

## The Effect of Circular Resistance Training on Serum Level of IL-17 and Immunoglobulins M, A, G in Obese Handicapped Men

Hasan Badiakhar<sup>1</sup>, Mehdi Mogharnasi<sup>2</sup>, Abdorreza Kazemi<sup>3</sup>, Seyed Amin Papoli Baravati<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Islamic Azad University,  
Kerman Branch, Kerman,  
Iran.

<sup>2</sup>Department of Sport  
Sciences, Faculty of Sport  
Sciences, University of  
Birjand, Birjand, Iran.

<sup>3</sup>Department of Sport  
Sciences, Faculty of  
Literature & Humanities,  
ValiAsr University of  
Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.

\*Corresponding Author:  
**Seyed Amin Papoli  
Baravati**, Islamic Azad  
University, Kerman Branch,  
Kerman, Iran.

Email:  
s.a.papoli@gmail.com

Received: 14 Jul, 2016

Accepted: 18 Sep, 2016

### Abstract

**Background and Objectives:** One of the important functions of the immune system is producing soluble or cellular components that protect the body against any threats. The aim of the present study was to investigate the effect of circular resistance training on serum level of IL-17 and immunoglobulins M, A, G in obese handicapped men.

**Methods:** In this semi-experimental study, 22 disabled and obese men (age range, 25±5 years and BMI, 30±2.5kg/m<sup>2</sup>), were selected purposefully and divided into two groups of experimental (n=12) and control (n=10). The experimental group started a maximal repeat for 8 weeks, 3 sessions per week (intensity, 60-65%), and with a gradual increase of 70-80%, they performed a maximal repeat in the final sessions. The control group did not participate in any sport program. Blood samples (for assessment of IL-17 and immunoglobulins levels), were collected before, immediately after one training session, and 8 weeks after training. Data were analyzed using Kolmogorov-Smirnov and analysis of variance tests at the significance level of  $\alpha < 0.05$ .

**Results:** In this study, the levels of IL-17, IgM, IgA, IgG had no significant change immediately after one session and after 8 weeks of training ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** Based on the results of the current study, circular resistance exercises do not affect serum levels of IL-17 and immunoglobulins.

**Keywords:** Cytokines; Interleukin-17; Immunoglobulins; Resistance training; Disabled persons.

## تأثیر تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر سطح سرمی اینترلوکین ۱۷ و ایمونوگلوبولین‌های A، G، و M مردان معلول چاق

حسن بدیع آخر<sup>۱</sup>، مهدی مقرنی<sup>۲</sup>، عبدالرضا کاظمی<sup>۳</sup>، سیدامین پاپلی برواتی<sup>۴\*</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** یکی از وظایف مهم سیستم ایمنی، تولید اجزای محلول یا سلولی است که بدن را در برابر هرگونه خطری محافظت می‌کند. هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر سطح سرمی اینترلوکین ۱۷ و ایمونوگلوبولین‌های A، G، و M مردان معلول چاق بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۲۲ مرد معلول و چاق (با دامنه سنی  $25 \pm 5$  سال و شاخص توده‌بدنی  $30 \pm 2/5$  کیلوگرم بر مترمربع)، به‌طور هدفمند انتخاب و به ۲ گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه تجربی، به مدت ۸ هفته ۳ جلسه در هفته (با شدت ۶۵-۶۰٪) یک تکرار بیشینه را شروع و با افزایش تدریجی به ۸۰-۷۰٪، یک تکرار بیشینه را در جلسات پایانی انجام دادند. گروه کنترل در هیچ‌گونه برنامه ورزشی شرکت نکردند. نمونه‌های خونی (جهت بررسی سطوح اینترلوکین ۱۷ و ایمونوگلوبولین‌ها) در مراحل پیش، بلافاصله پس از یک جلسه و پس از ۸ هفته تمرین جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های کلموگروف-اسمیرنوف و آنالیز واریانس در سطح معنی‌داری،  $\alpha < 0/05$  تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** در این مطالعه، سطوح اینترلوکین ۱۷، IgM، IgA، و IgG بلافاصله پس از یک جلسه و ۸ هفته تمرین، تغییر معنی‌داری نداشت ( $p > 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** براساس نتایج مطالعه حاضر، تمرینات مقاومتی دایره‌ای، سطوح سرمی اینترلوکین ۱۷ و ایمونوگلوبولین‌ها را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد.

**کلیدواژه‌ها:** سایتوکاین‌ها؛ اینترلوکین-۱۷؛ ایمونوگلوبولین‌ها؛ تمرین مقاومتی؛ معلولین.

<sup>۱</sup>دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمان، کرمان، ایران.  
<sup>۲</sup>گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.  
<sup>۳</sup>گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران.

\*نویسنده مسئول مکاتبات:

سیدامین پاپلی برواتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمان، کرمان، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی:

s.a.papoli@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۲۷

لطفاً به این مقاله به‌صورت زیر استناد نمایید:

Badiakhar H, Mogharnasi M, Kazemi A, Papoli Baravati SA. The Effect of circular resistance training on serum level of IL-17 and immunoglobulins M, A, G in obese handicapped men. Qom Univ Med Sci J 2017;11(9):94-103. [Full Text in Persian]

## مقدمه

بدن انسان همواره تحت تأثیر محیطی آکنده از عوامل میکروبی عفونت‌زا قرار دارد. این میکروارگانیسم‌ها، توان بالقوه‌ای برای تکثیر غیرقابل کنترل ایجاد آسیب‌های پاتولوژیک و سرانجام نابودی میزبان خود دارند. باوجود این، بسیاری از عفونت‌ها دارای دوره زمانی محدودی هستند که این مسئله ناشی از عملکرد سیستم ایمنی در مبارزه با عوامل عفونت‌زا می‌باشد. سایتوکاین‌ها شامل گروهی از پروتئین‌ها یا گلیکوپروتئین‌های محلولی بوده که نقش انتقال پیام بین سلول‌های ایمنی و دیگر سلول‌ها را اعمال می‌کنند و می‌توانند اثرات متفاوتی بر رشد، تمایز و فعال کردن سلول‌های طبیعی و توموری داشته باشند. همچنین سایتوکاین‌ها دارای فعالیت پیش‌التهابی یا ضدالتهابی و یا در بعضی شرایط، سرکوب سیستم ایمنی هستند (۱). اینترلوکین ۱۷، یک سایتوکاین پیش‌التهابی است که در سلول‌های مختلفی از جمله لنفوسیت‌ها و سلول‌های میکروگلیا بیان می‌شود. اینترلوکین ۱۷ جزء سایتوکاین‌های پیش‌برنده التهابی است (۲). گزارش شده است این سایتوکاین در بیماری‌های التهابی نظیر آسم، سرطان پروستات و اختلالات التهابی مفاصل افزایش پیدا می‌کند (۳). ایمونوگلوبولین‌ها، آنتی‌بادی‌های سرم هستند که به وسیله پلاسما سل‌ها، تولید و جزء مهم پاسخ ایمنی همورال می‌باشند. اندازه‌گیری ایزوتیپ‌های مختلف ایمونوگلوبولین‌های سرم (E, M, A, G) ممکن است در انواع نقص ایمنی، عفونت‌ها، آلرژیک و بیماری‌های لنفاوی مفید باشند (۴). عوامل مختلفی از جمله فعالیت ورزشی روی سایتوکاین‌ها تأثیر می‌گذارد و پاسخ هر سایتوکاین، به‌طور مجزا به شدت و مدت فعالیت ورزشی بستگی دارد. در مطالعه انجام‌شده توسط آقاعلی‌نژاد و همکاران، کاهش معنی‌داری در مقادیر اینترلوکین ۱۷، پس از ۶ هفته تمرین استقامتی بر سطوح برخی سایتوکاین‌های ریز محیط تومور در موش‌های مبتلا به تومور پستان مشاهده گردید (۵). Nikseresht و همکاران با بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین اینتروال شدید بر اینترلوکین ۱۷، افزایش معنی‌داری را نشان دادند (۶). همچنین رجبی و همکاران با مطالعه اثر یادگیری لمسی بر غلظت سرمی اینترلوکین ۱۷ در موش‌های صحرائی نر نشان دادند سطح سرمی این سایتوکاین بعد از انجام یادگیری لمسی، کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند (۷).

عندلیب و همکاران در بررسی سایتوکاین‌های اینترلوکین ۴، اینترلوکین ۱۷ در بافت تومور، بافت سالم و سرم مبتلایان به تومور پستان نشان دادند اینترلوکین ۱۷ در نمونه‌های حاصل از بافت توموری، بافت مجاور تومور و سرم افراد مبتلا به تومور بدخیم نسبت به نمونه‌های مشابه در بیماران مبتلا به تومور خوش‌خیم، افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند (۸). ستاری‌فرد و همکاران پس از یک جلسه فعالیت ورزشی با شدت ۶۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی در محیط گرم، افزایش مقادیر اینترلوکین ۱۷ را گزارش کردند (۹). در نتایج پژوهش Sugama و همکاران مشاهده گردید تمرین استقامتی با شدت متوسط بر روی مردان ورزشکار باعث کاهش اینترلوکین ۱۷ می‌شود (۱۰). در مطالعه García و همکاران تحت‌عنوان "تأثیر یک جلسه فعالیت ورزشی با شدت ۷۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی روی چرخ کارسنج بر مقادیر اینترلوکین ۱۷ و دیگر سایتوکاین‌ها التهابی در زنان بی‌تحرك"، تغییر معنی‌داری در مقادیر سایتوکاین‌ها مشاهده نشد (۱۱). Francis و همکاران در مطالعه خود با بررسی مقایسه شناگران زنده و افراد کم‌تحرك نشان دادند در شناگران، غلظت IgM و IgA بیشتر از افراد کم‌تحرك است (۱۲). Hejazi و همکاران نیز در تحقیقی تغییرات نیمرخ ایمونوگلوبولین‌های سرمی دوندگان نیمه‌استقامت نخه را بررسی کردند که نتایج نشان داد سطح IgM سرمی دوندگان مرد نیمه‌استقامت نخه در دوره آماده‌سازی کاهش معنی‌داری یافته است، همچنین تغییر معنی‌داری در IgA و IgG سرمی دوندگان مشاهده نشد (۱۳). Vahid و همکاران با انجام تحقیق روی مردان فعال نشان دادند ۱۴ هفته تمرین دویدن، تفاوت معنی‌داری در سطح IgA, IgM, سرمی ایجاد می‌کند. در این تحقیق IgG سرمی تغییری نیافت (۱۴).

با توجه به اینکه در زمینه اثر ورزش و تمرین بدنی بر این سایتوکاین و ایمونوگلوبولین‌ها، تحقیقات بسیار اندکی انجام شده و در محدود تحقیقات صورت گرفته نیز نتایج متناقضی به دست آمده است. این مطالعه با هدف بررسی اثر تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر سطح سرمی اینترلوکین ۱۷ و ایمونوگلوبولین‌های A, G, M مردان معلول چاق صورت گرفت.

## روش بررسی

این مطالعه نیمه‌تجربی، با دو گروه تجربی و کنترل انجام شد. جامعه آماری را تمامی مردان معلول چاق شهرستان زاهدان تشکیل می‌دادند. شرایط ورود به مطالعه شامل جنسیت مرد، داشتن سن بین ۲۰-۳۰ سال و شاخص توده‌بدنی بین ۲۵-۳۵ کیلوگرم برمترمربع، عدم مصرف دارو و معلولیت از نوع جسمی بود. معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: داشتن سابقه ابتلا به بیماری قلبی - عروقی، کلیوی، ریوی، دیابت، مصرف دخانیات و شرکت در فعالیت بدنی منظم حداقل در ۶ ماه گذشته و اجرای کمتر از ۸۰٪ جلسات تمرین.

افراد مذکور براساس پرسشنامه سابقه پزشکی و پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی (PAR-Q)، مورد ارزیابی قرار گرفتند (۱۵). ۲۲ آزمودنی پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه جهت شرکت در تحقیق، به‌طور هدفمند و براساس امکانات تیم پژوهشی، انتخاب و به ۲ گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. در این پژوهش امکان کنترل دقیق عوامل تأثیرگذار میسر نبود که البته به‌منظور کنترل متغیر مزاحم، اقدام‌هایی صورت گرفت. برای حذف تأثیر ریتم شبانه‌روزی بر تغییرات هورمونی، تمامی آزمون‌ها و نمونه‌گیری‌ها در یک زمان مشخص برای همه گروه‌ها انجام شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریک {شامل وزن، قد، شاخص توده‌بدنی، درصد چربی بدن و نسبت دور کمر به دور لگن}، با حداقل لباس و بدون کفش انجام شد.

قد و وزن افراد به‌صورت ایستاده به ترتیب با استفاده از قدسنج دیواری {از جنس نوارمتر فلزی، به‌صورت نصب بر روی دیوار (با دقت ۱ میلی‌متر)} و ترازوی دیجیتال وزن‌کشی (با دقت ۰/۱ کیلوگرم) اندازه‌گیری شد. BMI از تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (مترمربع) محاسبه گردید. ضخامت چین پوستی در نواحی سینه، شکم و ران بدن به‌وسیله کالیبر مدل هارپندن (ساخت کشور انگلیس، با دقت ۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. درصد چربی بدن از طریق اندازه‌گیری چربی زیرجلدی سه نقطه‌ای جکسون و پولاک (Jackson & Pollock) برآورد گردید (۱۶، ۱۷).

معادله سه نقطه‌ای (سینه، شکم و ران) جکسون و پولاک برای مردان (۱۵):

(مجموع سه نقطه  $\times 0.008267$ ) - (۰/۰۰۰۸۲۶۷) - (مجموع سه نقطه  $\times 0.00016$ ) + (سن آزمودنی  $\times 0.0002574$ ) - (۰/۰۰۰۲۵۷۴) = درصد چربی بدن با استفاده از فرمول سیری محاسبه شد (۱۶).

۴۵۰-۴۹۵/چگالی بدن = درصد چربی بدن  
WHR به‌وسیله متر نواری غیرقابل ارتجاع و بدون تحمل هرگونه فشاری بر بدن فرد (با دقت ۰/۱ سانتی‌متر) با اندازه‌گیری کمترین محیط کمری در ناحیه بین دنده پایینی و ستیغ خاصره (چنانچه باریک‌ترین ناحیه کمری قابل تشخیص نبود)، در کوچکترین محیط افقی این ناحیه به دست آمد و تقسیم آن به اندازه محیط لگن در ناحیه نشیمنگاه شل و ریلاکس حاصل شد (۱۸). تمام شاخص‌های مذکور پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای، مجدداً اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی در هر دو گروه مطالعه، از ورید بازویی دست راست تمام آزمودنی‌ها در شرایط ۱۲ ساعت ناشتایی (۴۸ ساعت پیش از شروع برنامه تمرینی و بلافاصله بعد از اولین جلسه تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین)، مقدار ۱۰ میلی‌لیتر خون توسط متخصص علوم آزمایشگاهی گرفته شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد در طی ۴۸ ساعت (قبل از اولین جلسه تمرین و بعد از آخرین جلسه تمرین) از انجام هرگونه تمرین ورزشی سخت خودداری کنند. نمونه‌های خونی پس از لخته‌شدن، سانتریفوژ و جدا کردن سرم، در دمای ۳۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند تا همراه با نمونه‌های خونی بلافاصله یک جلسه و پس از ۸ هفته تمرین تحلیل شوند. سطح سرمی اینترلوکین ۱۷ به‌وسیله کیت آزمایشگاهی مارک Boster (ساخت کشور آمریکا) به روش ELISA انجام شد و میزان ایمونوگلوبولین‌ها با استفاده از کیت مخصوص ایمونوگلوبولین‌ها، به روش نفلومتری (ساخت شرکت Binding کشور انگلستان) اندازه‌گیری شد.

در گروه تجربی، تمرین مقاومتی دایره‌ای به مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه انجام شد. آزمودنی‌ها برای آشناسازی با تمرینات مقاومتی، در دو جلسه شرکت کردند و به آنها نکات ایمنی مربوط به تمرین با وزنه و نحوه استفاده اصولی از دستگاه‌های بدن‌سازی توضیح داده شد، سپس مقادیر یک تکرار بیشینه شش حرکت مورد استفاده در تحقیق، با روش تکرار بیشینه تا حد خستگی

بیشینه مجدداً تعیین شد. برنامه تمرین مقاومتی با شدت ۶۵-۶۰٪ یک تکرار بیشینه، شروع و با افزایش تدریجی به ۸۰-۷۰٪ یک تکرار بیشینه در جلسات پایانی رسید (جدول شماره ۱). زمان هر ایستگاه جهت انجام حرکت، ۶۰ ثانیه و استراحت بین هر دو ایستگاه، ۲ دقیقه و زمان استراحت بین هر سه، یک دقیقه در نظر گرفته شد. هر جلسه تمرین ۶۰ دقیقه، شامل گرم کردن (۶ دقیقه دویدن آرام، ۴ دقیقه حرکات کششی و نرمشی)، تمرینات مقاومتی با دستگاه و وزنه‌های آزاد (۴۰ دقیقه) و سرد کردن (۵ دقیقه نرم دویدن و راه رفتن، سپس ۵ دقیقه حرکات کششی بدون فشار) بود. در طول دوره تحقیق، گروه کنترل در هیچ برنامه تمرین ورزشی شرکت نکردند.

تعیین گردید. برای استفاده از این روش، آزمودنی جابه‌جایی وزنه زیربیشینه را تا حد خستگی انجام می‌داد؛ به گونه‌ای که تکرار حرکت تا خستگی، کمتر از ۱۰ شود. سپس با توجه به معادله برزیکی (۱۹)، حداکثر قدرت (یک تکرار بیشینه، 1RM) آزمودنی برای آن حرکت برآورد می‌شد (۲۰).

وزنه جابه‌جا شده: (کیلوگرم) = یک تکرار بیشینه (1RM)

(۱/۰۲۷۸ - ۱/۰۲۷۸ × تعداد تکرار تا خستگی)

برنامه تمرین مقاومتی شامل برنامه تمرین با ۶ دستگاه (پرس سینه، جلو بازو، پشت بازو، سرشانه از جلو، سرشانه از پشت، زیر بغل سیم کش) و وزنه‌های آزاد بود که در کل ۷ حرکت مختلف اجرا شد. پس از آموزش کار با دستگاه‌ها، در هر دستگاه ۳ ست با ۱۲ تکرار انجام شد و پس از ۴ هفته اول برنامه تمرین نیز یک تکرار

جدول شماره ۱: پروتکل تمرین

سرد کردن (۱۰ دقیقه)	اصل اضافه بار شدت فزاینده، فشار تدریجی و استراحت			گرم کردن (۱۰ دقیقه)	تعداد جلسات
	تعداد تکرار یا وزنه محاسبه شده در هر ایستگاه	درصد یک تکرار بیشینه	تعداد ست		
نرم دویدن و راه رفتن، حرکات کششی بدون فشار	۱۵-۲۰	٪۶۰	۳	آرام دویدن، حرکات کششی و نرمشی	جلسه اول - دوم (آشنایی با برنامه)
	۱۲	٪۶۵	۳		جلسه سوم - هفتم
	۱۲	٪۷۰	۳		جلسه هشتم - دوازدهم
	۱۰-۱۲	٪۷۵	۳		جلسه سیزدهم - هجدهم
	۱۰-۱۲	٪۸۰	۳		جلسه نوزدهم - پایان

### یافته‌ها

آزمودنی‌های گروه کنترل و تجربی به ترتیب دارای میانگین سن ۲۵/۳±۲۵/۵ سال و میانگین قد ۱۷۴±۱۶۹/۶ سانتی‌متر بودند. توزیع طبیعی داده‌ها به وسیله آزمون کلموگروف - اسمیرنوف تعیین شد.

میانگین وزن بدن، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به لگن و درصد چربی بدن گروه کنترل از مرحله پیش‌آزمون تا پس‌آزمون افزایش یافت، در حالی که میانگین آنها در گروه مقاومتی دایره‌ای کاهش نشان داد (جدول شماره ۲).

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷، آزمون کلموگروف - اسمیرنوف (به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها)، آزمون تحلیل واریانس (برای تغییرات درون‌گروهی با اندازه‌گیری مکرر) و آزمون آنالیز کوواریانس (جهت بررسی بین‌گروهی) تجزیه و تحلیل شدند. سطح معنی‌داری،  $\alpha < 0/05$  در نظر گرفته شد.

جدول شماره ۲: نتایج آماری متغیرهای آنتروپومتریکی آزمودنی‌های گروه‌های تجربی و کنترل در پیش از تمرین، پس از اجرای اولین جلسه و پس از ۸ هفته تمرین

متغیر	گروه	
	کنترل (۱۰ نفر)	مقاومتی دایره‌ای (۱۲ نفر)
وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۸۷ ± ۷/۸
	پس از اجرای اولین جلسه	۸۷ ± ۷/۸
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش‌آزمون	۲۷/۶ ± ۱/۶
	پس از اجرای اولین جلسه	۲۷/۶ ± ۱/۶
نسبت دور کمر به لگن	پیش‌آزمون	۰/۸ ± ۰/۴
	پس از اجرای اولین جلسه	۰/۸ ± ۰/۴
درصد چربی بدن (درصد)	پیش‌آزمون	۳۰/۷ ± ۷/۰
	پس از اجرای اولین جلسه	۳۰/۷ ± ۷/۰
سن (سال)	پیش‌آزمون	۳۰/۸ ± ۶/۹
	پس از اجرای اولین جلسه	۳۰/۸ ± ۶/۹
قد (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۲۵/۵ ± ۳/۲
	پس از اجرای اولین جلسه	۲۵/۳ ± ۳/۰
	پس‌آزمون	۱۶۹/۶ ± ۵/۳
	پس از اجرای اولین جلسه	۱۷۴ ± ۶/۳

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده‌اند.

در میانگین مقادیر IgA ( $p=0/14$ )، IgG ( $p=0/45$ )، IgM، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $p>0/05$ ) (جدول شماره ۳).

و IL-17 ( $p=0/93$ ) و بعد از تمرین مقاومتی،

جدول شماره ۳: آزمون درون گروهی تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در متغیرهای بیوشیمیایی

سطوح	مجموع مجدورات نوع ۳	درجه آزادی	میانگین مجدورات	f آمار	مقدار p
IgA ( $\mu\text{U/ml}$ )	۱/۱۱	۲	۰/۵۵	۲/۰۱	۰/۱۴
IgG ( $\mu\text{U/ml}$ )	۵/۰۰	۲	۲/۵۰	۰/۸۱	۰/۴۵
IgM ( $\mu\text{U/ml}$ )	۰/۰۳	۲	۰/۰۱۶	۰/۰۶۴	۰/۹۳
اینترلوکین ۱۷ ( $\mu\text{U/ml}$ )	۹/۰۴	۲	۴/۵۲	۲/۵۲	۰/۰۹

جدول شماره ۴: نتایج آماری متغیرهای بیوشیمیایی در پیش‌آزمون، پس از اجرای اولین جلسه و پس از آزمون

متغیر	گروه	
	کنترل (۱۰ نفر)	مقاومتی دایره‌ای (۱۲ نفر)
IgA ( $\mu\text{U/ml}$ )	پیش‌آزمون	۱/۵ ± ۰/۵۷
	پس از اجرای اولین جلسه	۰/۳ ± ۱/۳
IgG ( $\mu\text{U/ml}$ )	پیش‌آزمون	۱/۵ ± ۷/۹
	پس از اجرای اولین جلسه	۰/۸ ± ۹/۳
IgM ( $\mu\text{U/ml}$ )	پیش‌آزمون	۱/۳ ± ۸/۹
	پس از اجرای اولین جلسه	۰/۶ ± ۱/۳
اینترلوکین ۱۷ ( $\mu\text{U/ml}$ )	پیش‌آزمون	۲/۵ ± ۲/۶
	پس از اجرای اولین جلسه	۰/۳ ± ۱/۳
	پس‌آزمون	۰/۷ ± ۱/۴
	پس از اجرای اولین جلسه	۱/۸ ± ۲/۳
	پس‌آزمون	۱/۸ ± ۲/۲
	پس از اجرای اولین جلسه	۱/۹ ± ۱/۸

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده‌اند.

بلافاصله یک جلسه و پس از تمرینات مقاومتی، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $p > 0/05$ ) (جدول شماره ۵).

نتایج بین‌گروهی آزمون کوواریانس نشان داد بین گروه کنترل و گروه تمرین مقاومتی در میانگین مقادیر IgA ( $p = 0/22$ )، IgG ( $p = 0/93$ ) و IL-17 ( $p = 0/63$ ) در پیش‌آزمون،

جدول شماره ۵: آزمون بین‌گروهی تحلیل کوواریانس در متغیرهای بیوشیمیایی

سطوح	مجموع مجدورات نوع ۳	درجه آزادی	میانگین مجدورات	f آمار	مقدار p
IgA ( $\mu\text{U/ml}$ )	۰/۸۸	۱	۰/۸۸	۱/۵۵	۰/۲۲
IgG ( $\mu\text{U/ml}$ )	۲/۹۰	۱	۲/۹۰	۰/۹۳	۰/۳۴
IgM ( $\mu\text{U/ml}$ )	۰/۱۰	۱	۰/۱۰	۰/۲۲	۰/۶۳
اینترلوکین ۱۷ ( $\mu\text{U/ml}$ )	۰/۰۵	۱	۰/۰۵	۰/۰۰۶	۰/۹۳

## بحث

اینترلوکین ۱۷ سایتوکاینی التهابی بوده و در افراد چاق با نشانه‌های زیادی از التهاب مزمن درجه خفیف در ارتباط است. سطح افزایش یافته پروتئین‌های مرحله حاد و میانجی‌های التهابی در سرم افراد چاق نسبت به افراد لاغر، گواه بر این ادعاست (۲۱). البته در نمونه‌های انسانی، نقش‌های دیگری از جمله نقش اینترلوکین ۱۷ در پوکی استخوان پیشنهاد شده است (۲۲).

در مقابل محققان نشان دادند اینترلوکین ۱۷ رشد سلول‌های چربی را مهار می‌کند. با توجه به این نتایج، در مطالعات مشخص شده است اینترلوکین ۱۷ نقش تنظیمی در فرآیندهای سوخت‌وسازی و التهابی دارد (۲۳). در پژوهش حاضر، بلافاصله پس از یک جلسه و ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای، سطح سرمی اینترلوکین ۱۷، IgA و IgM تغییر معنی‌داری نداشت و درصد چربی بدن کاهش نشان داد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد تنها در چند مطالعه پاسخ اینترلوکین ۱۷ به تمرین ورزشی بررسی شده است. نتایج مطالعاتی که عدم تغییر اینترلوکین ۱۷ را در پی فعالیت بدنی گزارش کرده‌اند (۹، ۱۱، ۲۴) با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی دارد. از سویی، بعضی از این پژوهش‌ها، تغییرات معنی‌داری را گزارش کرده‌اند (۵، ۷) (۲۵، ۲۶). نتایج متناقض در این مطالعات می‌تواند به دلیل اختلاف سن و جنسیت نمونه‌های آماری، تفاوت در شدت، مدت، نوع برنامه تمرینی و سطح آمادگی افراد باشد. در مطالعه ستاری‌فرد و همکاران، تغییر معنی‌داری در مقادیر اینترلوکین ۱۷ پس از فعالیت ورزشی و ۲ ساعت پس از فعالیت در محیط طبیعی و سرد مشاهده نشد (۹). Golzari و همکاران نیز در تحقیقی دریافتند اگر به مدت ۸ هفته از برنامه ترکیبی (شامل گرم کردن،

تمرینات کششی، تمرینات هوازی، قدرتی و در پایان هر جلسه برنامه ریلکسشن) استفاده شود، سطح اینترلوکین ۱۷ افزایش نمی‌یابد؛ حتی در برخی افراد کاهش نیز مشاهده می‌شود که دلیل آن را پایین بودن سطح شدت تمرین دانسته‌اند (۲۴). در مطالعه García و همکاران، با بررسی تأثیر یک جلسه تمرین شدید بر روی زنان غیرفعال سالم، عدم تغییر اینترلوکین ۱۷ مشاهده گردید (۱۱). نتایج مطالعه Alizadeh و همکاران تحت عنوان "تأثیر تمرینات هوازی و بی‌هوازی همراه با امگا-۳ در موش‌های نر نژاد سوری در اینترلوکین ۱۷ و سطح CRP پلاسما در دو گروه پس از ۸ هفته"، تفاوت معنی‌داری را نشان داد (۲۵). Duzova و همکاران نیز در تحقیقی بر روی موش‌های تمرین کرده با بررسی مقادیر اینترلوکین ۱۷ پس از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید کوتاه‌مدت گزارش دادند مقادیر این سایتوکاین در حد معنی‌داری افزایش پیدا کرده است (۲۶). آقاعلی‌نژاد و همکاران نیز در مطالعه خود کاهش معنی‌دار اینترلوکین ۱۷ را پس از ۶ هفته تمرین استقامتی در موش‌های ماده مبتلا به سرطان پستان نشان دادند. از آنجا که اینترلوکین ۱۷ در رگ‌زایی، رشد و متاستاز تومور نقش دارد، کاهش سطوح این سایتوکاین که به موازات کاهش حجم تومور است نشان داد تمرین از طریق کاهش سطوح این سایتوکاین موجب کاهش رشد تومور می‌شود (۵). در یافته‌های مطالعه رجبی و همکاران بر روی موش‌های صحرایی نر، میانگین غلظت پلاسمایی اینترلوکین ۱۷ یک‌هفته قبل از انجام یادگیری لمسی،  $594/4 \pm 71/6$  پیکوگرم بر میلی‌لیتر به دست آمد که بعد از انجام یادگیری،  $210 \pm 56/5$  پیکوگرم بر میلی‌لیتر بود. سطح سرمی این سایتوکین در موش‌های صحرایی، بعد از انجام یادگیری لمسی که با استفاده از تست تشخیص شی جدید

در مطالعه Vahid و همکاران نیز در ۴ هفته دویدن مردان فعال، مقادیر IgM و IgA به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۱۴). Gleeson و همکاران با بررسی ۷ ماه تمرینات شنا در شناگران مرد، کاهش معنی‌داری در مقادیر IgM، IgA و IgG مشاهده کردند (۳۰). در انتهای پژوهش؛ میانگین وزن، شاخص توده‌بدنی و درصد چربی بدن آزمودنی‌های گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل، کاهش غیرمعنی‌داری نشان داد.

### نتیجه‌گیری

براساس نتایج این مطالعه، تمرینات مقاومتی دایره‌ای، سطوح سرمی اینترلوکین ۱۷ و ایمونوگلوبولین‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد که این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. از آنجا که مطالعه حاضر از اولین پژوهش‌های انجام‌شده درخصوص اثر تمرین مقاومتی دایره‌ای بر روی سطوح سرمی اینترلوکین ۱۷ و ایمونوگلوبولین‌های IgM، IgA، IgG در مردان معلول چاق می‌باشد. به‌نظر می‌رسد برای تغییرات معنی‌دار در متغیرهای پژوهش باید به عواملی چون شدت، طول دوره و نوع برنامه تمرینی توجه داشت. بنابراین، مطالعات بیشتری لازم است تا به‌طور عمیق‌تر ساز و کارهای مؤثر بر تغییرات این سایتوکاین و ایمونوگلوبولین‌ها را پس از انجام تمرینات ورزشی مورد بررسی قرار دهند.

### تشکر و قدردانی

این پژوهش با همکاری دهکده المپیک شهر زاهدان صورت گرفت. بدین وسیله از آزمودنی‌ها و همه کسانی که در انجام این تحقیق ما را همراهی نموده‌اند، صمیمانه سپاسگزاریم.

انجام شد، کاهش معنی‌داری را نشان داد (۷)، که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت داشت. در مجموع، می‌توان گفت تمرین ورزشی در تنظیم غلظت این سایتوکاین مؤثر است، اما نتیجه قطعی نیازمند مطالعات بیشتری در این زمینه می‌باشد.

در این تحقیق، میزان غلظت ایمونوگلوبولین‌های IgM و IgA بلافاصله یک جلسه و ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای، افزایش یافت، اما از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. همچنین در میزان غلظت IgG، کاهش غیرمعنی‌داری مشاهده شد. در مطالعات اندکی، عدم تغییر ایمونوگلوبولین‌ها در پی فعالیت بدنی گزارش شده است (۱۴، ۲۳) که با پژوهش حاضر همخوانی داشت. از سویی، بعضی از مطالعات کاهش و افزایش معنی‌دار ایمونوگلوبولین‌ها را گزارش کرده‌اند (۲۴-۲۷). نتایج متفاوت می‌تواند به دلیل تفاوت وهله تمرین، شدت تمرین، سطح آمادگی افراد و تفاوت در زمان خونگیری باشد. اسدبختی و همکاران در مطالعه یک جلسه تمرین شبیه‌سازی فوتبال بر روی بازیکنان نشان دادند غلظت IgA در مرحله پیش‌آزمون، در مقایسه با ۲ ساعت بعد از آزمون، تفاوت معنی‌داری نداشته است. میزان غلظت IgG و IgM در مرحله پیش‌آزمون، در مقایسه با بلافاصله بعد از آزمون و ۲ ساعت بعد از آزمون، تفاوت معنی‌داری نداشت (۲۷). در مطالعه Gunga و همکاران بر روی شرکت‌کنندگان مسابقه دوی ماراتن مردان، میزان غلظت IgM و IgG تغییرات معنی‌داری را نشان داد (۲۸). امانی‌پور و همکاران نیز با بررسی ۴ هفته دویدن مردان فعال، عدم تغییر IgG را نشان دادند (۱۴). Hejazi و همکاران در بررسی ۵ هفته تمرین بدن‌سازی در ورزشکاران نیمه‌استقامت نخبه، عدم تغییر IgG و کاهش معنی‌داری در IgM را مشاهده کردند (۱۳). در مطالعه Córdova و همکاران بر روی ورزشکاران نخبه والیبال حرفه‌ای در طول یک فصل رقابت ۴ ماهه، ایمونوگلوبولین‌های IgM و IgG، به‌طور قابل توجهی پس از ورزش و بازیابی از گروه کنترل (شامل بازیکنان سطح پایه والیبال) افزایش یافت و عدم تغییر در IgA مشاهده گردید (۲۹).



## References:

1. Shoelson SE, Lee J, Goldfine AB. Inflammation and insulin resistance. *J Clin Invest* 2006;116(7):1793-801.
2. Melzer N, Meuth SG, Torres-Salazar D, Bittner S, Zozulya AL, Weidenfeller C, et al. Correction: A  $\beta$ -Lactam antibiotic dampens excitotoxic inflammatory CNS damage in a mouse model of multiple sclerosis. *PloS One* 2011;6(1):10-371.
3. Moseley TA, Haudenschild DR, Rose L, Reddi AH. Interleukin-17 family and IL-17 receptors. *Cytokine Growth Factor Rev* 2003;14(2):155-74.
4. MacKinnon LT, Jenkins DG. Decreased salivary immunoglobulins after intense interval exercise before and after training. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(6):678-83.
5. Agha-Alinejad H, Saei MA, Mahdavi M, Shalamzari SA, Kazemi A, Pirayesh M. The effect of six weeks of endurance training on the levels of cytokines in the tumor microenvironment Article rats with breast cancer. *Iran J Basic Med Sci* 2015;6(4):483-96. [Full Text in Persian]
6. Nikseresht M, Agha-Alinejad H, Azarbayjani MA, Ebrahim K. Effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on cytokines and insulin resistance in sedentary men who are obese. *J Strength Cond Res* 2014;28(9):2560-8.
7. Rajabi S, Hassanshahi Gh, Kazemi Arababadi M, Roohbakhsh A, Nasiri B, Shamsizadeh A. Effect of tactile learning on serum levels of IL-17 in male rats. *J Babol Univ Med Sci* 2012;14(3):25-30. [Full Text in Persian]
8. Andalib A, Moghaddas K, Sharifi F, Esmaeil N, Hasheminia SJ, Moazeni M. IFN- $\gamma$ , IL-4 and IL-17 concentration in tumor tissue, adjacent tumor tissue and the serums of patients with breast cancer. *J Isfahan Med Sch* 2011;29(159). [Full Text in Persian]
9. Satarifard S, Gaeini AA, Choobineh S. The Effect of Exercise on the Serum Interleukin-17, Interferon- $\gamma$  and CRP of the endurance athletes in cold and normal temperature condition. *J Tabriz Univ Med Sci Health Serv* 2012;34(4). [Full Text in Persian]
10. Sugama K, Suzuki K, Yoshitani K, Shiraishi K, Kometani T. IL-17, neutrophil activation and muscle damage following endurance exercise. *Exerc Immunol Rev* 2012;18:116-27.
11. García JJ, Bote E, Hinchado MD, Ortega E. A single session of intense exercise improves the inflammatory response in healthy sedentary women. *J Physiol Biochem* 2011;67(1):87-94.
12. Francis JL, Gleeson MA, Pyne DB, Callister RO, Clancy RL. Variation of salivary immunoglobulins in exercising and sedentary populations. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(4):571-8.
13. Hejazi K, Attarzadeh Hosseini SR. Influence of selected exercise on serum immunoglobulin, testosterone and cortisol in semi-endurance elite runners. *Asian J Sports Med* 2012;3(3):185.
14. Vahid I, Valiollah S, Mehdi A. The effects of physical activity on humoral immune system (IgA, IgG, IgM). *Procedia-Soc Behav Sci* 2009;1(1):2718-21.
15. Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Can J Sport Sci* 1992;17(4):338-45.
16. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 1978 Nov 1;40(03):497-504.
17. Glick MR, Ryder KW, Jackson SA. Graphical comparisons of interferences in clinical chemistry instrumentation. *Clin Chem* 1986;32(3):470-5.

18. Jorge ML, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz AL, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 2011;60(9):1244-52.
19. Brzycki M. A practical approach to strength training. McGraw-Hill: Chicago; 1998.
20. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(8):1527-33.
21. Dela F, Ploug T, Handberg A, Petersen LN, Larsen JJ, Mikines KJ, Galbo H. Physical training increases muscle GLUT4 protein and mRNA in patients with NIDDM. *Diabetes* 1994;43(7):862-5.
22. Phielix E, Szendroedi J, Roden M. Mitochondrial function and insulin resistance during aging. *Gerontology* 2011(57):387-96.
23. Peake JM, Suzuki K, Hordern M, Wilson G, Nosaka K, Coombes JS. Plasma cytokine changes in relation to exercise intensity and muscle damage. *Eur J Appl Physiol* 2005;95(5-6):514-21.
24. Golzari Z, Shabkhiz F, Soudi S, Kordi MR, Hashemi SM. Combined exercise training reduces IFN- $\gamma$  and IL-17 levels in the plasma and the supernatant of peripheral blood mononuclear cells in women with multiple sclerosis. *Int Immunopharmacol* 2010;10(11):1415-9.
25. Alizadeh H, Daryanoosh F, Moatari M, Hoseinzadeh K. Effects of aerobic and anaerobic training programs together with omega-3 supplement on interleukin-17 and CRP plasma levels in male mice. *Med J Islam Repub Iran* 2015;29:236.
26. Duzova H, Karakoc Y, Emre MH, Dogan ZY, Kilinc E. Effects of acute moderate and strenuous exercise bouts on IL-17 production and inflammatory response in trained rats. *J Sports Sci Med* 2009;8(2):219-4.
27. Asadbakhty A, Choobine S, Kordi MR. The effect of a training session soccer simulation on the concentration of IgA, IgG, IgM and cortisol in male soccer players. *Sport Physiol* 2012;4(15):83-96. [Full Text in Persian]
28. Gunga HC, Machotta A, Schobersberger W, Mittermayr M, Kirsch K, Koralewski E, Röcker L. Neopterin, IgG, IgA, IgM, and plasma volume changes during long-distance running. *Pteridines* 2002;13(1):15-20.
29. Córdova A, Sureda A, Tur JA, Pons A. Immune response to exercise in elite sportsmen during the competitive season. *J Physiol Biochem* 2010;66(1):1-6.
30. Gleeson M, McDonald WA, Cripps AW, Pyne DB, Clancy RL, Fricker PA. The effect on immunity of long-term intensive training in elite swimmers. *Clin Exp Immunol* 1995;102(1):210-6.