

The effect of resistance training on a selection of immune system indicators in female athlete college students

تأثیر تمرینات مقاومتی بر منتخبی از شاخص های سیستم ایمنی دانشجویان دختر ورزشکار

Hadis Bayat

PhD Student of exercise physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Sepide Mohamad Khan Beigi

M.A. of physical education, Department of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

* Mandana Gholami

Associate professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Hojat Allah Nikbakht

Associate professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

Aim: The purpose of this study was to evaluation of the effect of isotonic resistance training on selected immune system markers in female athlete college students. **Method:** To perform this study, 20 healthy female volunteer athletes (table tennis player) (Age: 22.3±2), (Body mass index: 22.41± 1.35 kg/ms) were selected for this study and randomly was divided in two groups: 10 subjects in resistance training group (RG), and 10 subjects in control group (CG). All the athletes were done the physical fitness evaluation and 1RM was taken before, middle, and end of resistance training. 48 hours before first training, the athletes were being familiar with exercise protocols. Then RT group exercised protocol three times per weeks for eight weeks. The protocol included 7 stations and the training volume was carried out exceedingly (80% .85%.90%.95% 1RM). 24 hours after the last training section, the blood test was taken from all the subjects. In pre and post protocol white blood cells (WBC), IL6, lymphocytes, monocytes, and granulocytes sample were collected and measured by using Elisa. In order to indicate the normal distribution of data, the Kolmogorov-Smirnov test was used. Then single t and pair t test were used to determine possible internal and external changes, before and after the exercise protocol. **Results:** The results of the current study indicated that, significant reduction ($p=0.006$) in rest IL6 level of RT group after eight weeks was observed. More over significant reduction ($p=0.041$) in amount of WBC of RT group after eight weeks was observed. **Conclusion:** These results suggest that, regular exercise can be critical point to reduce systematic inflammation, and the related index, such as IL6. It is one of the advantage's adaption via these exercise. Isotonic resistance exercise can be the important and basic factor in systematic inflammation decrease and also reduction in relative factors such as interleukin 6 which is one of the reports of these kind exercises.

Keywords: IL6, RT, Female athletes, and Immune system, white blood cells.

حدیث بیات

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

سپیده محمد خان بیگی

کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

* ماندانا غلامی

دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

حجت اله نیک بخت

دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

هدف: هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر تمرینات مقاومتی ایزوتونیک بر منتخبی از شاخص های سیستم ایمنی دانشجویان دختر ورزشکار بود. **روش:** برای انجام این پژوهش ۲۰ دانشجوی دختر ورزشکار رشته تنیس روی میز سالم (سن: 22.3±2 سال؛ شاخص توده بدنی: 22.41±1.35 کیلوگرم بر متر مربع) که به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند، به شکل تصادفی در دو گروه تمرین مقاومتی (n=10) و کنترل (n=10) قرار داده شدند. از همه آزمودنی ها سنجش آمادگی جسمانی به عمل آمد و میزان یک تکرار بیشینه آزمودنی ها قبل، میان دوره و در انتهای دوره تمرین محاسبه شد. سپس آزمودنی های گروه تجربی تمرینات مقاومتی را به صورت ایستگاهی، سه روز در هفته و به مدت ۸ هفته اجرا نمودند. برنامه تمرینی شامل ۷ ایستگاه بود که با (80-95 درصد یک تکرار بیشینه) و تعداد معین، به صورت فزاینده انجام دادند. ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، از آزمودنی های گروه تجربی به همراه افراد گروه کنترل نمونه خونی گرفته شد... مقادیر ایترلوکین ۶ با روش الایزا و آزمایش شمارش سلول های خونی (گلبول های سفید، لنفوسیت ها، مونوسیت ها، گرانولوسیت ها) انجام شد. **یافته ها:** کاهش معنی داری ($p=0.006$) در سطوح استراحتی ایترلوکین ۶ دیده شد. همچنین کاهش معنی داری ($p=0.041$) در تعداد گلبول های سفید خون پس از هشت هفته تمرین مقاومتی ایزوتونیک مشاهده شد. **نتیجه گیری:** تمرینات ورزشی مقاومتی ایزوتونیک می تواند عاملی مهم و اساسی در کاهش التهاب سیستماتیک و کاهش شاخص های مرتبط نظیر ایترلوکین ۶ باشد که این یکی از سازگاری های مفید حاصل از این گونه از تمرینات می باشد.

واژگان کلیدی: ایترلوکین ۶، تمرین مقاومتی، دختران ورزشکار، سیستم ایمنی، گلبول های سفید خون.

*نویسنده مسئول: Gholami_man@yahoo.com

پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۳

دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۳

مقاله پژوهشی



مقدمه

سیستم ایمنی با حمایت بدن در مقابل عوامل بیگانه نقش مهمی در تنظیم هموستاز بدن دارد. با وجود این اجرای تمرینات مختلف ورزشی با شدت و مدت مختلف تاثیرات متفاوتی بر این سیستم می گذارد. اجرای تمرینات ملایم، مداوم، سبک و منظم با ارتقای سطح فعالیت های سیستم ایمنی مقاومت بدن را در برابر عفونت ها همچون عفونت های مجاری فوقانی تنفس افزایش می دهد و از طرف دیگر تمرینات شدید از مقاومت بدن در برابر هر گونه عامل خارجی می کاهد و باعث تضعیف سیستم ایمنی می شود. تمرینات شدید با آزاد سازی هورمون های سرکوب گر ایمنی مانند اپی نفرین و کورتیزول و با تحریک سایتوکاین ها پیش التهابی مانند اینترلوکین-۶ سیستم ایمنی را تحت تاثیر قرار می دهد. اطلاعات به دست آمده از مطالعات همه گیر شناسی از این ایده حمایت می کند که سیستم ایمنی پس از هر نوبت تمرین شدید و یا طولانی مدت تغییرات بارزی می کند و در روند این تغییرات حالتی بنام پنجره باز پدید می آید که بین ۳ تا ۷۲ ساعت به طول می انجامد و بدن در معرض حمله مستقیم باکتری ها و عوامل عفونی قرار می گیرد (کاشف و همکاران، ۲۰۲۱).

نوتروفیل ها و منوسیت ها از مهمترین محورهای سیستم ایمنی ذاتی هستند که به عنوان اولین خطوط دفاعی در برابر هجوم عوامل بیگانه عمل می کنند. عملکرد این اجزا به طور مستقیم تحت تاثیر فعالیت ورزشی قرار می گیرد (سلیمانی و همکاران، ۲۰۲۲). بونی^۲ و همکاران (۲۰۰۳)، اثر یک جلسه حاد فعالیت ورزشی را بر روی کارکرد نوتروفیل ها در ۷ فرد ورزشکار و ۶ فرد کم تحرک مورد بررسی قرار دادند. در حالی که ما یک پروتکل تمرینات ورزشی را مورد بررسی قرار داده ایم هم تعداد و هم عملکرد آنها افزایش یافت.

پینی و همکاران در مطالعه ای اثرات متفاوت نوع و شدت ورزش را روی عملکرد گرانولوسیت ها در هشت مرد دونه سنجیدند که تعداد گرانولوسیت ها افزایش معنی داری داشت ولی پس از فعالیت شدید عملکرد آنها مانند انفجار تنفسی کاهش داشت. همچنین در زمینه تمرینات مقاومتی یافته های ضد و نقیضی مشاهده می شود (پینی^۳ و همکاران، ۲۰۱۱). پور رحیم قورقچی و همکاران (۲۰۱۹)، در بررسی تمرینات مقاومتی نشان دادند که این تمرینات سبب افت کل تعداد گرانولوسیت ها می شود. (پور رحیم قورقچی و همکاران، ۲۰۱۹).

آنچه از نتیجه مطالعات انجام شده برآورد می شود این است که نوع، شدت و مدت ورزش اثرات متفاوتی بر فاکتورهای سیستم ایمنی از جمله گرانولوسیت ها و سایتوکاین ها ایفا می کند. بررسی دقیق و همه جانبه اثرات ورزش بر سیستم ایمنی به لحاظ پیچیدگی و وسعت بسیار دشوار است ولی بررسی برخی از اجزای این سیستم می تواند پاسخ برخی شبهات پدید آمده را بدهد.

¹ . Interleukin 6 (IL-6)

² . Bouni

³ . Pini

با توجه به ضرورت وجود تمرینات قدرتی برای بازیکنان رشته تنیس روی میز، این سوال مطرح است که آیا اجرای هشت هفته تمرینات مقاومتی ایزوتونیک تأثیری بر اجزای سیستم ایمنی از جمله گرانولوسیت ها و IL6 دارد؟

روش شناسی

این مطالعه از نوع نیمه تجربی است، جامعه آماری این پژوهش را دانشجویان دختر ورزشکار رشته تنیس روی میز دانشگاه های آزاد اسلامی تهران تشکیل دادند، که حداقل سه سال سابقه فعالیت در لیگ دسته یک کشور را دارا بودند و بطور متوسط در هفته سه جلسه به مدت یک ساعت به تمرین می پرداختند و سابقه هیچ گونه بیماری خاص را نداشتند، که از بین آنها تعداد ۲۰ دختر ورزشکار رشته تنیس روی میز به روش نمونه گیری تصادفی ساده انتخاب و به همین روش به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. لازم به ذکر است که تعداد آزمودنی های این تحقیق بر اساس مطالعات گذشته و همچنین مشورت با متخصصان این امر انتخاب گردید (مک فارلین^۱ و همکاران ۲۰۰۴). بنابراین پس از بررسی با کمک نرم افزار Gpower آزمودنی ها انتخاب شدند.

برای اندازه گیری وزن با حداقل لباس وبدون کفش فرد کاملاً روی ترازو قرار گرفته و شما با ایستادن در مقابل ترازو وزن دقیق را بخوانید. ترازو مدل ۲۲۰seca مجهز به قدسنج ساخت کشور آلمان استفاده شد. برای سنجش قد از ترازوی پزشکی برای اندازه گیری قد باید فرد بدون کفش باشد و طوری بایستد که پاشنه ها، ساق پا، کتف و سر او به قدسنج بچسبد و سر کاملاً مستقیم نگه داشته شود.

تمرینات مقاومتی ایزوتونیک

تمرینات مقاومتی شامل سه روز در هفته به مدت هشت هفته بود. آزمودنی ها در ابتدای هر جلسه ۱۰ دقیقه به گرم کردن پرداختند و با استفاده از درصدی از یک تکرار بیشینه^۲ به تعیین میزان بار مورد نیاز تمرین پرداختند. برنامه تمرین مقاومتی به صورت ایستگاهی و بر طبق اصول پلکانی طراحی شد. که شامل هفت ایستگاه (پرس پا، کشش لت، پشت پا، پرس سینه، پرس سرشانه، مولتی هیپ و شکم) بود که به صورت فزاینده به انجام رسید. فاصله استراحتی بین هر ست ۳۰ الی ۴۵ ثانیه و فاصله بین دستگاه ها یک دقیقه بود. اضافه بار در برنامه تمرینی اعمال شد. آزمودنی ها در این هشت هفته تمرینات خود را به ترتیب ۸۰٪، ۸۵٪، ۹۰٪، ۹۵٪، یک تکرار بیشینه انجام دادند.

¹ . McFarlin

² . 1 RM



جدول ۱. برنامه تمرین

تکرار	سرکوب	هفته اول			هفته دوم			هفته سوم			هفته چهارم			هفته پنجم			هفته ششم			هفته هشتم		
		۲e۵	۲e۶	۲e۶	۲e۵	۲e۴	۲e۵	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴	۲e۴
۱	با زور	۷۸۰	۷۸۰	۷۸۰	۷۸۰	۷۸۰	۷۸۰	۷۸۵	۷۸۵	۷۸۵	۷۹۰	۷۹۰	۷۹۰	۷۹۰	۷۹۰	۷۹۰	۷۹۰	۷۹۰	۷۹۰	۷۹۰	۷۹۰	۷۹۰
۲	کاهش انت	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
۳	با احتیاط	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
۴	درجه صفر	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
۵	تکرار	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
۶	تکرار درجه صفر	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
۷	درجه صفر	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

نمونه گیری و آماده سازی خون و روش های بیوشیمیایی

در ابتدا تمام آزمودنی ها ناشتا بودند و ۲۴ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی به آزمایشگاه مراجعه کردند و کار خون گیری (۳) انجام شد. سپس هشت هفته برنامه تمرینی را به صورت فزاینده انجام دادند و گروه کنترل بدون انجام فعالیت تمرینات معمول خود را انجام می داد و به زندگی روزمره خود ادامه می دادند. پس از هشت هفته متعاقب استراحت با آخرین جلسه تمرینی نمونه خونی از هر دو گروه گرفته شد. نمونه های خونی توسط کیت الایزا^۱ (ebiosecince، امریکا) جهت سنجش اینترلوکین ۶ و به کمک دستگاه هایسل^۲ ساخت کشور فرانسه به سنجش اجزای تشکیل دهنده گلبول های سفید پرداخته شد.

ابتدا در بخش آمار توصیفی مقادیر هر یک از متغیرهای مورد مطالعه در زمانهای پیش و پس آزمون، با استفاده از میانگین و انحراف معیار و با استفاده از نرم افزار Excel توصیف شد. سپس جهت عملیات آمار استنباطی، ابتدا

^۱ ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay)

^۲ Heisel

طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و تجانس واریانسها از آزمون لوین مشخص شد. همچنین از آزمونهای آماری t مستقل، t زوجی به منظور تحلیل آمار استنباطی استفاده شد و سطح معنیداری آزمونها ($\alpha \leq 0/05$) تعیین شد. انجام کلیه محاسبات آماری با نرم افزار spss نسخه ۲۰ انجام گردید.

یافته ها

هشت هفته تمرین مقاومتی موجب کاهش معنی دار اینترلوکین ۶ ($0/81 \pm 4/09$) نسبت به گروه کنترل شد ($p=0.006$) همچنین تمرینات مقاومتی سبب کاهش معنی دار گلبول های سفید ($0/16 \pm 7/18$) نسبت به گروه کنترل شد ($p=0.041$).

در هیچ یک از ورزشکاران علائم ابتلا به عفونت های دستگاه تنفسی (گلبول های سفید، لنفوسیتها، مونوسیت ها، گرانولوسیت ها) در طی ۲۴ ساعت پس از شرکت در این مطالعه مشاهده نشد. همچنین هیچ یک از آزمودنی ها افزایش میزان ابتلا به عفونت های دستگاه فوقانی تنفس را در طی فصول تمرینی گزارش نکردند.

جدول ۲. شاخص های آماری مربوط به عوامل سیستم ایمنی در گروه های مورد مطالعه

گروه کنترل		گروه تمرین مقاومتی		آزمون	عوامل سیستم ایمنی
		انحراف معیار	میانگین		
۰٫۷۵	۳٫۵۷	۰٫۸۷	۴٫۵۷	پیش آزمون	سطوح استراحتی اینترلوکین ۶ (pg/ml)
۰٫۶۴	۳٫۷۸	۰٫۸۱	۴٫۰۹	پس آزمون	
۱٫۵۱	۷٫۱	۲٫۱۹	۸٫۲۱	پیش آزمون	تعداد گلبول های سفید خون (k/ μ l)
۰٫۵۶	۶٫۶۹	۱٫۹۸	۷٫۱۸	پس آزمون	



جدول ۳. شاخصهای آماری مربوط به ویژگی های عمومی گروههای مورد مطالعه

ویژگی ها	گروه تمرین مقاومتی ایزوتونیک		گروه کنترل	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۲۲/۱	۲/۳۳	۲۲/۵	۱/۷۲
قد (سانتی متر)	۱۶۹/۲۰	۴/۶۶	۱۶۸/۹۵	۴/۸۲
جرم (کیلوگرم)	۶۳/۹۰	۴/۷۷	۶۴/۲۵	۵/۲۰
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۲۹	۰/۸۱	۲۲/۵۲	۱/۷۸
چربی بدن (درصد)	۲۰/۷۶	۲/۷۳	۲۱/۹۵	۱/۷۹

بحث و نتیجه گیری

به طور کلی یافته های این پژوهش نشان داد که انجام تمرینات مقاومتی ایزوتونیک حتی با شدت بالا در زنان ورزشکار می تواند سبب کاهش سطوح استراحتی اینترلوکین ۶ شود. این در حالی است که تغییرات زیرواحدهای سلولهای سفیدخونی، نظیر لنفوسیتها، گرانولوسیتها و مونوسیتها پس از هشت هفته تمرین مقاومتی ایزوتونیک نسبت به گروه کنترل معنادار نبود. به نظر میرسد تمرینات ورزشی منظم می تواند عاملی مهم و اساسی در کاهش التهاب سیستمیک و کاهش شاخصهای مرتبط نظیر سایتوکاین اینترلوکین ۶ باشد که این یکی از سازگاریهای مفید حاصل از این گونه از تمرینات می باشد. احتمالاً دلیل این امر میتواند بهبود متابولیسم کربوهیدرات و کاهش بافت چربی باشد.

یافته های تحقیق حاضر کاهش معنی دار IL6 را در گروه تمرین مقاومتی ایزوتونیک نشان داد اگرچه نتایج ضد و نقیض زیادی وجود دارد، ولی با این حال اکثر تحقیقات با تحقیق حاضر همسو بود. مرادی و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که هر گونه تمرین استقامتی و مقاومتی دراز مدت کاهش سطوح IL6 را به همراه دارد (برن و همکاران، ۲۰۰۳). پدرس^۱ و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی تمرینات طولانی مدت سنگین پرداختند و کاهش معنی

^۱ . Pedersen

دار سایتوکاین های IL6 و IL1 را گزارش کردند. کال^۱ و همکاران(۲۰۱۰)، اثر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی را بر سطوح اجزای سیستم ایمنی از جمله IL6 غیر معنی دار گزارش کردند.

دانگز^۲ و همکاران(۲۰۱۰)، اثر ۱۰ هفته تمرین هوازی بر سطوح IL6 را غیر معنی دار گزارش کردند. سازگاری به تمرینات ورزشی با فعال سازی آنزیم های اکسایشی خاص و فعال سازی هورمون های محرک لیپولیز مانند اپی نفرین سبب می شود عضله اسکلتی در طول تمرینات به جای استفاده از گلیکوژن و گلوکز از چربی استفاده نماید و کمتر به منابع کربوهیدراتی وابسته باشد و از آنجایی که تخلیه گلیکوژن مهمترین محرک IL6 است سازگاری های پدید آمده یعنی اتکا کمتر به گلیکوژن منجر به کاهش تولید IL6 می شود. هر چقدر فعالیت جسمانی منظم با شدت متوسط بیشتر باشد سطوح IL6 پایین تر و در مقابل تمرینات با شدت بالا و یا بی تحرکی جسمانی سبب افزایش سطوح این سایتوکاین می شود. اینترلوکین ۶ آزاد شده از سلول های ایمنی اثرات پیش و ضد التهابی دارد. تولید این سایتوکاین به وسیله دامنه ای از محرک های فیزیولوژیک مانند ورزش تنظیم می شود (زینگ^۳ و همکاران ۲۰۲۲، باستارد^۴ و همکاران، ۲۰۰۰).

یافته ها نشان می دهد که این سایتوکاین بیش از هر سایتوکاین دیگری در طی ورزش آزاد می شود. مهم ترین منبع آزاد سازی این سایتوکاین در طی ورزش عضله اسکلتی و بافت چربی است. عوامل متعددی مانند نوع تمرین، شدت تمرین، مدت و حجم تمرین، و دوره تمرینی بر آزاد سازی این سایتوکاین نقش دارند (هاریس^۵ و همکاران، ۲۰۱۲).

IL6 آزاد شده در طی ورزش نقش مهمی در متابولیسم بازی می کند. تحقیقات اخیر نشان می دهد که اجرای تمرینات مقاومتی اثرات ضد التهابی دارد و از بسیاری از بیماری ها از جمله بیماری های التهابی و متابولیک و همچنین دیابت نوع دو، سرطان و بیماری های قلبی عروقی پیش گیری به عمل می آورد. عامل اصلی این اثرات تمرینات مقاومتی کاهش IL6 می باشد(میلر^۶ و همکاران، ۲۰۲۲).

گلیسون و همکاران(۲۰۰۳)، به بررسی عملکرد ایمنی در فوتبالیست ها پرداختند. یافته ها نشان داد که اجرای تمرینات طولانی مدت و سنگین سطح گلبول های سفید را کاهش داد. هاک و همکاران(۱۹۹۲)، تاثیر ۸ هفته تمرینات بی هوازی را بر تعداد لکوسیت ها و لنفوسیت ها مورد بررسی قرار دادند و کاهش معنی دار آنها را گزارش کردند که همسو با تحقیق حاضر بود (گلیسون^۷ و همکاران، ۲۰۰۳). اجرای یک وهله تمرینات مقاومتی موجب افزایش سایتوکاین های پلازما می شود و در مقابل اجرای دراز مدت این تمرینات منجر به پایین آوردن سایتوکاین های پیش التهابی در پلازما می شود. اجرای تمرینات اکستریک سبب آسیب پذیری بیشتری به عضله

1. Calle
2. Donges
3. Xing
4. Bastard
5. Harries
6. Miller
7. Gleeson



اسکلتی می شود و در نهایت منجر به فراخوان گلبول های سفید، لنفوسیت ها به ناحیه آسیب دیده می شود و میزان آنها را افزایش می دهد (پور رحیم قروقچی^۱ و همکاران، ۲۰۲۱). اجرای فعالیت های شدید و یک مرحله ای باعث آزادسازی کورتیزول و سرکوب عملکرد سیستم ایمنی و تعداد آنها می شود. در تمرینات مقاومتی دراز مدت هورمون های استرسی همچون کاتکولامین ها و اپی نفرین آزاد می شوند که افزایش این عوامل مخصوصا کورتیزول سبب آپوپتوز و سرکوب سیستم ایمنی می شود (ایزوردو^۲ و همکاران، ۲۰۰۹).

در تبیین این نتایج می توان گفت از عوامل تاثیر گذار مهم بر لکوسیت ها شدت و مدت تمرین است که در تحقیق حاضر به علت بالا بودن شدت و مدت تمرین سرکوب سیستم ایمنی رخ داده است. از طرف دیگر اجرای تمرینات مقاومتی به دلیل مصرف بیش از حد گلوتامین که به عنوان مهم ترین اسید آمینه عضله اسکلتی و فراوان ترین اسید آمینه پلاسما و هم چنین سوخت سیستم ایمنی منجر به کاهش این اسید آمینه شده و در نتیجه تعداد گلبول های سفید به سرعت شروع به کاهش می کنند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان تشکر خود را از تمامی کسانی که در پیشبرد اهداف پژوهش یاری نموده اند، اعلام می دارند.

^۱ . PourRahim Ghourghchi

^۲ . Izquierdo

References

- Bastard, J.P., Jardel, C., Bruckert, E., Blondy, P., Capeau, J., Laville, M., Vidal, H., Hainque, B. (2000). Elevated levels of interleukin 6 are reduced in serum and subcutaneous adipose tissue of obese women after weight loss. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 85, 3338–3342.
- Bobeuf, F., Labonté, M., Khalil, A., Dionne, I.J. (2009). Effect of resistance training on hematological blood markers in older men and women: a pilot study. *Curr. Gerontol. Geriatr. Res.* 156820.
- Bouni, J.M., Verdich, C., Toubro, S., Astrup, A., Richelsen, B. (2003). Association between measures of insulin sensitivity and circulating levels of interleukin-8, interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha. Effect of weight loss in obese men. *Eur. J. Endocrinol. Eur. Fed. Endocr. Soc.* 148, 535–542.
- Calle, M.C., Fernandez, M.L. (2010). Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr. Res. Pract.* 4, 259–269.
- Donges, C.E., Duffield, R., Drinkwater, E.J. (2010). Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Med. Sci. Sports Exerc.* 42, 304–313.
- Galun, E., Burstein, R., Assia, E., Tur-Kaspa, I., Rosenblum, J., Epstein, Y. (1987). Changes of white blood cell count during prolonged exercise. *Int. J. Sports Med.* 8, 253–265.
- Gleeson., Steensberg, A., Fischer, C., Keller, C., Keller, P., Plomgaard, P., Febbraio, M., Saltin, B. (2003). Searching for the exercise factor: is IL-6 a candidate? *J. Muscle Res. Cell Motil.* 24, 113–119.
- Harries, S.K., Lubans, D.R., Callister, R. (2012). Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: a systematic review and meta-analysis. *J. Sci. Med. Sport Sports Med. Aust.* 15, 532–540.
- Izquierdo, M., Ibañez, J., Calbet, J.A., Navarro-Amezqueta, I., González-Izal, M., Idoate, F., Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Palacios-Sarrasqueta, M., Almar, M. (2009). Cytokine and hormone responses to resistance training. *Eur. J. Appl. Physiol.* 107, 397–409.
- Izquierdo, M., Ibañez, J., Calbet, J.A., Navarro-Amezqueta, I., González-Izal, M., Idoate, F., Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Palacios-Sarrasqueta, M., Almar, M. (2009). Cytokine and hormone responses to resistance training. *Eur. J. Appl. Physiol.* 107, 397–409.
- Kashef, A., Zare Karizak, S., Sadeghi Nikoo, A., Kashef, M. (2021). Effect of Single Session of High Intensity Interval Exercise on Some Immune and Inflammatory Factors in Male Athletes and the Risk of Infection to Coronavirus. *JSSU.* 28 (12) :3326-3337. (in Persian)
- McFarlin, B.K., Flynn M.G., Stewart, L.K., Timmerman, K.L. (2004). Carbohydrate intake during endurance exercise increases natural killer cell responsiveness to IL-2. *J Appl Physiol;* 96(1): 271-5



-
- Miller, R. M., Freitas, E. D., Heishman, A. D., Peak, K. M., Buchanan, S. R., Bemben, D. A., & Bemben, M. G. (2022). Associations of serum IL-6 with muscle, bone, and adipose tissue in women. *Cytokine*, 151, 155787.
- Moradi, F., Akbarnejad, A. (2021). The Comparison of the Effects of Voluntary Running Wheel and Endurance Training on Il-6 and Testosterone Levels in the Rats with PCOS. *J Arak Uni Med Sci* 2021; 24 (3) :412-423. (in Persian)
- Pedersen, B.K., Febbraio, M.A. (2012). Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nat. Rev. Endocrinol.* 8, 457–465.
- Pini, H., Wojtaszewski, J.F.P., Jakobsen, A.H., Kiilerich, K., Hidalgo, J., Pilegaard, H. (2011). Interleukin-6 modifies mRNA expression in mouse skeletal muscle. *Acta Physiol. Oxf. Engl.* 202, 165–173.
- PourRahim, Ghouroghchi, A., Afroundeh, R. (2021). The Effect of Circuit Resistance Training on Cardiotrophin-1 and Platelet in Active Body Building Men: A Clinical Trial Study. *JRUMS.*; 19 (11) :1149-1162. (in Persian)
- Pourrahim, Ghouroghchi, A., Pahlevani, M. (2019). The Effect of Resistance Training with Two Maximum and Sub-Maximal Intensities on Leukocytes and Blood Coagulation Factors in Non-Athlete Men: A Clinical Trial Study. *JRUMS* 2019; 18 (7) :637-656. (in Persian)
- Soleimani, R., Koushkie, Jahromi, M., Mahmoodi, A., Nemati, J. (2022). The Effect of Eight Weeks Pilates Training on Some of White Blood Cells in Breast Cancer Patients. *ijbd.*; 15 (1) :18-32. (in Persian)
- Xing, H., Lu, J., Yoong, S. Q., Tan, Y. Q., Kusuyama, J., & Wu, X. V. (2022). Effect of Aerobic and Resistant Exercise Intervention on Inflammaging of Type 2 Diabetes Mellitus in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Medical Directors Association.*