

## Comparing the effect of two resistance training with and without supplement ginger on inflammatory markers

Samaneh Afshan\*, Valialah Dabidi Roshan

School of Physical Education & Sport Sciences, Mazandaran, University, Babolsar, Iran

(Received:2016/04/23

Accept:2016/10/17)

### Abstract

**Background:** With regards to the role of inflammatory markers and several reports about the effectiveness of resistance training on cytokines, in this study Ginger, which has a positive effect on changes of inflammatory markers including interleukin10- (IL10-) and alpha-tumor necrosis factor (TNF- $\alpha$ ) were studied.

**Materials and Methods:** Forty athletic male were divided randomly into four groups; includes two group resistance training programs Delorme and Oxford with and without Ginger supplementation (Experimental), and two group resistance training programs Delorme and Oxford (Placebo) with and without placebo (starch). The experimental group received 3 capsules (each capsule contained 1000 mg) of ginger rhizome powder orally. Blood samples were collected before, immediate and 24hr after Delorme and Oxford resistance training programs.

**Results:** Research shows that resistance training with supplementation lead to reduces the inflammatory markers IL10- and TNF- $\alpha$  that was analyzed ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** It seems that physical exercise with ginger supplementation lead to reduced inflammatory markers. However, further studies with longer periods of the ginger supplementation should be performed in order to identify the significant effect of nondrug intervention on inflammatory markers.

**Keywords:** Resistance training programs Delorme and Oxford, markers inflammatory, Ginger supplement

\*Corresponding author: Samaneh Afshan  
Email: samanehafshan@yahoo.com

## تاثیر دونوع تمرین مقاومتی بدون مکمل زنجبیل بر شاخص‌های التهابی با و بدون

سمانه افشان\*، ولی‌اله دیدی روشن

دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۲/۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۷/۲۴

### چکیده:

**سابقه و هدف:** با توجه به اهمیت شاخص‌های التهابی و وجود گزارش‌هایی مبنی بر تاثیر تمرین‌های مقاومتی بر سایتوکین‌ها، تاثیر مثبت مصرف زنجبیل بر تغییرهای مقادیر شاخص‌های التهابی شامل اینترلوکین 10 (IL-10) و عامل نکروز دهنده آلفا (TNF- $\alpha$ ) بررسی شد. **مواد و روش‌ها:** ۴۰ مرد ورزشکار به طور تصادفی به چهار گروه شامل، دو گروه تمرین مقاومتی دلورم و آکسفورد با و بدون مکمل زنجبیل (گروه تجربی) و دو گروه دارونما همراه با اجرای تمرین مقاومتی دلورم و آکسفورد (با و بدون دارونمای موسوم به نشاسته) تقسیم شدند. تمرین مقاومتی به دو گروه تمرین‌های ویژه برای نواحی مختلف بدن و با توجه به یک تکرار بیشینه سه جلسه در هفته و به مدت یک هفته اجرا شد. آزمودنی‌های گروه تجربی سه گرم پودر زنجبیل را در سه وعده (هر وعده یک گرم)، قبل از سه وعده اصلی غذایی مصرف کردند. گروه دارونما نیز یک کپسول حاوی یک گرم نشاسته، را با همان شیوه و مدت زمان گروه تجربی مصرف می‌کردند. خون‌گیری از آزمودنی‌های تحقیق در سه مرحله استراحتی، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت پس از انجام تمرین‌های مقاومتی مذکور انجام شد. **یافته‌ها:** تحقیق نشان داد تمرین‌های مقاومتی همراه با مکمل یاری موجب کاهش شاخص‌های التهابی IL-10 و TNF- $\alpha$  شد که مورد قضاوت آماری قرار گرفت ( $p > 0.01$ ).

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد که تمرین‌های بدنی توأم با مکمل زنجبیل موجب کاهش شاخص‌های التهابی باشد. با وجود این، مطالعه‌های دیگری با طول دوره بیشتر مکمل یاری زنجبیل برای تعیین آثار این مداخله غیردرویی بر مارکرهای التهابی مورد نیاز است.

**واژگان کلیدی:** تمرین‌های مقاومتی دلورم و آکسفورد، مارکرهای التهابی، مکمل زنجبیل.

### مقدمه:

ناشی از فعالیت باعث تشدید آبخارهای التهابی شده و در ابتدا عامل نکروزدهنده آلفا (TNF- $\alpha$ ) و اینترلوکین یک بتا (IL-1 $\beta$ ) آزاد می‌شوند (۸). در رابطه با پاسخ مارکرهای التهابی به فعالیت‌های بدنی مطالعه‌های زیادی انجام شده است (۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲). Izquierdo و همکاران، گزارش کردند هفت هفته تمرین‌های مقاومتی سنگین در ۱۲ مرد، باعث پاسخ‌های بیشتر سایتوکین‌های پیش و ضدالتهابی نسبت به دوره قبل از تمرین شد (۱۰). بنابراین فعالیت بدنی طولانی مدت و شدید سبب آسیب‌دیدگی بافت عضلانی شده و به تجمع و فراخوانی سایتوکین‌های پیش‌التهابی منجر می‌شود (۲، ۳). به دنبال افزایش سطوح سایتوکین‌های التهابی در بدن ورزشکار عوارضی مشابه بیماری‌های روانی، افزایش در سطوح خستگی و پیشروی به سوی واماندگی را به نمایش خواهد گذاشت. این‌گونه عوارض ناشی از

طی دهه اخیر، روش‌های مختلف تمرین‌های مقاومتی با هدف دستیابی به اوج آمادگی و ارتقای عملکرد ورزشی ورزشکاران به کار گرفته می‌شود. در این راستا، مشخص شد که اجرای دوره‌های طولانی مدت و شدید تمرین‌های مقاومتی باعث تولید فراوان رادیکال‌های آزاد و منجر به آسیب‌دیدگی ساختار سارکومرها شده (۱) و به دنبال آن باعث تجمع و فراخوانی سایتوکین‌های پیش‌التهابی می‌شود (۲، ۳)، که کاهش عملکرد دستگاه ایمنی و در نتیجه افزایش احتمال به التهاب را به دنبال دارد (۴، ۵). سایتوکین‌ها از سلول‌های ایمنی (لنفوسیت و مونوسیت)، اندوتلیال، اپی‌تلیال و سلول‌های ذخیره‌کننده چربی ترشح می‌شوند و سنتز آن‌ها توسط محرک‌هایی چون رادیکال‌های آزاد، صدمات بافتی و عوامل عفونی فعال می‌شود (۶، ۷). آسیب‌های بافتی

نویسنده مسئول: سمانه افشان

پست الکترونیکی: samanehafshan@yahoo.com

جلوگیری از هرگونه سوگیری در نتایج، با استفاده از یک پرسشنامه محقق ساخته در ابتدای تحقیق، سعی شد ورزشکارانی انتخاب شوند که به لحاظ وضعیت اقتصادی و معیشتی در شرایط یکسانی باشند. همچنین با ارائه پرسشنامه یادداری ثبت ۲۴ ساعته غذا سعی شد که آزمودنی‌ها به لحاظ شرایط تغذیه‌ای همسان‌سازی شوند.

**نحوه اجرای پروتکل‌های تمرین مقاومتی با دو الگوی باردهی معکوس:** پس از توضیح اهداف، جزئیات و همچنین نحوه اجرای پروتکل تحقیق و گرفتن رضایتنامه کتبی از کلیه آزمودنی‌ها دریافت شد. همچنین به آزمودنی‌ها اطلاع داده شد که مختارند در صورت احساس هرگونه شرایط ناخوشایند در فرآیند تحقیق، از ادامه تمرین‌ها انصراف داده و از مطالعه خارج شوند. با توجه به اینکه پروتکل‌های تمرین مقاومتی با دو الگوی باردهی معکوس (فزاینده و کاهشنده) به عنوان روش‌های متداول تمرین مقاومتی به صورت مکرر از سوی بیشتر ورزشکاران و مربیان در سالن‌های بدن‌سازی استفاده می‌شود، بنابراین در تحقیق حاضر نیز از این پروتکل‌ها به طریقی که بیشتر از سوی محققان دیگر از جمله رجبی و همکاران (۲۳) گزارش شده، استفاده شد. در ابتدای جلسه‌های آزمون‌گیری، آزمودنی‌ها ابتدا تمرین‌های با وزنه سبک را به مدت ۱۰ دقیقه و با ۲۰ درصد RM ۱ در صورت دایره‌ای اجرا کردند. فاصله استراحتی بین ایستگاه‌ها ۹۰ ثانیه در نظر گرفته شد و فاصله استراحتی بین ست‌ها نیز با توجه به منابع و با توجه به اینکه در روش هایپرتروفی با وجود خستگی باید به تکرار حرکت‌ها ادامه داد، دو دقیقه در نظر گرفته شد. برای اجرای برنامه تمرینی از افراد خواسته شد با توجه به مقادیر یک تکرار بیشینه از پیش تعیین شده، در هفت ایستگاه (پرس سینه، جلو بازو، سرشانه با هالتر، نظام دمبل، اسکوات، پشت ران و ساق پا) به تمرین بپردازند. به طور خلاصه، برای اجرای پروتکل تمرینی با الگوی باردهی فزاینده بار وزنه از سبک به سنگین طراحی می‌شود. در این راستا، هر آزمودنی ابتدا در ست اول، وزنه‌ای که ۵۰ درصد RM ۱۰ فرد بود در ۱۰ تکرار اجرا می‌کرد، و در ست دوم ۷۵ درصد RM ۱۰ فرد در ۱۰ تکرار و در نهایت ست آخر نیز ۱۰۰ درصد RM ۱۰ فرد در ۱۰ تکرار انجام می‌شود. در پروتکل تمرینی با الگوی باردهی کاهشنده نیز، هر آزمودنی ابتدا در نوبت (ست) اول، وزنه‌ای که ۱۰۰ درصد RM ۱۰ فرد بود را در ۱۰ تکرار و در نوبت دوم ۷۵ درصد RM ۱۰ فرد در ۱۰ تکرار و در نهایت نوبت آخر نیز ۵۰ درصد RM ۱۰ فرد را در ۱۰ تکرار اجرا می‌کرد.

**نحوه مکمل‌دهی زنجبیل:** پروتکل مکمل‌گیری زنجبیل در تحقیق حاضر به مدت یک هفته اجرا شد. در مرحله اول، آزمودنی‌های گروه‌های چهارگانه تحقیق بدون استفاده از مکمل در معرض متغیرهای مستقل تحقیق قرار گرفتند. یک هفته بعد، دو گروه از همین آزمودنی‌ها (گروه‌های تجربی یعنی گروه‌های با الگوی باردهی فزاینده و کاهشنده) دوباره پروتکل‌های مذکور را با مصرف مکمل زنجبیل و دو گروه دیگر (گروه‌های کنترل یا دارونما) با مصرف نشاسته اجرا کردند. آزمودنی‌های گروه ترکیبی (مکمل و تمرین مقاومتی با دو الگوی باردهی فزاینده و کاهشنده) هر روز ۳ گرم پودر زنجبیل (شرکت گلدارو، تهران تهیه می‌شد) که در درون کیسول‌های با پوشش مشابه قرار داشت را در سه وعده (هر وعده یک گرم) و با حدود ۲۵۰ میلی‌لیتر آب، قبل از سه وعده اصلی غذایی مصرف کردند. گروه‌های دارونما نیز یک کیسول حاوی یک گرم نشاسته (دارونما)، را با همان شیوه و مدت زمان گروه‌های تجربی مصرف می‌کردند. کیسول‌های حاوی زنجبیل و دارونما کاملاً شبیه به هم بود و هر آزمودنی تعداد ۲۱ کیسول را به همراه دستورالعمل مصرف را در قالب یک بسته دریافت کرد. آزمودنی‌های تحقیق حاضر بعد از مصرف غذا ثبت ۲۴ ساعته روزانه را در جدول یادداری ثبت ۲۴ ساعته غذا که به آنها داده شده بود، انجام می‌دادند. در طول دوره تحقیق حفظ برنامه غذایی نرمال توصیه می‌شد و آن‌ها از مصرف هر گونه آنتی‌اکسیدان‌ها و مواد حاوی مولتی‌ویتامین‌ها خودداری می‌کردند.

**نحوه خون‌گیری و آنالیز آزمایشگاهی:** خون‌گیری از آزمودنی‌های تحقیق حاضر طی دوره تحقیق در دو مرحله قبل و پس از انجام تمرین‌های مقاومتی با و بدون مکمل زنجبیل یا دارونما با شرایط به طور کامل مشابه اجرا شد. به علاوه، خون‌گیری از هر آزمودنی در شرایط استراحتی و به دنبال ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی در دریافت مکمل و دارونما انجام شد. برای این منظور، از آزمودنی‌ها خواسته شد ۱۲ ساعت قبل از خون‌گیری، از مصرف هرگونه ماده غذایی به جز آب خودداری کنند. برای این منظور، آزمودنی ابتدا روی صندلی نشسته و سپس به مدت

اجرای این‌گونه تمرین‌ها خود می‌تواند عاملی برای کاهش کیفیت اجرای ورزشی به شمار آید (۱۳، ۱۴). از این رو، ضرورت اجرای تحقیق‌های کاربردی در زمینه رعایت اصول تمرینی برای به حداقل رساندن آثار زیانبار این‌گونه تمرین‌ها مورد توجه ورزشکاران و مربیان قرار گرفته است. گزارش‌ها حاکی از آن است صدمات عضلات اسکلتی و در نتیجه پاسخ‌های التهابی ناشی از تمرین‌های مقاومتی اغلب با داروهای غیر استروئیدی درمان می‌شود که استفاده مکرر از این داروها به تخریب دیواره معده و روده منجر شده است (۱۵). با توجه به اینکه مصرف داروهای گیاهی از قبیل زنجبیل آثار جانبی کمتری نسبت به این داروها دارد، به همین دلیل بازگشت به طب سنتی و استفاده از مکمل‌های گیاهی از جمله مصرف مکمل ضدالتهابی زنجبیل به عنوان یک رویکرد مداخله‌ای برای کاهش درد و التهاب ناشی از تمرین‌ها مورد توجه محققان قرار گرفته است. Black و همکاران گزارش دادند مصرف دو گرم زنجبیل در روز بر درد عضلانی و التهاب ناشی از تمرین‌های برون‌گرا اثرگذار بود (۱۶). گزارش شد ۶ جینجرول منجر به مهار تولید سایتوکین‌های پیش‌التهابی در موش‌ها می‌شود (۱۷). گیاه زنجبیل و عصاره آن یکی از پرسابقه‌ترین گیاهان دارویی در علم پزشکی است و به عنوان گیاه ضدالتهابی و ضد آماس معرفی شده است (۱۸). بنابراین برای مقایسه تاثیر دو نوع تمرین بدنی با مکمل زنجبیل بر میزان و تغییر شاخص‌های التهابی این تحقیق روی ورزشکاران والیبالیست انجام شد چندین گزارش حیوانی و انسانی وجود دارد که نشان می‌دهد زنجبیل ویژگی ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانتی و ضدتوموری دارد (۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳).

بر این اساس با توجه به تاثیر آسیب و التهاب ناشی از این دو روش تمرینی بر خستگی و از این رو عملکرد ورزشی، به نظر می‌رسد مطالعه اثربخشی مصرف مکمل ضدالتهابی زنجبیل اطلاعات تازه‌ای در خصوص تاثیر حمایتی این مکمل در کاهش التهاب و از این رو حفظ عملکرد عضله متعاقب اجرای پروتکل‌های تمرین مقاومتی با دو الگوی باردهی معکوس را در دسترس قرار خواهد داد. بنابراین مطالعه حاضر به بررسی اثر تمرین با وزنه با دو الگوی باردهی فزاینده و کاهشنده با و بدون مکمل زنجبیل بر تغییرهای IL10، TNF- $\alpha$  به عنوان مارکرهای التهابی طی این‌گونه تمرین‌ها در مردان ورزشکار رشته والیبالیست می‌پردازد.

#### مواد و روش‌ها:

تحقیق حاضر روی ۴۰ نفر انجام شد. خصوصیات سن، وزن، قد، توده بدنی و درصد چربی آن‌ها اندازه‌گیری (در جدول ۱ ارائه شده است) و به طور تصادفی در چهار گروه ۱۰ نفره تقسیم شدند، مراحل انجام تحقیق به شرح زیر انجام شد:

**طرح تحقیق و دسته‌بندی افراد:** جامعه آماری تحقیق حاضر را مردان ورزشکار رشته والیبالیست تشکیل می‌دادند که دست‌کم سه روز در هفته و به مدت دو سال تمرین منظم داشتند. از این افراد، ۴۰ مرد ورزشکار در یک طرح نیمه تجربی به طور تصادفی به چهار گروه شامل؛ دو گروه تمرین مقاومتی با دو الگوی باردهی معکوس (فزاینده و کاهشنده) با و بدون مکمل زنجبیل (گروه تجربی) و دو گروه دارونما همراه با اجرای تمرین‌های مقاومتی مذکور (با و بدون دارونما) تقسیم شدند. پروتکل تحقیق حاضر در قالب یک طرح نیمه تجربی و به صورت دو سوکور و در چارچوب یک طرح پیش‌آزمون و دو نوبت پس‌آزمون (بالافاصله و ۲۴ ساعت پس از آن) در گروه‌های مختلف و در دو مرحله مجزا با فاصله یک هفته‌ای (قبل و بعد از مکمل زنجبیل) اجرا شد. به عبارت دیگر، در مرحله اول، آزمودنی‌های گروه‌های تجربی و دارونما بدون استفاده از مکمل در معرض متغیرهای مستقل تحقیق قرار گرفتند. یک هفته بعد، آزمودنی‌ها دوباره همین پروتکل‌ها را با مصرف مکمل زنجبیل و دارونما اجرا کردند. مشخصات آزمودنی‌های هر گروه در جدول ۱ نشان داده شده است.

**شرایط ورود افراد به فرآیند تحقیق:** برای انتخاب آزمودنی‌ها، ابتدا طی فراخوانی، افراد واجد شرایط شامل؛ افراد فاقد هرگونه بیماری و آسیب عضلانی اسکلتی، نداشتن سابقه اجرای تمرین‌های با وزنه و عدم مصرف دخانیات دست‌کم در مدت شش ماه گذشته، خودداری از مصرف هرگونه دارو دست‌کم در مدت دو هفته قبل از فرآیند تحقیق، مبتلا نبودن به بیماری‌های مزمن از قبیل بیماری قلبی، مشکلات مفصلی و همچنین عدم آسیب عضلانی و مفصلی دست‌کم در مدت یک ماه قبل از آغاز تحقیق بود، به عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند. همچنین برای

سطوح استراحتی،  $\dagger$  نشانه معناداری نسبت به مرحله مشابه قبل از مکمل گیری با توجه به نتایج آزمون تعقیبی توکی افزایش معنادار مقادیر اینترلوکین-۱۰ متعاقب اجرای پروتکل‌های تمرین مقاومتی با دوالگوی باردگی معکوس در مرحله بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اتمام آن در مقایسه با سطوح استراحتی همین دوره ملاحظه شد. از سوی دیگر کاهش معنادار مقادیر شاخص مذکور متعاقب مکمل گیری یک هفته‌ای زنجبیل در مراحل بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اجرای پروتکل‌های تمرینی با دو الگوی باردگی فزاینده و کاهشده نسبت به مرحله مشابه قبل از مکمل گیری زنجبیل دیده شد.

همچنین نتایج آنالیز واریانس یکطرفه نشان داد بین تغییرهای مقادیر این شاخص در گروه‌های مختلف بعد از دوره مکمل گیری در مراحل استراحتی، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین تفاوت معناداری وجود دارد (مقدار P به ترتیب برابر با ۰/۰۰۰، ۰/۰۰۰ و ۰/۰۰۰). بنابراین مکمل گیری زنجبیل تأثیر معناداری بر سطوح IL-۱۰ در سه مرحله استراحتی، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اتمام پروتکل‌های تمرینی مذکور در مقایسه با گروه دارونما داشته است. با توجه به آزمون تعقیبی توکی افزایش معنادار شاخص مذکور در مراحل استراحتی و ۲۴ ساعت پس از پروتکل تمرینی کاهشده نسبت به دارونمای مشابه در همین مراحل، دیده شد که این تغییرها در پروتکل تمرینی فزاینده نسبت به دارونمای مربوطه دیده نشد.

جدول ۳ تغییرهای میانگین مقادیر TNF- $\alpha$  ( بر حسب پیکوگرم در میلی لیتر ) در دو مرحله قبل و پس از دوره یک هفته‌ای مصرف مکمل زنجبیل متعاقب دو برنامه تمرین مقاومتی با دوالگوی باردگی معکوس را نشان می‌دهد. با مراجعه به داده‌های جدول، به وضوح می‌توان ملاحظه کرد که مقادیر این شاخص متعاقب اجرای هر دو روش تمرین مقاومتی مذکور افزایش داشته است.

\*شماره ۱ نشان دهنده مرحله خون گیری در قبل از اجرای پروتکل تمرینی، شماره ۲ به منزله مرحله خون گیری بلافاصله پس از انجام پروتکل تمرینی و شماره ۳ نیز حاکی از سومین مرحله خون گیری در ۲۴ ساعت پس از اجرای پروتکل تمرینی است. \* نشانه معناداری نسبت به گروه دارونما #، (005/0>p) نشانه معناداری نسبت به سطوح استراحتی،  $\dagger$  نشانه معناداری نسبت به مرحله مشابه قبل از مکمل گیری با توجه به نتایج آزمون تعقیبی توکی افزایش معنادار تغییرهای مقادیر فاکتور نکروزدهنده تومور آلفا (TNF- $\alpha$ ) متعاقب اجرای پروتکل‌های تمرین مقاومتی با دوالگوی باردگی معکوس در مرحله بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اتمام آن در مقایسه با سطوح استراحتی همین دوره ملاحظه شد. از سوی دیگر کاهش معنادار مقادیر شاخص مذکور متعاقب مکمل گیری یک هفته‌ای زنجبیل در مراحل بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اجرای پروتکل‌های تمرینی با الگوی باردگی فزاینده و کاهشده نسبت به مرحله مشابه قبل از مکمل گیری زنجبیل دیده شد.

همچنین آنالیز واریانس یکطرفه نشان داد بین تغییرهای مقادیر این شاخص در گروه‌های مختلف بعد از دوره مکمل گیری در مراحل بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین تفاوت معناداری وجود دارد (مقدار P به ترتیب برابر با ۰/۰۰۰ و ۰/۰۰۰). بنابراین مکمل گیری زنجبیل تأثیر معناداری بر سطوح TNF- $\alpha$  در دو مرحله بلافاصله

۱۵ دقیقه استراحت کرده و سپس خون گیری از ورید پیش بازویی دست غیر برتر انجام شد. سپس آزمودنی به اجرای تمرین‌های با وزنه در ایستگاه‌های هفتگانه اقدام کرده و دومین مرحله خونگیری بلافاصله پس از اتمام تمرین انجام شد. آنگاه سومین مرحله خون گیری نیز ۲۴ ساعت پس از اتمام جلسه تمرینی با شرایط مشابه اجرا شد. این مراحل خون گیری در قبل و پس از دوره مکمل گیری یک هفته‌ای زنجبیل یا دارونما و با شرایط مشابه اجرا شد. در هر مرحله مقدار ۱۰ میلی لیتر خون جمع‌آوری شد و دو میلی لیتر در درون لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA ریخته شده و بخش دیگری از خون نیز به درون لوله‌های فاقد ماده ضد انعقاد ریخته شد تا پس از سانتریفیوژ با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۵ دقیقه، سرم از آن مجزا شود. آنگاه سرم به دست آمده به داخل لوله‌های پلی سیتریته ریخته شده و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شده شد. سپس نمونه‌های خونی برای تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی اینترلوکین ۱۰- با استفاده از کیت مخصوص IL-۱۰ انسانی (ساخت کمپانی ANOGEN)، و فاکتور نکروزدهنده تومور آلفا با استفاده از کیت مخصوص TNF- $\alpha$  انسانی (ساخت کمپانی KOMABIOTECH) به روش الایزا استفاده شدند. ضریب تغییرهای برون آزمون و حساسیت روش اندازه‌گیری به ترتیب برای اینترلوکین ۱۰/۶۹ درصد و یک پیکوگرم در میلی لیتر و برای فاکتور نکروزدهنده تومور آلفا نیز به ترتیب ۸/۳ درصد و ۰/۸ پیکوگرم در میلی لیتر بود.

**روش تجزیه و تحلیل داده‌ها:** برای مطالعه تأثیر دو برنامه مقاومتی با الگوی باردگی معکوس و مکمل زنجبیل در درون و بین چهار گروه در مراحل مختلف قبل از اجرای پروتکل تمرینی، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اجرای پروتکل آزمون گیری از روش آنالیز واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. به علاوه، برای ردیابی تغییرهای ناشی از نوع پروتکل یا مکمل در مراحل مختلف از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. مقدار معناداری آماری نیز در سطح P برابر یا کمتر ۵ درصد تعیین شد.

#### یافته‌ها:

مشخصات آزمودنی‌های تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است. در ابتدا همگن بودن مشخصات فیزیولوژیکی آزمودنی‌های پژوهش با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف بررسی شد. نتایج نشان داد هیچ تفاوت معناداری بین مقادیر سن، وزن، قد، ترکیب بدنی و درصد چربی بدن دو گروه وجود نداشت.

جدول ۲ تغییرهای مقادیر IL-۱۰ ( بر حسب پیکوگرم در میلی لیتر ) در دو مرحله قبل و پس از دوره یک هفته‌ای مصرف مکمل زنجبیل متعاقب دو برنامه تمرین مقاومتی با دوالگوی باردگی معکوس را نشان می‌دهد. با مراجعه به داده‌های جدول، به وضوح می‌توان ملاحظه کرد که مقادیر این شاخص متعاقب اجرای هر دو روش تمرینی مذکور افزایش داشته است.

\*شماره ۱ نشان دهنده مرحله خونگیری در قبل از اجرای پروتکل تمرینی، شماره ۲ به منزله مرحله خون گیری بلافاصله پس از انجام پروتکل تمرینی و شماره ۳ نیز حاکی از سومین مرحله خون گیری در ۲۴ ساعت پس از اجرای پروتکل تمرینی است. \* نشانه معناداری نسبت به گروه دارونما #، (005/0>p) نشانه معناداری نسبت به

جدول ۱. مشخصات فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها بر حسب گروه‌های مورد بررسی

گروه متغیر	باردهی فزاینده	باردهی کاهشده	دارونمای فزاینده	دارونمای کاهشده	معناداری
سن(سال)	۱۹±۱/۳۲	۱۹±۱/۶۳	۲۰±۲	۲۰±۱/۴۹	۰/۴۰
وزن(کیلو گرم)	۷۱±۱/۳۲	۶۹±۹/۵۳	۶۸±۱/۲۷	۶۶±۶/۳۵	۰/۷۸
قد(سانتی متر)	۱۸۴±۹/۴۰	۱۸۲±۹/۰۷	۱۷۹±۹/۳۱	۱۷۷±۵/۳۹	۰/۳۰
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲±۲/۲۵	۲۱±۱/۵۳	۲۲±۳/۵۳	۲۱±۲/۰۳	۰/۵۲
چربی بدن(درصد)	۱۱±۵/۷۳	۱۰±۳/۷۶	۱۲±۶/۳۴	۱۳±۵/۸۷	۰/۹۵

جدول ۲. مقادیر IL-10 ( بر حسب پیکوگرم در میلی لیتر ) در دو مرحله قبل و پس از دوره یک هفته‌ای مصرف مکمل زنجبیل

مرحله	قبل از مکمل گیری			بعد از مکمل گیری		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳
گروه‌ها						
باردهی فزاینده	۱۴/۷۵±۱/۶۵	۱۹/۸۲±۱/۸۳	۱۷/۵۵±۱/۷۳	۱۴/۷۸±۱/۵۹	۱۷/۰۹±۱/۳۲	۱۵/۴۰±۱/۷۰ †
باردهی کاهنده	۱۷±۱/۹۵	۲۳/۷۵±۲/۰۷	۲۲/۳۳±۱/۹۳	۱۷/۱۲±۱/۶۱	۲۱/۹۹±۲/۰۹	۲۰/۷۸±۲/۵۱ †##
دارونمای باردهی فزاینده	۱۴/۸۳±۱/۴۲	۲۰/۲۵±۱/۹۴	۱۷/۰۷±۱/۸۶	۱۴/۶۰±۱/۴۷	۱۹/۴۲±۲/۱۸	۱۶/۷۳±۱/۸۱
دارونمای باردهی کاهنده	۱۴/۹۲±۱/۹۶	۱۴/۹۲±۱/۹۶	۱۴/۹۲±۱/۹۶	۱۴/۴۹±۱/۶۴	۲۱/۳۶±۲/۰۴	۱۷/۶۴±۱/۰۱

جدول ۳. مقادیر TNF-α ( بر حسب پیکوگرم در میلی لیتر ) در دو مرحله قبل و پس از دوره یک هفته‌ای مصرف مکمل زنجبیل

مرحله	قبل از مکمل گیری			بعد از مکمل گیری		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳
گروه‌ها						
باردهی فزاینده	۷/۵۳±۰/۹۷	۱۱/۷۲±۱/۳۵	۱۰/۷۱±۱/۱۴	۶/۶۹±۱/۱۷	۹/۸۴±۲/۱۰	۸/۴۷±۱/۰۶ ##†
باردهی کاهنده	۷/۱۵±۰/۶۶	۱۵/۱۴±۰/۸۳۶	۱۱/۴۲±۱/۵۹	۶/۶۲±۰/۶۲۹	۱۲/۲۲±۱/۴۲	۸/۸۶±۱/۲۰ ##†
دارونمای باردهی فزاینده	۷/۳۴±۱/۳۲	۱۲/۱۷±۱/۲۲	۱۰/۸۲±۱/۴۶	۷/۳۶±۱/۱۶	۱۱/۷۵±۰/۹۹	۹/۱۵±۱/۴۱
دارونمای باردهی کاهنده	۱۰/۱۵±۰/۸۰	۱۰/۱۵±۰/۸۰	۱۰/۱۵±۰/۸۰	۶/۴۶±۱/۱۷	۱۲/۸۴±۰/۹۲	۱۱/۱۸±۰/۹۹

باید توجه داشت پاسخ التهابی کارآمد به وسیله تعادل بین سایتوکین‌های پیش التهابی و ضدالتهابی تعیین می‌شود (۲۵). اینترلوکین-۱۰ یکی از مارکرهای التهابی است که ارتباط مثبتی با آمادگی بدنی دارد، پس از ورزش شدید سایتوکین‌های ضدالتهابی مانند اینترلوکین-۱۰ با کاهش پاسخ‌های ایمنی التهابی از تشدید التهاب جلوگیری کرده و تولید سایتوکین‌های پیش التهابی IL-1β، IL-6، TNF-α را سرکوب می‌کند (۲۶، ۲۷). در پژوهش حاضر استرس فیزیولوژیک و نیروهای مکانیکی ناشی از دو برنامه مقاومتی با الگوی باردهی معکوس به افزایش قابل توجه IL-10 منجر شد که همسو با یافته‌های پیک و همکاران بود که اظهار داشتند هرچه شدت ورزش بالاتر باشد استرس نیز افزایش می‌یابد. در نتیجه افزایش هورمون‌های استرسی بخصوص کورتیزول باعث افزایش غلظت IL-6 شده که این سایتوکین آثار ضد التهابی خود را با افزایش تحریک سایتوکین‌های ضدالتهابی از جمله IL-10 اعمال می‌کند (۲۸). TNF-α یک سایتوکین دارای نقش در التهاب سیستمیک است که واکنش مرحله حاد را تحریک می‌کند و یکی از مهم‌ترین سایتوکین‌های پیش التهابی موثر بر التهاب ناشی از فعالیت سنگین است (۲۹، ۳۰). در پژوهش حاضر نیز افزایش رهایش مقادیر شاخص التهابی TNF-α بخصوص در بلافاصله بعد از اجرای تمرین‌های مقاومتی مذکور دیده شد. هرچند این تغییرها طی ۲۴ ساعت پس از پایان تمرین‌ها کاهش یافته، اما هیچ‌گاه به سطوح اولیه نرسیده بود. بنابراین می‌توان گفت با توجه به اینکه هریک از پروتکل‌های تمرین مقاومتی با دو الگوی باردهی فزاینده و کاهنده مورد نظر در پژوهش حاضر در ایستگاه‌های متعدد و برای دوره بلندمدت (۲ ساعت) اجرا شد و نظر به اینکه اجرای این گونه تمرین‌ها به ویژه بلندمدت با افزایش دمای عضله همراه است. بنابراین سازوکار احتمالی برای افزایش مقادیر IL-10 و TNF-α به دنبال اجرای پروتکل‌های مذکور، افزایش دمای بدن ناشی از

۲۴ ساعت پس از اتمام پروتکل‌های تمرینی مذکور در مقایسه با گروه دارونما داشته است. با توجه به آزمون تعقیبی توکی کاهش معنادار شاخص مذکور در مراحل بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از پروتکل تمرینی فزاینده نسبت دارونمای مربوطه دیده شد که در گروه پروتکل تمرینی کاهنده نسبت به دارونمای مربوطه فقط در مرحله ۲۴ ساعت پس از تمرین کاهش معنادار این شاخص دیده شد.

#### بحث:

پژوهش حاضر نشان داد اجرای پروتکل‌های تمرین مقاومتی با دو الگوی باردهی معکوس باعث افزایش رهایش مقادیر میانجی‌های التهابی IL-10 و TNF-α بخصوص در مرحله بلافاصله بعد از اجرای تمرین‌های مقاومتی مذکور شد. به علاوه، هرچند این تغییرها طی ۲۴ ساعت پس از پایان تمرین‌ها کاهش یافته، اما هیچ‌گاه به سطوح اولیه نرسیده بود. هر چند با بررسی‌های انجام شده، مطالعه مستقیمی برای مقایسه نتایج تحقیق یافت نشد، اما در مجموع نتایج پژوهش حاضر همسو با یافته‌های درای و همکاران بود که افزایش سطوح سایتوکین‌های التهابی را در ورزشکارانی که در فعالیت‌های طولانی مدت و شدید شرکت کردند را گزارش دادند (۲۴). بر این اساس یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد آسیب مکانیکی وارده به عضلات متعاقب اجرای پروتکل‌های تمرین مقاومتی با دو الگوی باردهی فزاینده و کاهنده باعث افزایش التهاب، در نتیجه منجر به آزاد شدن بیشتر مقادیر IL-10 و TNF-α شد. فاکتور نکرودهنده آلفا (TNF-α) و اینترلوکین‌ها دو خانواده مهم از سایتوکین‌های پیش التهابی هستند که از سوی محرک‌های مختلف افزایش می‌یابند (۵). اینترلوکین‌های ۱، ۱۱، ۱۳، ۱۰، ۴ و گیرنده‌های آنتاگونیست اینترلوکین-۱ از سایتوکین‌های ضدالتهابی هستند. سایتوکین‌های ضد التهابی در پاسخ به التهاب ترشح می‌شوند و عامل محدودکننده و معکوس کننده فرآیند پیش‌رونده التهاب هستند.

مکمل ضدالتهابی زنجبیل به کاهش مقادیر سایتوکین‌های مذکور نسبت به دوره قبل از مکمل‌گیری منجر شد. بنابراین مصرف مکمل زنجبیل متعاقب اجرای پروتکل‌های تمرین مقاومتی مذکور که با آسیب به نسبت زیاد عضله و متعاقب آن تولید بیشتر رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن همراه است، منجر به کاهش تولید سایتوکین‌ها از طریق اثر بر خنثی‌سازی تولید رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن و همچنین مهار فعالیت مسیرهای انتقال سیگنال حساس به اکسایش و کاهش شده، به احتمال به کاهش مقادیر سایتوکین‌های مذکور در پژوهش حاضر منجر شده است. چون گزارش شده طی ورزش، مصرف مکمل‌های ضداکسایشی و ضدالتهابی می‌تواند به طور بالقوه تولید سایتوکین‌ها را به وسیله خنثی‌سازی گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن کاهش دهند یا فعالیت مسیرهای انتقال سیگنال حساس به اکسایش و کاهش را مهار کنند (۲۹). به طور کلی، مکمل زنجبیل به دلیل دارا بودن خاصیت ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانسی (۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰) به مهار سنتز پروستاگلاندین‌ها (۲۲) و متوقف ساختن سایتوکین‌های پیش التهابی منجر شده است (۴۱). همچنین گزارش شد که آثار ضد التهابی این گیاه از طریق مسدود کردن سنتز لکوترین و پروستاگلاندین (۲۲)، مهار مسیرهای سیکلواکسیژناز و لیبوکسیژناز که مانع از متابولیسم اسید آراشیدونیک شده، مهار به هم چسبندگی پلاکتی (۴۲) و سرکوب تولید رادیکال‌های آزاد (۳۷) اعمال می‌شود و در نتیجه به تعدیل پاسخ‌های ایمنی تشدیدکننده التهاب منجر می‌شود (۴۳). به همین طریق، بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، مصرف مکمل زنجبیل بی‌تأثیر نبوده و به احتمال عدم مشاهده تأثیر معناداری مصرف مکمل زنجبیل در مقایسه با گروه‌های دارونمای مربوطه می‌تواند با عواملی از قبیل طول دوره مکمل‌گیری، دوز مصرف، طول دوره تمرینی، وضعیت آمادگی بدنی آزمودنی‌های تحقیق حاضر، میزان تجربه قبلی به برنامه‌های تمرینی مقاومتی بویژه روش دلورم و آکسفورد و حرفه‌ای نبودن آزمودنی‌ها در اجرای تمرین‌های با وزنه و وضعیت تمرینی شرکت‌کنندگان مرتبط باشد. چون گزارش شده عوامل متعددی می‌تواند اثر مصرف مکمل‌ها را بر پاسخ سایتوکین‌ها تحت تأثیر قرار دهد از جمله دوره، مقدار مکمل‌دهی قبل از فعالیت، اندازه و سرعت جذب مکمل‌ها طی فعالیت، رژیم غذایی آزمودنی‌ها قبل و در طول مطالعه و وضعیت تمرینی شرکت‌کنندگان و ترکیبی از عوامل فوق (۳۲).

### نتیجه‌گیری:

به نظر می‌رسد انجام تمرین‌های مقاومتی با دو الگوی باردهی معکوس باعث ایجاد تنظیم افزایشی پاسخ‌های التهابی سیستمیک شد و این تغییرها حتی ۲۴ ساعت پس از تمرین نیز تداوم داشت. با وجود این، مصرف مکمل ضدالتهابی باعث تعدیل این پاسخ یعنی تنظیم کاهشی سایتوکین‌های التهابی بویژه در ساعات پس از تمرین‌های مقاومتی سنگین شد، اما باعث مهار کامل آن نشد. در این راستا، با توجه به ایجاد التهاب ناشی از تمرین‌های مقاومتی طولانی‌مدت ورزشکاران برای تخفیف درد و کاهش التهاب ناشی از این تمرین‌ها می‌توانند از مکمل ضد التهابی زنجبیل تحت نظر پزشک تیم استفاده کنند. با وجود موارد مذکور، مطالعه‌های دیگری با طول دوره بیشتر مکمل‌یاری زنجبیل برای تعیین آثار سودمند این مداخله غیردارویی بر مارکرهای التهابی مورد نیاز است.

### منابع:

- Miles M.P, Andring J.M, Pearson S.D, Gordon, L.K, Kasper, C, Depner, C.M, et al. Diurnal variation, response to eccentric exercise, and damage variables association of inflammatory mediators with muscle. *J Appl Physiol* 2008; 104: 451-458.
- Morton JP, Kayani AC, McArdle A, Društ B. The exercise-induced stress, response of skeletal muscle, with specific emphasis on humans. *Sports Med* 2009; 39(8):643-62.
- Willoughby, D.S., McFarlin, B., & Bois, C. Interleukin-6 expression after repeated bouts of eccentric exercise". *Int J Sports Med* 2003 ; 24, 15-21.
- Pedersen B.K, Ullum H. cell response to physical activity; possible mechanisms of action. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26, 140-6.

اجرای تمرین‌های باوزنه بوده که این افزایش دمای بدن را می‌توان به استرس‌های فیزیولوژیک، آثار هورمونی ناشی از استرس، استرس سوخت و سازی نسبت داد چون افزایش دمای بدن و به دنبال آن افزایش استرس با فعال کردن سیستم سمپاتیک و محور هیپوتالاموس-هیپوفیزی باعث آزاد شدن هورمون‌های استرسی از جمله کاتکولامین‌ها و کورتیزول شده و از سوی دیگر فشارهای اکسایشی ناشی از اجرای پروتکل‌های مذکور باعث افزایش تحریک تولید سایتوکین‌های مذکور متعاقب اجرای تمرین‌های مقاومتی دلورم و آکسفورد در این پژوهش شد.

موضوع دیگری که در تحقیق حاضر بررسی شد، مطالعه اثر پیشگیرانه مصرف مکمل زنجبیل بر تغییرهای بیومارکرهای التهابی IL-10 و TNF- $\alpha$  ناشی از اجرای تمرین‌های مقاومتی مذکور در ورزشکاران رشته والیبال بود. تاکنون تحقیقی تأثیر مصرف زنجبیل را بر پاسخ سایتوکین‌های پیش التهابی IL-10 و TNF- $\alpha$  طی اجرای تمرین‌های مقاومتی با دو الگوی باردهی معکوس بررسی نکرده است. یافته پژوهش حاضر نشان داد القای کوتاه‌مدت (یک هفته‌ای) مکمل زنجبیل باعث کاهش مقادیر IL-10 و TNF- $\alpha$  در مرحله بلافاصله و ۲۴ ساعت بعد از اجرای پروتکل‌های تمرینی نسبت به دوره مشابه قبل از مکمل‌گیری با زنجبیل شد. نتایج به دست آمده در این مطالعه همسو با مطالعه بلومر و همکاران بود که نشان داد دریافت روزانه مکمل دگروهگزاتیک اسید (DHA) به کاهش مقادیر سایتوکین‌ها نسبت به دوره قبل از مکمل‌گیری منجر شد (۳۱). واسیلاکوپلس و همکاران در مطالعه‌ای اثر یک مکمل‌دهی ضداکسایشی ترکیبی را روی تغییرهای غلظت سرمی TNF- $\alpha$  در شش آزمودنی بررسی کردند. نتایج نشان داد مصرف مکمل به طور معناداری به کاهش غلظت سرمی TNF- $\alpha$  منجر شد (۳۲).

با وجود موارد مذکور، مکمل‌گیری یک هفته‌ای زنجبیل در گروه تجربی در مقایسه با دارونما به کاهش مقادیر IL-10 و TNF- $\alpha$  در هریک از مراحل استراحتی، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اتمام پروتکل‌های تمرین مقاومتی با دو الگوی باردهی فزاینده و کاهنده منجر شد که در مقایسه با دارونماهای مربوطه در همه مراحل خون‌گیری از لحاظ آماری معنادار نبود. هرچند تحقیق مستقیمی در این زمینه یافت نشد، اما به عنوان نمونه بخشی از یافته تحقیق حاضر همسو با نتایج مستالودیس و همکاران است که نشان دادند مصرف مکمل ویتامین C و آلفاتوکوفرول به کاهش سطح سرمی سایتوکین‌های پیش التهابی منجر شد اما به تفاوت معنادار بین گروه‌های مکمل و دارونما منجر نشد (۳۳). بلک و اوکانر گزارش کردند متعاقب مصرف مکمل زنجبیل تفاوت معناداری در غلظت سایتوکین‌ها در مقایسه با گروه دارونما دیده نشد (۱۶). بنابراین مصرف یک هفته‌ای مکمل ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی زنجبیل در پژوهش حاضر باعث حذف کامل افزایش در مقادیر IL-10 و TNF- $\alpha$  متعاقب اجرای تمرین‌های مقاومتی با دو الگوی باردهی معکوس که با آسیب و در نتیجه التهاب همراه است، نشد اما میزان افزایش مقادیر این شاخص در گروه مکمل زنجبیل کمتر از گروه دارونمایی بود که همزمان همین تمرین‌ها را اجرا کردند. تحقیق حاضر همسو با نتایج تحقیق کریستوفر و همکاران (۳۴)، آتشک و همکاران (۳۵)، بلک و همکاران (۳۶) و تریپاتی و همکاران (۱۷) است که کاهش التهاب را بعد از مکمل‌گیری با زنجبیل گزارش دادند. در پژوهش حاضر مصرف

- Larsen A.I, Aukrust P, Aarsland T, Dickstein, K. Effect of aerobic exercise training on plasma levels of tumor necrosis factor alpha in patients with heart failure. *Am J Cardiol* 2001; 88, 805-808.
- Chang C.H, Chung C.H, Hsu C.C, Huang T.Y, Huang, T.F. A novel mechanism of cytokine release in phagocytes induced by agreeing, a snake venom C-type lectin protein, through CLEC-2 ligation. *J Thromb Haemost* 2010; 8(11), 2563-70.
- Naha P.C, Davoren M, Lyng F.M, Byrne H.J. Reactive oxygen species (ROS) induced cytokine production and cytotoxicity of PAMAM dendrimers in J774A.1 cells. *Toxicol Appl Pharmacol* 2010; 246(1-2), 91-9.
- Batiša Jr ML, Lopes R, Seelaender M, Lopes A. Anti-inflammatory Effect of Physical Training in Heart Failure: Role of TNF- and IL-10. *Arq Bras Cardiol* 2009; 93:643-651.
- Andersson J, Jansson H, Hellsten G, Nilsson K, Hallmans G, Boman K. Effects

- of heavy endurance physical exercise on inflammatory markers in non-athletes. *Atherosclerosis* 2010; 209, 601- 605.
10. Izquierdo M, Ibañez J, Calbet J.A, Navarro I, González-Izal M, Idoate F, et al. Cytokine and hormone responses to resistance training. *Eur J Appl Physiol* 2009;107, 397- 409.
  11. Markovitch D, Tyrrell R, Thompson D. Acute moderate-intensity exercise in middle-aged men has neither an anti-nor proinflammatory effect. *Journal of applied physiology* 2008; 105, 260
  12. Murtagh C, Nevill A, Davison G, Trinick T, Duly E, El-Agnaf, M, et al. Acute responses of inflammatory markers of cardiovascular disease risk to a single walking session. *Journal of Physical Activity and Health* 2005; 3: 324-32.
  13. Mosaferi-Ziaaadini M, Ebrahin KH, Amani D, Arabnarmi Z. Effect of Supplementary Consumption of Coenzyme Q10 on TNF- $\alpha$  Serum Levels during Maximal Training. *J Ardabil Univ Med Sci.* 2012; 12(3): 303-311. (Full Text in Persian)
  14. Shirvani H, Nikbakht H, Ebrahim Kh, Gaecini AA. The effects of soccer specific exercise and Taurine supplementation on serum cytokine response in male elite soccer players. *Ann Biol Res* 2012; 3(9): 4420-6.
  15. Tokmakidis S.P, Kokkinidis E.A, Smilios I, Douda H. The effects of ibuprofen on delayed muscle soreness and muscular performance after eccentric exercise. *J Strength Cond Res* 2003; 17(1), 53-9.
  16. Black C.D, Oconnor P.J. Acute effects of dietary ginger on quadriceps muscle pain during moderate-intensity cycling exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008; 18(6) ,653-64.
  17. Tripathi S, Maier K.G, Bruch D, Kittur D.S. Effect of 6-Gingerol on pro-Inflammatory Cytokine Production and CoStimulatory Molecule Expression in Murine Peritoneal Macrophages. *Jornal of Surgical Research* 2007;138, 209-213.
  18. Grzanna R, Phan P, Polotsky A, Lindmark L, Frondoza C.G. Ginger extract inhibits beta-amyloid peptide induced cytokine and chemokine expression in cultured THP-1 monocytes. *J Altern Complement Med* 2004; 10, 1009-1013.
  19. Grzanna R, Lindmark L, Frondoza C.G. Ginger--an herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions. *J Med Food* 2005; 8(2). 125-32.
  20. Penna S.C, Medeiros M.V, Aimbire F.S, Faria-Neto H.C, Sertié J.A, Lopes-Martins R.A. (Anti-inflammatory effect of the hydalcoholic extract of *Zingiberofficinale* rhizomes on rat paw and skin edema. *Phytomedicine* 2003; 10(5), 381-5.
  21. Shimoda H, Shan S.J, Tanaka J, Seki A, Seo J.W, Kasajima N. Anti-inflammatory properties of red ginger (*Zingiberofficinale* var. *Rubra*) extract and suppression of nitric oxide production by its constituents. *J med food* 2010;13(1), 156-62.
  22. Ueda H, Ippoushi K, Takeuchi A. Repeated oral administration of a squeezed ginger (*Zingiberofficinale*) extract augmented the serum corticosterone level and had anti-inflammatory properties. *Biosci Biotechnol Biochem* 2010; 74(11), 2248-52.
  23. Razmjou S, Rajabi H, Jannati M, Azizi M, Jahandideh A. The Effects of Delorme and Oxford Techniques on Serum Cell Injury Indices and Growth Factor in Untrained Women. *World Journal of Sport Sciences* 3 (1); 44-52, 2010.
  24. Dray C, Daviaud D, Guigné C, Valet P, Caștan-Laurell I. Caffeine reduces TNF alpha up-regulation in human adipose tissue primary culture. *J Physiol Biochem* 2007; 63(4), 329-336.
  25. Opal SM, Depalo. Anti-inflammatory cytokines. *Chest* 2000;117(4), 1162-72.
  26. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2010; 20, 608-17.
  27. Levinger I, Goodman C, Peake J, Garnham A, Hare D.L, Jerums G, et al. Inflammation, hepatic enzymes and resistance training in individuals with metabolic risk factors. *Diabet Med* 2009;26, 220-7.
  28. Peake J., Suzuki K, Hordern M, Wilson G, Nosaka K, Coombes J.S. Plasma cytokine changes in relation to exercise intensity and muscle damage. *Eur J Appl Physiol* 2005 ;95, 514-21.
  29. Agnieszka Z.L, Malgorzata S.L, Edward S. pro-oxidative Processes and Cytokine Response to Training in Professional Basketball Players *Journal of human Kinetics* 2008; 20, 81-88.
  30. Ferreira F.C , De Medeiros A.I, Nicioli C, Nunes J.E, Shiguemoto G.E, Preštes J, et al Circuit resistance training in sedentary women: body composition and serum cytokine levels. *Appl Physiol Nutr Metab* 2009;35, 163- 171.
  31. Bloomer J.R, Larson D.E, Fisher-Wellman K.S, Galpin A.J, Schilling B.K. Effect of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid on resting and exercise-induced inflammatory and oxidative stress biomarkers: a randomized, placebo controlled, cross-over study. *Lipids in Health and Disease* 2009;10, 8-36.
  32. Vassilakopoulos T, Karatza M.H, Katsaounou P, Kollintza A, Zakyntinos S, Roussos C. Antioxidants attenuate the plasma cytokine response to exercise in humans. *J Appl Physiol* 2003; 94(3), 1025-32.
  33. Maštalousis A, Morrow J.D, Hopkins D.W, Devaraj S, Traber M.G. Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. *Free Radic Biol Med* 2004; 36(10), 1329-41.
  34. Christopher D, Black C.D, Herring M.P, Hurley D.J, O'Connor P.J. Ginger (*Zingiber officinale*) Reduces Muscle Pain Caused by Eccentric Exercise. *The Journal of Pain.* 2010;11, 894-903.
  35. Atashak S , Piri M , AfsharJafari M , Azarbayjani A. Effects of 10 Week Resistance Training and Ginger Consumption on C-reactive protein and Some Cardiovascular Risk Factors in Obese Men . *Physiology and Pharmacology* 2010; 14(3), 318-328.
  36. Black C.D, O'Connor p.j. Short term effects of 2-grams of dietary ginger on muscle pain, inflammation and disability induced by eccentric exercise. *The Journal of Pain.* 2008; 9(4)-25.
  37. Dugasani S, Pichika M.R, Nadarajah V.D, Balijepalli M.K, Tandra, S, Korlakunta, J.N. Comparative antioxidant and anti-inflammatory effects of [6]-gingerol, [8]-gingerol, [10]- gingerol and [6]-shogaol. *J Ethnopharmacol* 2010; 127(2), 515-20.
  38. Ghasemzadeh A, Jaafar H.Z, Rahmat A. Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of Malaysia young ginger (*Zingiberofficinale* Roscoe). *Molecules* 2010; 15(6), 4324-33.
  39. Wang S, Zhang C, Yang G, Yang Y. Biological properties of 6-gingerol: a brief review. *Nat Prod Commun* 2014; 9(7):1027-30.
  40. Totsch S.K, Waite M.E, Sorge R.E. Dietary influence on pain via the immune system. *Prog Mol Biol Transl Sci* 2015; 131:435-69.
  41. Mohd Habib S.H, Makpol S , Noor Aimi H, Das S D, Wan Ngah W.Z, Mohd Yusof Y.A. Ginger extract (*Zingiber officinale*) has anti-cancer and anti-inflammatory effects on ethionine-induced hepatomas . *Clinics* 2008; 63, 807- 13.
  42. van Breemen, RB, Tao Y, Li W. Cyclooxygenase-2 inhibitors in ginger (*Zingiberofficinale*). *Fitoterapia* 2011; 82(1):38-43.
  43. Tripathi S , Bruch D , Kittur D.S. Ginger extract inhibits LPS induced macrophage activation and function . *BMC Complement Altern Med* 2008;8: 1