

اثر مکمل یاری سلنیوم بر سطوح سرمی کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز و قدرت عضلانی در وضعیت استراحت و متعاقب یک مسابقه فوتبال در بازیکنان فوتبال جوان

محمد عظیمی^a، فتاح مرادی^{b*}

^a کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد سقز، دانشگاه آزاد اسلامی، سقز، ایران
^b استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد سقز، دانشگاه آزاد اسلامی، سقز، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۰۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۵/۱۴

۹۹

چکیده

مقدمه: تحقیقات اندکی در زمینه اثر مکمل یاری سلنیوم بر شاخص‌های آسیب عضلانی در افراد ورزشکار صورت گرفته است. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر مکمل یاری سلنیوم بر سطوح سرمی کراتین کیناز (CK)، لاکتات دهیدروژناز (LDH) و قدرت عضلانی در وضعیت استراحت و متعاقب یک مسابقه فوتبال در بازیکنان فوتبال جوان بود.

مواد و روش‌ها: روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود و ۱۹ بازیکن فوتبال جوان از میان بازیکنان فوتبال مرد شهرستان سقز انتخاب شده و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (مکمل، $n=10$) و کنترل (دارونما، $n=9$) قرار گرفتند. ارزیابی‌ها در سه مرحله (قبل از مکمل یاری، پس از مکمل یاری و بلافاصله پس از یک مسابقه فوتبال) صورت گرفت. ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها، قدرت عضلانی (پرس سینه و پرس پا) و سطوح در گردش آنزیم‌های LDH و CK اندازه‌گیری شد. دوره مکمل یاری یک ماه (روزانه یک کپسول ۲۰۰ میکروگرمی سلنیوم) بود. گروه دارونما نیز هر روز یک کپسول نشاسته مصرف نمودند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ استفاده شد.

یافته‌ها: مکمل یاری سلنیوم بر قدرت عضلانی (پرس سینه $p=0.790$ ، پرس پا $p=0.912$) و سطوح استراحتی و متعاقب یک مسابقه فوتبال CK ($p=0.051$) و LDH ($p=0.244$) تاثیر معنی‌داری ندارد.

نتیجه‌گیری: به نظر نمی‌رسد مکمل یاری سلنیوم به مدت یک ماه و با مقدار مصرف روزانه ۲۰۰ میکروگرم اثر مفید یا مضر بر قدرت عضلانی و سطوح در گردش آنزیم‌های شاخص آسیب عضلانی بازیکنان فوتبال جوان در وضعیت استراحت و متعاقب یک مسابقه فوتبال داشته باشد. تحقیقات بیشتری برای آشکار ساختن جوانب مختلف موضوع لازم می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بازیکن فوتبال، سلنیوم، قدرت عضلانی، کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز

مقدمه

سلنیوم، که معمولاً به طور طبیعی یافت می‌شود، یکی از عناصر کمیاب ضروری برای نمو طبیعی انسان و ارگانیزم‌های حیوانی است. نخستین بار در سال ۱۸۱۸ توسط شیمیدان سوئدی به نام برزلیوس در بقایای اسید سولفوریک شناسایی شد. در انتهای دهه ۱۹۶۰ میلادی، نقش سلنیوم در سلامت انسان مورد توجه قرار گرفت و مطالعه درباره بیماری‌های انسانی مشابه با بیماری‌های حیوانی که به سلنیوم واکنش نشان می‌دهند، آغاز گردید. سلنیوم که بسیار برای سلامت انسان مهم است، برای انواعی از فرایندهای متابولیسمی همچون متابولیسم هورمون تیروئید، محافظت در برابر فشار اکسایشی و عملکردهای ایمنی ضروری است. سلنیوم مولکولی است که گلوکاتایون پراکسیداز را فعال می‌کند و بنابراین در مکانیزم‌های آنتی‌اکسیدانی که از آسیب اکسیدانی پیشگیری می‌کنند، دخیل است (Baltaci et al., 2016).

اثر مفید مکمل یاری سلنیوم برای سلامت مردان هنوز یک موضوع بحث‌برانگیز است. مطالعات مکمل یاری سلنیوم نشان داده‌اند که اثرات مفید سلنیوم بطور قابل توجهی بین افراد متفاوت است و گزارش شده است که فواید سلنیوم تحت تاثیر عوامل جمعیت‌شناختی، سبک زندگی و سلامت و همچنین پلی‌مورفیسم‌های سلنوژنوم می‌باشد (Karunasinghe et al., 2016).

کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) آنزیم‌های مسئول تشکیل آدنوزین تری فسفات (ATP) در مسیر بی‌هوازی هستند و به عنوان شاخص‌های فشار اکسایشی شناخته شده‌اند (امیردیزج و موچشی، ۲۰۱۶). CK و LDH تکه‌های زنجیره سنگین میوزین (به عبارت دیگر تروپونین I و میوگلوبین) هستند و با آسیب عضلانی مرتبطند، زیرا این مولکول‌ها سیتوپلاسمی هستند و قابلیت عبور از سد غشای سارکوپلاسمی را ندارند. به همین دلیل، افزایش غلظت‌های سرمی این مولکول‌ها به عنوان شاخص آسیب به غشای عضله و دیگر ساختارهای بافتی به کار می‌رود (Callagri et al., 2017). CK یک آنزیم فشرده است که در سیتوزول و میتوکندری بافت‌هایی که نیازمندی‌های انرژی آنها بالاست، یافت می‌شود. در سیتوزول، CK دارای دو نوع زیرواحد M (نوع عضلانی) و B (نوع مغزی) می‌باشد که این زیرواحدها اجازه تشکیل سه

ایزوآنزیم ویژه بافتی را در عضله اسکلتی، عضله قلبی و مغز می‌دهند (Baird et al., 2012). CK غالباً به عنوان بهترین شاخص آسیب به بافت عضله توصیف شده است، به‌ویژه پس از تمرین مقاومتی یا دیگر تمرین‌هایی که عمدتاً مستلزم اعمال اکستریک هستند (Callagri et al., 2017). LDH فرآورده‌های جانبی وضعیت‌های استرس اکسایشی یا کاهشی میتوکندریایی را از طریق حفظ سطوح اسید لاکتیک در مقادیر طبیعی و تبدیل آن به پیرووات تنظیم می‌کند. LDH به عنوان یک شاخص تشخیصی برای وضعیت‌های پاتولوژیک قلبی یا کبدی، وضعیت‌های هماتولوژیک یا برخی انواع تومورها بکار می‌رود، اگرچه جنبه اختصاصی اندکی در برخی موارد دارد (Slencu et al., 2015).

در طول فعالیت‌های ورزشی فسفوریلاسیون اکسایشی و میزان تبادل اکسیژن به دلیل افزایش نیاز به ATP افزایش می‌یابد و بنابراین فشار اکسایشی و پراکسیداسیون چربی با مصرف اکسیژن در ارتباطند. همچنین، اکسیداسیون خود به خودی کاتکولامین‌ها که مقدار آنها در طول فعالیت ورزشی افزایش یافته است - منجر به فشار اکسایشی و آسیب سلولی بیشتری می‌شود. ضمن اینکه، فرایند ایسکمی/ریپرفیوژن نیز در فشار اکسایشی دخیل است. تولید گونه‌های اکسیژن واکنشی در نتیجه اکسیژن-رسانی مجدد بافت پس از کاهش یا قطع فعالیت بدنی افزایش می‌یابد. در نتیجه، به ساختار و عملکرد سلول آسیب وارد می‌شود و به دلیل آسیب به غشای سلولی، سطوح پروتئین‌های عضلانی همچون CK و LDH در جریان خون افزایش می‌یابد (امیردیزج و موچشی، ۲۰۱۶).

کمبود سلنیوم در انسان با میوپاتی اسکلتی و کاردیومیوپاتی همراه است. در جانوران پستاندار نشخوارکننده کمبود سلنیوم منجر به بیماری عضله سفید می‌شود، وضعیتی که مشخصه آن ضعف عضله و تخریب عضله اسکلتی و قلبی است. میوپاتی مشابه با بیماری عضله سفید در کمبود سلنیوم انسانی توضیح داده شده است. در بزرگسالان مسن سطوح پایین سلنیوم پلاسما به‌طور مستقلی با قدرت ضعیف عضله اسکلتی مرتبط است (Lauretani et al., 2007). اختلالات عضله اسکلتی با تظاهرات درد عضلانی، خستگی، ضعف پروگزیمال و افزایش CK سرم در بیماران دارای کمبود سلنیوم گزارش

بیشتر نمایان می‌شود که جامعه تحت مطالعه، ورزشکاران باشد. مساله دیگر این است که آیا مکمل یاری سلیوم در ورزشکاران می‌تواند بر قدرت عضلانی اثرگذار باشد یا خیر. به‌علاوه، تا کنون مشخص نشده است که آیا یک دوره مکمل یاری سلیوم می‌تواند بر پاسخ آنزیم‌های CK و LDH به یک جلسه ورزش اثرگذار باشد یا خیر. در همین راستا، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر مکمل یاری سلیوم بر سطوح سرمی CK، LDH و قدرت عضلانی در وضعیت استراحت و متعاقب یک مسابقه فوتبال در بازیکنان فوتبال جوان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی شامل گروه‌های آزمایش (مکمل) و کنترل (دارونما) و اندازه‌گیری‌ها به صورت مکرر شامل پیش‌آزمون، پس‌آزمون اول (پس از دوره مکمل یاری و قبل از مسابقه فوتبال) و پس‌آزمون دوم (پس از مسابقه فوتبال) بود. مطالعه به صورت دو سو کور اجرا گردید و بازیکنان فوتبال مرد جوان شهرستان سقز با سابقه حداقل دو سال مشارکت منظم در تیم‌های فوتبال تحت مطالعه قرار گرفتند. نمونه‌گیری تحقیق به صورت در دسترس اما گمارش آزمودنی‌ها به گروه‌ها تصادفی بود. معیارهای ورود به تحقیق شامل عدم ابتلا به بیماری‌های عفونی (همچون هپاتیت و سرماخوردگی)، سوخت و سازی و التهابی، عدم انجام جراحی، عدم مصرف هرگونه درمان دارویی (همچون داروهای ضد التهابی استروئیدی و غیر استروئیدی) یا مکمل‌های تغذیه‌ای (همچون ویتامین‌های E و C)، عدم رژیم‌گیری تغذیه‌ای، عدم مصرف الکل و دخانیات در سه ماه قبل از شرکت در مطالعه بود. معیارهای خروج نیز شامل این موارد بود: ابتلا به بیماری، مصرف دارو یا مکمل تغذیه‌ای غیر از مکمل سلیوم، تغییر در رژیم غذایی، مصرف الکل یا دخانیات، عدم رعایت سایر نکات مکمل، تغییر در برنامه تمرین و عدم رعایت سایر نکات توصیه شده توسط محقق در طول دوره مطالعه (عمرانی و همکاران، ۲۰۱۶؛ امیردیزج و موچشی، ۲۰۱۶). تعداد شرکت‌کنندگان در شروع مطالعه ۲۲ نفر بود که بطور تصادفی به دو گروه مکمل (n=۱۱) و کنترل (n=۱۱) تقسیم شدند ولی در ادامه سه نفر به دلیل عدم رعایت شرایط مطالعه، از جریان تحقق خارج شدند (مکمل n=۱۰ و

شده است. (Chariot & Bignani, 2003).

تمرین بدنی وامانده‌ساز احتمالاً از طریق افزایش تولید رادیکال آزاد در بافت‌های بسیاری همچون عضله، کبد، قلب و ریه‌ها منجر به آسیب اکسیدانی در حیوانات می‌شود. افزایش در فشار اکسایشی در طول تمرین و شناسایی تحریک فعالیت آنتی اکسیدانی سلیوم رابطه غیر قابل انکار بین سلیوم و تمرین را نشان می‌دهد (Baltaci *et al.*, 2016).

ارتباط کمبود یا مصرف سلیوم با آنزیم‌های CK و LDH در برخی تحقیقات مورد بررسی قرار گرفته است. Soarez و همکاران (۲۰۰۳) اثر کمبود سلیوم و مکمل یاری آن بر فعالیت‌های LDH و برخی آنزیم‌های دیگر را در موش‌هایی که به مدت هشت هفته تمرین شنا کردند، بررسی نمودند. یافته‌های آنها نشان داد تمرین همراه با کمبود سلیوم تغذیه‌ای تاثیری بر فعالیت LDH نداشت. Fischer و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای اثر کمبود سلیوم بر وضعیت آنتی اکسیدانی و آسیب عضلانی در بوقلمون‌های در حال رشد را بررسی نمودند و دریافتند پس از ۳۵ روز شاخص‌های آسیب عضلانی شامل اسپاراتات آمینوترانسفراز، کراتین کیناز، کراتین کیناز M و B در گروه کمبود سلیوم افزایش یافت. امیردیزج و موچشی (۲۰۱۶) اثر مصرف مکمل سلیوم بر فشار اکسایشی را به دنبال تمرین هوازی وامانده‌ساز در زنان جوان فعال بررسی نمودند. بر طبق یافته‌های آنها تمرین هوازی وامانده‌ساز منجر به افزایش معنی‌دار در سطوح کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز و مالون دی آلدئید می‌شود. همچنین، مقایسه بین گروه‌های آزمایش و کنترل اثر معنی‌دار مکمل یاری سلیوم بر کاهش سطوح LDH را نشان داد، اما تفاوت معنی‌داری در مورد CK و MDA مشاهده نشد. Slencu و همکاران (۲۰۱۵) اثر مکمل یاری سلیوم بر فعالیت LDH در موش‌های قرار گرفته در معرض کادمیوم یا سرب را بررسی نمودند و نشان دادند فعالیت LDH در گروه سلیوم در مقایسه با گروه کنترل افزایش یافت.

تحقیقات اندکی در زمینه اثر مکمل یاری سلیوم بر آنزیم‌های CK و LDH صورت گرفته است که البته یافته‌های آنها با یکدیگر هم‌خوانی ندارد (امیردیزج و موچشی، ۲۰۱۶؛ Slencu *et al.*, 2003; Soares *et al.*, 2015; Fischer *et al.*, 2008). کمبود تحقیقی هنگامی

اندازه‌گیری گردید. BMI از طریق تقسیم وزن بدن (kg) بر مجذور قد (m^2) محاسبه شد. درصد چربی بدن نیز با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل گر ترکیب بدن (حداقل دقت ۰/۱ کیلوگرم، مدل X-CONTACT356، ساخت کره جنوبی) تعیین گردید.

سپس، آزمون‌های پرس سینه و پرس پا جهت ارزیابی قدرت عضلانی اجرا گردید. قبل و پس از اجرای آزمون، آزمودنی‌ها به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه خود را گرم و سرد می‌نمودند (به ترتیب). آزمون‌های قدرت عضلانی پرس سینه و پرس پا با استفاده از دستگاه‌های پرس سینه و پرس پا (شرکت مبارز، ساخت ایران) و از طریق تعیین یک تکرار بیشینه برای هر حرکت اجرا شد. فرد وزنه‌ای را انتخاب می‌کند و هر تعداد بار که بتواند به طور صحیح آن را بلند کند ثبت می‌شود. البته وزنه انتخاب شده نباید به میزانی باشد که فرد بتواند بیشتر از ۱۲ بار آن را بلند کند. در این حالت، می‌بایست فرد ۱۵ دقیقه استراحت نموده و وزنه سنگین‌تری برای بلند کردن انتخاب کند و مجدداً آزمون را تکرار کند. IRM برای هر حرکت از طریق فرمول زیر تعیین گردید (Maud & Foster, 2006):

IRM پیش بین شده

$$[(\text{تعداد تکرار} \times 0.278) - 1.0278] \div \text{وزنه بلند شده} =$$

پس از مرحله پیش‌آزمون، دوره مکمل یاری سلنیوم شروع شد. طول این دوره یک ماه بود. بر اساس پیشینه تحقیق، داوطلبان گروه آزمایش هر روز یک عدد کپسول حاوی ۲۰۰ میکروگرم سلنیوم (شرکت آلفا ویتامین، ساخت آمریکا) و آزمودنی‌های گروه کنترل یک عدد کپسول هم شکل و هم اندازه حاوی نشاسته دریافت می‌نمودند (عمرانی و همکاران، ۲۰۱۶؛ امیردیزج و موچشی، ۲۰۱۶). در میانه دوره مکمل یاری نیز یکبار دیگر داوطلبان برگه ثبت تغذیه روزانه را تکمیل نمودند. در طول دوره مکمل یاری، آزمودنی‌های هر دو گروه برنامه تمرینی معمول خود را تحت نظارت مربی انجام می‌دادند. برنامه تمرینی شامل سه روز در هفته اجرای تمرین‌های عمومی و تخصصی رشته فوتبال بود. مدت زمان هر جلسه تمرین حدود ۹۰ دقیقه مشتمل بر ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۷۰ دقیقه تمرین‌های ویژه فوتبال و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. نهایتاً پس از دوره مکمل یاری، مرحله پس‌آزمون شروع شد. نکات مربوط به

دارونما (n=۹). تمام داوطلبان پرسشنامه تاریخچه سلامتی، فرم رضایتنامه کتبی و فرم آمادگی شرکت در فعالیت جسمانی را تکمیل نمودند. روش‌های آزمایشی و پروتکل‌های مطالعه تحت نظارت شورای پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سقز صورت گرفت.

قبل از شروع مکمل یاری، ابتدا طی یک جلسه توجیهی، اهداف، طرح و روش شناسایی تحقیق، نحوه مکمل یاری سلنیوم و معرفی مختصر آن، ارزیابی‌های آزمایشگاهی (مثلاً نمونه‌گیری خون) و مراحل و برنامه زمانی تحقیق به‌طور مفصل برای داوطلبان تشریح گردید. همچنین، نحوه اجرای صحیح آزمون قدرت عضلانی (یک تکرار بیشینه پرس سینه و پرس پا) به داوطلبان آموزش داده شد. همچنین نکاتی که داوطلبان می‌بایست در طول مطالعه رعایت کنند شامل مواردی که منجر به خروج داوطلبان از جریان تحقیق می‌گردید و نیز نکاتی که قبل از ارزیابی‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون ملزم به رعایت آنها بودند، برای آنها تشریح گردید. از داوطلبان خواسته شد که در طول دوره تحقیق از هرگونه تغییر در رژیم غذایی روزانه خود اجتناب کنند و فقط تمرین‌هایی را انجام دهند که جزو برنامه تمرینی معمول آنهاست. قبل از ارزیابی‌های مرحله پیش‌آزمون از آزمودنی‌ها خواسته شد که چند نکته را رعایت کنند: ۴۸ ساعت قبل از ارزیابی از انجام هرگونه فعالیت بدنی مازاد بر زندگی روزمره پرهیز کنند، ۲۴ ساعت قبل از ارزیابی هرچه که می‌خورند را در برگه ثبت تغذیه روزانه یادداشت نمایند و در فاصله ۱۲ ساعت قبل از ارزیابی از خوردن و آشامیدن اجتناب نمایند و بصورت ناشتا جهت نمونه‌گیری خون حضور یابند. ارزیابی‌های مرحله پیش - آزمون طی دو روز متوالی و حدود ساعت ۸ صبح در باشگاه آمادگی جسمانی اجرا گردید. روز اول، پس از پنج دقیقه استراحت، نمونه خون (۱۰ سی‌سی) داوطلبان در وضعیت نشسته و از ورید بازویی گرفته شد. روز بعد، ابتدا ویژگی‌های آنتروپومتریک و فیزیولوژیکی داوطلبان شامل قد، وزن، نمایه توده بدن و درصد چربی بدن اندازه‌گیری شد. وزن بدن با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل گر ترکیب بدن (حداقل دقت ۰/۱ کیلوگرم، مدل X-CONTACT356، ساخت کره جنوبی) و قد با بکارگیری قدسنج (حداقل دقت ۰/۱ سانتی متر، مارک SECA، مدل ۷۰۳، ساخت مشترک آلمان-چین)

کولموگروف - اسمیرنوف استفاده گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. گروه (آزمایش یا کنترل) به عنوان عامل بین گروهی و زمان اندازه‌گیری (قبل از مکمل یاری، پس از مکمل یاری و پس از ورزش وامانده-ساز) به عنوان عامل درون گروهی در نظر گرفته شد. جهت آزمون مفروضه کرویت از آزمون موخلی استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن این آزمون (برقرار نبودن مفروضه کرویت)، عامل اصلاح اپسیلون گرین هاوس-گیسر به کار گرفته شد. سطح معنی دار $p < 0.05$ در نظر گرفته شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری به وسیله نسخه ۲۲ نرم-افزار بسته آماری برای علوم اجتماعی (SPSS) صورت گرفت.

یافته‌ها

ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه میانگین‌های سن، وزن، قد و BMI قبل از مکمل یاری تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایش و کنترل نشان نداد ($p > 0.05$). همچنین، سطوح در گردش آنزیم‌های CK، LDH و مقادیر قدرت عضلانی (پرس سینه و پرس پا) در وضعیت‌های قبل از مکمل یاری (پیش آزمون)، پس از مکمل یاری (پس آزمون) و متعاقب یک مسابقه فوتبال در جدول ۲ گزارش شده است.

قبل از شروع مرحله پیش‌آزمون، مجدداً قبل از مرحله پس‌آزمون توسط داوطلبان رعایت گردید. ضمن اینکه ارزیابی‌های مرحله پس‌آزمون ۴۸ ساعت پس از دوره مکمل یاری صورت گرفت. ارزیابی‌های مرحله پس‌آزمون نیز طی دو روز متوالی و حدود ساعت ۸ صبح در باشگاه آمادگی جسمانی اجرا گردید. روز اول، ابتدا دومین نمونه‌گیری خون به عمل آمد. سپس آزمودنی‌های هر دو گروه یک مسابقه فوتبال را به صورت مشترک و در قالب دو تیم و در دو نیمه اجرا کردند. بلافاصله پس از اتمام مسابقه، سومین نمونه خون گرفته شد. روز بعد، ابتدا ویژگی‌های آنتروپومتریک و فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شد و سپس، آزمون‌های پرس سینه و پرس پا به اجرا درآمد. نمونه‌های خون تا زمان اندازه‌گیری شاخص‌های خونی در دمای 20°C - درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. غلظت‌های LDH و CK با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون (ساخت ایران)، روش فتومتری و دستگاه اتوآنالایزر (مدل BT1500، شرکت بیوتکنیکا، ساخت کشور ایتالیا) اندازه‌گیری شد. ارزیابی‌های آزمایشگاهی در آزمایشگاه مرکزی شهر سقر انجام گرفت. جهت کنترل اثر تغذیه روی نمونه‌های خون، از آزمودنی‌ها خواسته شد که در فاصله زمانی یک روز قبل از نمونه‌گیری پیش‌آزمون هرچه که می‌خورند را دقیقاً در برگه ثبت تغذیه روزانه یادداشت نمایند و همین رژیم را در روز قبل از نمونه‌گیری پس‌آزمون مجدداً تکرار نمایند.

برای توصیف داده‌ها از انحراف معیار و میانگین استفاده شد. جهت بررسی نرمال بودن توزیع جامعه از آزمون

جدول ۱- ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها (انحراف معیار \pm میانگین)

گروه *#		پارامتر
کنترل (n=9)	آزمایش (n=10)	
۱۶/۴ \pm ۱/۲	۱۷/۵ \pm ۱/۴	سن (سال)
۵۸/۸ \pm ۸/۱	۶۲/۲ \pm ۱۰/۴	وزن (کیلوگرم)
۱۷۴/۹ \pm ۴/۶	۱۷۷/۱ \pm ۶/۵	قد (سانتی‌متر)
۱۹/۲ \pm ۲/۳	۱۹/۷ \pm ۲/۴	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)

* آزمودنی‌ها (۱۹ نفر) از میان بازیکنان فوتبال جوان انتخاب شدند.

مقایسه بین میانگین‌های دو گروه با استفاده از آزمون t مستقل صورت گرفت.

استراحت یا متعاقب یک مسابقه فوتبال در بازیکنان فوتبال جوان ندارد.

بحث

بر اساس یافته‌های تحقیق، یک دوره مکمل یاری سلنیوم تاثیری بر سطوح در گردش آنزیم‌های CK، LDH و قدرت عضلانی (پرس سینه و پرس پا) در وضعیت استراحت یا متعاقب یک مسابقه فوتبال در بازیکنان فوتبال جوان ندارد.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد سطوح در گردش آنزیم‌های شاخص آسیب عضلانی یعنی CK و LDH به دنبال یک دوره مکمل یاری سلنیوم چه در وضعیت استراحت و چه متعاقب یک مسابقه فوتبال در بازیکنان

نتایج آزمون تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر برای متغیرهای وابسته تحقیق در جدول ۳ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج، اثر تعاملی بین زمان و گروه در مورد هیچکدام از متغیرها معنی‌دار نبود ($p > 0.05$). بنابراین، در هیچ یک از حالات پیش‌آزمون، پس‌آزمون و متعاقب یک مسابقه فوتبال تفاوت معنی‌داری بین سطوح متغیرهای وابسته دو گروه وجود ندارد. همچنین، در هیچکدام از گروه‌های آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌داری بین سطوح متغیرهای وابسته سه حالت پیش‌آزمون، پس‌آزمون و متعاقب یک مسابقه فوتبال وجود ندارد. در نتیجه، یک دوره مکمل یاری سلنیوم تاثیر معنی‌داری بر سطوح در گردش آنزیم‌های CK، LDH و قدرت عضلانی (پرس سینه و پرس پا) در وضعیت

جدول ۲- سطوح در گردش آنزیم‌های CK، LDH و مقادیر قدرت عضلانی (پرس سینه و پرس پا) در وضعیت‌های پیش‌آزمون، پس‌آزمون و متعاقب یک مسابقه فوتبال (انحراف معیار \pm میانگین)

متغیر	آزمون	گروه تجربی		گروه کنترل	
		انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین
CK (واحد بین‌المللی بر لیتر)	پیش‌آزمون	۳۱۱/۵	۱۵۵/۹	۱۵۴/۲	۳۹/۴
	پس‌آزمون	۲۱۰/۵	۶۷/۸	۱۹۷/۶	۱۰۸/۵
	متعاقب یک مسابقه فوتبال	۲۷۵/۰	۱۲۳/۰	۲۴۱/۷	۱۲۷/۳
LDH (واحد بین‌المللی بر لیتر)	پیش‌آزمون	۳۲۶/۸	۳۳/۸	۳۱۰/۲۲	۶۳/۵
	پس‌آزمون	۳۱۶/۹	۴۶/۴	۳۵۷/۷	۴۵/۴
	متعاقب یک مسابقه فوتبال	۳۵۹/۱	۲۳/۳	۳۶۵/۰	۱۰۰/۸
قدرت عضلانی (پرس پا) (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۱۴۶/۰	۴۴/۹	۱۴۱/۴	۲۹/۶
	پس‌آزمون	۱۴۷/۵	۴۳/۶	۱۴۳/۱	۳۱/۰
قدرت عضلانی (پرس سینه) (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۵۲/۶	۱۳/۱	۵۳/۸	۹/۷
	پس‌آزمون	۵۴/۷	۱۵/۰	۵۵/۲	۹/۳

* آزمودنی‌ها (۱۹ نفر) از میان بازیکنان فوتبال جوان انتخاب شدند.

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از آزمون تجزیه و تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر صورت گرفت.

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر برای متغیرهای وابسته تحقیق

پارامتر	F	p
CK (واحد بین‌المللی بر لیتر)	۳/۷۱۹	۰/۰۵۱
LDH (واحد بین‌المللی بر لیتر)	۱/۴۷۹	۰/۲۴۴
قدرت عضلانی (پرس پا) (کیلوگرم)	۰/۰۱۳	۰/۹۱۲
قدرت عضلانی (پرس سینه) (کیلوگرم)	۰/۰۷۳	۰/۷۹۰

* معنی‌دار در سطح $p < 0.05$

عضله اسکلتی یک مدل جونده دیابتی را اصلاح می‌کند. به‌علاوه، به‌نظر می‌رسد که اثرات آنها بر پروتئین‌های متابولیکی گلوکز و لاکتات، ویژه بافتی باشد و ترکیب تمرین ورزشی و سلنیوم اثر بیشتری نسبت به اثرات جداگانه آنها بر بیان این پروتئین‌ها ندارد. تنظیم افزایشی LDH می‌تواند توسط مکمل یاری سلنیوم و از طریق یک عمل شبه انسولینی و کاهش سطوح لاکتات، گلوکز و انسولین تنظیم گردد که این نشان می‌دهد سلنیوم سطح لاکتات را کاهش می‌دهد که می‌تواند بیشتر به افزایش در جذب لاکتات مرتبط باشد (Kim et al., 2011). به‌رحال، مطالعه تحقیقاتی که اثر مصرف مکمل سلنیوم بر فعالیت‌های ورزشی حاد را بررسی کرده‌اند نیز موضوع را اندکی پیچیده‌تر می‌کند. Loghmann و همکاران (۱۹۸۹) دریافتند یک دوی ماراتون منجر به تغییرات معنی‌داری در غلظت‌های پلاسمایی سلنیوم ورزشکاران نمی‌شود. در مطالعه دیگری نیز دریافت‌اند که افزایش در تولید رادیکال آزاد و سطوح لاکتات در نتیجه تمرین حاد شنا می‌تواند از طریق مکمل یاری سلنیوم تعدیل شود (Akil et al., 2011). Margaritis و همکاران (۲۰۰۵) نیز بیان نمودند در ورزشکاران افزایش نیازمندی‌های سلنیوم به تناسب انرژی مصرفی فعالیت بدنی به صورت خطی نیست. بدون شک، متغیرهایی همچون مقدار مصرف مکمل، نوع پروتکل تمرینی، زمان و روش نمونه‌گیری خون و نوع روش یا ابزار تجزیه و تحلیل می‌تواند بخشی از تفاوت یافته‌های تحقیقات موجود را توجیه نماید (امیردیزج و موچشی، ۲۰۱۶). به‌علاوه، تفاوت‌های آزمودنی‌های تحت مطالعه همچون سطح آمادگی بدنی (ورزشکار/غیر ورزشکار)، وضعیت سلامتی (سالم/بیمار) و گونه تحت مطالعه (انسان/موش) نیز می‌تواند به توجیه تفاوت یافته‌های مطالعات مختلف کمک نماید.

بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر یک دوره مکمل یاری سلنیوم تأثیری بر قدرت عضلانی بازیکنان فوتبال جوان ندارد. مطالعات اندکی به بررسی اثر مصرف سلنیوم بر قدرت عضلانی پرداخته‌اند و همین موضوع بحث درباره این یافته را مشکل می‌سازد. Margaritis و همکاران (۱۹۹۷) اثر همزمان ده هفته تمرین استقامتی و مکمل یاری سلنیوم را در دانشجویان مرد بررسی نمودند. یافته‌های آنها نشان داد دستگاه عصبی عضلانی پس از ده هفته تمرین

فوتبال مرد جوان تغییری نمی‌کند. در خصوص CK، یافته مطالعه حاضر با یافته‌های امیردیزج و موچشی (۲۰۱۶) و White و همکاران (۲۰۱۶) هم‌راستا می‌باشد، اما با یافته‌های Rossi و همکاران (۱۹۹۰)، Fischer و همکاران (۲۰۰۸) و Dallak (۲۰۱۷) هم‌خوانی ندارد. در مورد LDH نیز، یافته‌های تحقیق با یافته‌های مطالعات Soares و همکاران (۲۰۰۳) موافق و با یافته‌های امیردیزج و موچشی (۲۰۱۶)، Slencu و همکاران (۲۰۱۵) و Dallak (۲۰۱۷) مخالف می‌باشد که ضمن اشاره به یافته‌های محققان مذکور در ادامه به دلایل عدم هم‌خوانی نیز اشاره می‌گردد. White و همکاران (۲۰۱۶) دریافتند فعالیت CK سرم در پاسخ به تمرین طول کشنده در اسب‌ها افزایش یافت، اما تحت تأثیر سلنیوم تغذیه‌ای قرار نگرفت. Dallak (۲۰۱۷) نشان داد گرچه پیش-تجویز سلنیوم یا تورین به تنهایی منجر به بهبود نسبی شاخص‌های اندازه‌گیری شده در موش‌های انفارکتوس میوکارد می‌شود، تجویز همزمان هر دو دارو به این موش‌ها به‌طور معنی‌داری سطوح سرمی LDH و CK قلبی را به‌طور معنی‌داری طبیعی می‌کند. Rossi و همکاران (۱۹۹۰) اثر سلنیوم و ویتامین ای بر قدرت عضلانی و شاخص‌های خونی را در بیماری استینرت بررسی نمودند. کاهش‌های مشخصی در شاخص‌های خونی از جمله CK در برخی بیماران به دنبال یک دوره ۲۴ ماهه مصرف سلنیوم و ویتامین ای مشاهده شد. یافته‌های آنها از این فرضیه حمایت می‌کند که سلنیوم ممکن است در توسعه آسیب عضلانی در بیماری استینرت نقش بازی کند. مکمل یاری سلنیوم می‌تواند به واسطه حمایت از دستگاه آنتی‌اکسیدانی در فعالیت بدنی حائز اهمیت باشد (Akil et al., 2011). به‌علاوه، مکمل یاری سلنیوم با تنظیم منفی برخی ژن‌های دخیل در سیگنالینگ انسولین و متابولیسم گلوکز همچون LDH در افراد غیر دیابتی همراه است. این یافته‌ها نشان می‌دهند سلنیوم می‌تواند در سطوح تنظیمی مختلف همچون سیگنالینگ انسولین، گلیکولیز و متابولیسم پیرووات بر کنترل گلیسمیک اثر بگذارد (Jablonska et al., 2016). همچنین، بیان شده است که تمرین ورزشی و سلنیوم به صورت جداگانه و ترکیبی منجر به کاهش معنی‌دار سطوح لاکتات، گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت انسولینی شده و همچنین بیان غیر طبیعی پروتئین‌های متابولیکی گلوکز و لاکتات همچون LDH در

محقق بود. با این وجود، اجرای مطالعه با حجم نمونه بزرگتر می‌تواند قدرت یافته‌های حاصل از تحقیق را افزایش دهد. همچنین، کنترل تغذیه در طول مطالعه یا تعیین میزان سلنیوم دریافتی در رژیم غذایی معمول آزمودنی‌ها نیز به تفسیر یافته‌ها کمک می‌نماید. بی تردید، توجه به محدودیت‌های مذکور در مطالعات بعدی می‌تواند به غنای تحقیقی در این زمینه بیفزاید.

اجرای مطالعات مشابهی در دیگر گروه‌های جمعیتی (مثلاً مردان غیر ورزشکار یا دیگر رشته‌های ورزشی)، روی شمار دیگری از شاخص‌های عملکرد جسمانی یا قلبی-متابولیکی، با دوزها یا دوره‌های متفاوت مکمل یاری سلنیوم یا همراه با مداخله تمرین ورزشی می‌تواند زمینه‌های پژوهشی نوینی در اختیار پژوهشگران قرار داده و به غنای علمی در این حیطه بیفزاید.

نتیجه‌گیری

به نظر نمی‌رسد مکمل یاری سلنیوم به مدت یک ماه و با مقدار مصرف روزانه ۲۰۰ میکروگرم بتواند بر سطوح در گردش آنزیم‌های شاخص آسیب عضلانی یعنی CK و LDH و نیز قدرت عضلانی بازیکنان فوتبال جوان در وضعیت استراحت و متعاقب یک مسابقه فوتبال اثرگذار باشد و بنابراین مصرف مکمل سلنیوم به این شیوه اثر مفید یا مضر بر شاخص‌های مذکور در بازیکنان فوتبال ندارد. آشکار ساختن جوانب مختلف موضوع مستلزم اجرای تحقیقات بیشتر است.

سپاسگزاری

مقاله حاضر گزارشی مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی (کد ۲۴۷۲۱۴۲۳۹۵۲۰۰۶) می‌باشد که با حمایت و نظارت دانشگاه آزاد اسلامی واحد سقز به اجرا رسیده است. از معاونت پژوهشی واحد و به‌ویژه از تمامی داوطلبان عزیزی که بزرگوارانه محقق را در اجرای این پژوهش یاری رساندند (تیم‌های تحت نظارت هیات فوتبال شهرستان سقز)، صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

Akil, M., Gurbuz, U., Bicer, M., Sivrikaya, A., Mogulkoc, R. & Baltaci, A. K. (2011).

استقامتی هنوز در وضعیت تکامل یافته بوده و مکمل یاری سلنیوم بر سازگاری‌های ناشی از تمرین استقامتی تاثیر ندارد. Ueda و همکاران (۱۹۹۹) اثر کمبود و مکمل یاری سلنیوم بر تمایز، تجزیه پروتئینی و لیز سلولی در عضله اسکلتی کشت شده موش را تحت مطالعه قرار دادند. در مطالعه آنها فعالیت CK بدون مکمل یاری سلنیوم کاهش یافت. مکمل یاری سلنیوم بر تجزیه پروتئینی تام تاثیر نگذاشت. با این وجود، کمبود سلنیوم LDH رها شده از سلول‌های مرده لیز شده را افزایش داد. این یافته‌ها نشان دادند که سلنیوم برای حفظ یک میزان مطلوب تمایز سلول عضلانی و سلامت کشت‌های میوتیوب لازم است. همچنین، Lauretani و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند در بزرگسالان مسن سطوح پایین سلنیوم پلاسما به‌طور مستقلی با قدرت ضعیف عضله اسکلتی مرتبط است. این احتمال وجود دارد که فعالیت سلنوپروتئین‌ها در عضله اسکلتی زیر سطح مطلوب بوده و ممکن است استرس اکسیداتیو و آسیب اکسایشی به DNA، پروتئین‌ها و چربی‌ها را در بافت عضله افزایش دهد. همچنین، غلظت‌های پایین سلنیوم می‌تواند از طریق تنظیم افزایشی سایتوکین‌های التهابی - که مشخصه وضعیت پیش-التهابی وابسته به سن هستند - به ضعف عضله کمک کند. به‌علاوه، سلنیوم می‌تواند متابولیسم اسید آراشیدونیک - یک چربی غشایی که کانال یونی و بنابراین انقباض عضلانی را تنظیم می‌کند - را تعدیل کند. همچنین، White و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند مکمل یاری سلنیوم بیونز میتوکندریایی عضله اسکلتی را در اسب‌های ورزشی جوان بهبود می‌بخشد. به‌رحال، اظهار نظر قطعی در خصوص تاثیر مکمل یاری سلنیوم بر قدرت عضله مستلزم اجرای تحقیقات بیشتری در این زمینه می‌باشد.

حجم نمونه، کنترل دقیق تغذیه و فعالیت بدنی آزمودنی‌ها در طول دوره مکمل یاری، عدم اندازه‌گیری سطوح سلنیوم و عدم وجود مطالعات مشابهی که بتوان یافته‌های مربوط به اثر مکمل یاری سلنیوم بر سطوح آنزیم‌های CK، LDH و قدرت عضلانی را در وضعیت استراحت یا متعاقب یک وهله فعالیت بدنی با آنها مقایسه نمود، از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌باشد. کاهش تعداد آزمودنی‌ها در طول تحقیق بر اساس معیارهای خروج از مطالعه، محدودیتی خارج از کنترل

Effect of selenium supplementation on lipid peroxidation, antioxidant enzymes, and lactate levels in rats immediately after acute swimming exercise. *Biological Trace Element Research*, 142(3), 651-9.

Amirdizaj, V. D. & Mocheshi, S. S. (2016). Muscle injury and oxidative stress following the use of selenium supplements and exhaustive aerobic exercise in young physically-active females. *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences*, 20(1), 1-5

Baird, M. F., Graham, S. M., Baker, J. S. & Bickerstaff, G. F. (2012). Creatine kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2012, 960363.

Baltaci, A. K., Mogulkoc, R., Akil, M. & Bicer, M. (2016). Review - Selenium - Its metabolism and relation to exercise. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 29(5), 1719-1725.

Callegari, G. A., Novaes, J. S., Neto, G. R., Dias, I., Garrido, N. D. & Dani, C. (2017). Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after different resistance and aerobic exercise protocols. *Journal of Human Kinetics*, 58, 65-72.

Chariot, P. & Bignani, O. (2003). Skeletal muscle disorders associated with selenium deficiency in humans. *Muscle Nerve*, 27(6), 662-8.

Dallak, M. (2017). A synergistic protective effect of selenium and taurine against experimentally induced myocardial infarction in rats. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 123(5), 344-355.

Fischer, J., Bosse, A. & Pallauf, J. (2008). Effect of selenium deficiency on the antioxidative status and muscle damage in growing turkeys. *Archives of Animal Nutrition*, 62(6), 485-97.

Jablonska, E., Reszka, E., Gromadzinska, J., Wiczorek, E., Krol, M. B., Raimondi, S. (2016). The Effect of selenium supplementation on glucose homeostasis and the expression of genes related to glucose metabolism. *Nutrients*, 8(12), pii:E772.

Karunasinghe, N., Zhu, S. & Ferguson, L. R. (2016). Benefits of selenium supplementation on leukocyte DNA integrity interact with dietary micronutrients: a short communication. *Nutrients*, 8(5), 249.

Kim, S. S., Koo, J. H., Kwon, I. S., Oh, Y. S., Lee, S. J., Kim, E. J. (2011). Exercise

training and selenium or a combined treatment ameliorates aberrant expression of glucose and lactate metabolic proteins in skeletal muscle in a rodent model of diabetes. *Nutrition Research and Practice*, 5(3), 205-13.

Lauretani, F., Semba, R. D., Bandinelli, S., Ray, A.L., Guralnik, J. M. & Ferrucci, L. (2007). Association of low plasma selenium concentrations with poor muscle strength in older community-dwelling adults: the InCHIANTI Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 86(2), 347-352.

Logemann, E., Krütfeldt, B. & Rokitzki, L. (1989). Selenium determination in blood plasma samples of high performance athletes. *Beiträge zur Gerichtlichen Medizin*, 47, 97-102.

Margaritis, I., Rousseau, A. S., Hininger, I., Palazzetti, S., Arnaud, J. & Roussel, A. M. (2005). Increase in selenium requirements with physical activity loads in well-trained athletes is not linear. *Biofactors*, 23(1), 45-55.

Margaritis, I., Tessier, F., Prou, E., Marconnet, P. & Marini, J. F. (1997). Effects of endurance training on skeletal muscle oxidative capacities with and without selenium supplementation. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 11(1), 37-43.

Maud, P. J. & Foster, C. (2006). *Physiological assessment of human fitness*. 2nd ed, Human Kinetics, 185-190.

Omran, H., Golmohamadi, S., Pasdar, Y., Jasemi, K. & Almasi, A. (2016). Effect of selenium supplementation on lipid profile in hemodialysis patients. *Journal of Renal Injury Prevention*, 5(4), 179-182.

Rossi, B., Siciliano, G., Risaliti, R. & Muratorio, A. (1990). Effects of selenium and vitamin E on muscular strength and blood parameters in Steinert disease. *Italian Journal of Neurological Sciences*, 11(1), 37-42.

Șlencu, B. G., Ciobanu, C., Solcan, C., Anton, A., Ciobanu, S., Solcan, G. (2015). Effect of selenium supplementation on serum amylase, lactate dehydrogenase and alkaline phosphatase activities in rats exposed to cadmium or lead. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 47(4), 113-121.

Soares, J.C., Folmer, V. & Rocha, J. B. (2003). Influence of dietary selenium supplementation and exercise on thiol-containing enzymes in mice. *Nutrition*, 19(7-8), 627-32.

Ueda, Y., Whanger, P. D. & Forsberg, N. E. (1999). The effects of selenium deficiency on

differentiation, degradation, and cell lysis of L8 rat skeletal muscle cells. *Biological Trace Element Research*, 69(1), 1-13.

White, S. H., Johnson, S. E., Bobel, J. M. & Warren, L. K. (2016). Dietary selenium and prolonged exercise alter gene expression and activity of antioxidant enzymes in equine

skeletal muscle. *Journal of Animal Science*, 94(7), 2867-2878.

White, S. H., Wohlgemuth, S., Li, C. & Warren, L. K. (2017). Rapid Communication: Dietary selenium improves skeletal muscle mitochondrial biogenesis in young equine athletes. *Journal of Animal Science*, 95(9), 4078-4084.