

## اثر ۶ هفته تمرین کم حجم تناوبی شدید بر غلظت سرمی لپتین، گلوکز و درصد چربی

### بدن کشتی گیران جوان

عبدالرضا کاظمی<sup>۱</sup>، رسول اسلامی<sup>۲</sup>، مسعود قائدعلی<sup>۳</sup>، مختار قنبرزاده<sup>۴</sup>

۱. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان، ایران (مؤلف مسئول) تلفن ثابت: ۰۳۴-۳۴۵۷۸۴۲ a.kazemi@vru.ac.ir
۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۳. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی

#### چکیده

**زمینه و هدف:** لپتین پلی پیتیدی است که با تغییرات وزن بدن و مصرف انرژی مرتبط است و تحت تاثیر تمرینات ورزشی قرار می‌گیرد. هدف از پژوهش حاضر شناخت اثر ۶ هفته تمرین کم حجم تناوبی شدید بر غلظت سرمی لپتین، گلوکز و درصد چربی بدن کشتی گیران جوان بود.

**روش بورسی:** در یک مطالعه تجربی ۲۰ کشتی گیر جوان به دو گروه تجربی ( $n=10$ ) و کنترل ( $n=10$ ) تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت ۶ هفته (۳ جلسه در هفته) تمرین تناوبی شدید را که شامل ۳ ست پروتکل رست (۶ وله ۳۵ متر با ۱۰ ثانیه استراحت بین هر وله) با ۴ دقیقه استراحت بین هر ست در هفته‌ای اول و به گونه فراینده تا هفته چهارم هر هفته یک ست اضافه می‌شد، اجرا کردند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون  $\text{t}$  مستقل و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که ۶ هفته تمرین تناوبی شدید منجر به تغییر معناداری در سطوح لپتین و درصد چربی بدن کشتی گیران نمی‌شود ( $P > 0.05$ ). اما گلوکز پلاسمای در نتیجه این تمرینات کاهش معناداری نشان داد ( $P < 0.05$ ). علاوه بر این، درصد چربی بدن پس از یک دوره تمرین تناوبی شدید هر چند کاهش یافت اما تغییرات معنی دار نبود ( $P = 0.228$ ). علاوه بر این، نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد یک جلسه تمرین تناوبی شدید در سه زمان مختلف (قبل، بلافاصله بعد و ۹۰ دقیقه پس از یک جلسه تمرین) قبل و پس از ۶ هفته تمرین تناوبی شدید به صورت معنی دار سطوح لپتین سرمی را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر به نظر می‌رسد که عدم تغییر معنی دار میزان لپتین سرمی پس از یک دوره تمرین تناوبی شدید کم حجم، به خاطر عدم تغییر در درصد چربی بدن و کافی نبودن حجم تمرین در کشتی گیران جوان می‌باشد.

**وازگان کلیدی:** تمرین تناوبی شدید، لپتین، گلوکز، درصد چربی بدن، کشتی گیران جوان

وصول مقاله: ۹۳/۹/۵ اصلاحیه نهایی: ۹۳/۱۰/۲۴ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۲

**مقدمه**

در دهه های اخیر پژوهشگران علوم ورزشی با استفاده از ترکیب تمرینات سرعتی (ST) و تمرینات تناوبی (IT) یک شیوه جدیدی از تمرینات را با نام تمرین تناوبی شدید (HIT) ابداع کردند (۱). تمرین تناوبی شدید به عنوان وله‌های تکراری با فعالیت‌های تناوبی نسبتاً کوتاه و با شدتی نزدیک به  $VO_{2\text{peak}}$  تعریف شده است (۲). ویژگی بارز اینگونه تمرینات حجم خیلی کم آن است (۳). سازوکار اینگونه تمرینات به این شرح می‌باشد که یک وله HIT غلظت سوستراهای انرژیکی و فعالیت آنزیم‌های مرتبط با متابولیسم بیهوایی را افزایش می‌دهد و با به کارگیری این تمرینات می‌توان دامنه وسیعی از سازگاری‌های متابولیکی و عملکردی را انتظار داشت (۴). شواهد نشان می‌دهند که اگر زمان ریکاوری بین وله‌های شدید کاهش یابد، سهم گلیکولیز نیز برای تأمین انرژی کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه سوخت و ساز هوایی برای جبران این کسر انرژی افزایش پیدا می‌کند (۵).

در سال‌های اخیر بافت چربی به عنوان یک بافت اندوکرین در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند چندین پروتئین و آدیپوکاین را ترشح می‌کند که نقش‌های فیزیولوژیک مختلف را ایفا می‌کنند (۶). بافت چربی نقشی اساسی در متابولیسم لپید و گلوکز دارد و تعداد زیادی از هورمون‌ها و سایتوکاین‌ها مانند آژنیوتیسوینوژن، TNF- $\alpha$ ، IL-6، آدیپونکتین، لپتین و مهار کنندهٔ فعال کنندهٔ پلاسمینوژن (PAI-1) را تولید می‌کند (۷). مشخص شده است که چاقی و بخش‌های مختلفی از سندروم متابولیک مانند هیپرنسولینمی و پر فشارخونی به دلیل کارکرد ترشحی متفاوت بافت چربی قویاً با هم مرتبط هستند (۸و۹). لپتین آدیپوکاینی است که نقش مهمی در تنظیم هموستانز انرژی انسان ایفا می‌کند و به عنوان پیام رسان چربی ۱ برای تنظیم بلند مدت وزن بدن به وسیله مغز در نظر گرفته می‌شود.

سطوح در گرددش لپتین با توده بافت چربی سفید همبستگی دارد (۱۰ و ۹) و لپتین موجب کاهش دریافت غذا و افزایش مصرف انرژی می‌گردد (۱۱). بر اساس این نقش بدیهی، سطوح لپتین با چاقی افزایش پیدا می‌کند و به صورت دقیق با درصد چربی بدن در مردان و زنان تنظیم می‌شود (۱۲). لپتین نقش مهمی در تنظیم وزن بدن و تعادل انرژی ایفا می‌کند و نقش حیاتی در فرآیندهای التهابی از طریق درگیر کردن سلول‌های T و تعدیل فعالیت سلول‌های T کمکی در پاسخ اینمی سلولی ایفا می‌کند. چندین مطالعه به نقش لپتین در پاتوژن حالت‌های التهابی اشاره کرده‌اند. در رابطه با دیابت نوع ۱ نیز کاهش، افزایش و عدم تغییر سطوح سرمی لپتین را گزارش کرده‌اند (۱۳). سطوح لپتین وابسته به جنسیت است و در زنان بیشتر از مردان است (۱۴). همچنین، بافت چربی سایتوکاین‌های زیادی از جمله لپتین، آدیپونکتین، ایترولوکین ۶-۲ و ... را ترشح می‌کند که در مسیرهای ترومبوتیک<sup>۲</sup> و التهابی درگیر هستند (۱۵). برخی پژوهش‌ها نیز عنوان کرده‌اند که لپتین از ترشح انسولین جلوگیری می‌کند و یا ان ژن انسولین را از طریق عمل کردن مستقیم بر روی سلول‌های جزاير پانکراتیک<sup>۳</sup> و غیر مستقیم از طریق افزایش بروندۀ سیستم عصبی سمتیک به پانکراس، کاهش می‌دهد که در نتیجه منجر به کاهش ترشح انسولین می‌شود، به علاوه لپتین از اتصال انسولین به آدیپوسایت‌های ایزوله شده، جلوگیری می‌کند (۱۶).

پژوهش‌های زیادی بر نقش لپتین در هموستانز انرژی پرداخته‌اند. لپتین تنظیم اشتها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به علاوه دارای نقش‌های دیگری در سایر مسیرهای متابولیکی از قبیل تعدیل گلوکز و متابولیسم چربی می‌باشد (۱۷). در این رابطه و با توجه به اهمیت لپتین پژوهش‌های زیادی به بررسی نقش تمرینات ورزشی مختلف بر سطوح در گرددش لپتین پرداخته‌اند و نتایج بدست آمده در این زمینه کاملاً

<sup>2</sup>.thrombotic<sup>3</sup>.Pancreatic islet Cells<sup>1</sup>.Adiposity Signal

ورزشی بعد از یک دوره تمرین) روی غلظت سرمی لپتین صورت نگرفته است. هدف پژوهش حاضر شناخت اثر ۶ هفته تمرین کم حجم تناوبی شدید بر غلظت سرمی لپتین، گلوکز و درصد چربی بدن کشتی گیران جوان بود.

### روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع تجربی بود. جامعه آماری این تحقیق را کلیه کشتی گیران جوان شهرستان رفسنجان که در دامنه سنی ۲۵-۲۰ سال قرار داشتند تشکیل می‌دادند. آزمودنی‌ها به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. ۲۰ نفر از آن‌ها به صورت تصادفی به ۲ گروه تجربی ( $n=10$ ) و کنترل ( $n=10$ ) تقسیم شدند. شرط ورود به تحقیق داشتن حداقل ۳ ماه تجربه ۲ جلسه تمرین کشتی در هفته، عدم استفاده از داروهای نیروزا، نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی - عروقی، ریوی و عدم ابتلا به بیماری‌های عfonی حداقل یک ماه پیش از آغاز پژوهش بود.

برای اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش از پرسشنامه سلامتی برای آگاهی از وضعیت سلامتی آزمودنی‌ها، قدسنج ساتر آپ برای اندازه‌گیری قد، ترازوی دیجیتال SECA<sup>1</sup> ساخت کشور آلمان برای اندازه‌گیری توده بدن آزمودنی‌ها استفاده شد برای سنجش لپتین کیت Boster آمریکا و سطوح گلوکز سرم با استفاده از کیت اندازه‌گیری گلوکر شرکت پارس آزمون ایران و درصد چربی با استفاده از کالیپر هارپندن اندازه‌گیری شد. در ابتدا تمام آزمودنی‌ها پرسشنامه ارزیابی پزشکی را تکمیل نموده و به منظور ملاحظات اخلاقی تمام مراحل پژوهش به اطلاع آزمودنی‌ها رسانده شد و سپس رضایت‌نامه کتبی برای حضور در برنامه دریافت گردید. آزمودنی‌ها یک هفته پیش از آغاز تمرینات با نحوه اجرا و چگونگی انجام برنامه تمرینی آشنا و ضمن تشریح اهداف، برنامه و زمان‌بندی پژوهش، پروتکل تمرین آغاز شد. گروه تجربی برنامه تمرینی را برای مدت ۶ هفته،

متفاوت و ضد و نقیض اند. سطوح سرمی لپتین در پاسخ به ۸ هفته تمرینات استقامتی در زنان غیر ورزشکار جوان کاهش معنی داری نشان داد که کاهش معنی دار لپتین با کاهش معنی دار توده بدن در گروه تمرین همراه بوده است (۱۸). که نتیجه این پژوهش، همانند سایر پژوهش‌ها حاکی از ارتباط مستقیم توده چربی بدن با سطوح در گردش لپتین است (۱۹). حسینی کاخک و همکاران (۱۳۹۱) پاسخ سطوح پلاسمایی لپتین را به یک جلسه تمرین دایره‌ای بررسی کردند، تمرین دایره‌ای شامل ۱۰ ایستگاه با ۳ دایره بود. استراحت بین ایستگاه‌ها ۳۰ ثانیه و بین دایره‌ها ۲-۳ دقیقه بود. خونگیری قبل و بلافاصله بعد از اتمام تمرین دایره ای صورت گرفت. نتایج نشان داد که سطوح پلاسمایی لپتین در پاسخ به یک جلسه تمرین دایره‌ای بدون تغییر باقی می‌ماند (۲۰). اما علی‌رغم تاثیرات متفاوتی که تمرینات تناوبی شدید در مقایسه با روش‌های تمرینی دیگر می‌تواند بر سطوح عوامل مختلف در جریان خون و بافت‌های مختلف، داشته باشند. تاکنون بسیاری از ابعاد تاثیر گذاری تمرینات تناوبی شدید بر سطوح عوامل التهابی مختلف و آدیپوکاین-ها ناشناخته مانده است، که اهمیت این بررسی به ویژه در ورزشکاران حرفه‌ای و تمرین کرده دوچندان می‌شود. در همین راستا در پژوهش حاضر با توجه به نقش مهمی که لپتین می‌تواند در تنظیم هموستاز انرژی و ترشح سایر آدیپوسایتوکاین‌ها داشته باشد، تغییرات این آدیپوکاین به دنبال ۶ هفته تمرینات تناوبی شدید در کشتی گیران جوان مورد بررسی قرار گرفت.

حال آن که با وجود عدم شناخت کامل از سازوکارهای سلولی-مولکولی HIT نیاز است که به مطالعه نقاط مبهم و ناشناخته آن پرداخته شود. همچنین با جمعبندی یافته‌های پژوهشی از مطالعات متعدد مشخص است که تغییرات لپتین در تمرینات تناوبی شدید متناقض بوده و مطالعه‌ای در خصوص سازگاری ۶ هفته تمرین کم حجم تناوبی شدید (تغییرات سطوح استراحتی و تغییرات سطوح پس از فعالیت

<sup>1</sup> - Sulphur Emission Control Area

درصد چربی و از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر جهت بررسی اثر یک جلسه فعالیت ورزشی (قبل، بلافاصله و ۹۰ دقیقه پس از یک جلسه تمرین) قبل و بعد از ۶ هفته تمرین تناوبی شدید استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمامی آزمون‌ها /۰.۰۵ در نظر گرفته شد. کلیه روش‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام گرفت.

### نتایج

نتایج نشان داد که ۶ هفته تمرین تناوبی شدید منجر به تغییر معناداری سطوح لپتین ( $P < 0.05$ ) و درصد چربی ( $P < 0.05$ ) بدن کشته گیران نمی‌شود. اما گلوکز پلاسمای در نتیجه این تمرینات کاهش معناداری را مشاهده کرد ( $p=0.001$ ). علاوه بر این، درصد چربی بدن پس از یک دوره تمرین تناوبی شدید هر چند کاهش یافت اما تغییرات معنی‌دار نبود ( $P = 0.238$ ) (جدول ۱).

۳ جلسه تمرین در هفته) انجام دادند، که شامل ۳ ست پروتکل رست (۶ وله ۳۵ متر با ۱۰ ثانیه استراحت بین هر وله) با ۴ دقیقه استراحت بین هر ست در هفته اول بود و به گونه فزاینده تا هفته ۶ هر هفته یک ست اضافه شد. کلیه جلسات تمرینی بین ساعت ۸ تا ۱۱ صبح انجام شد. نمونه خونی بعد از ۱۲ ساعت ناشتاپی قبل از اولین جلسه تمرین، نمونه دوم بلافاصله بعد از اتمام جلسه و نمونه سوم ۹۰ دقیقه بعد از پایان جلسه تمرین به مقدار ۱۰ میلی لیتر از سیاهرگ بازویی روی آرنج گرفته شد. سپس نمونه‌های خونی جمع آوری شده به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم‌ها جدا و در دمای ۸۰-۸۰ سانتی گراد نگهداری شد از روش ELISA برای اندازه‌گیری لپتین و کلوگز سرمی استفاده شد. با توجه به اینکه نتایج آزمون کولموگرف-اسمیرنوف نرمال بودن توزیع داده‌ها را نشان داد ( $P < 0.05$ ) برای داده‌ها در تمامی مراحل). از آزمون های t جهت بررسی اثر یک دوره تمرین بر میزان لپتین و

**جدول ۱. مقادیر غلظت لپتین، گلوکز و درصد چربی در پیش و پس از تمرین دو گروه تجربی و کنترل (نتایج آزمون t).**

متغیر	گروه	قبل از مداخله	بعد از مداخله	ارزش P
سطوح استراحتی لپتین	تجربی	۳۱۴/۲۵±۲۱/۶	۳۰۳/۵۰±۳۱۹/۰۰	.۰۴۰۵
	کنترل	۲۳۸/۴۲±۱۰/۲۹	۱۶۶/۷۱±۷۳/۶۴	
سطوح لپتین بلافاصله	تجربی	۳۱۱/۷۵±۱۸۲/۹۵	۳۲۸/۳۷±۳۶/۰۹	.۰۲۳۸
	کنترل	۲۱۹/۵۷±۷۶/۸۶	۱۵۴/۱۴±۶۸/۳۳	
سطوح لپتین ۹۰ دقیقه	تجربی	۳۴۴/۳۷±۲۴۰/۷۳	۲۷۶/۵۰±۲۹۰/۳۵	.۰۱۳۵
	کنترل	۱۹۳/۸۵±۶۸/۰۹	۱۵۷/۵۷±۶۹/۱۷	
سطوح استراحتی	تجربی	۷۵/۵۰±۷/۵۷	۶۷/۵۰±۴/۴۴	.۰۰۰۱
	کنترل	۷۵/۳۳±۵/۹۵	۶۸/۷۱±۴/۲۳	
سطوح گلوکز	تجربی	۱۲۱/۲۵±۱۴/۵۲	۱۰۳/۲۵±۱۲/۳۹	.۰۰۰۱
	کنترل	۷۵/۰۰±۵/۶۹	۷۷/۷۱±۲/۴۵	
سطوح گلوکز ۹۰ دقیقه	تجربی	۸۷/۵۰±۱۰/۳۵	۸۴/۶۲±۸/۳۸	.۰۰۰۱
	کنترل	۷۹/۱۶±۶/۱۱	۸۴/۵۷±۲/۵۰	
درصد چربی	تجربی	۱۶/۵۰±۶/۷۱	۱۶/۷۲±۷/۰۴	.۰۲۳۸
	کنترل	۱۲/۸۷±۳/۷۲	۱۳/۰۰±۴/۲۹	

گیران جوان در دو گروه تجربی و کنترل تفاوت معنی داری وجود ندارد ( $p=0.007$ ) (جدول ۲).

علاوه بر این نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیرهای مکرر نشان داد که بین اثر یک جلسه ورزش کم حجم تناوبی شدید بعد از ۶ هفته بر تغییرات سطوح لپتین سرم کشتی

**جدول ۲ نتایج تحلیل واریانس با اندازه های مکرر در رابطه با اثر یک جلسه ورزش قبل و پس از دوره تمرین بر سطوح لپتین سرم در دو گروه تجربی و کنترل**

اندازه اثر (PES)	ارزش P	ارزش F	منبع
.۰۴۱	.۳۴۱	۱/۰۹۸	اثر تکرار
.۰۵۶	.۲۲۳	۱/۵۴۳	اثر متقابل گروه و تکرار
.۰۴۳	.۳۱۷	۱/۱۷۴	اثر متقابل زمان و تکرار
.۰۱۷۵	* .۰۰۷	۵/۵۱۵	اثر متقابل گروه و زمان و تکرار
		۵۲	میزان خطا

\*تفاوت معنی دار در اثر متقابل گروه و زمان و تکرار ( $p < 0.05$ ).

شدت پیشرونده را بر میزان لپتین بررسی کردند و هیچ تغییر معناداری مشاهده نکردند (۲۲). بنابراین تغییرات حاد لپتین بستگی به مدت و میزان انرژی هزینه شده در حین فعالیت ورزشی دارد، به این معنا که چنانچه فعالیت ورزشی طولانی باشد می تواند باعث کاهش سطوح سرمی لپتین گردد، در حالیکه فعالیت های ورزشی کوتاه مدت تغییر معناداری ایجاد نمی کنند (۲۲). در پژوهش حاضر می توان عدم تغییر لپتین پلاسمما را به کوتاه بودن دوره تمرینات نسبت داد. کاهش لپتین پس از فعالیت ورزشی به دلیل وضعیت هایپرفازیابی است که پس از فعالیت ورزشی و ترشح هورمون هایی مانند گرلین و AGRP که افزایش دهنده اشتها می باشند به وجود می آید. مطالعات نشان داده اند که سطوح لپتین بطور معکوس با آمادگی جسمانی در ارتباط است، ولی این ارتباط مستقل از میزان درصد چربی بدن نیست (۱۱). همسو با نتایج پژوهش حاضر، در پژوهشی که اثر ۸ هفته تمرین استقامتی را بر سطوح سرمی آدیپوکاین ها در نوجوانان بررسی کردند، مشاهده شد این تمرینات تغییری در سطوح آدیپوکاین های در گرددش از جمله لپتین ایجاد نمی کند. که این نتایج را به عدم تغییر درصد چربی

همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می شود، اثر تکرار و اثر متقابل گروه و تکرار و همچنین اثر متقابل زمان و تکرار معنی دار نبود ( $p>0.05$ ). به عبارت دیگر میانگین سطوح لپتین سرم در تکرارها، گروه های پژوهش و زمان های مختلف اندازه گیری تفاوت معنی داری را نشان نداد و تنها اثر متقابل اثر متقابل گروه و زمان و تکرار معنی دار بود ( $p<0.05$ ). همچنین با توجه به شاخص Partial Eta Squared برای همه متغیرها یک اندازه اثر ضعیف مشاهده گردید.

## بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد یک دوره تمرین تناوبی تاثیر معناداری بر میزان لپتین پلاسمما ندارد. با توجه به تفاوت در مدت تمرین، پژوهش حاضر با بسیاری از پژوهش ها از جمله الیو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۱) همسو نمی باشد (۲۱). بیان شده که تمرینات با مدت طولانی باعث کاهش سطوح لپتین می شود (۲۱). کرامر<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۲) تاثیر تمرینات متناوب با

<sup>۱</sup> - Olive

<sup>۲</sup> - Kraemer

تمرین تناوبی با کاهش توده چربی بدن و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب از تجمع آنها در سلول‌های عضلانی و ایجاد اختلال در انتقال پروتئین ناقل گلوکز (GLUT4) جلوگیری می‌کند (۲۵). که این امر سبب افزایش پاسخ‌دهی بدن به انسولین و کاهش مقاومت به انسولین می‌شود. که عدم کاهش لپتین خود می‌تواند یکی از سازوکارهای کاهش گلوکز باشد. به نحوی که ثابت شده است لپتین نقش مهمی در هموستاز گلوکز دارد. اثر کاهشی گلوکز مربوط به عمل لپتین مغز، سازوکارهای واسته به انسولین و غیر واسته به انسولین را در گیر می‌کند. با توجه به نقش اثبات شده لپتین در تنظیم هموستاز گلوکز خون، چندین پژوهش ثابت کرده‌اند که لپتین موجب بهبود حساسیت انسولین می‌شود. که علاوه بر این نقش افزایشی حساسیت انسولین، پتین می‌تواند گلوکز را مستقل از انسولین کاهش دهد. بر این اساس نقش لپتین در کاهش گلوکز خون مستقل از جذب غذا و وزن بدن، شواهد محکمی است مبنی بر اینکه لپتین صرفاً یک هورمون و پیتید چاقی نیست (۲۶). در نتیجه عدم کاهش لپتین در پژوهش حاضر به ویژه در گروه تمرین را می‌توان به نقش آن در بهبود متابولیسم گلوکز و افزایش حساسیت انسولین نسبت داد. بطور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد انجام تمرین تناوبی موجب بهبود کاهش گلوکز می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهند، انقباض عضلانی دارای یک نقش شبه انسولینی بوده و مقدار زیادی گلوکز را به درون سلول می‌فرستد تا صرف تولید انرژی گردد. احتمالاً انقباض عضلانی نفوذپذیری غشاء سلول به گلوکز را به علت افزایش تعداد GLUT4 افزایش می‌دهد. با انجام فعالیت ورزشی میزان GLUT4 در عضلات تمرین کرده افزایش می‌یابد که سبب بهبود عمل انسولین بر متابولیسم گلوکز می‌شود و می‌تواند کنترل قند خون را بهبود بخشد (۲۵). نتایج مطالعه ما با نتایج توفیقی (۲۰۱۰) که گزارش کرده‌اند انجام تمرینات ورزشی

بدن در آزمودنی‌ها ربط دادند (۲۳). در پژوهش حاضر نیز به احتمال زیاد عدم تغییر سطوح لپتین، با تغییر نکردن توده بدن در کشتی گیران در ارتباط بود. در تایید این نتایج صارمی و همکاران (۱۳۹۱) مشاهده کردند که ۱۲ هفته تمرین استقامتی در مردان چاق و دارای اضافه وزن موجب کاهش معنی‌دار نمایه توده بدن و وزن آزمودنی‌ها می‌شود. کاهش توده بدن در این پژوهش با کاهش سطوح سرمی لپتین همسو بوده است (۲۴). که نشان می‌دهد تغییرات لپتین با تغییرات توده بدن ارتباط تنگاتنگی دارد. کما اینکه در پژوهش حاضر ثابت ماندن توده بدن با عدم تغییر لپتین همراه بود. الیو و همکاران اشاره کرده‌اند که ورزش نمی‌تواند سطوح لپتین را مستقل از تغییرات درصد چربی بدن تغییر دهد (۲۱). در پژوهش حاضر میزان سطوح استراحتی لپتین و درصد چربی بدن تغییر معناداری پیدا نکرد، که این عدم تغییر در میزان درصد چربی بدن می‌تواند به دلیل کوتاه بودن مدت دوره تمرینی و حجم کم آن باشد. از آنجا که لپتین نماینده درصد چربی و کالری دریافتی در بدن است و در این پژوهش مشاهده شد که در اثر تمرینات تناوبی درصد چربی بدن آزمودنی‌ها کاهش معنادار لپتین می‌تواند این عامل باشد. در مطالعات فوق همگی از آزمودنی‌های غیر فعال استفاده کردند و با توجه به اینکه کاهش لپتین همراه با کاهش درصد چربی بدن بوده است، به نظر می‌رسد یکی از دلایل احتمالی عدم تغییر معنادار لپتین می‌تواند این شرکت افراد فعال در این پژوهش بود. زیرا کشتی گیران جوان از توده بدنی مناسب و درصد چربی پایین در آغاز دوره تمرین برخوردار بودند و باعث شده تمرینات تناوبی نتواند تغییری در بافت چربی و در نتیجه میزان لپتین سرمی ایجاد کند.

نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تمرین هوایی باعث کاهش معنی‌دار سطوح گلوکز، در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل شده است. به نظر می‌رسد

باعث کاهش سطوح انسولین پلاسمای می‌شود (۲۷)،  
همخوانی دارد.

### تقدیر و تشکر

نویسنده‌گان بر خود لازم می‌دانند از مسوولین دانشگاه و لیکنسر  
(عج) رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی کرمان و دانشگاه  
تریبیت مدرس به دلیل در اختیار گذاشتن امکانات و لوازم  
آزمایشگاهی مورد نیاز جهت انجام پژوهش حاضر تشکر  
نمایند.

### نتیجه گیری

در پژوهش حاضر عدم تغییر معنی دار در درصد چربی بدن  
و میزان لپتین سرمی می‌تواند به دلیل ماهیت کم حجم  
پروتکل استفاده شده و مدت کوتاه تمرینات و پایین بودن  
درصد چربی اولیه آزمودنی‌ها باشد. حال آنکه چنانچه  
پروتکل تمرینی اتخاذ شده به مدت طولانی تری انجام می-

### Reference

1. Gibala MJ, McGee SL. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exerc Sport Sci Rev* 2008; 32:58-63.
2. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Journal Sports Med* 2002; 32:53-73.
3. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *Journal Physiol* 2012; 590:1077-1084.
4. Little JP, Safdar A, Wilkin GP, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. A practical model of lowvolume highintensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *Journal Physiol* 2010; 588:1011-22.
5. Venables MC, Jeukendrup AE. Endurance training and obesity: effect on substrate metabolism and insulin sensitivity. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40:495-502.
6. Ortega L, Riestra P, Navarro P, Gavela-Pérez T, Soriano-Guillén L, Garcés C. Resistin levels are related to fat mass, but not to body mass index in children. *Peptides* 2013; 49:49-52.
7. Otero M, Lago R, Lago F, Casanueva FF, Dieguez C, Gómez-Reino JJ, et al. Leptin, from fat to inflammation: old questions and new insights. *FEBS Lett* 2005; 579:295-301.
8. Hosseini-Kakhak SA.R, Amiri-Parsa T, Azarniveh Marzieh S, Hamedynia M. Effects of resistant, aerobic exercise training and detraining on lipid profile and CRP in obese girls 2011; 18: 188-197.
9. Pasman WJ, Westerterp-Plantenga MS, Saris WH. The effect of exercise training on leptin levels in obese males. *Am J Physiol* 1998; 274:280-6.
10. Ahima RS. Revisiting leptin's role in obesity and weight loss. *J Clin Invest* 2008; 118: 2380–2383.
11. Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. Positional Cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Journal Nature* 1994; 372: 425-432.
12. Chai SB, Sun F, Nie XL. Leptin and coronary heart disease:a systematic review and meta-analysis. *Atherosclerosis* 2014; 233:3-10.
13. Karagüzel G, Ozdemir S, Boz A. Leptin levels and body composition in children and adolescents with type 1 diabetes. *Clin Biochem* 2006; 39:788-93.
14. Otero M, Lago R, Gomez R, Dieguez C, Lago F, Gualillo O. Towards a pro-inflammatory and immuno modulatory emerging role of leptin. *Rheumatology* 2006; 45:944-950.
15. Piątkowska K, Oczkowicz M, Rzędzki M, Ropka-Molik K, Piestrzyńska-Kajtoch A. Novel porcine house keeping genes for real-time RT-PCR experiments normalization in adipose tissue: assessment of leptin mRNA quantity in different pig breeds. *Meat Sci* 2011; 87:191-5.
16. Della-Fera MA, Baile CA. Roles for melanocortins and leptin in adipose tissue apoptosis and fat deposition. *Peptides* 2005;26:1782-7.

17. Stieg MR, Sievers C, Farr O, Stalla GK, Mantzoros CS. Leptin: A hormone linking activation of neuroendocrineaxes with neuropathology. *Psychoneuroendocrinology* 2015; 51:47-57.
18. Azizi M. The effect of 8-weeks aerobic exercise training on serum leptin in un-trained females. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2011; 15: 1630–1634.
19. Leggio A, Catalano S, De Marco R, Barone I, And? S, Liguori A. Therapeutic potential of leptin receptor modulators. *Eur J Med Chem* 2014; 78:97-105.
20. Hosseini-Kakhk SAR, Khademosharie M, Amiri-Parsa T, Davarzani Z. Response of leptin and C-reactive protein to a single session circuit resistance exercise in over-weight girl student. *Journal of Gonabad University of Medical Sciences* 2012; 3: 55-63.
21. Olive JL, Miller GD. Differential effects of maximal and moderate-intensity run on plasma leptin in healthy trained subject's journal *Nutrition* 2001; 17:365-369.
22. Kraemer RR, Chu H, Castracane VD. Leptin and exercise. *Journal Biol Med* 2002; 227: 701-708.
23. Kelly AS, Steinberger J, Olson TP, Dengel DR. In the absence of weight loss, exercise training does not improve adipokines or oxidative stress in overweight children. *Metabolism* 2007; 56:1005-9.
24. Saremi A, Shavandi N, Bayat N, The effect of aerobic training on ghrelin and leptin serum levels and sleep quality in obese and overweight men. *Arak Medical University Journal* 2012; 15: 52-60.
25. Kern MJ, Wells A, Stephens JM. Insulin responsiveness in skeletal muscle is determined by glucose transporter (Glut4) protein level. *Journal Biochem* 1990; 270:397-400.
26. Münzberg H, Morrison CD. Structure, production and signaling of leptin. *Metabolism* 2015; 64:13-23.
27. Tofighi A. Impact of water training on serum adiponectin level and insulin resistance in obese postmenopausal women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2010; 12:260-267.