

The Effect of Three Months of Zinc-Magnesium Supplementation along with Intense Endurance Training on Somatomedin C and Endurance Performance in Mature Female Rats

Aghaali Ghasemnian^{1*}, Ahdeyeh Parvizi², Ahmad Rahmani¹

¹Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

²Department of Applied Exercise Physiology, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

*Corresponding Author:
Aghaali Ghasemnian,
Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

Email:
ghasemnian@znu.ac.ir

Received: 21 Nov, 2016

Accepted: 2 Feb, 2017

Abstract

Background and Objectives: Most athletes suffer from zinc and magnesium deficiency. Zinc and magnesium deficiency can reduce anabolic hormones and reduce performance of athletes. The aim of this study was to evaluate the effect of three months of zinc-magnesium supplementation along with intense endurance training on somatomedin C levels and endurance performance in female Wistar rats.

Methods: In this experimental study, 24 mature female Wistar rats, were randomly divided into three groups of 8 each: (control, intense endurance training, and intense endurance training+zinc-magnesium supplementation). The training protocol consisted of running on treadmill for 3 months (5day/week). In the supplement group, in addition to standard meal and water, 227 mg of zinc sulfate and 10g of magnesium sulfate, were used per liter of water. One week before the end of the period, the subjects' endurance performance, was assessed, and 24 hours after the last training session and after 8 hours of overnight fasting, blood samples were collected. Then, plasma level of somatomedin C, was measured. Data were analyzed using one-way ANOVA and Tukey's post hoc tests.

Results: In this study, three months of endurance training along with supplementation, had no significant effects on serum somatomedin C levels of the groups ($p=0.23$), but endurance performance of the endurance training+supplementation group, significantly increased compared to the control ($p=0.00$) and training without supplementation group ($p=0.00$). Also, the endurance performance of the training without supplementation group, significantly increased compared to the control group ($p=0.003$).

Conclusion: According to the results, zinc-magnesium supplement may be cautiously taken into account as a factor in improving endurance performance in female rats.

Keywords: Endurance; Zinc; Magnesium; Insulin-Like growth factor I; Rats.

اثر سه ماه مصرف مکمل روی - منیزیم همراه با تمرین استقامتی فزاینده بر سطوح سوماتومدین C و عملکرد استقامتی رت‌های ماده بالغ

آقاعلی قاسم‌نیا^{۱*}، عهدیه پرویزی^۲، احمد رحمانی^۱

چکیده

زمینه و هدف: اغلب ورزشکاران از کمبود روی و منیزیم رنج می‌برند. کمبود روی و منیزیم ضمن کاهش هورمون‌های آنابولیک، موجب افت عملکرد ورزشکاران می‌شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر سه ماه مصرف مکمل روی - منیزیم همراه با تمرین استقامتی فزاینده بر سطوح سوماتومدین C و عملکرد استقامتی رت‌های ماده بود.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، ۲۴ سر رت ماده بالغ، به صورت تصادفی به سه گروه هشت تایی: (گروه کنترل، تمرین استقامتی فزاینده و تمرین استقامتی فزاینده + مصرف مکمل روی - منیزیم) تقسیم شدند. پروتکل تمرینی شامل دویدن روی تردمیل به مدت سه ماه (۵ روز در هفته) بود. علاوه بر آب و غذای استاندارد، در گروه مصرف کننده مکمل، به میزان ۲۲۷ میلی گرم سولفات روی و ۱۰ گرم سولفات منیزیم، در لیتر آب مصرفی استفاده گردید. یک هفته قبل از پایان دوره، عملکرد استقامتی آزمودنی‌ها سنجش و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین و پس از ۸ ساعت ناشتایی شبانه، نمونه‌های خونی جمع‌آوری شدند، سپس غلظت پلاسمایی سوماتومدین C اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس یک‌طرفه و تعقیبی توکی تحلیل شدند.

یافته‌ها: در این مطالعه، سه ماه تمرین استقامتی همراه با مصرف مکمل، تأثیری بر میزان سوماتومدین C گروه‌ها نداشت ($p=0/23$)، اما عملکرد استقامتی گروه تمرینی مصرف کننده مکمل نسبت به گروه کنترل ($p=0/00$) و تمرین بدون مکمل ($p=0/00$)، افزایش یافت. همچنین عملکرد استقامتی گروه تمرین بدون مکمل نسبت به گروه کنترل، افزایش نشان داد ($p=0/003$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج شاید بتوان با احتیاط، مکمل روی - منیزیم را عاملی در بهبود عملکرد استقامتی رت‌های ماده در نظر گرفت.

کلیدواژه‌ها: تمرین استقامتی؛ تحمل فیزیکی؛ روی؛ منیزیم؛ فاکتور رشد شبه انسولین متصل به پروتئین ۱؛ موش‌ها.

گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

گروه فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات:

آقاعلی قاسم‌نیا، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی:
ghasemnian@znu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۳۰

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۳

لطفاً به این مقاله به صورت زیر استناد نمایید:

Ghasemnian A, Parvizi A, Rahmani A. The effect of three months of Zinc-magnesium supplementation along with intense endurance training on somatomedin C and endurance performance in mature female Rats. Qom Univ Med Sci J 2018;12(2):19-27. [Full Text in Persian]

مقدمه

پژوهشگران معتقدند هورمون رشد به‌طور غیرمستقیم در تحریک رشد دخالت می‌کند؛ بدین ترتیب که هورمون رشد از طریق جریان خون به کبد و سایر بافت‌های محیطی رفته و در آنجا سوماتومدین C (IGF-1) تولید می‌شود. سوماتومدین C، آثار آنابولیک داشته و موجب رشد بافتی (۱)، افزایش حجم و قدرت عضلانی (۲)، و بهبود عملکرد عضله ورزشی می‌شود (۳). اما شواهد نشان می‌دهد کمبود انرژی در بدن زنان ورزشکار فعال نقش مهمی در شروع آموره ناشی از ورزش (۴) و کاهش سوماتومدین C دارد (۵-۸). به عبارت دیگر، زمانی که دسترسی به انرژی در بدن در حد مطلوب بوده و میزان تمرینات بیش از حد نیست؛ در این حالت محورهای مختلف غدد درون‌ریز در ورزشکاران، عملکرد طبیعی خود را خواهند داشت و میزان سوماتومدین C نیز بالا خواهد بود (۵-۸). اما در افراد آموره در مقایسه با افراد دارای قاعدگی طبیعی، میزان کورتیزول بیشتر شده و نسبت سوماتومدین C به IGF-1 کاهش می‌یابد که نشانگر میزان پایین سوماتومدین C در این افراد است (۵-۸). پژوهشگران معتقدند میزان سوماتومدین C، ترکیب بدن و وضعیت قاعدگی از عوامل پیش‌بینی‌کننده چگالی استخوان می‌باشد (۹). بنابراین، زنان ورزشکار نوجوان با انجام فعالیت ورزشی سنگین در معرض کاهش سوماتومدین C (۵-۸)، افت عملکرد ورزشی (۳)، کاهش انرژی در دسترس، اختلال قاعدگی و کاهش تراکم استخوان خواهند بود (۱۰، ۹). اما از طرف دیگر، برخی مطالعات نشان داده‌اند مکمل حاوی روی - منیزیم با افزایش میزان تستوسترون، همچنین بهبود ترشح سوماتومدین C از کبد، موجب افزایش توده عضلانی، قدرت و سطوح انرژی ورزشکاران می‌شود (۱۲، ۱۱). همچنین عنوان شده است ترکیب روی با منیزیم در بدن بهتر جذب شده (۱۱) و احتمالاً با افزایش کیفیت خواب و بهبود دوره بازیافت، تولید هورمون‌های آنابولیکی و رشد عضله را هنگام خواب افزایش می‌دهد (۳). روی (Zn) به‌طور عمده یک یون داخل سلولی است که همراه با بیش از ۳۰۰ آنزیم فعالیت می‌کند (۱۲). مدت زیاد فعالیت ورزشی و شدت بالای آن، همچنین عرق‌ریزی (۱۳) و عدم مصرف کافی Zn، همه باهم و یا به‌طور جداگانه از عوامل کاهش میزان این عنصر در بدن است (۱۴-۱۲).

منیزیم نیز کوفاکتور بیش از ۳۰۰ آنزیم درگیر در متابولیسم ترکیبات غذایی و سنتز بسیاری از فرآورده‌های متابولیک بوده (۱۲) و تأثیر معنی‌داری بر قدرت عضلانی دارد (۱۵، ۳)، اما ورزشکاران از طریق عرق و ادرار، منیزیم قابل توجهی از دست می‌دهند (۱۶)، و به‌همین دلیل فعالیت ورزشی طولانی‌مدت و یا شدید منجر به کاهش میزان منیزیم بدن آنها می‌شود (۱۵، ۳). بنابراین، ورزشکاران به دلایل مختلف در معرض کمبود عنصر روی (۱۴-۱۲) و منیزیم (۱۶) قرار دارند و این کاهش روی - منیزیم می‌تواند منجر به ایجاد یک خستگی پنهان و کاهش عملکرد استقامتی شود (۱۷، ۳).

پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه بسیار اندک است. طهماسی و همکاران نشان داده‌اند استفاده از مکمل عنصر روی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد حرکتی موش‌های ماده نداشته است (۱۸). در بررسی Kavan و همکاران نیز ارتباط مثبتی بین عنصر روی و عملکردهای شناختی مشاهده نشد (۱۸). Wilborn و همکاران نیز با بررسی اثر مکمل‌سازی حاوی روی - منیزیم همراه با ۸ هفته تمرین بر روی مردان تمرین‌کرده، شاهد عدم تغییر میزان سوماتومدین C، تستوسترون، هورمون رشد و عملکرد ورزشی بودند (۱۲). اما در پژوهشی دیگر، روسی و همکاران گزارش کردند ۸ هفته مصرف مکمل‌های روی - منیزیم و روی همراه با منیزیم در کنار تمرینات قدرتی موجب بهبود قدرت عضلات بالانته زنان فعال شده، ولی تأثیری بر غلظت سرمی روی - منیزیم نداشته است (۱۹). در مطالعه‌ای متفاوت، Palmiter و همکاران نیز گزارش کردند حذف Zn تأثیری بر عملکرد حسی - حرکتی موش‌ها ندارد (۲۰). اما Brilla و همکاران در تحقیقی با بررسی اثر مکمل ZMA (روی - منیزیم - ویتامین B6) بر مقدار سرمی هورمون‌های آنابولیکی و قدرت بازیکنان فوتبال، علاوه بر بهبود کیفیت خواب و افزایش قدرت و توان، افزایش ۳۰ درصدی مقادیر هورمون تستوسترون و افزایش ۴ درصدی سوماتومدین C را گزارش کردند (۳). در پژوهش شیخ‌الاسلام و همکاران نیز مکمل‌سازی ZMA توأم با تمرین مقاومتی، تأثیری بر ترشح سوماتومدین C نداشت، اما موجب افزایش عملکرد قدرتی شد (۲۱).

تمرین ۶۵ دقیقه بود (۲۳). همچنین هر هفته ۳ متر در دقیقه از هفته اول به بعد به شدت تمرین اضافه شد تا در هفته چهارم به ۲۵ متر در دقیقه رسید. هفته‌های بعد نیز این مدت (۵۵ دقیقه) و شدت (۲۵ متر در دقیقه) حفظ گردید (۲۴). هر جلسه تمرین ابتدا با سرعت ۱۰ متر در دقیقه، شروع و پس از ۵ دقیقه گرم شدن با این سرعت، هر ۲ دقیقه به میزان ۳ متر در دقیقه به سرعت دستگاه اضافه شد تا به ۲۵ متر در دقیقه رسید (۲۳)؛ بنابراین، کل دوره تمرین به سه مرحله شامل: آشنایی، اضافه بار، حفظ و تثبیت شدت کار تقسیم شد (۲۴) و هر جلسه تمرین نیز شامل برنامه گرم کردن (۵ دقیقه با سرعت ۱۰ متر در دقیقه)، تمرین اصلی و سرد کردن (۵ دقیقه با سرعت ۱۰ متر در دقیقه) بود (۲۴). حیوانات دسترسی آزاد به آب و بسته‌های غذایی داشتند و هر هفته مقدار باقیمانده غذا اندازه‌گیری و از مقدار اولیه کسر می‌شد و بدین ترتیب مقدار غذای مصرفی هر گروه از موش‌ها به‌طور دقیق با ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد. همزمان با اندازه‌گیری مقدار غذای دریافتی، وزن هر موش به‌منظور بررسی تغییرات وزنی، هر هفته یک‌بار اندازه‌گیری شد (۲۲). ۲۴ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه تمرینی و پس از ۸ ساعت ناشتایی، عمل خونگیری از موش‌ها به عمل آمد و بلافاصله خون‌ها به داخل ظروف مخصوص (فالكون) منتقل و به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند. سرم حاصل تا زمان سنجش فاکتور مورد نظر در دمای ۸۰- نگهداری شد. لازم به ذکر است در آزمایشگاه، ۲ مورد از سرم‌های هر گروه اوت شده بود و تجزیه و تحلیل نهایی سوماتومدین C در هر گروه بر روی ۶ مورد انجام گرفت و سنجش میزان سوماتومدین C با استفاده از کیت

ELISA (شرکت ECPlaza، Bioassay TL، China) سنجیده شد، اما سنجش عملکرد استقامتی هر گروه بر روی ۸ رت صورت گرفت.

از آنجایی که جهت رسیدن به نتایج دقیق‌تر در فاکتورهای خونی، بهتر است حداقل ۴۸ ساعت قبل از خونگیری از انجام فعالیت سنگین خودداری شود (۲۵)؛ لذا سنجش آزمون عملکردی و مانده‌ساز در هفته یازدهم انجام شد تا اثرات حاد آزمون عملکردی نتایج پژوهش، به‌ویژه نتایج حاصل از گروه کنترل را

بنابراین، با توجه به کمبود روی (۱۴-۱۲) و منیزیم (۱۶) در ورزشکاران، همچنین تأثیر فیزیولوژیکی این عناصر بر برخی از هورمون‌های آنابولیک، عملکرد بدن و شیوع آموره ناشی از ورزش (۴)، کاهش سوماتومدین C (۸-۵) در زنان ورزشکار و مطالعات اندک و ضد و نقیض در رابطه با اثر مکمل روی-منیزیم بر عوامل آنابولیک و عملکرد بدن، مطالعه حاضر با هدف تعیین تأثیر سه ماه تمرین استقامتی فزاینده همراه با مصرف مکمل روی - منیزیم بر سطح سوماتومدین C و عملکرد استقامتی رت‌های ماده بالغ انجام شد.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی، ۲۴ سر موش صحرایی ماده نژاد ویستار خریداری و پس از وزن‌کشی، به‌صورت تصادفی به سه گروه (شامل: گروه کنترل، تمرین هوازی فزاینده، تمرین هوازی فزاینده + مکمل روی - منیزیم) تقسیم شدند با توجه به هدف مطالعه که بررسی مکمل همراه با تمرین بود، از گروه کنترل (به‌عنوان مصرف‌کننده محض مکمل روی - منیزیم) صرف‌نظر شد. موش‌ها در قفس‌های پلی‌کربنات به‌صورت مجزا (هر قفس ۴ سر)، در شرایط استاندارد (دمای 23 ± 2 درجه سانتیگراد، چرخه ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) نگهداری شدند. تمرینات هوازی فزاینده با استفاده از نوارگردان مخصوص جوانندگان انجام گرفت. برنامه تمرینی شامل: ۱۲ هفته و هر هفته ۵ جلسه دویدن بر روی نوارگردان بود که تمامی جلسات تمرینی در ساعات مشابهی از صبح (ساعت ۱۰-۸) انجام شد (۲۲). گروه‌ها به‌منظور آشنایی با دستگاه نوارگردان، برنامه‌ای به‌مدت یک‌هفته با سرعت ۵ متر در دقیقه، شیب صفر درجه و مدت زمان ۱۰ دقیقه اجرا کردند و پس از آن و بعد از ۲ روز استراحت، طبق برنامه ۱۲ هفته‌ای هوازی فزاینده، فعالیت خود را شروع کردند. تمرین هوازی فزاینده بر روی دستگاه نوارگردان از ۱۵ دقیقه در روز با سرعت ۱۳ متر در دقیقه و با شیب صفر درجه شروع و به ۵۵ دقیقه در روز با سرعت ۲۵ متر در دقیقه (با همان شیب صفر) رسید (۲۲). در اجرای پروتکل تمرینی، از هفته اول به بعد در هر هفته، ۱۰ دقیقه به زمان تمرین اضافه شد تا در هفته چهارم به ۵۵ دقیقه رسید که با احتساب ۵ دقیقه گرم کردن و ۵ دقیقه سرد کردن، کل زمان

ارائه مکمل به گروه دریافت‌کننده، به‌صورت محلول در آب آشامیدنی بود؛ بنابراین، در گروه کنترل و تمرین بدون مکمل، از رژیم استاندارد (تهیه‌شده از شرکت خوراک دام) و آب معمولی استفاده شد، اما در گروه دریافت‌کننده مکمل منیزیم - روی، سولفات روی به میزان ۲۲۷ میلی‌گرم در یک لیتر آب خوراکی (۳۰-۲۸) و منیزیم به‌صورت سولفات منیزیم به میزان ۱۰ گرم در یک لیتر آب خوراکی حل شد و به‌طور مستمر در دسترس حیوانات قرار گرفت (۳۱).

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸، آزمون آماری شاپیرو - ویلک (برای اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها)، آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و تعقیبی توکی تحلیل شدند. سطح معنی‌داری، $p \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول شماره ۱ سطح سوماتومدین C و عملکرد استقامتی هر سه گروه نشان داده شده است.

جدول شماره ۱: میانگین متغیرهای پژوهش (میانگین \pm انحراف معیار) در گروه‌های تحقیق

گروه	متغیر	سوماتومدین C (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	عملکرد استقامتی (کیلوگرم بر متر)
تمرین		۸۲/۰ \pm ۸/۱	۱۵۳/۴ \pm ۱۷/۰
کنترل		۸۵/۶ \pm ۱۱/۸	۱۰۷/۶ \pm ۱۶/۵
تمرین + روی - منیزیم		۸۰/۰ \pm ۸/۱	۲۰۷/۱ \pm ۱۹/۰

گروه‌های تحقیق وجود نداشت، اما در میزان عملکرد استقامتی سوماتومدین C ($p=0.00$ ، $f=126/68$)، تفاوت معنی‌دار بود (جدول شماره ۲).

تحت تأثیر قرار ندهد. زمان رسیدن به واماندگی از تماس ۵ بار در یک دقیقه با شوک مشخص گردید. در صورتی که رت‌ها در مدت یک دقیقه، ۵ بار به دستگاه شوک در انتهای نوارگردان برخورد می‌کردند و یا بازتاب برگشت و ایستادن قائم بر روی پا را نشان می‌دادند، وامانده تلقی می‌شدند (۲۶). پروتکل این آزمون شامل گرم کردن تدریجی با شدت ۱۲ متر در دقیقه به مدت ۵ دقیقه بود که در مرحله دوم و اجرای آزمون عملکرد استقامتی، سرعت نوارگردان هر ۲ دقیقه به میزان ۱ متر در دقیقه افزایش می‌یافت تا به ۲۰ متر در دقیقه برسد. در ادامه، هر ۳ دقیقه، ۲ متر در دقیقه بر سرعت آن افزوده می‌شد تا موش به واماندگی برسد. زمان رسیدن به واماندگی با استفاده از زمان‌سنج اندازه‌گیری و ثبت گردید، سپس عملکرد استقامتی گروه‌ها طبق فرمول زیر محاسبه شد (۲۷).

$$\Sigma p_{ri} = \Sigma mV_i T_i = \Sigma mD_i = mD_i \text{ (فرمول)}$$

Pri: عملکرد استقامتی (Kg.m)؛ m: وزن (Kg)؛ Vi: سرعت (m/min)؛ Ti: زمان (min)؛ Di: مسافت طی شده (m).

براساس نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه، در میزان سوماتومدین C ($p=0.00$ ، $f=126/68$)، تفاوت معنی‌داری بین

جدول شماره ۲: نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه برای تغییرات متغیرها در گروه‌های تحقیق

متغیر	گروه‌ها	میانگین \pm انحراف معیار	آماره	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
سوماتومدین C (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	تمرین	۸۲/۰ \pm ۸/۱	۱۲۶/۶	۳	۰/۲۳
	کنترل	۸۵/۶ \pm ۱۱/۸			
	تمرین + روی - منیزیم	۸۰/۰ \pm ۸/۱			
عملکرد استقامتی (کیلوگرم بر متر)	تمرین	۱۵۳/۴ \pm ۱۷/۰	۱۲۶/۶	۳	۰/۰۰
	کنترل	۱۰۷/۶ \pm ۱۶/۵			
	تمرین + روی - منیزیم	۲۰۷/۱ \pm ۱۹/۰			

یافته است، همچنین عملکرد گروه تمرین بدون مکمل نسبت به گروه کنترل افزایش نشان داد ($p=0.003$) (جدول شماره ۳).

نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد عملکرد استقامتی در گروه مصرف مکمل روی - منیزیم همراه با تمرین نسبت به گروه کنترل ($p=0.00$) و گروه تمرین بدون مکمل ($p=0.00$) افزایش

جدول شماره ۳: نتایج آزمون تعقیبی توکی برای تغییرات وزن و میزان غذای مصرفی در گروه‌های تحقیق

متغیر	گروه (۱)	گروه (۲)	سطح معنی‌داری
سوماتومدین C (نانوگرم بر میلی لیتر)	کنترل	تمرین	۰/۹۳
	تمرین	تمرین + روی - منیزیم	۰/۷۸
	کنترل	تمرین	۰/۹۸
عملکرد استقامتی (کیلوگرم بر متر)	کنترل	تمرین	*۰/۰۰۳
	تمرین	تمرین + روی - منیزیم	*۰/۰۰
	تمرین	تمرین + روی - منیزیم	*۰/۰۰

* سطح معنی‌داری ۰/۰۵ می‌باشد.

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد سه ماه تمرین استقامتی فزاینده همراه با مصرف مکمل روی - منیزیم، تأثیری در میزان سوماتومدین C (IGF-1) ندارد، اما موجب بهبود معنی‌دار ۲۶ و ۴۸ درصدی عملکرد استقامتی گروه مصرف مکمل روی - منیزیم همراه با تمرین نسبت به گروه تمرین بدون مکمل و گروه کنترل می‌شود. عدم تغییر سوماتومدین C در مطالعه حاضر با نتایج پژوهش همکاران (۲۱) و Wilborn و همکاران (۱۲) همسو بود. همچنین در پژوهش حاضر بهبود عملکرد استقامتی با یافته‌های همکاران (۲۱) و Brilla و همکاران (۳)، ناهمسو و با یافته‌های مطالعه شیخ‌الاسلام و همکاران (۲۱) و همکاران (۱۲) همسو بود. همچنین در پژوهش حاضر بهبود عملکرد استقامتی با یافته‌های شیخ‌الاسلام و همکاران (۲۱) و Brilla و همکاران (۳) همخوانی و با نتایج مطالعه طهماسبی و همکاران (۱۸) و Palmiter و همکاران همخوانی نداشت. Brilla و همکاران در تحقیقی اثر مکمل ZMA (روی - منیزیم - ویتامین B6) را بر مقدار سرمی هورمون‌های آنابولیکی و قدرت بازیکنان فوتبال بررسی کرده و علاوه بر بهبود کیفیت خواب، افزایش قدرت و توان، شاهد افزایش ۴ درصدی سوماتومدین C بودند؛ اما در گروه دارونما، کاهش ۲۲ درصدی سوماتومدین C را گزارش کردند (۳). در پژوهش شیخ‌الاسلام و همکاران، مکمل سازی ZMA (روی - منیزیم - ویتامین B6) توأم با تمرین مقاومتی، تأثیری بر ترشح سوماتومدین C نداشت، اما موجب افزایش عملکرد قدرتی شد (۲۱). Wilborn و همکاران نیز با بررسی اثر مکمل سازی ZMA همراه با ۸ هفته تمرین بر روی مردان تمرین کرده، عدم تغییر میزان سوماتومدین C، تستوسترون، هورمون رشد و عملکرد ورزشی را نشان دادند (۱۲). اما نکته بارز این پژوهش، بهبود چشمگیر عملکرد استقامتی گروه مصرف مکمل روی - منیزیم همراه با تمرین نسبت به سایر

گروه‌ها در حین عدم تغییر سوماتومدین C بوده است. براساس یافته‌های پژوهشگران، زمانی که دسترسی به انرژی در بدن در حد مطلوب باشد و میزان تمرینات نیز بیش از حد نباشد؛ در این حالت محورهای مختلف غدد درون‌ریز در ورزشکاران، عملکرد طبیعی داشته و میزان سوماتومدین C بالا و میزان کورتیزول، پایین خواهد بود (۸-۵)، اما با انجام فعالیت ورزشی خیلی سنگین، زنان ورزشکار در معرض کاهش سوماتومدین C (۸-۵)، افت عملکرد ورزشی (۳)، کاهش انرژی، اختلال قاعدگی و کاهش تراکم استخوان قرار دارند (۹، ۱۰). با توجه به این ادعاها این‌گونه به نظر می‌رسد که احتمالاً در پژوهش حاضر میزان تمرینات بیش از حد نبوده و این پروتکل موجب اختلال در محورهای غدد درون‌ریز نشده است و به همین دلیل حتی در گروه تمرین بدون مکمل نیز میزان سوماتومدین C در مقایسه با گروه کنترل تغییر معنی‌داری نکرده است، اما براساس نتایج مطالعه شیخ‌الاسلام و همکاران، در بیشتر پژوهش‌هایی که نتایج مثبتی از مکمل حاوی روی - منیزیم گرفته‌اند، این مکمل در دوز بیشتر و در مدت زمان طولانی‌تری مصرف شده است (۲۱). بنابراین، به نظر می‌رسد احتمالاً دوز مصرفی و مدت زمان مصرف مکمل روی - منیزیم در پژوهش حاضر به اندازه‌ای نبوده که موجب تغییر افزایش در میزان سوماتومدین C شود. در رابطه با بهبود ۳۰ درصدی عملکرد استقامتی گروه تمرین بدون مصرف مکمل در مقایسه با گروه کنترل نیز پروتکل تمرینی موجب بهبود عملکرد استقامتی شده است، اما در رابطه با افزایش چشمگیر عملکرد استقامتی گروه تمرینی مصرف‌کننده مکمل روی - منیزیم در مقایسه با گروه تمرینی بدون مصرف مکمل، این احتمال وجود دارد که مکمل حاوی روی - منیزیم با افزایش برخی فاکتورهای

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد سه ماه مصرف مکمل روی - منیزیم همراه تمرین استقامتی فزاینده، تأثیری در میزان سوماتومدین C ندارد، اما موجب بهبود عملکرد استقامتی رت‌های ماده می‌شود. بنابراین، با توجه به اینکه اکثر ورزشکاران حرفه‌ای برای به حداکثر رساندن عملکرد استقامتی در پی استفاده از مکمل‌ها هستند، شاید بتوان مکمل روی - منیزیم را با احتیاط در جهت بهبود عملکرد استقامتی ورزشکاران زن استقامتی توصیه کرد. البته با توجه به اینکه پژوهش حاضر بر روی رت انجام شده، تعمیم مستقیم آن به انسان صحیح نبوده و در این زمینه نیاز به تحقیقات بیشتری می‌باشد. لازم به ذکر است در پژوهش حاضر مکمل مورد استفاده، ترکیب روی با منیزیم بود؛ بنابراین نمی‌توان تأثیرات ناشی از مکمل را به یکی از آنها به تنهایی نسبت داد؛ از این رو به پژوهشگران بعدی توصیه می‌گردد در مطالعات خود گروه‌های دیگری تحت عنوان گروه مصرف‌کننده مکمل منیزیم و یا گروه مصرف‌کننده مکمل روی را در نظر بگیرند تا بدین وسیله میزان اثر هر یک از این مکمل‌ها تفکیک شود.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر حاصل استخراج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی خانم عهدیه پرویزی در دانشگاه ملی زنجان می‌باشد. مجریان طرح بر خود وظیفه می‌دانند از همه افرادی که در اجرای این تحقیق همکاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

آنابولیک مانند تستوسترون موجب افزایش توده عضلانی، قدرت و بهبود عملکرد شده است (۱۲،۱۱). همچنین این احتمال نیز وجود دارد که مکمل روی - منیزیم با افزایش کیفیت خواب و بهبود دوره بازیافت، تولید هورمون‌های آنابولیکی و رشد عضله را هنگام خواب افزایش داده (۳)، و از این طریق موجب بهبود عملکرد استقامتی شده است. از طرفی با توجه به یافته‌های پژوهشگران، کمبود روی - منیزیم در بدن منجر به ایجاد یک خستگی پنهان و کاهش عملکرد استقامتی می‌شود (۳،۱۷). بنابراین، با توجه به نقش عنصر روی (Zn) در فعالیت بیش از ۳۰۰ آنزیم (۱۲)، همچنین نقش کوفاکتوری منیزیم در بیش از ۳۰۰ آنزیم درگیر در متابولیسم (۱۲)، بهبود ۲۶ درصدی عملکرد استقامتی گروه مصرف مکمل روی - منیزیم همراه با تمرین، نسبت به گروه تمرین بدون مکمل، ناشی از مصرف مکمل روی - منیزیم بوده است.

از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به ناتوانی در سنجش تستوسترون، کیفیت خواب و تغییرات عضلانی رت‌ها اشاره کرد که پیشنهاد می‌گردد در سایر مطالعات مدنظر قرار گیرد. همچنین یکی از محدودیت‌های غیرقابل کنترل در این مطالعه این بود که در طول اجرای پروتکل تمرینی در هفته پنجم به مدت ۴ روز نوارگردان دچار نقص فنی شد و موش‌های صحرائی در گروه‌های تمرینی به مدت ۳ روز تمرین انجام ندادند.

نتیجه‌گیری

References:

1. Parkhouse WS, Coupland DC, Li C, Vanderhoek KJ. IGF-1 bioavailability is increased by resistance training in older women with low bone mineral density. *Mech Ageing Dev* 2000;113(2):75-83. [PubMed](#)
2. Kerem M, Ferahkose Z, Yilmaz UT, Pasaoglu H, Ofluoglu E, Bedirli A, et al. Adipokines and ghrelin in gastric cancer cachexia. *World J Gastroenterol* 2008;14(23):3633-41. [PubMed](#)
- Brilla LR, Conte V. Effects of a novel zinc-magnesium formulation on hormones and strength. *J Exerc Physiol Online* 2000;3(4):26-36. [Link](#)
3. De Souza MJ, Leidy HJ, O'donnell E, Lasley B, Williams NI. Fasting ghrelin levels in physically active women: Relationship with menstrual disturbances and metabolic hormones. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89(7):3536-42. [PubMed](#)

4. Russell M, Stark J, Nayak S, Miller KK, Herzog DB, Klibanski A, et al. Peptide YY in adolescent athletes with amenorrhea, eumenorrheic athletes and non-athletic controls. *Bone* 2009;45(1):104-9. [PubMed](#)
5. Christo K, Cord J, Mendes N, Miller K, Goldstein MA, Klibanski A, et al. Acylated ghrelin and leptin in adolescent athletes with amenorrhea, eumenorrheic athletes and controls: A cross-sectional study. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2008;69(4):628-33. [PubMed](#)
6. Chan JL, Mantzoros CS. Role of leptin in energy-deprivation states: normal human physiology and clinical implications for hypothalamic amenorrhoea and anorexia nervosa. *Lancet* 2005;366(9479):74-85. [PubMed](#)
7. De Souza MJ. Menstrual disturbances in athletes: A focus on luteal phase defects. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(9):1553-63. [PubMed](#)
8. Christo K, Prabhakaran R, Lamparello B, Cord J, Miller KK, Goldstein MA, et al. Bone metabolism in adolescent athletes with amenorrhea, athletes with eumenorrhea, and control subjects. *Pediatrics* 2008;121(6):1127-36. [PubMed](#)
9. Otis CL, Drinkwater B, Johnson M, Loucks A, Wilmore J. American college of sports medicine position stand. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(7):1334-59. [PubMed](#)
10. Antonio J, Stout JR. Supplements for strength-power athletes. Champaign, IL: Human Kinetics; 2002. [Link](#)
11. 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. *J Int Soc Sports Nutr* 2004;1(2):12-20. [PubMed](#)
12. Cordova A, Navas FJ. Effect of training on zinc metabolism: Changes in serum and sweat zinc concentrations in sportsmen. *Ann Nutr Metab* 1998;42(5):274-82. [PubMed](#)
13. Hawley JA, Dennis SC, Lindsay FH, Noakes TD. Nutritional practices of athletes: Are they sub-optimal. *J Sports Sci* 1995;13 Spec No:S75-81. [PubMed](#)
14. Brilla LR, Lombardi VP. Magnesium in sports physiology and performance. In: Kies CV, Driskell JA, editors. *Sports nutrition: Minerals and electrolytes. An American Chemical Society Monograph*. Boca Raton, Fla, USA: CRC Press; 1995. p. 139-77.
15. Lukaski HC. Micronutrients (magnesium, zinc, and copper): Are mineral supplements needed for athletes? *Int J Sport Nutr* 1995;5Suppl:S74-83.
16. Buchman AL, Keen C, Comisso J, Killip D, Ou CN, Rognerud CL, et al. The effect of a marathon run on plasma and urine mineral and metal concentrations. *J Am Coll Nutr* 1998;17(2):124-7. [PubMed](#)
17. Tahmasebi S, Farokhi A, Naghdi N, Bagherzadeh F, Kazemneghad A, Shahbazil M. The effect of zinc deficiency and zinc supplement in female rats' regime on learning, memory and motor function of their offspring in morris water maze. *J Dev Motor Learn (Harakat)* 2009;2(1):21-46. [Full Text in Persian] [Link](#)
18. Ravasi A, Kazemi F, Hanachi P, Jangi Oskuee S. The effects of dietary supplementation with zinc, magnesium and zinc plus magnesium on muscle strength in active women. *Iranian J Nutr Sci Food Technol* 2012;6(4):41-50. [Full Text in Persian] [Link](#)
19. Cole TB, Martyanova A, Palmiter RD. Removing zinc from synaptic vesicles does not impair spatial learning, memory, or sensorimotor functions in the mouse. *Brain Res* 2001;891(1-2):253-65. [PubMed](#)
20. Sheykh Aleslami Vatani D, Bordbar S. Effect of zma supplement alone and in combination with carbohydrates, with six weeks of resistance training on anabolic hormone levels and cellular damage indexes in untrained males. *Olympic* 2012;20(3):59-72. [Full Text in Persian] [Link](#)
21. Haghshenas R, Jafari M, Ravasi A, Kordi M, Gilani N, Shariatzadeh M, et al. The effect of eight weeks endurance training and high-fat diet on appetite-regulating hormones in rat plasma. *Iran J Basic Med Sci* 2014;17(4):237-43. [PubMed](#)

22. Fathi R, Ghanbari-Niaki A, Rahbarizadeh F, Hedayati M, Ghahramanloo E, Farshidi Z. The effect of exercise on plasma acylated ghrelin concentrations and gastrocnemius muscle mrna expression in male rats. *Int J Endocrinol Metab* 2010;10(5):519-26. [Full Text in Persian] Link
23. Ooyama K, Wu J, Nosaka N, Aoyama T, Kasai M. Combined intervention of medium-chain triacylglycerol diet and exercise reduces body fat mass enhances energy expenditure in rats. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 2008;54(2):136-41. PubMed
24. Ahmadizad S, Haghghi AH, Hamedinia MR. Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *Eur J Endocrinol* 2007;157(5):625-31. PubMed
25. Mirdar Harijani S, Nejabat M, Hajizadeh Moghadam A. Effect of one session endurance exhausting exercise on some coagulation markers of mature and immature wistar rats. *Iran South Med J* 2013;16(2):80-91. [Full Text in Persian] Link
26. Ferrareso RL, Buscariolli R, Macedo DV, Alessandro Soares L, Brenzikofer R, Damas D, et al. Interaction between overtraining and the interindividual variability may (not) trigger muscle oxidative stress and cardiomyocyte apoptosis in rats. *Oxid Med Cell Longev* 2012;2012:935483. Link
27. Brigeliusfloh R. Vitamin E and drug metabolism. *Biochem Biophys Res Commun* 2003;305(3):737-40. Link
28. Kishi S, Yamaguchi M. Inhibitory effect of zinc compounds on osteoclast-like cell formation in mouse marrow cultures. *Biochem Pharmacol* 1994;48(6):1225-30. PubMed
29. Talaei SA, Gholami M, Davari S, Ghaemi M, Salami M. The Effect of Zinc and melatonin supplements on spatial learning and memory in Streptozocin-induced diabetic rats. *J Zanjan Univ Med Sci Health Serv* 2012;20(83):90-101. [Full Text in Persian]
31. Heidarianpour A, Kocheekhani H. Evaluating the effects of regular exercise and Magnesium Sulfate on pain threshold in diabetic rats. *Knowledge Health* 2013,8(3):125-30. [Full Text in Persian] Link