسین، دلبری محمد احسان، رشیدی صیاد، (۱۳۹۳)، بررسی اثر فعالیت ورزشی هوازی بر کنترل قند خون و عوامل خطرزای قلبی- عروقی در افراد مبتلا به دیابت نوع۲، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ۵۷(۹): ۹۷۶-۹۸۴.

13. Ackel-D'Elia C, Carnier J, Bueno C, Campos R, Sanches P, Clemente A, and Damaso A. (2014). Effects of different physical exercises on leptin concentration in obese adolescents. International journal of sports medicine, 35(2): 164-171.

14. Beavers KM, Beavers DP, Nesbit BA, Ambrosius WT, Marsh AP, Nicklas, BJ and Rejeski WJ. (2014). Effect of an 18-month physical activity and weight loss

intervention on body composition in overweight and obese older adults. Obesity, 22(2): 325-331.

15. Bhutani S, Klempel MC, Kroeger, CM, Trepanowski JF, and Varady KA. (2013). Alternate day fasting and endurance exercise combine to reduce body weight and favorably alter plasma lipids in obese humans. Obesity, 21(7): 1370-1379.
16. Bijeh N, Moazami M, Ahmadi A, Samadpour F, and Zabihi A. (2011). Effect of 6 months of aerobic exercise training on serum leptin, cortisol, insulin and glucose levels in thin middle-aged women. Trauma Monthly, 2011(1, Spring): 53-59.
17. Boutcher SH. (2011). High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. Obesity, 10: 1-9.
18. Dundar A, Arslan C, Arpaci A, Aktug ZB, and Murathan F. (2014). Effects of swimming performances of swimmers with different undertakings on the glucose and insulin. International Journal of Science Culture and Sport (IntJSCS), 2(5):391-396.
19. Fayh APT, Lopes AL, Fernandes PR, Reischak-Oliveira A, and Friedman R. (2013). Impact of weight loss with or without exercise on abdominal fat and insulin resistance in obese individuals: a randomised clinical trial. British Journal of Nutrition, 110(03): 486-492.
20. Foster C, Farland CV, Guidotti F, Harbin M, Roberts B, Schuette J, Tuuri A, Doberstein ST, and Porcari JP. (2015). The Effects of High Intensity Interval Training vs Steady State Training on Aerobic and Anaerobic Capacity. Sports Science and Medicine, 14: 747-757.
21. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Kraemer RR, Honda Y, and Takamatsu K. (2009). Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. European journal of applied physiology, 106(5): 731-739.
22. Gray SR, Baker G, Wright A, Fitzsimons CF, Mutrie N, Nimmo MA, and Collaboration, SPAR. (2009). The effect of a 12 week walking intervention on markers of insulin resistance and systemic inflammation. Preventive medicine, 48(1): 39-44.
23. Haghighi AH, Mahmoudi, M, and Delgosha H. (2012). Hormonal Responses to two Programs of Exhaustive Resistance Training of Different Intensities in Male Body Builders. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism, 14(3): 267-274.
24. Imayama I, Ulrich CM, Alfano CM, Wang C, Xiao L, Wener MH, and Kong A. (2012). Effects of a caloric restriction weight loss diet and exercise on inflammatory biomarkers in overweight/obese postmenopausal women: a randomized controlled trial. Cancer research, 72(9): 2314-2326.
25. Ishigaki T, Koyama K, Tsujita J, Tanaka N, Hori S, and Oku Y. (2005). Plasma leptin levels of elite endurance runners after heavy endurance training. Journal of physiological anthropology and applied human science, 24(6): 573-578.

26. Jurimae J and Jurimae T. (2005). Leptin responses to short term exercise in college level male rowers. British Journal of Sports Medicine, 39(1): 6-9.
27. Karim S and Afiq A. (2011). Does regular aerobic training affect basal leptin level (difference between male and female)?. African Journal of Microbiology Research, 5(31): 5591-5595.
28. Kazemi M, Waalen J, Morgan C, and White AR. (2006). A profile of olympic taekwondo competitors. J Sports Sci Med, 5: 114-121.
29. Kraemer WJ, Patton JF, Gordon SE, Harman EA, Deschenes MR, Reynolds K, et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. Journal of applied physiology. 1995;78(3):976-89.
30. Kong Z, Sun S, Liu M, and Shi Q. (2016). Short-Term High-Intensity Interval Training on Body Composition and Blood Glucose in Overweight and Obese Young Women. Journal of diabetes research,10:1-9.
31. Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. Sports Medicine, 32(1), 53-73.
32. Many G, Hurtado ME, Tanner C, Houmard J, Gordish-Dressman H, Park, JJ, and Hoffman E. (2013). Moderate-intensity aerobic training program improves insulin sensitivity and inflammatory markers in a pilot study of morbidly obese minority teens. Pediatr Exerc Sci, 25(1): 12-26.
33. Mirdar S, Safai KA, Rohi H, and Abbasian S. (2014). Effect of sprint training on the response and adaptation of enzymes, metabolites and hormones of healthy men. Medical journal of Mashhad university of medical sciences, 56(6): 330-339.
34. Paradisis G. (2004). An evaluation of tests of anaerobice power and capacity. Medicine and Science in Sports and Exercise.
35. Racil G, Coquart JB, Elmontassar W, Haddad M, Goebel R, Chaouachi A, Amri M, and Chamari K. (2016). Greater effects of high- compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. Biol. Sport, 33: 145-152.
36. RahmaniNia F, Hojjati Z, Rahnama N, and Soltani B. (2009). Leptin, heart disease and exercise. World Journal of Sport Sciences, 2(1): 13-20.
37. Ryan AS, Ortmeyer HK, and Sorkin JD. (2012). Exercise with calorie restriction improves insulin sensitivity and glycogen synthase activity in obese postmenopausal women with impaired glucose tolerance. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 302(1): 145-152.
38. Sohaily S, Soori R, and Rezaeian N. (2013). Hormonal adaptations to moderate-intensity endurance training in sedentary obese men. Koomesh, 14(2): 181-191.
39. West DW, Kujbida GW, Moore DR, Atherton P, Burd N. A, Padzik, JP, and Rennie, MJ. (2009). Resistance exercise-induced increases in putative anabolic hormones do not enhance muscle protein synthesis or intracellular signalling in young men. The Journal of physiology, 587(21): 5239-5247.

40. Yavari A, Najafipoor F, Aliasgarzadeh A, Niafar M, and Mobasseri M. (2012). Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. Biology of Sport, 29(2): 135.
41. Zhu WL, Zhang D, Zhang L, and Wang ZK. (2013). Effects of long-term forced exercise training on body mass, energy metabolism and serum leptin levels in Apodemus chevrieri (Mammalia: Rodentia: Muridae). Italian Journal of Zoology, 80(3): 373-379.

Metabolism and Exercise
A bioannual journal

Vol 7, Number 1, 2017

University Of Guilan

The effect of high intensity strength and endurance training on body fat index, glucose homeostasis and serum leptin in taekwondo player bpys age 15 to 20 year old

Abasspour Mojdehi A[1], Shabani R*[2], Fadai M R[3]

Received: 18/7/2017 Accepted: 4/2/2018

Abstract

Aim: High intensity strength and endurance training can increase exercise capacity. The aim of this study was to describe the effect of high intensity strength and endurance training on body fat index, glucose homeostasis and serum leptin of 15 to 20 year old Taekwondo players boy.

Method: Of the eligible volunteers in the study, 20 taekwondo players aged 15 to 20 were selected as the research sample. The subjects were randomly divided into two groups: moderate-intensity resistance-endurance training (the first group, the mean age was 17.77 ± 2.26 years) and high intensity (second group, 16.90 ± 1.72 years). The first group, , had moderate intensity and endurance training for 95 minutes, and the second group performed high intensity training for 80 minutes. Along with the conventional taekwondo exercises Before and after 8 weeks training, body fat index, glucose hemeostasis and serum leptin were assessed. For data analysis, dependent t-test and independent t- test were used. $P<0.05$ was considered significant.

Results: Compared with the pre-test, in the second group a significant decrease was observed in the body fat percentage, insulin and insulin resistance levels. Leptin and FBS significantly decreased after exercise in both groups. The Comparison between groups showed only significant difference in body fat percentage ($P=0.03$)..

Conclusion: High intensity strength and endurance training in athletes can potentially lead to significant reduction in subcutaneous fat. Decreased serum leptin and glucose levels and improved insulin sensitivity can improve the taekwondo lpayers performance

Keywords: High-intensity training, Body composition, Glucose homeostasis, Leptin.

1. MSc in Exercise Physiology, 2. Associate Professor, Rasht Branch, Islamic Azad University, 3. Assistant Professor, Rasht Branch, Islamic Azad University
*Email: dr.ramin.shabani@gmail.com