پژوهش در تغذیه ورزشی
سال دوم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، صص ۲۰-۱۱

مقاله پژوهشی

https://researchinexercisenutrition.com

https://doi.org/10.22034/ren.2024.140141.1028

اثر تمرین استقامتی همراه با مصرف مکمل روی بر روی عملکرد استقامتی و تغییرات وزن موش‌های صحرایی نر سالم

سمانه هادی[۱]✉، آقاعلی قاسمنیان [۲]، زهره ضیغمی[۳]

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۰۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۸

چکیده

هدف: روی به عنوان یک عنصر کمیاب و ضروری در سوخت و ساز انرژی شناخته شده است. در حالی که اطلاعات دربارهٔ آن بر عملکرد ورزشی و تغییرات وزن بسیار محدود است. بنابراین، در پژوهش حاضر تاثیر تمرین استقامتی به همراه مکمل روی بر عملکرد استقامتی و وزن موش‌های صحرایی نر ویستار بررسی شد.

روش شناسی: ۲۸ سر موش نر بالغ نژاد ویستار (۸ هفته‌ای) پس از وزن کشی به صورت تصادفی به ۴ گروه کنترل (۶سر)، روی (۶سر)، تمرین استقامتی (۸سر) و تمرین استقامتی+مکمل (۸سر) تقسیم شدند. تمرین استقامتی فزاینده با استفاده از نوارگردان مخصوص جوندگان انجام گرفت. مکمل روی به میزان ۲۲۷ میلی‌گرم روی سولفات در یک لیتر آب حل شده و به صورت مستمر در دسترس حیوانات قرار گرفت. حداکثر ظرفیت استقامتی در انتهای هفته هفتم و با استفاده از آزمون وامانده‌ساز اندازه‌گیری شد و دو روز پس از اتمام جلسات تمرینی نمونه‌ها وزن کشی شدند. داده‌ها با استفاده از آزمون ANOVA و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری $P\leq0.05$ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که عملکرد استقامتی در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل (P=۰/۰۰۱) به طور معنی‌داری افزایش نشان داد. همچنین، عملکرد استقامتی در گروه تمرین استقامتی+مکمل نسبت به گروه تمرین استقامتی به طور معنی‌داری افزایش نشان داد (P=۰/۰۳۶). در صورتی که، در میزان تغییرات وزن در بین گروه‌های پژوهش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P=۰/۶۱۹).

نتیجه گیری: به طور کلی، به نظر می‌رسد که جهت بهبود عملکرد ورزشی و بهبود تعادل انرژی ناشی از شدت تمرینات ورزشی می‌توان از مکمل روی در کنار تمرینات استقامتی استفاده نمود.

واژگان کلیدی: روی، تمرین استقامتی، عملکرد استقامتی، تغییرات وزن.

۱- دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

✉ **نویسنده مسئول:**

s.hadi@uma.ac.ir

۲- دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۳- کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

ISSN:۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

ارجاع دهی:

Hadi S, Ghasemnian AA, Zeighami Z. The effect of endurance training with zinc supplementation on endurance performance and weight changes of male rats**. Research in Exercise Nutrition** 2023;2(3):40-21, Doi: https://doi.org/10.22034/ren.2024.140141.1028 .

Original Article

REN

https://doi.org/10.22034/ren.2024.140141.1028 Research in Exercise Nutrition 2023; 2(3): 11-20

The Effect Of Endurance Training With Zinc Supplementation On Endurance Performance And Weight Changes Of Healthy Male Rats

Samaneh Hadi [1]✉, Agha Ali Ghasemanian [2], Zohreh Zaighami [3]

Received: 2024/03/02 **Accepted: 2024/03/10**

Abstract

Aims: Zinc is a crucial and rare element in energy metabolism, but there is limited information regarding its impact on sports performance and weight changes. Consequently, this study aimed to investigate the effects of endurance training with zinc supplementation on endurance performance and weight in male Wistar rats.

Methods: A total of 28 adult male Wistar rats (8 weeks old) were randomly divided into four groups: control (6 rats), zinc supplementation (6 rats), endurance training (8 rats), and endurance training with supplementation (8 rats). Endurance training involved the use of a treadmill designed for rodents. Zinc supplementation was provided by dissolving 227 mg of zinc sulfate in one liter of water, which was continuously available to the animals. Maximum endurance capacity was measured at the end of the seventh week using a residual test, and the samples were weighed two days after the training sessions. The data were analyzed using ANOVA and Tukey's post hoc test, with a significance level of P≤0.05.

Results: The results indicated a significant increase in endurance performance in the endurance training group compared to the control group (P=0.001). Additionally, there was significant increase in endurance performance in the endurance training+supplement group compared to the endurance training group (P=0.036). Furthermore, no significant difference in weight changes was observed among the research groups (P=0.619).

Conclusion: Overall, combining zinc supplementation with endurance training shows promise for enhancing sports performance and improving energy balance.

Key words: zinc, endurance training, endurance performance, weight changes.

[1]. Ph.D student of sports physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohagheg Ardabili University, Ardabil, Iran.

✉ Corresponding author: saedmocheshi@uok.ac.ir

[2]. Associate Professor, Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities, Zanjan University, Zanjan, Iran.

[3]. MSc in Sports Physiology, Department of Sports Science, Faculty of Humanities, Zanjan University, Zanjan, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

Citation:

Hadi S, Ghasemnian AA, Zeighami Z. The effect of endurance training with zinc supplementation on endurance performance and weight changes of male rats**. Research in Exercise Nutrition** 2023;2(3):40-21**,** Doi**:** https://doi.org/10.22034/ren.2024.140141.1028 .

مقدمه

موفقیت در عملکرد ورزشی با عوامل متعددی در ارتباط است که تمرین یک بخش اصلی آن محسوب می‌شود. هرچند تمرین با اهداف مختلف جسمانی، تکنیکی و تاکتیکی انجام می‌گیرد، ولی در رشته¬های استقامتی نقش عوامل جسمانی و فیزیولوژیکی بسیار برجسته است. بر همین اساس برخی از مربیان رشته‌های استقامتی بر این باورند که افراد با بیشینه اکسیژن مصرفی بالاتر قادر به عملکرد بهتری می‌باشند (۱). به هر حال پژوهش‌های جدیدتر نشان می‌دهند که عملکرد استقامتی ورزشکاران، با توجه به نوع تمرین علاوه بر توان هوازی بیشینه از عواملی چون کارایی حرکتی، سازگاری‌هایی عصبی–عضلانی، توان بی‌هوازی، سازگاری‌های سیستم اندوکراین، آستانه لاکتات و توانایی به تاخیر انداختن آن تاثیر می‌پذیرد. بنابراین می‌توان بخش عمده‌ای از تفاوت‌های فیزیولوژیکی در عملکرد استقامتی را به روش‌های تمرینی اختصاص داد (۱). تمرینات تناوبی هوازی یکی از متداول-ترین روش‌های تمرینی است که از طریق ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیکی از قبیل کاهش غلظت لاکتات خون، تهویه ریوی، اکسیژن مصرفی و تعداد ضربان قلب، در یک شدت معین از فعالیت، سبب بهبود عملکرد استقامتی می‌شود. به هر حال به نظر می‌رسد در این تمرینات حداقل شدتی وجود دارد که تمرین با شدت کمتر از آن با هر حجم تمرینی، اثر چندانی بر عملکرد استقامتی به ویژه در افراد تمرین کرده به دنبال نخواهد داشت (۲). یافته‌ها نشانگر آن است که در تعیین شدت و حجم تمرینات می-توان از عامل بیشینه اکسیژن مصرفی بهره گرفت و تمرینات با شدت کمتر از ۶۰ درصد بیشینه اکسیژن مصرفی تاثیری بر عملکرد ورزشی ورزشکاران نخبه نخواهد داشت (۳, ۴). شاید عدم تاثیرپذیری عملکرد استقامتی ورزشکاران نخبه از تمرینات تداومی به کم‌شدت بودن آنها مرتبط باشد. بنابراین؛ اگرچه انتظار بر آن است که تمرینات تداومی بر عملکرد استقامتی به ویژه در مراحل اولیه تمرین موثر باشند، اما نتایج پژوهش‌ها نشانگر آن است که عملکرد استقامتی افرادی با بیشینه اکسیژن مصرفی بالاتر از ۶۰ (میلی‌لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه)، با تمرینات تداومی بهبود معنی‌داری در عملکرد خود نداشته‌اند (۲). بر اساس نظر لوندر، تمرینات تداومی ممکن است باعث افزایش بیشینه اکسیژن مصرفی، دانسیته مویرگی، فعالیت آنزیم‌های اکسایشی و حجم پلاسما در افراد تمرین نکرده شود؛ ولی قادر به بهبود عملکرد نمی‌باشد (۲).

علاوه بر این، مواردی نظیر تعادل انرژی بیرونی و درونی، تنظیم وزن، رفتار دریافت غذا و هزینه‌کرد انرژی همواره مهم و قابل توجه می‌باشند و معادلهٔ انرژی را می‌توان پایهٔ این مباحث دانست که براساس آن همواره باید بین دریافت غذا و هزینه‌کرد انرژی تعادلی وجود داشته باشد، چون در غیر این‌صورت توازن انرژی در بدن به هم خواهد خورد. تعادل انرژی سلولی می‌تواند از عوامل مختلفی مانند تمرین و فعالیت بدنی متاثر شود. تمرین با ایجاد تغییرات متابولیک از طریق برهم زدن شارژ انرژی سلولی تقاضای سوخت سلول را در جهت تامین انرژی مورد نظر برای ادامهٔ حیات سلول مورد نظر افزایش می‌دهد. بافت‌های مختلف بدن هر یک به شکلی در این فرآیند دخالت دارند، اما با توجه به این که عضلهٔ اسکلتی از نظر سوخت و ساز بافتی بسیار فعال است از این منظر منحصر به فرد است (۵). بنابراین فعالیت بدنی با درگیر کردن عضلات بر بافت‌های مختلف بدن، از جمله آدیپوسیت موثر خواهد بود. پژوهش‌ها بر بیولوژی آدیپوسیت‌ها مشخص کرده است که بافت چربی علاوه بر ذخیره‌سازی و آزادسازی تری‌گلیسریدها، پروتئین‌هایی را ترشح می‌کنند که هموستاز متابولیکی کل بدن را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۶, ۷). در واقع این نوسانات هورمونی را می‌توان واکنش بدن در برابر فشارهای تمرینی قلمداد کرد، تا حالت هموستاز بدن برقرار شود. عدم تعادل در سطح هورمون‌ها درگیر در اشتها می‌تواند باعث تغییرات وزنی شود (۸).

در این میان، یکی از راهبردهای مورد استفاده توسط ورزشکاران و مربیان جهت بهبود عملکرد و تعادل انرژی استفاده از مکمل‌های غذایی است (۹). روی به عنوان یک عنصر کمیاب ضروری در سوخت و ساز انرژی و مکمل ضداکسایشی شناخته شده است، در حالی که اطلاعات دربارهٔ آثار آن بر عملکرد ورزشی بسیار محدود است (۱۰, ۱۱). با این وجود مطالعات بر روی نقش عنصر روی در اجرای ورزشی، نشان می‌دهند که تمرینات شدید موجب کاهش زیاد غلظت این عنصر در بدن می‌شود. این کاهش غلظت به کاهش قدرت و استقامت عضلانی منجر می‌شود (۱۲). بررسی‌های انجام گرفته نشان داده است که عنصر روی موجب افزایش قدرت و استقامت عضلانی (۱۳) و گلوب و همکاران نیز کمبود آن را موجب کاهش عملکرد حرکتی گزارش کرده‌اند (۱۴). این تأثیرات ممکن است به علت عملکرد قابل توجه عنصر روی در میلین-سازی و تکامل اعصاب حرکتی و نیز نقش کوفاکتوری آن در آنزیم‌های چرخه تولید انرژی باشد (۱۵–۱۹). در مطالعات دیگری دو پژوهشگر، در دو گروه از موش‌های ۳۳ روزه و ۴/۵ ماهه که دچار کمبود شدید عنصر روی شده بودند، هیچ تفاوت معنی‌داری را در فعالیت حرکتی آنها مشاهده نکردند (۲۰). اهمیت عنصر روی در اجرای مطلوب ورزشی در پژوهش‌های متعددی بررسی شده است (۲۱, ۲۲). هدف از انجام این پژوهش‌ها، بررسی تأثیر آنزیم-های وابسته به این عنصر بر روی رشد عضلات اسکلتی و متعاقب آن اجرای خوب ورزشی و تأخیر در خستگی بوده است و به نظر

می‌رسد کمبود این عنصر در بدن موجب اختلال در عملکرد آنزیم-های مختلف تولید کننده انرژی در بدن می‌شود و عملکرد حرکتی را نامطلوب می‌کند. از سوی دیگر، کمبود این عنصر در بدن موجب اختلال اجرای عصبی – حرکتی و شناختی شده و در نهایت باعث کاهش عملکرد حرکتی می‌شود (۲۳). در مطالعه‌ای مستقیم بر عملکرد عضلانی با دستکاری میزان روی در فاصله زمانی کوتاه‌تر از یک هفته مشخص شد که میزان روی بطور مثبت، کل ظرفیت کار عضله اسکلتی در انسان‌ها را تغییر می‌دهد (۲۴). به طور کلی، با توجه به موارد یاد شده، پژوهش حاضر در صدد پاسخگویی به این پرسش است که آیا مصرف مکمل روی در کنار تمرینات استقامتی فزاینده می‌تواند بر عملکرد استقامتی و تغییرات وزن تاثیر داشته باشد؟

روش‌شناسی

پژوهش به روش تجربی انجام گرفت. طرح پژوهش حاضر با تایید در کمیتهٔ اخلاق در پژوهشگاه علوم ورزشی و طبق منشور و موازین اخلاق در پژوهش وزارت علوم تحقیقات و فناوری بررسی و با کد IR.SSRI.REC.1397.168 مورد تایید قرار گرفته است.

همچنین، با رعایت کلیهٔ اصول نگهداری و استفاده از حیوانات آزمایشگاهی NIH انجام شد.

۲۸ سر موش نر بالغ (۸هفته) نژاد ویستار از انسیستو پاستور خریداری شد. پس از وزن‌کشی به صورت تصادفی به ۴ گروه تقسیم شد: گروه کنترل (۶)، گروه مکمل (۶) ، گروه تمرین (۸) ، گروه تمرین +مکمل (۸)(جدول ۱). موش‌ها در قفس‌های پلی‌کربنات بصورت مجزا (هر قفس ۴ سر)، در دمای ۲۳±۲ درجه سانتی‌گراد و چرخه ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و رطوبت ۵۵–۴۵ درصد نگهداری شدند. تمرینات هوازی فزاینده با استفاده از نوارگردان مخصوص جوندگان انجام گرفت (جدول ۲). تمام جلسات تمرینی در ساعات مشابهی از روز (عصر:۱۸.۳۰–۱۵) انجام شد. در این پژوهش زمانیکه موش‌ها به سطح واماندگی رسیدند از شوک دستگاه نوارگردان استفاده می‌شد، ولی به منظور جلوگیری از آثار احتمالی که استفاده از شوک در نتایج پژوهش، پژوهشگر سعی داشت تا از شرطی سازی همانند استفاده از صدا در هنگام نشستن و استراحت آزمودنی، استفاده نماید.

جدول ۱. میانگین وزنی نمونه‌های پژوهش.

گروه‌ها	تعداد	وزن
کنترل	۶	۲۰۳.۱۲۵±۸.۱۸
روی	۶	۲۱۵.۳۷±۱۶.۱۴
تمرین	۸	۲۱۱.۲۵±۷.۸۹
تمرین+روی	۸	۲۲۴.۱۴±۱۵.۷۳

جدول ۲. برنامهٔ تمرین استقامتی شدید.

هفته	جلسه های تمرین	سرعت (متر بر دقیقه)	مدت تمرین (دقیقه)
اول	۱	۱۲	۱۵
	۲	۱۳	۲۰
	۳	۱۴	۲۵
	۴	۱۵	۳۰
	۵	۱۶	۳۵
دوم	۶	۱۶	۴۰
	۷	۱۶	۴۵
	۸	۱۶	۵۰
	۹	۱۶	۵۵
	۱۰	۱۶	۶۰
سوم	۱۱-۱۵	۱۹	۶۰
چهارم	۱۶-۲۰	۲۲	۶۰
پنجم	۲۱-۲۵	۲۵	۶۰
ششم	۲۶-۳۰	۲۸	۶۰
هفتم	۳۱-۳۵	۳۱	۶۰
هشتم	۳۶-۴۰	۳۴	۶۰

حداکثر ظرفیت عملکرد استقامتی در انتهای هفته هفتم و با استفاده از آزمون واماندهساز اندازهگیری شد. زمان رسیدن به واماندگی از تماس ۵ بار در یک دقیقه با شوک مشخص شد. هرگاه رتها در مدت ۱ دقیقه ۵ بار به دستگاه شوک در انتهای نوارگردان برخورد نمایند و یا بازتاب برگشت و ایستادن قائم بر روی پا را نشان دهند وامانده تلقی میشد (۲۵). پروتکل آزمون شامل گرم کردن تدریجی با شدت ۱۲ متر بر دقیقه به مدت ۵ دقیقه بود. در مرحله دوم و اجرای آزمون عملکرد استقامتی، هر دقیقه ۲ به میزان ۱ متر بر دقیقه سرعت نوارگردان افزایش پیدا میکرد تا به ۲۰ متر بر 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 زمان سنج اندازهگیری و ثبت گردید. ۴۸ ساعت قبل از آزمون، برنامه تمرین اصلی متوقف و به رتها استراحت داده شد. سپس عملکرد گروهها طبق فرمول محاسبه خواهد گردید (۲۶).

(فرمول) $\Sigma pri = \Sigma mViTi = \Sigma mDi = mDi$

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

در این پژوهش از روش مصرف خوراکی برای ارائهی مکمل به آزمودنی ها استفاده شد. به این منظور مکمل روی به صورت محلول در آب و به میزان ۲۲۷ میلیگرم در هر ۱۰۰ میلی لیتر آب مصرفی موش ها که به صورت آزادانه در دسترس نمونه-های گروه تمرین + مکمل و گروه مکمل قرار گرفت (۱). البته در این پژوهش تمام آزمودنی ها دسترسی آزاد به غذا و آب داشتند .

پس از جمعآوری دادهها، اطلاعات توسط نرمافزار SPSS، نسخه ۲۳، تجزیهوتحلیل و از آزمون آماری شاپیروویلک برای اطمینان از طبیعی بودن دادها استفاده شد و در صورت طبیعی بودن برای تجزیهوتحلیل آماری دادهها از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه استفاده شد، در صورت معنیداری از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. مقدار خطا نیز در سطح معنیداری $P\leq ۰/۰۵$ محاسبه شد.

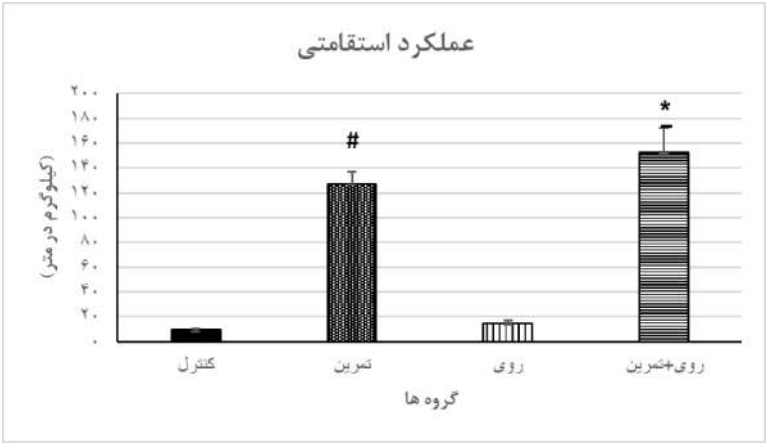
یافتهها

در جدول شمارهٔ ۳ میانگین و انحراف استاندارد عملکرد استقامتی و تغییرات در هر ۴ گروه نشان داده شده است. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که عملکرد استقامتی گروه تمرین+مکمل نسبت به گروه تمرین به طور معنیداری بالاتر بود ($P<۰/۰۳۶$)(شکل ۱). در صورتی که، نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که تفاوت معنیداری در میانگین تغییرات وزن در بین گروهها وجود ندارد ($P>۰/۶۱۹$)(شکل ۲).

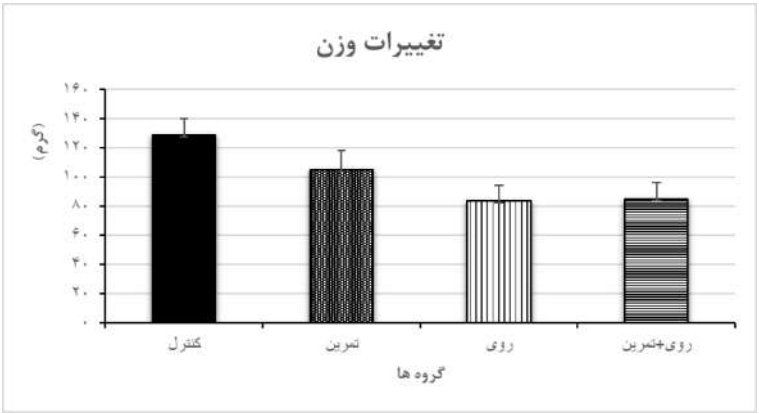
تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها در رابطه با تغییرات وزن وجود نداشت.

جدول ۳. میانگین±انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش و نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه

متغیر	گروه	میانگین±انحراف استاندارد	آماره	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
عملکرد استقامتی (کیلوگرم در متر)	کنترل	۹.۱۴±۱.۳۶	۹.۱۳۷	۳	۰.۰۰۱
	روی	۱۴.۴۲±۲.۱۱			
	تمرین	۱۲۷.۰۸±۱۰.۱۹			
	تمرین+روی	۱۵۲.۴۵±۱۹.۶۸			
تغییرات وزن (گرم)	کنترل	۱۲۸.۷۴±۱۱.۴۲	۰.۶۰۳	۳	۰.۶۱۹
	روی	۸۳.۵۰±۱۰.۸۲			
	تمرین	۱۰۵.۱۲±۱۳.۰۳			
	تمرین+روی	۸۵.۰۰±۱۱.۵۴			



شکل ۱: تغییرات عملکرد استقامتی، *: تفاوت معنی‌دار نسبت به سایر گروه‌ها، #: تفاوت معنی‌دار نسبت به سایر گروه‌ها.



شکل ۲: تغییرات وزن.

بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج هشت هفته تمرین استقامتی فزاینده به همراه مصرف مکمل روی بر روی عملکرد استقامتی و تغییرات وزن در موش‌های صحرایی نر ویستار نشان داد که مصرف مکمل روی به همراه فعالیت بدنی باعث بهبود عملکرد استقامتی و افزایش وزن نمونه‌ها شده است. در همین راستا، قاسمنیان و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل روی منیزیم به مدت سه ماه در کنار تمرینات هوازی سبب بهبود عملکرد موش-های صحرایی نر شده است (۲۱). همچنین، چینار و همکاران (۲۰۱۷)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل روی در کنار شش هفته تمرینات قدرتی سبب بهبود عملکرد می‌شود (۲۲). علاوه بر این، گزارش شده است که مصرف روی و آهن سبب بهبود عملکرد فیزیکی می‌گردد (۲۸). همچنین، سعیدی و همکاران (۲۰۱۶)، در پژوهش خود نشان دادند که شش هفته تمرین تناوبی هوازی همراه با مصرف مکمل روی به میزان ۳۰ میلی‌گرم در روز سبب بهبود معنی‌دار توان هوازی زنان فوتسالیست شده است (۲۹). همچنین، یافته‌های پژوهش حاضر ناهمسو با یافته‌های پژوهش طهماسبی و همکاران (۲۰۰۹) (۳۰) و پالمیتر و همکاران (۲۰۰۴) (۳۱) بود. همچنین، لی و همکاران (۲۰۱۷)، در پژوهش خود نشان دادند مصرف مکمل ترکیبی حاوی روی، منیزیم و آهن به مدت ۱۲ هفته تاثیر معنی‌داری بر روی اکسیژن مصرفی بیشینه آزمودنی‌های ورزشکار نداشته است (۳۲). علاوه بر این، اسکیسی (۲۰۲۱)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف حاد مکمل روی به میزان ۲۲۰ و ۴۴۰ میلی‌گرم در روز تاثیر معنی‌داری بر روی عملکرد هوازی زنان والیبالیست ایجاد نکرد (۳۳). به طور کلی، بر اساس یافته‌های پژوهشگران زمانی که دسترسی به انرژی در بدن افزایش می‌یابد و میزان تمرینات بیش از حد است، در این حالت محورهای مختلف غدد درون‌ریز در ورزشکاران عملکرد غیرطبیعی دارند (۳۴–۳۷). با توجه به این ادعا این گونه به نظر می‌رسد که احتمالا در پژوهش حاضر میزان تمرینات بیش از حد بوده و این برنامهٔ تمرینی موجب اختلال در محورهای غدد درون ریز و هورمون‌های آنابولیک موثر بر عملکرد شده است و بدن به نوعی با کمبود روی مواجه بوده است که با دریافت آن آثار بهبود عملکرد دیده می‌شود.

در ارتباط با تغییرات وزن در این پژوهش می‌توان اظهار داشت که هشت هفته تمرین هوازی فزاینده همراه با مصرف مکمل روی بر تغییرات وزن موش‌های صحرایی نر ویستار تأثیر نداشت، اما تغییرات افزایشی وزن در گروه روی نسبت به گروه کنترل ۳۵ درصد کمتر بوده است. به عبارت دیگر افزایش وزن در گروه مصرف کننده روی کمتر بوده است و مکمل روی در جهت کنترل وزن عمل کرده است. همچنین تغییرات افزایشی وزن در گروه تمرین+روی نسبت به گروه تمرین ۱۹ درصد کمتر بوده است. یعنی این که افزایش وزن در گروه تمرینی مصرف کننده مکمل روی کمتر بوده است و مکمل روی در جهت کنترل وزن عمل کرده است.

یافته‌های این پژوهش همسو با یافته‌های سیلوا و همکاران (۲۰۰۶) و فیشر و همکاران (۲۰۰۷) است (۳۸, ۳۹). آنها عنوان کرده‌اند مکمل روی هیچ تأثیری بر رشد جسمانی و وزن ندارد. همچنین، یافته‌های پژوهش حاضر نیز با نتایج به دست آمده از پژوهش کاستیلو و همکاران (۲۰۰۱)، که عنوان کرده‌اند روی تأثیر معنی‌داری بر وزن و قد کودکان ندارد، همسو است (۴۰). جلیل القدر و همکاران (۲۰۰۸)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل روی سبب بهبود وضعیت وزنی دختران دبستانی شده است (۴۱). همچنین، مظفری خسروی و همکاران (۲۰۰۸)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل روی سبب افزایش وزن کودکان ۲ تا ۵ ساله شده است (۴۲). با توجه به ماهیت متفاوت دو مطالعه مذکور مقایسه نتایج آنها با پژوهش حاضر خیلی منطقی به نظر نمی‌رسد. اما جالب این که عنوان شده است عنصر روی با تاثیر بر سیستم‌های آنزیمی بر تقسیم و تکثیر سلولی موثر بوده و حذف و کاهش آن موجب کاهش فعالیت داکسیتیمدین-کیناز و کاهش سطوح آدنوزین–۵–تترافسفات–۵–آدنوزین می-شود (۴۳). همچنین عنوان شده است عنصر روی بر هورمون رشد تاثیر¬گذار است، به گونه‌ای که کاهش عنصر روی بر غشای سلولی و پیام‌رسان ثانویهٔ سلولی که مسئول تکثیر سلولی‌اند، تاثیر می‌گذارد و ممکن است به کاهش ویژگی‌های آنتروپومتریکی از جمله وزن منجر شود (۴۳). اما در پژوهش حاضر با وجود مصرف مکمل روی سرعت افزایش وزن کاهش یافته است و به عبارتی مکمل روی به‌طور غیر معنی‌داری در جهت کنترل وزن عمل کرده است. یومیتا و همکاران در پژوهشی مشاهده کردند که تجویز روزانه ۱۰ میلی‌گرم مکمل روی به کودکان ۲ تا ۱۲ ماهه سبب افزایش معنی‌دار وزن آن‌ها نسبت به گروه دارونما شده است (۴۴). اما در مطالعه بیندلی و همکاران ارائه مکمل روی به کودکان باعث کاهش زمان دستیابی به شاخص‌های تکامل نسبت به گروه شاهد شد (۴۵) که علت را کاهش مصرف غذا در نتیجه‌ی مصرف مکمل روی و در نتیجه کاهش سرعت رشد و وزن عنوان کردند (۴۶). این توجیه با ادعای مطرح شده از سوی برخی پژوهشگران مبنی بر تاثیر روی بر اشتها و وزن بدن همخوانی ندارد. برای مثال برخی از پژوهشگران بیان کرده‌اند مکمل عنصر روی موجب بهبود رشد خطی و وزن می‌شود، اما از طرف دیگر در رد این ادعاها و در توجیه عدم تأثیر مکمل عنصر روی بر افزایش وزن، ویلدمن و

همکاران عنوان کرده است، مصرف زیاد عنصر روی به صورت مکمل عنصر روی موجب سمیت می‌شود و مسمومیت ناشی از عنصر روی ممکن است سبب تب، خستگی، تهوع، کم‌خونی و ضعف سیستم ایمنی شود (۴۷). از طرف دیگر پس از فعالیت ورزشی اشتهای لازم برای خوردن غذای کافی و جبران انرژی از دست رفته وجود ندارد و این حالت در طولانی‌مدت منجر به ایجاد تعادل منفی انرژی و کاهش وزن بدن خواهد شد (۴۸).

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر حاصل پایان نامهٔ کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه زنجان است که با هزینهٔ شخصی دانشجو و حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه انجام شده است.

تعارض منافع: تضاد منافعی بین نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

[1] Rajabi H, Keyhanian A. Comparison of resistance trainings with active and passive rest on changes level of lactate blood activity of soccer players. Sport Physiology. 2014;6(23):15-28.

[2] Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training. Sports Medicine. 2002;32(1):53-73.

[3] Dupont G, Blondel N, Berthoin S. Time spent at V O2max: A methodological issue. International journal of sports medicine. 2003;24(04):291-7.

[4] Edwards A, Clark N, Macfadyen A. Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. Journal of Sports Science and Medicine. 2003;2:23-9.

[5] Wynne K, Stanley S, McGowan B, Bloom S. Appetite control. Journal of Endocrinology..2005;184(2):291-318.

[6] Frayn K, Karpe F, Fielding B, Macdonald I, Coppack S. Integrative physiology of human adipose tissue. International journal of obesity. 2003;27(8):875-88.

[7] Kazemi A, Ghanbarzadeh M, Navidi Z, Soltani M. The effect of 8 weeks of intermittent exercise with consumption of black seed on serum levels of vaspin and lipid profile of obese women. Research in Exercise Nutrition. 2022;1(2):11-9.

[8] Azizi M, Rahmani- Nia F, Mohebi H, Azarbyejani MA. The Effect of Exercise on Cortisol Responses and Energy Expenditure in Obese and Lean Men. Journal of Sport Biosciences. 2009;1(1):57-73.

[9] Kazemi A. The effect of creatine and sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance, fatigue index and futsal specific performance test in elite futsal players in pre-season training. Research in Exercise Nutrition..2022;1(2):43-52.

[10] Kilic M. Effect of fatiguing bicycle exercise on thyroid hormone and testosterone levels in sedentary males supplemented with oral zinc. Neuro endocrinology letters. 2007;28(5):681-5.

[11] Kilic M, Baltaci AK, Gunay M, Gökbel H, Okudan N, Cicioglu I. The effect of exhaustion exercise on thyroid hormones and testosterone levels of elite athletes receiving oral zinc. Neuro endocrinology letters. 2005;27(1-2):247-52.

[12] Ovesen J, Møller-Madsen B, Thomsen JS, Danscher G, Mosekilde L. The positive effects of zinc on skeletal strength in growing rats. Bone. 2001;29(6):565-70.

[13] Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. J Int Soc Sports Nutr. 2018;15(1):38.

[14] Golub MS, Takeuchi PT, Keen CL, Hendrickx AG, Gershwin ME. Activity and attention in zinc-deprived adolescent monkeys. The American journal of clinical nutrition. 1996;64(6):908-15.

[15] Ackland ML, Michalczyk A. Zinc deficiency and its inherited disorders-a review. Genes & nutrition. 2006;1(1):41-9.

[16] Frederickson CJ, Suh SW, Silva D, Frederickson CJ, Thompson RB. Importance of zinc in the central nervous system: the zinc-containing neuron. The Journal of nutrition. 2000;1-130(5):1471S-83S.

[17] Müller O, Garenne M, Reitmaier P, van Zweeden AB, Kouyate B, Becher H. Effect of zinc supplementation on growth in West African children: a randomized double-blind placebo-controlled trial in rural Burkina Faso. International journal of epidemiology. 2003;32(6):1098-102.

[18] Ploysangam A, Falciglia GA, Brehm BJ. Effect of marginal zinc deficiency on human growth and development. Journal of tropical pediatrics. 1997;43(4):192-8.

[19] Frederickson C, Danscher G. Zinc-containing neurons in hippocampus and related CNS structures. Progress in brain research. 1990;83:71-84.

aspects of leptin, ghrelin, adiponectin, and resistin. . Clinical Chemistry. 2004;50(9):1511-25.
[30] Lee N. A review of magnesium, iron, and zinc supplementation effects on athletic performance. The Korean Journal of Physical Education.2017;56(1):797-806.
[31] Eskıcı G. Effect of different dosages of zinc supplementation on nutritional status, aerobic and anaerobic performance in elite female volleyball players. South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation. 2021;43(1):43--56.
[32] 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.
[33] Christo K, Cord J, Mendes N, Miller KK, Goldstein MA, Klibanski A, et al. Acylated ghrelin and leptin in adolescent athletes with amenorrhea, eumenorrheic athletes and controls: a crossâ€ےsectional study. Clinical endocrinology. 2008;69(4):628-33.
[34] Chan JL, Mantzoros CS. Role of leptin in energy-deprivation states: normal human physiology and clinical implications for hypothalamic amenorrhoea and anorexia nervosa. The Lancet. 2005;366(9479):74-85.
[35] De Souza MJ. Menstrual disturbances in athletes: a focus on luteal phase defects. Medicine and science in sports and exercise. 2003;35(9):1553-63.
[36] Fischer Walker C, Baqui A, Ahmed S, Zaman K, El Arifeen S, Begum N, et al. Low-dose weekly supplementation of iron and/or zinc does not affect growth among Bangladeshi infants. European journal of clinical nutrition. 2009;63(1):87-92.
[37] Silva AP, Vitolo MR, Zara LF, Castro CFS. Effects of zinc supplementation on 1-to 5-year old children. Jornal de pediatria. 2006;82:227-31.
[38] Castillo-Durán C, Perales CG, Hertrampf ED, Marín VB, Rivera FA, Icaza G. Effect of zinc supplementation on development and growth of Chilean infants. The Journal of pediatrics. 2001;138(2):229-35.
[39] Jalilolghadr S, Kashanipoor N, Javadi M. The effect of zinc supplementation on linear growth in short stature school-aged children in Qazvin. Journal of Inflammatory Diseases. 2008;12(2):13-9.
[40] Mozafari Khosravi H, Shakiba M, Eftekhari M, Vahidi A. Effects of zinc supplementation on the physical growth of 2-5 years old children. Iranian Journal of
[20] Devito L, Nassar L. The effects of severe zinc deficiency on the spatial working memory of young and adult female rats. Col Univ J Sci. 2000;32:155-62.
[21] 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. 2018.
[22] Çınar V, Talaghir L, Akbulut T, Turgut M, Sarıkaya M. The effects of the zinc supplementation and weight trainings on the testosterone levels. Человек Спорт Медицина. 2017;17(4):58-63.
[23] Krause L, Schindler A, Linkup D, Cooper D, Flinn J, Jonesi B. The effect of enhanced levels of zinc on spatial memory and brain function in rats. Mason gmu edu/~ jflinn/JANE pdf. 2002.
[24] Van Loan MD, Sutherland B, Lowe NM, Turnlund JR, King JC. The effects of zinc depletion on peak force and total work of knee and shoulder extensor and flexor muscles. International journal of sport nutrition. 1999;9(2):125-35.
[25] MirdarHarijani S, Nejabat M, Hajizadeh Moghadam A. Effect of one session endurance exhausting exercise on some coagulation markers of mature and immature wistar rats. ISMJ. 2013;16(2):80-91.
[26] Ferraresso RLP, Buscariolli de Oliveira R, Macedo DV, Alessandro Soares Nunes Lz, Brenzikofer R, Damas D, et al. Interaction between overtraining and the interindividual variability may (not) trigger muscle oxidative stress and cardiomyocyte apoptosis in rats. Oxidative medicine and cellular longevity.2012.
[27] Qasemnia A, Zighami Z, Hadi S. The Effect of Eight Weeks of Increased Aerobic Exercise with Zinc Supplementation on Muscle Superoxide Dismutase Activity and Serum Leptin Levels and Weight Changes in Adult Wistar Rats. Armaghane Danesh. 2019;24(6):1054-72
[28] 30. Tahmasebi S, Farokhi A, NaghdiI N, Bagherzadeh F, Kazemneghad A, ShahbaziI 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. Journal of development and motor learning. 2009;2(1):21-46.
[29] Meier UaAMG. Endocrine regulation of energy metabolism: review of pathobiochemical and clinical chemical

Endocrinology and Metabolism..2008;10(4):363-71.
[41] MacDonald RS. The role of zinc in growth and cell proliferation. The Journal of nutrition. 2000;130(5):1500S-8S.
[42] Ninh NX, Thissen J-P, Collette L, Gerard G, Khoi HH, Ketelslegers J-M. Zinc supplementation increases growth and circulating insulin-like growth factor I (IGF-I) in growth-retarded Vietnamese children. The American journal of clinical nutrition. 1996;63(4):514-9.
[43] Bentley ME, Caulfield LE, Ram M, Santizo MC, Hurtado E, Rivera JA, et al. Zinc supplementation affects the activity patterns of rural Guatemalan infants. The Journal of nutrition. 1997;127(7):1333-8.
[44] Tahmasabi Borojni Shahzad, Shahbazi Mehdi, Naghdi Nasser. The effect of different levels of zinc during pregnancy on the growth and physical development of infantsDevelopment and learning of Movement-Sports .2009;1(3):116-99.
[45] Medeiros DM, Wildman RE. Advanced human nutrition: Jones & Bartlett Publishers; 2013.
[46] Stensel D. Exercise, appetite and appetite-regulating hormones: implications for food intake and weight control. Annals of Nutrition and Metabolism. 2010;57(Suppl. 2):36