پژوهش در تغذیه ورزشی
سال اول، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، صص ۳۹-۳۱

مقاله پژوهشی

https://researchinexercisenutrition.com

https://doi.org/ 10.34785/J019.2022.557

تأثیر مکمل یاری ZMA بر شاخص‌های التهابی آسیب عضله (CK و LDH) به دنبال یک وهله فعالیت مقاومتی برونگرا در دختران غیر ورزشکار ۱۸ تا ۲۸ سال

ساناز رضائی زنوز[۱]✉، حسین عابدی نظنزی[۲]، فرشاد غزالیان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ /۰۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۹

چکیده

هدف: پس از یک فعالیت مقاومتی برونگرا، ورزشکاران دچار درجاتی از کوفتگی عضلانی می‌شوند که یکی از انواع آن، کوفتگی عضلانی تأخیری است. به دنبال این آسیب، فاکتورهای التهابی در خون رها می‌شوند. هدف از این مطالعه تعیین تاثیر مکمل‌یاری ZMA بر شاخص‌های التهابی آسیب عضله(CK و LDH) به دنبال یک وهله فعالیت مقاومتی برونگرا در دختران غیر ورزشکار بود.

روش‌شناسی: به این منظور، از دختران جوان و سالم ۱۸ تا ۲۸ ساله با شاخص توده بدنی۲۰ تا ۲۵ استفاده شد. افراد بطور تصادفی در سه گروه ده تایی شامل: ۱- فعالیت مقاومتی برونگرا و مکمل ZMA، ۲- فعالیت مقاومتی برونگرا و دارونما و ۳- فعالیت مقاومتی برونگرا بدون مکمل و دارونما، قرار گرفتند. هر سه گروه در روز پیش آزمون در یک فعالیت مقاومتی برونگرا (کار با دستگاه پشت پا) شرکت کردند. افراد به مدت دو هفته، تحت مکمل‌یاری مختص به گروه خود قرار گرفتند. سپس گروه‌ها در همان فعالیت بدنی مقاومتی برونگرا قبلی، شرکت کردند. قبل و بعد از فعالیت بدنی از افراد نمونه خونی گرفته شد و میزان CK و LDH مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج: نتایج نشان داد که سطوح CK و LDH بعد از فعالیت مقاومتی برونگرا در هر گروه افزایش یافت، هرچند برای همه گروه‌ها معنادار نبود و تفاوتی بین سه گروه پس از مکمل‌یاری مشاهده نشد ($P>0.05$).

نتیجه‌گیری: به نظر میرسد که یک وهله فعالیت مقاومتی برونگرا باعث افزایش آسیب عضلانی به عنوان شاخصی از کوفتگی عضلانی در دختران غیر ورزشکار می‌شود و ۱۴ روز مکمل‌یاری، ZMA میزان آسیب عضلانی را به طور معنادار کاهش نمی‌دهد.

برای کنترل وزن و قند خون دارد که تجویز آن را برای بیماران سندرم متابولیک پیشنهاد می کند.

واژگان کلیدی: فعالیت مقاومتی برونگرا، آسیب عضلانی، مکمل ZMA، کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز

۱- کارشناس ارشد تغذیه ورزشی، گروه تخصصی تربیت بدنی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

✉ **نویسنده مسئول:**
Sanaz_rezaei1@yahoo.com

۲و۳- استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تخصصی تربیت بدنی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تمامی حقوق این مقاله برای دانشگاه کردستان محفوظ است

ارجاع دهی:

Rezaei Zonooz S, Abed Natanzi H, Ghazalian F. The effect of ZMA supplementation on inflammatory factors of muscle injury (CK and LDH) following a bout of eccentric resistance exercise in non-athlete woman aged 18 to 28 years. Research in Exercise Nutrition. 2022 May 22;1(1):31-39. **doi:** 10.34785/J019.2022.557

Original Article

REN

https://doi.org/ 10.34785/J019.2022.557

Research in Exercise Nutrition 2022; 1(1): 31-39

The effect of ZMA supplementation on inflammatory factors of muscle injury (CK and LDH) following a bout of eccentric resistance exercise in non-athlete woman aged 18 to 28 years

Sanaz Rezaei Zonouz[1✉], Hussein Abed Natanzi[2], Farshad Ghazalian[2].

Received: 2021/11/01 **Accepted: 2022/02/28**

Abstract

Aims: After an eccentric resistance exercise, athletes experience some degree of muscle soreness such as delayed muscle soreness. Following this damage, inflammatory factors are released into the bloodstream. The aim of current study was to find out the effect of ZMA supplementation on inflammatory factors of muscle injury (CK and LDH) following a bout of eccentric resistance exercise in non-athlete women.

Methods: For this purpose, young and healthy women aged 18 to 28 years with a body mass index of 20 to 25 were used. Individuals were randomly divided into three groups of ten, including: 1- eccentric resistance exercise and ZMA supplementation, 2- eccentric resistance exercise and placebo, and 3- eccentric resistance exercise without supplementation and placebo. All three groups participated in an eccentric resistance exercise (lying leg curl muscles training hamstring yo-life supreme) the day before the test. Individuals underwent group-specific supplementation for two weeks. Then, the groups participated in the same eccentric resistance exercise as before. Blood samples were collected before and after physical activity and CK and LDH levels were assessed.

Results: The results showed that CK and LDH levels increased after eccentric resistance exercise in each group, although it was not significant for all studied groups and no significant difference was observed between the three groups after supplementation (P> 0.05).

Conclusion: Eccentric resistance exercise seems to increase muscle injury as an indicator of muscle contusion in non-athlete women, and 14 days of supplementation with ZMA does not significantly reduce muscle injury.

Keywords: Eccentric Resistance Exercise, Muscle Injury, ZMA Supplement, Creatine Kinase, Lactate Dehydrogenase

[1✉] MSc. of Sport Nutrition, Department of Physical Education, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Email address: Sanaz_rezaei1@yahoo.com.

[2,] Assistant Professor of Sports Physiology, Department of Physical Education, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[3,] Assistant Professor of Sports Physiology, Department of Physical Education, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

All rights of this article are reserved for the University of Kurdistan.

Citation:

Rezaei Zonooz S, Abed Natanzi H, Ghazalian F. The effect of ZMA supplementation on inflammatory factors of muscle injury (CK and LDH) following a bout of eccentric resistance exercise in non-athlete woman aged 18 to 28 years. Research in Exercise Nutrition. 2022 May 22;1(1):31-39. **doi:** 10.34785/J019.2022.557

مقدمه

به دنبال شروع یکباره فعالیت بدنی شدید در ورزشکاران علائمی مانند درد، سوزش، کوفتگی و حساسیت به لمس در عضلات اسکلتی رخ می‌دهد که می‌تواند ورزشکاران را از ادامه فعالیت ورزشی بازدارد. به این حالت ناخوشایند که در دو نوع حاد و تاخیری در افراد بروز پیدا می‌کند کوفتگی عضلانی گفته می‌شود(1). بسته به شدت فعالیت انجام گرفته و آمادگی جسمانی ورزشکار، از چند دقیقه تا چند ساعت در نوع حاد و از چند روز تا چند هفته در نوع تاخیری (DOMS[1]) در فرد ورزشکار مبتدی تا حرفه ای بروز پیدا می‌کند(۲). در رابطه با سازوکار و علل بروز پدیده کوفتگی عضلانی تأخیری نظریه‌های متعددی وجود دارد که در آن‌ها به مواردی مانند افزایش اسیدلاکتیک، گرفتگی عضلانی یا تشنج موضعی، پارگی بافت همبند و غشاهای عضلانی، تجمع بیش از حد مواد زائد، رادیکال آزاد و التهاب پرداخته شده است(۳, ۴).

پژوهش‌ها نشان می‌دهند آسیب به بافت عضلانی حین انجام یک فعالیت بدنی جدید که برای عضلات ناآشنا و جدید است می‌تواند باعث افزایش فاکتورهای التهابی مانند کراتین‌کیناز (CK[2]) و لاکتات دهیدروژناز (LDH[3]) در سرم خون شود(۵). در سایر پژوهش‌های انجام گرفته نیز تاثیر تمرینات قدرتی بر افزایش فاکتورهای CK و LDH در ورزشکاران حرفه‌ای نشان داده شده است. برای مثال، انجام یک وهله فعالیت مقاومتی برونگرا آرنج منجر به تغییر علائم کوفتگی عضلانی تأخیری نظیر افزایش فاکتورهای التهابی IL-6[4]، TNF-α[5] ، CRP[6] و CK تام سرمی، چهار و دوازده ساعت پس از فعالیت ورزشی شود(۶). یکی از اقدامات اصلی که می‌تواند کاهش دهنده روند التهاب و پیامدهای منفی حاصل از ورزش‌های شدید و مقاومتی باشد، مصرف مکمل‌های تغذیه‌ای است(۷). با توجه به این موضوع، امروزه استفاده از انواع مکمل‌های غذایی پیش یا پس از تمرینات ورزشی، جهت پیشگیری و یا کاهش اثرات سوء حاصل از شروع فعالیت‌های ورزشی شدید، بسیار مورد توجه محققین حوزه ورزش و سلامت قرار گرفته و پژوهش‌های بسیاری در این زمینه انجام شده است(۸-۱۱). از جمله این مکمل‌ها، می‌توان به مکمل ZMA[7] اشاره کرد که بسیار مورد توجه ورزشکاران قرار گرفته است. مکمل ZMA ترکیبی از ویتامین B_6 به همراه روی (Zn) به صورت روی مونو متیونین آسپارتات و منیزیم (Mg) به صورت منیزیم آسپارتات است. مکمل‌های غذایی چندین نقش، مانند تولید انرژی، تأثیر در سلامت عمومی و همچنین افزایش حجم عضلانی دارند. Zn و Mg در زمره‌ی این مکمل‌ها هستند که جزو مواد معدنی کمیاب به شمار می‌روند و در واکنش‌های سلولی نقش اساسی ایفا می‌کنند. Mg به عنوان تنظیم کننده‌ی فیزیولوژیکی عصبی- عضلانی در استحکام غشای سلولی و عملکرد قلبی- عروقی، سیستم ایمنی و هورمونی نقش دارد (۱۲, ۱۳). مکمل Mg باعث افزایش قدرت و توان هوازی عضلات می‌شود (14). در حالی که نتایج پژوهشی دیگر حاکی از نداشتن تأثیر معنادار مصرف این مکمل در عملکرد قدرتی، غیرهوازی و هوازی عضلات است(۱۵). همچنین مشاهده شده است، مصرف روزانه سه میلی‌گرم Zn به مدت دو هفته باعث افزایش قدرت ایزوکنتیک و استقامت ایزومتریک عضلات می‌شود(۱۶). نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند ویتامین B_6 به عنوان یک پاک‌کننده بنیان‌های آزاد، احتمالا می‌تواند باعث کاهش التهاب پس از تمرین شود(۱۷-۱۹). ورزش ممکن است سطح نیاز بدن به ویتامین B_6 را افزایش دهد، این افزایش نیاز در ارتباط با تمرینات حرفه ای و سنگین ایجاد می‌شود و سطوح متوسط و برنامه های تمرینی مرتبط با تناسب اندام تاثیر محسوسی بر وضعیت ویتامین B_6 در زنان جوان نخواهد داشت(۲۰, ۲۱).

ورزشکاران در مقایسه با ویتامین‌ها، از مواد معدنی کمتری، به صورت مکمل غذایی استفاده می‌کنند و کمتر نگران وضعیت مواد معدنی بدن خود هستند(۲۲). شاید به این دلیل که ویژگی-های نیرو افزایی مواد معدنی کمتر گزارش شده است؛ این درحالی است که مواد معدنی، به ویژه Zn و Mg در هنگام ورزش‌های سنگین ممکن است به دنبال تعریق از بدن خارج شده و کاهش آن‌ها منجر به خستگی پنهانی همراه با کاهش استقامت شود. و درنتیجه، عملکرد فاکتورهای آنابولیکی به آسانی صورت نگیرد (۲۳).

پژوهش‌ها نشان می‌دهد اگر به هر نحوی مانع آسیب سلولی حاصل از ورزش‌های قدرتی شویم، درد و کوفتگی در بدن ورزشکار کاهش می‌یابد و در نتیجه در سطح فاکتورهای التهابی تغییرات معناداری مشاهده می‌شود(۲۴). در همین راستا ما نیز بر آن شدیم تا به بررسی تاثیر مکمل‌یاری ZMA بر شاخص‌های آسیب عضلانی بعد از یک وهله فعالیت ورزشی مقاومتی برونگرا در دختران غیر ورزشکار بپردازیم.

[1] DOMS: Delayed Onset Muscular Soreness
[2] CK: Creatine Kinase
[3] LDH: Lactate De Hydrogenase
[4] IL-6: Interlukin-6
[5] TNF-α: Tumor necrosis factor-alpha
[6] CRP: C- reactive protein
[7] ZMA: Zinc Mono methionine Aspartate

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به روش نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون به همراه گروه دارونما صورت گرفته است و به صورت دوسو کور اجرا شد. سی دختر ۱۸ تا ۲۸ ساله غیر ورزشکار، ساکن شهر تهران با شاخص توده بدنی بین ۲۰ تا ۲۵، که همگی به یک باشگاه در مرکز شهر تهران مراجعه کرده بودند، انتخاب شدند و بطور تصادفی در سه گروه شامل: ۱- فعالیت مقاومتی برونگرا به همراه دریافت مکمل ZMA، ۲- فعالیت مقاومتی برونگرا به همراه دریافت دارونما و ۳- فعالیت مقاومتی برونگرا بدون دریافت مکمل یا دارونما (هر گروه ده نفر) قرار گرفتند. افراد همگی سالم و فاقد سابقه بیماری‌های قلبی، کبدی و یا دیابت بودند و از شش ماه گذشته تاکنون مکملی مصرف نکرده بودند. موارد فوق از طریق پرسش نامه به دست آمد و به همراه آن رضایت‌نامه کتبی و داوطلبانه از افراد دریافت شد. پیش از شروع پژوهش به طور کامل در مورد اهداف و جزئیات طرح، خطرات احتمالی و نحوه اجرای طرح (مکمل‌یاری، فعالیت بدنی و نمونه‌گیری) در جلسه‌ای جداگانه به داوطلبان توضیح داده شد. همچنین نحوه کار با دستگاه و تمرینات ورزشی توسط مربی کارآزموده، آموزش داده شد.

در روز پیش آزمون، هر دو گروه در یک فعالیت مقاومتی برونگرا شرکت کردند. قبل و ۲۴ ساعت بعد از انجام فعالیت ورزشی از آن‌ها نمونه خونی گرفته شد. سپس به مدت دو هفته، افراد در برنامه مکمل‌یاری مختص به گروه خود شرکت کردند، به طوری که یک گروه مکمل ZMA و دیگری دارونما (آرد) دریافت کردند. گروه کنترل هیچ مکملی دریافت نکرد. مکمل ZMA و دارونما در کپسول‌های کاملا مشابه قرار داشتند. با توجه به اینکه کنترل دقیق تغذیه افراد امکان پذیر نبود کنترل رژیم غذایی آن‌ها در طی این دو هفته توسط پرسشنامه یادآمد تغذیه ۲۴ ساعته اندازه‌گیری و کنترل شد. کنترل رژیم غذایی صرفا جهت پایش وضعیت تغذیه‌ای آزمودنی‌ها و یک دست بودن افراد مورد پژوهش جمع‌آوری شد. بعد از دو هفته دریافت مداخلات (بدون انجام هیچ فعالیت ورزشی مقاومتی برونگرا)، هر سه گروه بار دیگر در همان فعالیت بدنی مقاومتی برونگرا با همان شدت و مدت زمان تعریف شده در روز پیش آزمون، شرکت کردند (پس آزمون). قبل و ۲۴ ساعت بعد از این فعالیت نیز از افراد نمونه خون گرفته شد. برای هر نمونه خونی سطوح CK و LDH اندازه گیری و ثبت شد.

برنامه تمرینی

فعالیت وامانده ساز برونگرا مقاومتی شامل یک جلسه فعالیت برونگرا با دستگاه پشت پا (lying leg curl muscles training hamstring yo- life supreme) است. فعالیت در پنج ست (پنج تکرار در هر ست) با وزنه ای معادل ۹۰ تا ۹۵ درصد یک تکرار بیشینه برای هر فرد، انجام شد. استراحت بین هر ست یک دقیقه در نظر گرفته شد(۱۱). قبل و بعد از انجام فعالیت ورزشی گرم کردن و سرد کردن عضلات انجام شد (هرکدام ده دقیقه).

مصرف مکمل و دارنما

مکمل ZMA به صورت یک کپسول، روزانه همراه با نوشیدنی طعم دار بدون انرژی مصرف شد. هر کپسول حاوی ۱۶۳/۵ میلی‌گرم ویتامین و مواد معدنی (ده میلی‌گرم Zn، ۱۵۰ میلی‌گرم منیزیم آسپارتات و سه و نیم میلی‌گرم ویتامین B6)، از برند فیرینگ سوئد بود(25).

اندازه گیری خونی

قبل و بعد از هر دو جلسه فعالیت بدنی پیش آزمون و پس آزمون، به میزان شش سی‌سی نمونه خونی از ورید میانی[1] افراد در هر سه گروه آزمایشی دریافت و در دمای۲۰- درجه سانتی گراد ذخیره شد تا بعد مورد سنجش آزمایشگاهی قرار گیرد. تمامی مراحل نمونه‌گیری برای هر یک از افراد در شرایط یکسان توسط فرد آموزش‌دیده انجام شد. سطح CK و LDH خون با استفاده از کیت پارس آزمون با حساسیت سه واحد بین المللی بر لیتر و دستگاه اتوآنالایزر اندازه‌گیری شد.

تحلیل آماری

داده‌ها به صورت میانگین± انحراف معیار نمایش داده شده است و برای مقایسه سه گروه مکمل، دارونما و کنترل از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد. همچنین برای بررسی مقایسه میانگین در هر گروه قبل و بعد از فعالیت ورزشی، از آزمون T جفتی استفاده شد. سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵در نظر گرفته شد. تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت.

[1] Basilic vein

نتایج

افراد مورد پژوهش از نظر معیارهای قد، وزن و شاخص توده بدنی دارای توزیع یکسان آماری بودند. نتایج سنجش میانگین سطوح CK و LDH قبل و بعد از فعالیت اول برای هر گروه به طور مستقل و بین گروه‌ها با یکدیگر مورد سنجش قرار گرفت(جدول ۱).

میانگین سطح CK بعد از یک وهله فعالیت مقاومتی برونگرا، در بین گروه‌های مکمل و کنترل به طور معناداری افزایش نشان داد ($p \leq 0.05$). همچنین میانگین سطح CK در گروه دارونما نیز افزایش نشان داد اما این افزایش قبل و بعد فعالیت اول از نظر آماری معنادار نبود. افزایش میانگین سطح فاکتور LDH قبل و بعد از فعالیت اول در هر یک از سه گروه مورد آزمایش دیده شد، اما در هیچ یک این تفاوت معنادار نبود. بررسی میانگین سطوح CK و LDH در بین گروه‌ها قبل و بعد از فعالیت اول نیز تفاوت معناداری نداشت.

جدول (۱): میانگین سطح فاکتورCK و LDH سرم خون در فعالیت اول (واحد بین المللی بر لیتر).

متغیر	گروه	قبل از فعالیت اول	بعد از فعالیت اول	p. value
CK	مکمل	۱۱۸ ± ۴	۱۵۰/۵۰ ± ۱۴/۷۲	⁎۰/۰۴۴
	دارو نما	۱۲۱/۱۰ ± ۵/۰۴	۱۴۸/۸۰ ± ۱۱/۸۳	۰/۰۸۸
	کنترل	۱۱۹/۳۰ ± ۳/۸۰	۱۵۲/۲۰ ± ۱۳/۶۱	*0/045
	p. value	۰/۹۸۱	۰/۹۸۵	
LDH	مکمل	۳۱۸/۷۰ ± ۵/۲۰	۳۵۰/۴۰ ± ۱۲/۷۹	۰/۲۳۱
	دارو نما	۳۱۰/۴۰ ± ۳۰/۲۶	۳۴۱/۷۰ ± ۳۰/۱۴	۰/۲۱۰
	کنترل	۳۲۰/۱۰ ± ۴/۸۱	۳۴۹/۴۰ ± ۱۱/۲۱	۰/۲۶۲
	p. value	۰/۹۰۹	۰/۹۴۷	

(⁎= $p \leq 0.05$)

در ادامه به بررسی نتایج سنجش میانگین سطوح CK و LDH قبل و بعد از فعالیت دوم برای هر گروه به طور مستقل و بین گروه‌ها با یکدیگر پرداخته شد(جدول ۲).

نتایج نشان می‌دهد بین میانگین سطوح CK و LDH قبل و بعد از فعالیت دوم در هر گروه به طور مجزا تفاوت وجود دارد اما این تفاوت از نظر آماری معنادار نیست. بررسی تفاوت میانگین سطوح CK بین گروه‌ها پس از فعالیت دوم تفاوت معناداری را نشان می‌دهد(P=0.0001) اما قبل از فعالیت دوم تفاوت معناداری مشاهده نشد. در رابطه با میانگین سطح LDH در هر سه گروه قبل و بعد از فعالیت دوم تفاوت دیده شد اما تفاوت از نظر آماری معنادار نبود. همچنین تفاوت معنادار میانگین سطح LDH بین گروه‌ها قبل و بعد از فعالیت دوم مشاهده نشد.

جدول (۲): میانگین سطح فاکتور CK و LDH سرم خون در فعالیت دوم (واحد بین المللی بر لیتر)

متغیر	گروه	قبل از فعالیت دوم	بعد از فعالیت دوم	p. value
CK	مکمل	۱۱۶/۹۰ ± ۳/۹۸	۱۴۵/۶۰ ± ۱۵/۲۸	۰/۰۷۴
	دارو نما	۱۱۹/۹۰ ± ۵/۴۲	۱۴۵/۶۰ ± ۱۲/۵۵	۰/۱۱۱
	کنترل	۱۱۸/۲۰ ± ۴/۴۱	۱۵۰/۳۰ ± ۱۴/۰۴	۰/۰۵۱
	p. value	۰/۹۸۰	⁎۰/۱۰۰۰	
LDH	مکمل	۳۱۷/۸۰ ± ۵/۱۳	۳۴۰/۸۰ ± ۸/۵۹	۰/۳۷۰
	دارو نما	۳۰۹ ± ۲۹/۴۵	۳۳۷/۶۰ ± ۲۷/۷۸	۰/۲۵۴
	کنترل	۳۱۸/۱۰ ± ۴/۶۲	۳۴۵/۳۰ ± ۱۲/۱۳	۰/۳۹۴
	p. value	۰/۹۱۸	۰/۹۶۵	

(*$p \leq 0.05$)

بحث

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، فعالیت مقاومتی برونگرا منجر به افزایش سطح CK و LDH در دختران غیر ورزشکار شد البته در همه گروها معنادار نبود و ۱۴ روز مکمل‌یاری با ZMA منجر به تغییر معناداری در این متغیرها نشد، هرچند که به نظر می‌رسید کمی آن‌ها را کاهش داد اما این تغییرات به لحاظ آماری معنادار نبود($P>0.05$). لذا تمرین مقاومتی برونگرا تا حدودی منجر به افزایش آسیب عضلانی در دختران غیر ورزشکار شده است، اما مکمل‌یاری با ZMA به مدت دو هفته میزان این آسیب را کاهش نداده است.

به دنبال یک وهله فعالیت مقاومتی برونگرا ورزشی در ورزشکاران مبتدی، معمولا افراد دچار مشکلاتی مانند درد عضلات می‌شوند. میزان فعالیت، آمادگی‌بدنی و شرایط فیزیولوژیکی افراد در بروز این اتفاق موثر است و باعث ایجاد درد از نوع خفیف تا حاد می‌شوند. در این میان یافتن راهی برای کاهش و یا جلوگیری از ایجاد درد می‌تواند کیفیت فعالیت ورزشی را در افراد بالا ببرد. این دردهای عضلانی معمولا به دنبال آسیب به بافت عضله پس از یک دوره طولانی عدم فعالیت ورزشی و شروع مجدد آن رخ می‌دهد. در این میان مصرف مکمل‌یاری، می‌تواند باعث کاهش آسیب‌ها شود(۷). در این پژوهش، گروه هدف از بین دختران سالم با شاخص توده بدنی بین ۲۰ تا ۲۵، در سنین بین ۱۸ تا ۲۸ سال که بیشترین مراجعین به باشگاه را تشکیل می‌دادند، انتخاب شد. هنگامی که ورزش موجب آسیب عضله می‌شود، فعالیت فاکتور CK در خون افزایش می‌یابد. ما نیز با انتخاب این دو فاکتور التهابی، به بررسی میزان آسیب وارده به فرد، در طی فعالیت ورزشی تعریف شده، پرداختیم. سنجش این فاکتورها در خون افراد تحت پژوهش از طریق نمونه خون به راحتی امکان پذیر است. محققان افزایش سطح CK را ناشی از آسیب عضلانی می‌دانند که به دنبال یک فعالیت ورزشی مقاومتی شدید ایجاد می‌شود و احتمالا غشاء سلول‌های عضلانی پاره شده و فاکتور CK آزاد می‌شود و سطح آن از حالت طبیعی بالاتر می‌رود(۲۶). LDH فاکتوری است که باعث تبدیل لاکتات به پیروات می‌شود. بالا رفتن سطح پلاسمایی LDH، نسبت به حالت طبیعی آن ممکن است نشان از افزایش تخریب بافتی، از جمله عضلات بعد از یک فعالیت شدید ورزشی باشد. در همین راستا اندازه‌گیری سطح پلاسمایی این فاکتور به عنوان یکی از شاخص‌های بیوشیمیایی معرف کوفتگی عضلانی تأخیری ناشی از انجام ورزش‌های مقاومتی معرفی شده است(۲۷). لذا افزایش CK و LDH در پژوهش حاضر نشان دهنده افزایش آسیب عضلانی به دنبال تمرینات مقاومتی برونگرا در دختران غیرورزشکار می‌باشد. وسعت و دامنهٔ آسیب در فعالیت ورزشی به عوامل مختلفی از جمله مدت، شدت، نوع ورزش، جنس و سطح آمادگی جسمانی افراد بستگی دارد. نتایج برخی از پژوهش‌های پیشین، کارآیی مصرف مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی را در جلوگیری از آسیب‌های عضلانی ناشی از استرس اکسایشی در ورزشکاران نشان داده‌اند(۲۸). با این حال، در پژوهش حاضر مکمل ZMA نتوانست از میزان آسیب عضله به طور معناداری بکاهد. کافی نبودن مقدار مصرف مکمل، دوره مصرف و زمان مصرف آن (پیش، حین و یا بعد از ورزش مقاومتی) می‌تواند در این نتیجه موثر باشد. در نتیجه نیاز به پژوهش‌های بیشتر در این زمینه است. از جمله دیگر عوامل موثر در پژوهش ، میزان سطح فاکتورهای B6 ، Mg و Zn خون دختران غیر ورزشکار تحت پژوهش است.

استفاده از مکمل‌هایی که به نوعی مانع آسیب پذیر شدن سلول‌های عضلانی شوند و یا آسیب را به حداقل برساند، بسیار مورد پژوهش قرار گرفته است و در این مسیر مکمل‌یاری می‌تواند بسیار تاثیرگذار باشد. ما نیز از مکمل ZMA استفاده کردیم. زیرا ترکیبات ویتامین B6، به عنوان یک کو-آنزیم در فرآیند گلوکونئوژنز[1] و گلیکوژنولیز[2] سلول‌ها نقش اساسی ایفا می‌کند(28) و یا مواد معدنی مانند Zn که در تکثیر، تمایز و متابولیسم سلول‌ها نقش اساسی دارد. این ماده به ترمیم بافت‌های عضلانی بعد از ورزش کمک شایانی می‌کند(۲۹). ماده معدنی دیگری که در این مکمل وجود دارد Mg است. Mg به عنوان یک ماده معدنی ضروری با شرکت در روند متابولیسم انرژی به حفظ عملکرد طبیعی عضلات کمک می‌کند و باعث به تأخیر انداختن تجمع لاکتات در عضلات می‌شود. پژوهش‌ها نشان می‌دهد با افزایش سطح فعالیت بدنی افراد، نیاز به Mg افزایش می‌یابد و مصرف این مکمل، عملکرد ورزشی را بهبود می‌بخشد(۳۰).

تحقیقات قبلی نشان می‌دهند، مصرف مکمل Mg باعث افزایش قدرت و توان هوازی عضلات می‌شود. گوشت‌ها، غلات کامل و حبوبات منبع غنی از Zn هستن. افرادی که کمتر از این مواد در رژیم غذایی خود استفاده می‌کنند دچار کمبود Zn می‌شوند(۳۱). همچنین غلات، دانه‌ها، سبزیجات و میوه‌ها منبع خوبی برای جذب Mg هستند و با توجه به رژیم غذایی پرچرب و پرپروتئین در جوامع غربی، این افراد مقدار کافی Mg دریافت نمی‌کنند(۳۲). پژوهش‌ها نشان می‌دهد ورزشکاران بیشتر از مکمل‌های ویتامینی و پروتئینی استفاده می‌کنند و کمتر به

[1] Gluconeogenesis
[2] Glycogenolysis

دریافت مکمل‌های معدنی توجه می‌کنند و نگران کمبود آن‌ها در بدنشان هستند. همچنین حین فعالیت ورزشی این مواد از طریق تعریق زیاد از بدن خارج می‌شود. به دنبال کاهش سطح مواد معدنی، ورزشکاران دچار خستگی مداوم و کم شدن قدرت استقامتی طی تمرین‌ها می‌شوند(۳۱). پژوهش‌ها نشان می‌دهد، کمبود Zn در ورزشکاران و افراد پرتحرک به مراتب بالاتر از افرادی است که در این فعالیت‌ها شرکت نمی‌کنند(۱۲, ۳۲). بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، فعالیت مقاومتی برونگرا منجر به افزایش فاکتورهای التهابی CK و LDH در دختران غیر ورزشکار مورد پژوهش شد البته نه معنادار در همه گروها و ۱۴ روز مکمل‌یاری با ZMA منجر به تغییر معناداری در این متغیرها نشد، هرچند که به نظر می‌رسد به میزان کمی، مقدار آن‌ها را کاهش می‌دهد، اما این تغییرات به لحاظ آماری معنادار نبود. در نتیجه می‌توان نتیجه گرفت، احتمالا تمرین مقاومتی برونگرا منجر به افزایش آسیب عضلانی در دختران غیر ورزشکار شده است، اما مکمل‌یاری توسط مکمل ZMA (به مدت دو هفته) میزان این آسیب را کاهش نمی‌دهد. و احتمالا نیاز به یک دوره پیش مکمل‌یاری قبل از شروع آزمون و یا افزایش مدت زمان مکمل یاری به بیش از دو هفته است. همچنین به نظر می‌رسد یکی از دلایل احتمالی عدم تاثیرگذاری معنادار مکمل ZMA در گروه هدف مورد پژوهش ما، وجود مقادیر اولیه کافی این عناصر و ویتامین در بدن آن‌ها با سطح فعالیت ورزش مقاومتی کم و یا بدون فعالیت، است. در نتیجه بدن آزمودنی‌های مورد پژوهش تحت تنش کمبود موادمعدنی نبوده است. و مکمل‌یاری اثری بر سطح کمبود ویتامین و مواد معدنی در بدن آزمودنی‌های مورد پژوهش نداشته است. قابل ذکر است افزایش تعداد نمونه‌ها در هر گروه نیز بر معناداری سطح CK و LDH قبل و بعد از فعالیت ورزشی می‌تواند موثر باشد.

لمبک و همکاران نیز در پژوهش خود کاهش درد عضلانی و میزان سطح CK را پس از تمرینات شدید ورزشی و ایجاد کوفتگی عضلانی تاخیری به دنبال مکمل‌یاری با امگا۳ را گزارش کردند. افزایش غلظت امگا۳ در دیواره سلول‌های عضلانی باعث افزایش کشش بیشتر تارهای عضلانی، افزایش انعطاف‌پذیری، کاهش آسیب فیزیکی بافت عضلانی در هنگام ورزش و کاهش فاکتورهای التهابی در خون می‌شود و در نتیجه درد کاهش می‌یابد(۳۳). در پژوهشی دیگر نیز تاثیر فعالیت مقاوتی بر برخی عوامل ضد التهابی مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد ارتباط معناداری بین افزایش میزان فاکتورهای التهابی و آسیب عضله (افزایش سطح CK) وجود دارد. به علاوه ارتباط معناداری بین بالاترین مقدار فاکتورهای التهابی مثل IL-6 و CK خون در روزهای بعد از ورزش مشاهده شد(۳۴). همچنین در پژوهشی که در سال ۲۰۰۴ بر روی ورزشکاران قدرتی انجام شده بود، سطح سرمی Zn خون آن‌ها با دریافت روزانه یک عدد مکمل ZMA طی هشت هفته بالا رفته بود، اما به نظر نمی‌رسید مکمل ZMA در طول تمرین افراد مورد پژوهش باعث افزایش مقاومت شده باشد(۲۳). در همین راستا نتایج پژوهش کهلر و همکارانشان در سال ۲۰۰۹ نیز نشان دادند استفاده از مکمل ZMA هیچ تأثیر قابل توجهی در افزایش سطح Zn سرمی خون در افرادی که در رژیم غذایی خود به میزان کافی Zn مصرف می‌کنند، ندارد(۳۵). در نتیجه ممکن است کافی بودن سطوح اولیه Zn پیش از شروع مکمل‌یاری، تاثیر آن را در بدن فرد کاهش داده باشد و ممکن است همین مطلب دلیلی بر عدم تاثیرگذاری معناداری مکمل ZMA در پژوهش حاضر باشد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد، مصرف مکمل Mg بدون تاثیرگذاری در پتانسیل تمرینی، پاسخ‌های استرسی را کاهش می‌دهد. پژوهش شیخ الاسلامی و بردبار در سال ۲۰۱۲ نشان داد، مکمل‌یاری ZMA به تنهایی و به صورت ترکیب با کربوهیدرات تأثیر معناداری بر آنزیم CK ندارد، اما سطح LDH را به طور معناداری کاهش می‌دهد(۳۶). قابل ذکر است آن‌ها تاثیر یک دوره تمرین و مکمل‌یاری ZMA را بررسی کرده اند در حالی که در پژوهش حاضر، تاثیر مکمل‌یاری کوتاه مدت ZMA بر شاخص‌های آسیب عضلانی بعد از فعالیت مقاومتی برونگرا مورد سنجش قرار گرفته است. با توجه به اینکه این دو آنزیم از شاخص‌های آسیب سلولی (و عضلانی) به شمار می‌آیند، بنابراین هر عاملی که باعث کاهش مقادیر و فعالیت این آنزیم‌ها شود حائز اهمیت است و می‌بایست طی پژوهش، مورد توجه قرار گیرد. و برای شرح دادن کامل اثر مکمل ZMA به انجام پژوهش‌های تکمیلی و آزمایش‌های بیشتر به همراه الگوهای تمرینی جامع‌تر نیاز است.

نتیجه‌گیری

احتمالا یک وهله فعالیت مقاومتی برونگرا باعث افزایش آسیب عضلانی به عنوان شاخصی از کوفتگی عضلانی در دختران غیر ورزشکار می‌شود، و ۱۴ روز مکمل‌یاری، مکمل ZMA میزان آسیب عضلانی را به طور معنادار کاهش نمی‌دهد، هرچند که آسیب را کمی کاهش می‌دهد اما این تغییر به لحاظ آماری معنادار نیست ($P>0.05$). طبیعی بودن سطوح اولیه Zn و Mg در بدن دختران غیر ورزشکار شرکت کننده در این پژوهش، می‌تواند یکی از دلایل عدم تاثیر معنادار مکمل ZMA باشد. و پیشنهاد می‌شود این مطالعه با تعداد افراد بیشتر و در مدت زمان

مکل‌یاری بیشتر از دو هفته نیز مورد بررسی قرار گیرد. در هر صورت در این خصوص به پژوهش‌های بیشتری نیاز است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از افراد شرکت کننده در پژوهش حاضر و تمام کسانی که به نحوی در اجرای این پژوهش همکاری داشته‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

[1] Hotfiel T, Freiwald J, Hoppe MW, Lutter C, Forst R, Grim C, et al. Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS): Part I: Pathogenesis and diagnostics. Sportverletzung· Sportschaden. 2018;32(04):243-50.

[2] Heiss R, Lutter C, Freiwald J, Hoppe MW, Grim C, Poettgen K, et al. Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS)–part II: treatment and prevention. Sportverletzung· Sportschaden. 2019;33(01):21-9.

[3] Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, MacLaren DP. Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness: the role of reactive oxygen species. European journal of applied physiology. 2004;91(5):615-21.

[4] Brancaccio, P., Lippi, G., & Maffulli, N. (2010). Biochemical markers of muscular damage. *Clinical chemistry and laboratory medicine*, *48*(6), 757-767.

[5] Kafkas ME. The effect of strength exercises at different angular velocities on muscular LDH and CK. Isokinetics and Exercise Science. 2014;22(1):63-8.

[6] Miles MP, Andring JM, Pearson SD, Gordon LK, Kasper C, Depner CM, et al. Diurnal variation, response to eccentric exercise, and association of inflammatory mediators with muscle damage variables. Journal of Applied Physiology. 2008;104(2):451-8.

[7] Samavatisharif M, Neghad A, Seiavoshy H. Comparison between two methods of supplementation with glutamine and sodium bicarbonate on CPK, LDH and CRP in non-athlete women students. International Journal of Sport Sciences. 2015;2(3):53-9.

[8] Rahnama N, Faramarzi M, Gaeini AA. Effects of intermittent exercise on cardiac troponin I and creatine kinase-MB. International journal of preventive medicine. 2011;2(1):20.

[9] Branwen G. ZMA Sleep Experiment. 2017.

[۱۰] علی اصغر رواسی، چوبینه، کاظمی، قره خانی. ۱۳۹۰. تاثیر مکمل ویتامین های E و C بر کوفتگی عضلانی تاخیری زنان غیرورزشکار .*پژوهش های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش*. 7. 5.

[11] Magal M, Dumke CL, Urbiztondo ZG, Cavill MJ, Triplett NT, Quindry JC, et al. Relationship between serum creatine kinase activity following exercise-induced muscle damage and muscle fibre composition. Journal of sports sciences. 2010;28(3):257-66.

[12] Lukaski HC. Magnesium, zinc, and chromium nutriture and physical activity. The American journal of clinical nutrition. 2000;72(2):585S-93S.

[13] Carvil P, Cronin J. Magnesium and implications on muscle function. Strength & Conditioning Journal. 2010;32(1):48-54.

[14] Finstad EW, Newhouse IJ, Lukaski HC, McAuliffe JE, Stewart CR. The effects of magnesium supplementation on exercise performance. Medicine and science in sports and exercise. 2001;33(3):493-8.

[15] Newhouse IJ, Finstad EW. The effects of magnesium supplementation on exercise performance. Clinical Journal of Sport Medicine. 2000;10(3):195-200.

[16] Krotkiewski M, Gudmundsson M, Backström P, Mandroukas K. Zinc and muscle strength and endurance. Acta Physiologica Scandinavica. 1982;116(3):309-11.

[17] Sakakeeny, L., Roubenoff, R., Obin, M., Fontes, J. D., Benjamin, E. J., Bujanover, Y., ... & Selhub, J. (2012). Plasma pyridoxal-5-phosphate is inversely associated with systemic markers of inflammation in a population of US adults. *The Journal of nutrition*, *142*(7), 1280-1285.

[18] Kannan K, Jain SK. Effect of vitamin B6 on oxygen radicals, mitochondrial membrane potential, and lipid peroxidation in H2O2-treated U937 monocytes. Free Radical Biology and Medicine. 2004;36(4):423-8.

[19] di Salvo ML, Safo MK, Contestabile R. Biomedical aspects of pyridoxal 5′-phosphate availability. Front Biosci (Elite Ed). 2012;4:897-913.

[20] Manore, M. M. (2000). Effect of physical activity on thiamine, riboflavin, and vitamin B-6 requirements. *The American journal of clinical nutrition*, *72*(2), 598S-606S.

[21] Fogelholm M. Micronutrient status in females during a 24-week fitness-type exercise program. Annals of nutrition and metabolism. 1992;36(4):209-18.

[22] Knapik JJ, Steelman RA, Hoedebecke SS, Austin KG, Farina EK, Lieberman HR. Prevalence of dietary supplement use by athletes: systematic review and meta-analysis. Sports Medicine. 2016;46(1):103-23.

[23] Wilborn CD, Kerksick CM, Campbell BI, Taylor LW, Marcello BM, Rasmussen CJ, et al. Effects of zinc magnesium aspartate (ZMA) supplementation on training adaptations and markers of anabolism and catabolism. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2004;1(2):1-9.

[24] Heavens KR, Szivak TK, Hooper DR, Dunn-Lewis C, Comstock BA, Flanagan SD, et al. The effects of high intensity short rest resistance exercise on muscle damage markers in men and women. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2014;28(4):1041-9.

[25] Sheikholeslami-Vatani D, Ahmadi S, Faraji H. The effects of omega-3 and branched-chain amino acids supplementation on serum apoptosis markers following acute resistance exercise in old men. Journal of aging and physical activity. 2019;27(2):198-204.

[26] Sakamoto K, Nosaka K, Shimegi S, Ohmori H, Katsuta S. Creatine kinase release from regenerated muscles after eccentric contractions in rats. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1996;73(6):516-20.

[27] Esmaiel A, Abtahi IH. Response of creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes to rest interval between sets and set-repetition configuration during bouts of eccentric exercise. Interventional Medicine and Applied Science. 2018.

[28] Stover PJ, Field MS. Vitamin B-6. Advances in Nutrition. 2015;6(1):132-3.

[29] Micheletti A, Rossi R, Rufini S. Zinc status in athletes. Sports medicine. 2001;31(8):577-82.

[30] Byström MG, Rasmussen-Barr E, Grooten WJA. Motor control exercises reduces pain and disability in chronic and recurrent low back pain: a meta-analysis. Spine. 2013;38(6):E350-E8.

[۳۱] پریچهر حناچی، شمس جنگی اسکوئی، علی اصغر رواسی. ۱۳۹۱. تاثیر مکمل اکسید منیزیم، سولفات روی در قدرت ماهیچه ای، سطح سرمی منیزیم و روی در زنان سالم و فعال. *زیست شناسی کاربردی* -45 .1

[32] Lukaski HC. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. Nutrition. 2004;20(7-8):632-44.

[33] Lembke P, Capodice J, Hebert K, Swenson T. Influence of omega-3 (n3) index on performance and wellbeing in young adults after heavy eccentric exercise. Journal of sports science & medicine. 2014;13(1):151.

[35] Vassilakopoulos T, Karatza M-H, Katsaounou P, Kollintza A, Zakynthinos S, Roussos C. Antioxidants attenuate the plasma cytokine response to exercise in humans. Journal of Applied Physiology. 2003;94(3):1025-32.

[36] Koehler K, Parr M, Geyer H, Mester J, Schänzer W. Serum testosterone and urinary excretion of steroid hormone metabolites after administration of a high-dose zinc supplement. European journal of clinical nutrition. 2009;63(1):65-70.

[۳۷] دکتر داریوش شیخ الاسلامی، اسلار بردبار. ۱۳۹۱. تاثیر مکمل ZMA به تنهایی و ترکیب آن با کربوهیدرات، همراه با شش هفته تمرین مقاومتی بر هورمون های آنابولیک و شاخص های آسیب سلولی در مردان تمرین نکرده. *المپیک* .59 .3