

2024 (Spring), 2 (1): 50-55

DOR:

Research article

Journal of Physiology of Training and Sports Injuries

(PTSIJournal@gmail.com)

(zanjan.ptsijournal@iau.ir)

<https://sanad.iau.ir/journal/eps>

Received: 2024/5/4

Accepted: 2024/6/19

(ISSN: 3060 - 6306)

The effect of 8 weeks' moderate intensity interval training on body composition and cardio-respiratory endurance in obese teenage girl students

Mahbobeh Sadat Nabavinejad^{1,2}

1. Department of Education and Development, Javad Abad District, Varamin, Tehran, Iran.

2. Ph.D. Student, Department of Sports Sciences, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Semnan, Iran.

Abstract:

The purpose of this research was to study the effect of eight weeks of moderate intensity interval training on the body composition and cardio-respiratory endurance of obese adolescent female students. Therefore, 20 obese female students voluntarily participated in this research. After obtaining consent from the parents, the subjects were randomly assigned to two equal training (n=10) and control groups (n=10). The subjects of the control group continued their normal life and the training group underwent moderate intensity interval training intervention. The training course was conducted for eight weeks with three sessions per week. The training protocol consisted of two sessions with six repetitions. In the first round, the subjects performed 6 times of 30 seconds with 70% of the maximum heart rate and had 30 seconds of active rest (running with 50% of the maximum heart rate) between the times. Before and after eight weeks, body composition was measured with a body analyzer and aerobic power through a 1600-yard test. All the analyzes were done with the covariance test and considering significance less than 0.05. The results showed that the percentage of fat and body mass index in the training group decreased significantly; on the other hand, aerobic power and lean body mass increased significantly. According to the results, it seems that intermittent training with moderate intensity is effective in improving the body composition and aerobic capacity of obese adolescent girls.

Keywords: Aerobic Capacity, Body Composition, Interval Training, Obesity, Adolescent Girls.

How to Cite: Nabavinejad, M.S. (2024). The effect of 8 weeks' moderate intensity interval training on body composition and cardio-respiratory endurance in obese teenage girl students. Journal of Physiology of Training and Sports Injuries, 2(1):50-55. [Persian].

دوره ۲ - شماره ۱
بهار ۱۴۰۳ - صص: ۵۰-۵۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۳۰
مقاله پژوهشی

تأثیر ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت متوسط بر ترکیب بدنی و استقامت قلبی-تنفسی دانش آموزان دختر نوجوان چاق

محبوبه سادات نبوی نژاد^۱ و^۲

۱. اداره آموزش و پرورش، منطقه جواد آباد، ورامین، تهران، ایران. آدرس پست الکترونیک: Nabavimahbobe7@gmail.com
۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، سمنان، ایران.

چکیده:

هدف از این تحقیق، مطالعه تأثیر هشت هفته تمرینات تناوبی با شدت متوسط بر ترکیب بدنی و استقامت قلبی-تنفسی دانش آموزان دختر چاق دوره متوسطه دوم بود. بنابراین ۲۰ دختر دانش آموز چاق، به طور داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. پس از کسب رضایتنامه از والدین، آزمودنی ها به صورت تصادفی در دو گروه تمرین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند. آزمودنی های گروه کنترل به زندگی عادی خود ادامه داده و گروه تمرینی تحت مداخله تمرین تناوبی با شدت متوسط قرار گرفتند. دوره تمرینی به مدت هشت هفته و با توالی سه جلسه در هفته انجام گرفت. پروتکل تمرینی شامل دو نوبت با شش تکرار بود. آزمودنی ها در نوبت اول ۶ زمان ۳۰ ثانیه ای را با ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه اجرا کردند و بین وهله ها، ۳۰ ثانیه استراحت فعال (دویدن با ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه) داشتند. قبل و پس از هشت هفته، ترکیب بدنی با دستگاه آنالیز بدن و توان هوازی از طریق آزمون ۱۶۰۰ یارد اندازه گیری شد. تمام تحلیل ها با آزمون کواریانس و با در نظر گرفتن معنی داری کمتر از ۰/۰۵ انجام گرفت. نتایج نشان داد که درصد چربی و شاخص توده بدن در گروه تمرین کاهش معنی داری؛ و در مقابل، توان هوازی و توده خالص بدنی افزایش معنی داری داشت. با توجه به نتایج به نظر می رسد تمرین تناوبی با شدت متوسط در بهبود ترکیب بدنی و توان هوازی دختران نوجوان چاق موثر باشد.

واژگان کلیدی: توان هوازی، ترکیب بدن، تمرین تناوبی، چاقی، دختران نوجوان.

شیوه استناددهی: نبوی نژاد، محبوبه سادات. تأثیر ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت متوسط بر ترکیب بدنی و استقامت قلبی-تنفسی دانش آموزان دختر نوجوان چاق. فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی، بهار ۱۴۰۳، ۲(۱): ۵۰-۵۵.

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی؛ بهار ۱۴۰۳، ۲(۱).

۱. مقدمه

و شاخص توده بدنی افراد مختلف دارد [۱۷]. یکی از بهترین و جدیدترین روش های تمرین هوازی که تاثیر فراوانی در بهبود ترکیب بدن دارد، تمرین تناوبی با شدت متوسط و بالا است. مربیان و ورزشکاران استقامتی به اهمیت تمرینات تناوبی شدید در بهبود اجرای استقامتی پی برده اند. این تمرینات شامل دوره های تکراری تمرینات کوتاه تا میان مدت (۳۰ ثانیه تا ۵ دقیقه) با شدت بالا است. بازیافت بین فعالیت ها ممکن است فعال یا غیر فعال باشد؛ اما مدت کافی برای تسهیل بازیافت کامل وجود ندارد. دلیل منطقی برای تمرینات تناوبی شدید، فشار مداوم اجزای فیزیولوژیکی ویژه مورد استفاده در ورزش، بالاتر از سطح مورد نیاز مسابقه، به منظور ایجاد سازگاری است.

با وجود اهمیت زیاد تمرینات تناوبی شدید در برنامه استقامتی، مطالعات علمی اندکی در این زمینه انجام شده است [۸]. برای مثال، پژوهشگران مشاهده نمودند که اجرای تمرین تناوبی با شدت متوسط سبب بهبود توان هوازی و کاهش معنادار وزن و شاخص توده بدن در دختران نوجوان چاق گردید. همچنین، پژوهشگران در تحقیقی روی دختران جوان چاق و دارای اضافه وزن مشاهده نمودند که چهار هفته تمرین شدید تناوبی توانست توان هوازی و ترکیب بدنی را در این افراد بهبود بخشد. پژوهشگران، اثر هشت هفته تمرین تناوبی بر شاخص های ترکیب بدنی زنان چاق غیرفعال را بررسی نمودند. تمرین، سبب کاهش درصد چربی و شاخص توده بدنی و افزایش توده بدنی خالص شد [۱۲، ۱۳، ۱۸، ۱۹، ۲۰].

با توجه به این که اکثر تحقیقات تمرین تناوبی شدت بالا را مورد بررسی قرار داده اند؛ اما اجرای تمرین شدید برای دانش آموزان چاق سخت بوده و ممکن است توانایی تحمل آن را نداشته باشند [۱]. امروزه تمرین تناوبی با شدت متوسط برای برخی از افراد پیشنهاد می شود. با توجه به مطالب ذکر شده، تمرین تناوبی تاثیر مستقیم در بهبود ترکیب بدنی و عملکرد هوازی ورزشکاران داشته، اما این امر در دانش آموزان چاق کمتر مورد بررسی قرار گرفته و تحقیقات در زمینه اثر بخشی تمرینات تناوبی شدت متوسط کم است. بنابراین، هدف این تحقیق مطالعه تأثیر هشت هفته تمرینات تناوبی با شدت متوسط بر ترکیب بدنی و استقامت قلبی-تنفسی دانش آموزان دختر نوجوان چاق دوره متوسطه دوم شهرستان ورامین بود.

۲. روش پژوهش

این تحقیق از نوع نیمه تجربی با پیش آزمون و پس آزمون بود. جامعه آماری این پژوهش دانش آموزان دختران چاق دوره متوسطه دوم شهرستان ورامین (شاخص توده بدنی بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع) در فاصله سنی ۱۴ تا ۱۷ سال بودند که به صورت هدفمند انتخاب شدند. تعداد حجم نمونه ۲۰ نفر بود که به شکل تصادفی در دو گروه کنترل و تمرین قرار گرفتند. ابتدا، فراخوان عمومی و ثبت نام اولیه از دانش آموزان علاقمند به همکاری با دارا بودن شرایط ورود به تحقیق انجام گرفت. سپس، اطلاعات لازم درباره ماهیت و نحوه اجرای

یکی از مشکلات اصلی بشر در دنیای کنونی، بی تحرکی و سبک زندگی ماشینی است. براساس پژوهش های سازمان جهانی بهداشت، بی تحرکی یکی از ده علت مرگ و میر در جهان می باشد، به طوری که سالیانه حدود دو میلیون مرگ به این علت رخ می دهد. عدم فعالیت جسمانی باعث افزایش تمام مرگ و میرها، دو برابر شدن خطر بیماری قلبی عروقی، دیابت نوع دو و چاقی می شود [۱۷]. همچنین خطر ابتلا به سرطان پستان و روده، پرفشاری خون، اختلال های چربی، استئوپروز، افسردگی و اضطراب را افزایش می دهد. میزان بی تحرکی در تمام کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه بالا است و این مسئله در جوامع صنعتی، مشکل عمده تری به شمار می آید [۱۵].

کاهش فعالیت بدنی و شیوع چاقی و اضافه وزن در بسیاری از کشورهای پیشرفته همچنین در کشورهای حاشیه خلیج فارس به ویژه ایران در حال افزایش است [۱۶]. از سویی دختران و زنان حدود نیمی از جمعیت را تشکیل می دهند و سلامت آنان زیر بنای سلامت خانواده و جامعه است. دختران مستعد چاق شدن در نواحی شکم، ران و باسن هستند. با افزایش سن، متابولیسم بدن آن ها کاهش یافته و بدن چربی را بیشتر از هر جای دیگری در ناحیه شکم ذخیره می کند. از جمله سایر عوامل که باعث چاقی دور شکم می شود، می توان به رژیم ناسالم، عدم تحرک، تغییرات هورمونی، تغییرات ژنی و استرس اشاره کرد [۳].

از آنجایی که چاقی با بیماری های مختلف ارتباط دارد و از طرفی سبب کاهش سطح کیفیت زندگی و اعتماد به نفس، به ویژه در دختران دانش آموز می گردد؛ لذا، پیدا کردن راهکاری که بتواند افراد را به فعالیت بدنی منظم و مفرح تشویق و جذب کند دارای اهمیت می باشد. گزارش شده است که شرکت در برنامه های ورزشی به ویژه تمرین هوازی و افزایش زمان برنامه های تربیت بدنی در مدارس می تواند سبب کاهش اضافه وزن و چاقی و بهبود ترکیب بدنی دختران دانش آموزان گردد [۲]. تحقیقات نشان داده است که اگر وزن بدن ۵ تا ۱۵ درصد در افراد چاق کاهش پیدا کند، ریسک ابتلا به بیماری های قلبی-عروقی در این افراد نیز کاهش پیدا خواهد کرد. به علاوه، داشتن فعالیت های ورزشی منظم و رژیم غذایی مناسب بعنوان یک درمان غیر دارویی برای بزرگسالان دارای اضافه وزن معرفی شده است [۵].

تحقیقات جدید نشان می دهد که در هنگام ورزش، هورمون چربی سوزی ترشح می شود که نقش بسیار مهمی در وزن و سلامتی دارد. هر چند تغذیه بیشترین تاثیر را روی وزن دارد؛ اما ورزش، بخش مهمی از این مجموعه را تشکیل می دهد و اهرم نهایی برای بهترین وضعیت سلامتی و تندرستی است. در خصوص بررسی اثرات فعالیت بدنی متفاوت (استقامتی، هوازی، قدرتی، تناوبی و غیره) بر بهبود ترکیب بدنی، درصد چربی بدن و کاهش وزن، مطالعات بسیار زیادی انجام شده است و البته؛ نتایج مطالعات ضد و نقیض بوده است. با این حال، مطالعات گذشته مشخص کرده اند که تمرینات هوازی تاثیر مثبتی بر درصد چربی بدن

جدول ۱. اطلاعات توصیفی آزمودنی ها

متغیر	مرحله	کنترل	تمرین
سن (سال)	پیش آزمون	۱۵/۳±۱/۳۳	۱۵/۲±۶/۶۱
قد (سانتی متر)	پیش آزمون	۱۶۰/۵±۷/۱۴	۱۵۸/۴±۱۲/۵۸
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۷۶/۶±۴۲/۸۱	۷۵/۵±۹۲/۷۲
	پس آزمون	۷۶/۶±۹۰/۶۱	۷۲/۷±۱۴/۹۷
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش آزمون	۳۱/۲±۲/۹۸	۳۱/۲±۱/۶۱
	پس آزمون	۳۱/۲±۲۱/۴۶	۳۰/۲±۳/۴۱
درصد چربی	پیش آزمون	۴۰/۳±۱۴/۸۱	۴۱/۴±۷۶/۶۷
	پس آزمون	۴۰/۴±۴۶/۱۴	۳۸/۴±۹۲/۳۱
توده خالص بدنی (کیلوگرم)	پیش آزمون	۴۵/۵±۶۲/۱۷	۴۵/۶±۱۸/۰۲
	پس آزمون	۴۵/۵±۴۱/۳۲	۴۶/۵±۷۹/۱۷
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر)	پیش آزمون	۳۶/۴±۱۲/۹۱	۳۵/۴±۷۶/۴۳
	پس آزمون	۳۶/۴±۸۷/۱۱	۳۹/۵±۲۲/۱۹

۴. بحث و نتیجه گیری

یافته های تحقیق حاضر نشان داد که تمرین تناوبی با شدت متوسط سبب کاهش معنی دار شاخص توده بدن، درصد چربی و افزایش معنی دار توده خالص بدنی و توان هوازی دختران چاق دانش آموز گردید. نتایج تحقیق حاضر با نتایج گیو و همکاران (۲۰۲۳)، ملایری و همکاران (۲۰۱۸) و الهی و همکاران همخوانی (۲۰۲۱) دارد. در مقابل چیو و همکاران (۲۰۱۲) تغییر معنی داری در درصد چربی بدن پس از دوره تمرینی مشاهده نکردند. احتمالاً، تفاوت پروتکل تمرینی دلیل اصلی این تفاوت ها باشد؛ چرا که چیو و همکاران از تمرین مقاومتی به عنوان مداخله تمرینی استفاده نمودند [۴]. در تحقیق حاضر مشاهده شد که تمرین تناوبی با شدت متوسط سبب کاهش درصد چربی بدن و شاخص توده بدن گردید. برای این پیشرفت چندین سازوکار را می توان بیان نمود. فعالیت بدنی و تمرین ورزشی منجر به عملکرد سریع دستگاه عصب سمپاتیک شده و هر دو هورمون اپی نفرین و نوراپی نفرین به سرعت آزاد شده و سبب عمل لیپولیزی می گردد. تحقیقات پیشین نشان داده است که سطح این هورمون ها تا چند ساعت بعد از ورزش تناوبی بالا بوده و لیپولیز بیشتر حتی پس از تمرین ادامه دارد. به علاوه، تمرین تناوبی شدید سبب تعادل منفی کالری و افزایش انرژی مصرفی روزانه در آزمودنی ها شده و از این طریق سبب بهبود ترکیب بدنی می گردد. هم چنین، احتمالاً تمرین تناوبی شدید می تواند ادیپوکاین ها از جمله لپتین و آیریزین و دیگر آدیپوکاین ها را فعال و از این طریق ترکیب بدنی را دستخوش تغییر نماید. علاوه بر سه مورد ذکر شده، تغییرات دیگر هورمون ها از جمله هورمون رشد نیز در این نتایج اثرگذار است [۱۴]. در پژوهش حاضر، تمرین تناوبی با شدت متوسط سبب بهبود توان هوازی دختران چاق دانش آموز شد. این نتایج با یافته های حیدری و همکاران (۲۰۱۲) و هزل و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد. تمامی

تحقیق، و نکات ضروری برای شرکت در تحقیق به صورت کتبی و شفاهی به دانش آموزان و اولیای آن ها داده شده و فرم رضایت نامه کتبی از اولیا گرفته شد.

برنامه تمرینی شامل هشت هفته تمرین منظم تناوبی با شدت متوسط و با تواتر سه جلسه در هفته بود. در این برنامه تمرینی هر جلسه تمرین از دو مرحله تشکیل شده بود. در هفته اول تا چهارم، مرحله اول شامل ۶ تکرار یعنی ۳۰ ثانیه دویدن (۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه) بود و بلافاصله ۳۰ ثانیه استراحت فعال (۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه) بین ۶ تکرار انجام گرفت. سپس، آزمودنی ها ۴ دقیقه استراحت غیر فعال داشتند. پس از استراحت ۴ دقیقه ای مرحله دوم مشابه با مرحله اول اجرا شد. در هفته پنجم تا هشتم، شدت تمرین از ۷۰ به ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. شدت تمرین برای هر آزمودنی بر اساس فرمول ضربان قلب هدف کارونن محاسبه شد.

برای اندازه گیری وزن و درصد چربی بدن و شاخص توده بدن از دستگاه ترکیب سنجی بدن (بروئر مدل bf66) و قد سنج و ترازوی (سکا ساخت آلمان) استفاده گردید. درصد چربی بدن و توده بافت خالص بدن (غیر چربی) و همچنین شاخص توده بدن مورد اندازه گیری قرار گرفت. برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی ها از آزمون یک مایل راه رفتن و دویدن ویژه نوجوانان استفاده شد. کلیه آزمون های ترکیب بدنی و توان هوازی قبل از جلسه اول تمرینی و پس از اتمام دوره تمرینی به عمل آمد.

برای تعیین نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. همچنین برای بررسی اختلاف معنی داری هر یک از متغیرهای تحقیق، بین گروه های تمرینی و کنترل از آزمون تحلیل کواریانس استفاده شد. برای پیش فرض آزمون کواریانس از آزمون پذیرگی همگنی و آزمون لوین استفاده شد. سطح معنی داری برای تمامی تحلیل ها $p \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

۳. یافته ها

در جدول ۱ اطلاعات توصیفی گزارش شده است. اطلاعات در دو بخش پیش آزمون و پس آزمون (انحراف معیار \pm میانگین) آمده است. در جدول ۲ نتایج آزمون کواریانس در متغیرهای درصد چربی، توده خالص بدنی و توان هوازی آورده شده است. نتایج نشان داد که مداخله تمرینی سبب کاهش معنی دار درصد چربی و افزایش توده غیر چربی و توان هوازی آزمودنی ها شده است. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می شود؛ درصد چربی، توده خالص بدنی، شاخص توده بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی داری دارد ($p=0/001$). درصد چربی و شاخص توده بدنی به طور معنی داری کاهش و توان هوازی و توده عضلانی افزایش معنی داری داشته است.

متوسط بهتر از شدت بالا باشد. با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می شود که از برنامه های تمرین تناوبی با شدت متوسط در کلاس های تربیت بدنی و برنامه های ورزشی دختران نوجوان چاق استفاده گردد.

منابع

- [1] Abdollahzadeh, N., Sedaghati, S. (2024). Validation of Lateral Pair Jump and RAST tests and its relation with body mass index in non-athlete female. *Journal of Physiology of Training and Sports Injuries*, 1(1):17-22. [Persian].
- [2] Banaifar, A.A., Soheili, S., Islami, R., Izadi, M. (2013). The effect of 6 weeks of aerobic exercise on interleukin 10 levels and lipid profile in obese women. *Journal of Exercise Physiology and Physical Activity*, 6 (1).
- [3] Bredella, M. A. (2017). Sex differences in body composition. Sex and gender factors affecting metabolic homeostasis, diabetes and obesity, 9-27.
- [4] Chiu, S.C., Yang, R.S., Yang, R.J., Chang, S.F. (2018). Effects of resistance training on body composition and functional capacity among sarcopenic obese residents in long-term care facilities: a preliminary study. *BMC Geriatr*. 2018; 18 (1): 21. [DOI:10.1186/s12877-018-0714-6]
- [5] Curioni, C.C., Lourenco, P.M. (2005). Long-term weight loss after diet and exercise: a systematic review. *International journal of obesity*, 29(10), 1168-1174.
- [6] Dupont, K., Akakpo, K., Berthoin, S. (2004). The effect of in-season high intensity interval training in soccer players. *J. Strength Cond. Res.*18:584-589.
- [7] Eftekhari, E., Zafari, A., Gholami, M. (2015). Physical activity, lipid profiles and leptin. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 65(4): 465 – 469.
- [8] Gibala, M.J., Little, J.P., Macdonald, M.J., Hawley, J.A. (2012). Physiological adaptations to lowvolume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 2012 Mar 10; 554(5): 1077-1084. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725. Epub 2012 Jan 30. Review.
- [9] Hazell, T. J., Hamilton, C. D., Olver, T. D., and Lemon, P. W. (2014). Running sprint interval training induces fat loss in women. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 39, 944–950. doi: 10.1139/apnm-2013-0503.
- [10] Heydari, M., Freund, J., and Boutcher, S. H. (2012). The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. *J. Obes.* 2012:467. doi: 10.1155/2012/480467.
- [11] 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. *J. Diabetes Res.* 2016, 1–9. doi: 10.1155/2016/4073618.
- [12] Ossanloo, P., Najar, L., Zafari, A. (2012). The effects of combined training (aerobic dance, step exercise and resistance training) on body fat percent and lipid profiles in sedentary females of Al_zahra University. *European Journal of Experimental Biology*, 2(5): 1598 – 1602.
- [13] Ossanloo, P., Zafari, A., Najar, L. (2012). The effects of combined training (aerobic dance, step exercise and resistance training) on body composition in sedentary females. *Annals of Biological Research*, 3(7): 3667 – 3670.
- [14] Rosenbaum, M., and Rudolph L. Leibel. "20 YEARS OF LEPTIN: Role of leptin in energy homeostasis in humans." *Journal of Endocrinology* 223, no. 1 (2014): T83-T96.
- [15] Ruis, A. R. (2016). *Trois Empreintes d'un Mème Cachet*: Toward a Historical Definition of Nutrition. *Viral*

این تحقیقات مشاهده نمودند که تمرین تناوبی با شدت های مختلف می تواند سبب بهبود توان و ظرفیت هوازی گردد [۹، ۱۰]. به عنوان تحقیق ناهمسو می توان به یافته های کنگ و همکاران (۲۰۱۶) اشاره نمود که در تحقیق خود که شامل تمرین تناوبی شدید در زنان جوان چاق بود تفاوت معنی داری در توان هوازی مشاهده نکردند [۱۱]. در مطالعه روی ورزشکاران، دوپونت و همکارانش (۲۰۰۴) در یک دوره تمرینات اینتروال با شدت بالا روی ۲۲ مرد بازیکن فوتبال حرفه ای، نشان دادند که پس از انجام دو دوره متوالی ۱۰ هفته ای با انجام ۱۲ الی ۱۵ حرکت دویدن با شدت ۱۲۰ درصد حداکثر سرعت هوازی متناوب به مدت ۱۵ ثانیه و با ۱۵ ثانیه استراحت فعال، بهبود ۸ درصدی در توان هوازی بازیکنان مشاهده شده است [۶].

جدول ۲. نتایج آزمون کواریانس در متغیرهای مختلف

متغیر وابسته	منابع تغییر	مجذور مربعات	df	میانگین مربعات	F	P	مجذور اتا
درصد چربی	اثر اصلی گروه	۰/۴۸	۱	۰/۴۸	۱۷/۶	۰/۰۰۱	۰/۵۷
	اثر تعاملی	۱۴/۲۰	۱	۱۴/۲۰	۱/۷۸	۰/۰۰۱	۰/۳۵
	خطا	۰/۳۵	۱۷	۰/۲			
توده بدنی خالص	اثر اصلی گروه	۷۶/۱۶	۱	۷۶/۱۶	۳/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۷۴
	اثر تعاملی	۱۵/۱۴	۱	۱۵/۱۴	۱/۲۳	۰/۰۰۱	۰/۳۶
	خطا	۲۵/۸۴	۱۷	۱/۹۹			
شاخص توده بدن	اثر اصلی گروه	۲۴/۱۴	۱	۲۴/۱۴	۱/۱۸	۰/۰۴	۰/۲۶
	اثر تعاملی	۲۲۵/۶۸	۱	۲۲۵/۶۸	۲/۷	۰/۰۱	۰/۵۷
	خطا	۱۶۶/۴۰	۱۷	۶۴/۰۹			
توان هوازی	اثر اصلی گروه	۱۱/۵۹	۲	۱۱/۵۹	۵/۹۸	۰/۰۰۱	۰/۸۱
	اثر تعاملی	۲/۷۹	۱	۲/۷۹	۲/۴۶	۰/۰۰۱	۰/۵۱
	خطا	۲/۶۴	۱۷	۰/۱۰			

از دلایل بهبود توان هوازی، می توان به سازگاری های مرکزی از جمله افزایش برون ده قلبی و حجم ضربه ای و همچنین بهبود فاکتورهای محیطی مانند سازگاری های مویرگی، افزایش آنژیوژنز، افزایش هموگلوبین و سیالیت خون و افزایش عملکرد میتوکندریایی اشاره نمود. هر چند، در برخی از تحقیقات ارتباط معکوسی بین کاهش وزن و افزایش توان هوازی مشاهده شده است. احتمالاً افزایش توده خالص بدنی و کاهش درصد چربی به عنوان عاملی مستقل در این یافته موثر بوده است. مکانیزم های مختلفی برای این بهبود وجود دارد، اما یکی از مسائل مهم در تجویز برنامه تمرین تناوبی تعیین شدت تمرین است. به نظر می رسد که به دلیل چاقی و غیر فعال بودن آزمودنی ها، تمرین تناوبی با شدت

networks: Connecting digital humanities and medical history, 179-212.

[16] Tian, Y., Chen, K., Xie, Z., Fang, Y., Wang, H., Nie, Y., & Mu, Y. (2015). The association between serum uric acid levels, metabolic syndrome and cardiovascular disease in middle aged and elderly Chinese: results from the DYSlipidemia International Study. *BMC cardiovascular disorders*, 15(1), 1-10.

[17] Xu, X., Ying, Z., Cai, M., Xu, Z., Li, Y., Jiang, S.Y., and et al. Exercise ameliorates high-fat diet-induced metabolic and vascular dysfunction, and increases adipocyte progenitor cell population in brown adipose tissue. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2011; 300(5): 1115-25

[18] Zahedmanesh, F., Zafari, A., Zahedmanesh, F. (2013). Lipid profiles changes induced by swimming combined training in academic level athlete's women. *European Journal of Experimental Biology*, 3(1): 223 – 227.

[19] Zahedmanesh, F., Zafari, A., Zahedmanesh, F. (2013). The effects of swimming combined training on body composition in academic level athletes' women. *European Journal of Experimental Biology*, 3(1): 228 – 231.

[20] Zare, S., Ramezani, J., Khosravanian, S. (2024). The Effect of Massage with Cavitation and Green Coffee on Leptin and ATGL Enzyme in Sedentary Obese Females. *Journal of Physiology of Training and Sports Injuries*, 1(1):32-37. [Persian].