مقاله پژوهشی

تأثیر شش هفته مصرف مکمل روغن ماهی بر شاخص‌های آسیب عضلانی در زنان فوتسالیست

سمیه نوروزی پوده[1]، اکبر اعظمیان جزی[2]*

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲- دانشیار گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: شهر کرد، دانشگاه شهرکرد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه علوم ورزشی

Email: azamianakbar@yahoo.com

دریافت: ۱۴۰۱/۶/۸ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۲۱

چکیده

مقدمه و هدف: با توجه به شیوع آسیب‌های عضلانی در زنان فوتسالیست و اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی مکمل روغن ماهی (FO)، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر شش هفته مصرف مکمل روغن ماهی بر شاخص‌های آسیب عضلانی در زنان فوتسالیست انجام شد.

مواد و روش‌ها: ۲۰ زن فوتسالیست با سن ۳/۵۸±۲۲/۵۶ سال، وزن ۵/۱۷±۵۷/۳۱ کیلوگرم و شاخص توده بدن ۱/۷۲±۲۰/۵۶ کیلوگرم بر متر مربع به طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت شش هفته مکمل FO و گروه کنترل در طی همین مدت، تری‌گلیسرید دریافت کردند (۳ گرم در روز). همه آزمودنی‌ها پس از شش هفته مصرف مکمل FO و دارونما در آزمون یویو شرکت کردند. سطوح سرمی آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز (LDH) و کراتین کیناز (CK) به عنوان شاخص‌های آسیب عضلانی در چهار مرحله اندازه‌گیری شد؛ در حالت پایه (قبل از مصرف مکمل)، پس از شش هفته مصرف مکمل (قبل از آزمون یویو)، بلافاصله و ۲٤ ساعت پس از آزمون یویو. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ و در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: پس از شش هفته مصرف مکمل FO، تفاوت سطوح LDH و CK بین گروه‌ها معنادار نبود (P>۰/۰۵). البته LDH و CK در گروه تجربی در مقایسه درون‌گروهی به طور معناداری کاهش یافت. همچنین، تغییرات LDH و CK در پاسخ به آزمون یویو متعاقب شش هفته مصرف مکمل FO در بین دو گروه کنترل و تجربی معنادار نبود (P>۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که شش هفته مصرف مکمل روغن ماهی نمی‌تواند از بروز آسیب‌های عضلانی ناشی از ورزش در زنان فوتسالیست پیشگیری نماید.

واژه‌های کلیدی: مکمل روغن ماهی، شاخص‌های آسیب عضلانی، فوتسال

مقدمه

ورزشکاران همواره در معرض فشار، خستگی و آسیب‌دیدگی قرار دارند. بنابراین بررسی آسیب‌های عضلانی و التهابی ناشی از ورزش اهمیت ویژه‌ای دارد. فوتسال یک فعالیت ورزشی با شدت بالا و متناوب با ترکیب مداوم دویدن‌های کوتاه، شتاب سریع و تغییر جهت‌ها محسوب می‌شود (۳،۱). بازیکنان حرفه‌ای فوتسال در حدود ۹۰ درصد از کل زمان بازی را در حال پریدن و دویدن‌های پر شدتی هستند که خستگی زیادی را به دنبال دارد (٤) و احتمال بروز خستگی، آسیب عضلانی و التهاب را افزایش می‌دهد (۵). بازیکنان فوتسال به منظور پیشگیری از آسیب‌دیدگی، توجه خاصی به مواد دارویی و غذایی دارند. اما، با توجه به ممنوع بودن مصرف بسیاری از مواد نیروزا، آنها به استفاده از مکمل‌های مجاز روی می‌آورند (٦). مکمل امگا-۳ یا ترکیبات آن (۷، ۸) از جمله مکمل‌هایی هستند که جهت پیشگیری، کنترل و تخفیف آسیب‌های عضلانی ناشی از ورزش مورد توجه قرار دارند.

سطوح سرمی آنزیم‌های عضلات اسکلتی در شرایط پاتولوژیک و فیزیولوژیک نشان‌دهنده وضعیت عملکردی بافت‌های عضلانی است و افزایش سطوح سرمی آنها می‌تواند نشانگر نِکروز سلولی و آسیب بافتی ناشی از صدمات عضلانی باشد. آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز (LDH) و کراتین کیناز (CK) از جمله این آنزیم‌ها هستند که در شرایط نرمال در سیتوزول سلول قرار دارند و ظهور آنها در سرم می‌تواند نشان‌دهنده آسیب سلولی باشد (۹). تمرین شدید ممکن است آسیب عضلانی اسکلتی ایجاد کند که منجر به ظهور آنزیم‌های LDH و CK می شود (۱۲،۱۰). به طور معمول، این دو آنزیم را به عنوان شاخص‌های آسیب عضلانی و نیز شاخص برآورد فشار وارده (استرس اکسایشی و آسیب غشای سلولی) بر ورزشکار مورد استفاده قرار می‌دهند (۱۳-۱۵). سطوح خونی این آنزیم‌ها بر اثر فعالیت‌های بدنی شدید (۱۶) و به دنبال صدمات ناشی از خستگی عضلانی ناشی از فوتسال افزایش می‌یابند (۹، ۱۷). دیمورا و همکاران (۲۰۱۲)، افزایش فعالیت سرمی CK و LDH پس از یک مسابقه فوتسال را به ترتیب ۲/۵ و ۱/۳ برابر حد نرمال گزارش کرده‌اند (۱۷).

تحقیقات نشان داده‌اند که مکمل روغن ماهی (FO) که از گوشت ماهی‌های چرب به دست می‌آید و اسیدهای چرب امگا-۳ دارای اثرات ضدالتهابی هستند (۱۸-۲۰) و بیان ژن‌های التهابی را کاهش می‌دهند (۲۱). با این حال، گرچه سالهاست اهمیت اسیدهای چرب غیر اشباع زنجیره بلند امگا-۳ شامل ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) بر رشد و سلامت انسان شناخته شده است (۲۲)، اما در حیطه ورزش هنوز هم ابعاد مبهمی وجود دارند که بررسی آنها می‌تواند برای ورزشکاران و مربیان ارزشمند باشد. مکمل امگا-۳ یا ترکیبات آن از جمله مکمل‌هایی هستند که جهت پیشگیری، کنترل و تخفیف آسیب‌های عضلانی ناشی از ورزش مورد توجه قرار دارند (۲۳، ۲٤). امگا ۳ را می‌توان به طور طبیعی در ماهی‌های پرچرب، آجیل، سبزیجات و غذاهای غنی شده و به صورت مکمل مشاهده کرد. مکمل‌های روغن ماهی سرشار از امگا ۳ هستند و معمولا به منظور مکمل‌دهی امگا ۳ در رژیم غذایی استفاده می‌شوند (۲٤).

مطالعات مارکوس و همکاران (۲۰۱۵)، تسوچیا و همکاران (۲۰۱٦)، ویتارد و همکاران (۲۰۱٦) و فیلپات و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که مصرف مکمل FO می‌تواند اثری محافظتی در برابر فرآیندهای التهابی و آسیب عضلانی ناشی از فشارهای فیزیکی شدید داشته باشد (۲۸،۲۵). بنابراین، با توجه به اهمیت وجود روغن ماهی در رژیم غذایی و نیز یافته‌های محدود (به ویژه در ارتباط با زنان ورزشکار) و متناقض در مورد تاثیر آن بر شاخص‌های اسیب عضلانی و التهاب، هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر شش هفته مصرف مکمل روغن ماهی بر پاسخ آنزیم‌های LDH و CK به آزمون یویو در بازیکنان زن رشته ورزشی فوتسال می‌باشد.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر در قالب یک طرح نیمه تجربی دو گروهی دو سویه کور با اندازه‌گیری‌های مکرر (چهار مرحله) انجام شد. آزمودنی‌های این تحقیق را ۲۰ بازیکن زن از تیم فوتسال مجتمع مس ایران (استان اصفهان، لیگ دسته یک) با سابقه ورزشی پنج تا ۱۰سال تشکیل دادند که به صورت تصادفی به دو گروه ۱۰ نفره تجربی (مصرف کننده FO) و کنترل (مصرف کننده تری‌گلیسیرید) تقسیم شدند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: عدم مصرف دارو، عدم مصرف سایر مکمل‌ها، عدم ابتلا به بیماری حاد یا مزمن و نداشتن آسیب‌دیدگی و معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: غیبت بیش از یک جلسه از تمرینات معمول تیم، آسیب‌دیدگی و ابتلا به هر نوع بیماری تاثیر گذار دیگر.

موضوع تحقیق، هدف و روش اجرای تحقیق و نیز فواید و عوارض احتمالی مصرف مکمل FO در ابتدای مطالعه برای آزمودنی‌ها تشریح شد. همچنین، فرم رضایت آگاهانه توسط آزمودنی‌ها امضا گردید. این مطالعه مطابق با اعلامیه اخلاق پژوهشی هلسینکی انجام گردید و تمام مراحل انجام آن تحت نظارت دانشگاه شهرکرد انجام شد. برای بررسی میزان کالری مصرفی آزمودنی‌ها از پرسشنامه بسامد خوراک و نرم افزار تحلیلگر غذایی ۲ استفاده شد.

قد آزمودنی‌ها با استفاده از قدسنج ساخت ایران با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه گیری شد. وزن آزمودنی‌ها در ابتدای مطالعه و پس از شش هفته مصرف مکمل (قبل از آزمون یویو) با حداقل لباس و بدون کفش با ترازوی Simple-B9090 ساخت کشور ژاپن با دقت کمتر از ۱۰۰ گرم اندازه‌گیری شد. نمایه توده بدنی (BMI) با استفاده از فرمول وزن بر حسب کیلوگرم تقسیم بر قد بر حسب متر به توان دو محاسبه گردید.

درصد چربی بدن آزمودنی‌ها با روش اسکین فولد و با استفاده از معادله جکسون و پولاک (روش سه نقطه ای: سه سر، فوق خاصره و ران) محاسبه شد.

آزمودنی‌های گروه تجربی، روزانه سه کپسول مکمل روغن ماهی (TNT FORMULA) و گروه کنترل سه کپسول کاملا مشابه که توسط شرکت باریج اسانس کاشان تهیه شده بود را به صورت دو سویه کور مصرف می‌کردند. کپسول‌های دارونما حاوی تری‌گلیسرید با زنجیره متوسط (۲۹) و هر کپسول مکمل روغن‌ماهی حاوی ۱۸۰ میلی‌گرم EPA و ۱۲۰ میلی‌گرم DHA بود.

خونگیری در چهار نوبت انجام شد که هر بار ۵ میلی‌لیتر خون از ورید پیش آرنجی بازوی راست آزمودنی‌ها گرفته شد. خون‌گیری نوبت اول در حالت پایه (قبل از شروع مصرف مکمل)، خون گیری نوبت دوم پس از تکمیل دوره شش هفته‌ای مصرف مکمل (قبل از شروع آزمون یویو)، خون‌گیری نوبت سوم بلافاصله پس از آزمون یویو و خون‌گیری نوبت چهارم، ۲٤ ساعت پس از آزمون یویو انجام شد. تحقیقات نشان داده‌اند که اگر آسیب عضلانی ناشی از ورزش رخ داده باشد؛ سطوح LDH و CK به طور معمول، پس از ۲٤ ساعت از زمان اعمال استرس ورزشی به حداکثر می‌رسد (۷، ۳۲،۳۰). به همین دلیل و جهت صرفه جویی در هزینه‌ها، آخرین نمونه خونی ۲٤ ساعت پس از آزمون یویو گرفته شد. برای جداسازی سرم، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم جداشده به داخل میکروتیوب ریخته شده و در دمای منهای ۸۰ درجه سانتی گراد منجمد گردید.

سطوح سرمی LDH با استفاده از کیت تشخیص کمی "DGKC" (استاندارد انجمن بیوشیمی آلمان) که توسط شرکت پارس آزمون تولید شده بود، اندازه‌گیری شد. حداقل مقدار LDH قابل اندازه‌گیری (حساسیت) ۵ واحد بین‌المللی در لیتر بود. سطوح سرمی CK با استفاده از کیت تشخیص کمی "DGKC" (استاندارد انجمن بیوشیمی آلمان) و "IFCC" (فدراسیون بین‌المللی شیمی بالینی و طب آزمایشگاهی) که توسط شرکت پارس آزمون تولید شده بود، اندازه‌گیری گردید. حداقل مقدار CK قابل اندازه‌گیری (حساسیت) ۱ واحد بین‌المللی در لیتر بود.

آزمون یویو: اعتبار این آزمون برای ارزیابی عملکرد ورزشی در رشته‌های ورزشی متناوب شدید که در آنها دستگاه هوازی به صورت حداکثری فعال می‌شود توسط بنگسبو و همکاران (۲۰۰۸) مورد تایید قرار گرفته است (۳۳). این آزمون را قبلا نیز در تحقیق بر روی بازیکنان فوتسال (۳٤) مورد استفاده قرار داده‌اند. علاوه بر این، در مورد پیشینه استفاده از این آزمون جهت مطالعه آسیب عضلانی می‌توان به مطالعه هامودا و همکاران (۲۰۱۳) بر بازیکنان فوتبال اشاره کرد (۳۵).

در تحقیق حاضر، از آزمون یویو استقامت متناوب سطح یک با هدف اعمال حداکثر "بار کار" قابل تحمل بر هر ورزشکار استفاده شد. طبق پروتکل اجرایی، این آزمون در مسیری به طول ۲۰ متر که قبل از آن یک مسافت ۲/۵ متری نیز مشخص شده بود، انجام شد. هر مرحله از آزمون شامل یک رفت و برگشت (۲۰×۲ متر) بود که در پایان هر رفت و برگشت، ۵ ثانیه استراحت فعال (راه رفتن یا جاگینگ) برای آزمون شونده پیش‌بینی شده بود و پس از این استراحت، آزمون‌شونده بلافاصله در خط شروع، آماده دور بعدی می‌شد. از سه مخروط جهت مشخص‌تر کردن نقاط سه‌گانه مسیر آزمون استفاده شد. یکی از مخروط‌ها ۲/۵ متر قبل از خط شروع، دومی در نقطه شروع و سومی در نقطه انتهایی مسیر ۲۰ متری قرار گرفته بود. این آزمون با سرعت ۱۰ کیلومتر بر ساعت شروع می‌شد و سپس مطابق با دستورالعمل آزمون و بر اساس علائم صوتی صادره از دستگاه پخش، شدت دویدن به تدریج افزایش می‌یافت تا جایی که ورزشکار قادر نبود در زمان تعیین‌شده (طبق علامت صوتی) مسیر را طی نماید. در اولین نوبتی که ورزشکار نمی‌توانست مسیر را در زمان مقرر طی کند به او اخطار داده و در نوبت دوم، آزمون خاتمه می‌یافت و مقدار مسافت طی شده ثبت می‌شد. معمولا این ازمون حدود ۵ تا ۱۵ دقیقه طول می‌کشید (۳۳، ۳٦).

روش‌های آماری

پس از تایید نرمال بودن توزیع داده‌ها بوسیله آزمون شاپیرو – ویلک، برای مقایسه‌های درون‌گروهی و بین‌گروهی داده‌های بدست آمده در چهار نوبت اندازه‌گیری متغیرها از آزمون ANOVA با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. همچنین، داده‌های بین‌گروهی حالت پایه (پیش آزمون‌ها) با آزمون t مستقل مقایسه گردید. داده‌ها در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ و با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۰ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

مشخصات عمومی و مقادیر پایه متغیرهای گروه‌های تجربی و کنترل که با استفاده از آزمون t مستقل مقایسه شده‌اند در جدول یک ارائه شده است. مقایسه میانگین‌های سطوح سرمی LDH و CK با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر انجام شد و نتایج آن در جدول دو آمده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود بین میانگین‌های چهار نوبت اندازه‌گیری سطوح سرمی LDH و CK تفاوت معناداری وجود دارد (تفاوت‌های درون‌گروهی). بنابراین، برای تعیین محل این تفاوت‌ها از آزمون بونفرونی استفاده شد که نتایج آن در جدول سه قابل مشاهده است. بر اساس نتایج ارائه شده در این جدول، مقایسه سطوح سرمی LDH و CK در نمونه‌های خون دو نوبت خون‌گیری یک و دو (قبل و بعد از مصرف مکمل) نشان می‌دهد که مصرف مکمل FO تاثیر معناداری بر سطوح استراحتی LDH و CK نداشته است (P>۰/۰۵). همچنین، سطوح سرمی LDH و CK بلافاصله بعد از آزمون یویو و ۲٤ ساعت بعد از آن، در مقایسه با قبل و بعد از مصرف مکمل FO به طور معناداری افزایش داشت (P<۰/۰۵). لازم به ذکر است که گرچه سطوح LDH و CK به صورت درون‌گروهی در هر دو گروه تغییرات معناداری را نشان داد (جدول ۳)؛ اما با توجه به هم‌جهت و تقریبا هم‌اندازه بودن این تغییرات در دو گروه کنترل و تجربی، تفاوت بین‌گروهی معنادار نشده است (جدول ٤) (P>۰/۰۵). به عبارت دیگر، مکمل FO تاثیر معناداری بر تغییرات سطوح سرمی LDH و CK در پاسخ به آزمون یویو نداشته است. همچنین، افزایش معنادار سطوح سرمی LDH و CK در آخرین نوبت خون‌گیری (۲٤ ساعت پس از آزمون یویو) نسبت به نوبت سوم آن (بلافاصله پس از آزمون یویو)، بر افزایش فزاینده سطوح این دو آنزیم تا ۲٤ ساعت پس از اجرای آزمون یویو دلالت دارد.

جدول ۱. مقایسه مشخصات عمومی و مقادیر پایه‌ای متغیرهای گروه‌های تجربی و کنترل قبل از شروع مداخله

متغیرها	گروه تجربی	گروه کنترل	P
سن (سال)	۲۲/۰۰±۳/۸۹	۲۳/۱۲±۳/۳۶	۰/۱۰۸
وزن (کیلوگرم)	۵۸/۵۰±٤/٤۷	۵۶/۱۲±۵/۸٤	۰/۳۷۷
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۰/٤۸±۱/۵۰	۲۰/۶۶±۲/۰۲	۰/۸۵۵
درصد چربی بدن	۲۰/۱۰±۲/۷۰	۱۹/۶۲±۲/۲۳	۰/۷۰۷
کراتین کیناز (U/L)	۹۲/۷۵±۲۰/۰۸	۸۹/۵۰±۲۱/۸۵	۰/۷۶۱
لاکتات دهیدروژناز (U/L)	۲۹۶/۵۰±٤۵/۵۳	۲۸۹/۱۲±۳۷/۸٤	۰/۷۳۰
انرژی مصرفی ۲٤ ساعته (کیلوکالری/روز)	۲٤۲۱/۳۶±۱۳۳/۰۳۰	۲٤۶۳/۳۹±۳۲۲/۷۳	۰/۷٤۱

جدول ۲. مقایسه درون‌گروهی میانگین‌های LDH و CK در چهار نوبت خون‌گیری

متغیرها	خون‌گیری اول		خون‌گیری دوم		خون‌گیری سوم		خون‌گیری چهارم		F	P
	میانگین	خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد		
CK (U/L)	۹۱/۱۲	۵/۲۵	۸۷/۵۰	۵/۶۱	۱۰۱/۹٤	٤/۹۶	۱۱۸/٤٤	۳/۶۶	٤۰/۷۱	۰/۰۰۱*
LDH (U/L)	۲۹۲/۸۱	۱۰/٤۶	۲۸٤/۰۰	۹/۳۳	۳۱۱/۰۰	۱۰/۹۰	۳۲۷/۹٤	۹/۵۸	۲۳/٤۶	۰/۰۰۱*

* سطح معنی‌داری: P<۰/۰۵

جدول ۳. مقایسه جفتی میانگین‌های LDH و CK چهار نوبت خون‌گیری (جهت تعیین محل تفاوت‌های درون‌گروهی)

متغیر	نوبت خون‌گیری	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	P
CK (U/L)	یک و دو	۳/۶۲	۲/۸۳	۱/۰۰۰
	یک و سه	-۱۰/۸۱	۳/۴۳	۰/۰۴۲*
	یک و چهار	-۲۷/۳۱	۳/۹۰	۰/۰۰۱*
	دو و سه	-۱۴/۴۴	۲/۴۴	۰/۰۰۱*
	دو و چهار	-۳۰/۹۴	۳/۳۴	۰/۰۰۱*
	سه و چهار	-۱۶/۵۰	۲/۱۹	۰/۰۰۱*
LDH (U/L)	یک و دو	۸/۸۱	۶/۷۰	۱/۰۰۰
	یک و سه	-۱۸/۱۹	۵/۵۴	۰/۰۳۳*
	یک و چهار	-۳۵/۱۲	۴/۷۶	۰/۰۰۱*
	دو و سه	-۲۷/۰۰	۶/۶۵	۰/۰۰۷*
	دو و چهار	-۴۳/۹۴	۶/۲۹	۰/۰۰۱*
	سه و چهار	-۱۶/۹۴	۳/۶۹	۰/۰۰۳*

* سطح معنی‌داری: P<۰/۰۵

جدول ٤. مقایسه میانگین‌های گروه‌های تجربی و کنترل (تفاوت‌های بین‌گروهی)

متغیر	گروه کنترل		گروه تجربی		F	P
	میانگین	خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد		
CK (U/L)	۱۰۰/۷۸	۶/۴۴	۹۸/۷۲	۶/۴۴	۰/۰۵۱	۰/۸۲۴
LDH (U/L)	۳۰۴/۵۳	۱۳/۳۸	۳۰۳/۳۴	۱۳/۳۸	۰/۰۰۴	۰/۹۵۱

بحث

فعالیت‌های ورزشی شدید می‌تواند به آسیب عضلانی اسکلتی منجر شود. آنزیم‌های CK و LDH شاخص‌های قابل اطمینانی جهت تشخیص آسیب عضلانی می‌باشند (۳۷). مصرف مکمل‌های غذایی و به ویژه روغن ماهی ممکن است راهکار مناسبی برای کاهش آسیب سلولی ناشی از فعالیت‌های ورزشی محسوب شود (۲۷). مطالعات در زمینه اثر مکمل FO بر سطوح سرمی CK و LDH در ورزشکاران محدود می‌باشد. همچنین، با توجه به افزایش حضور زنان در فعالیت‌های ورزشی و مسابقات و نیز اندک بودن مطالعات بر روی بازیکنان زن فوتسال (۳۸)، در پژوهش حاضر تاثیر مصرف شش هفته مکمل FO بر سطوح استراحتی CK و LDH در بازیکنان زن رشته ورزشی فوتسال مطالعه شد.

تحقیق حاضر نشان داد که شش هفته مصرف مکمل FO تاثیر معناداری بر سطوح استراحتی CK و LDH ندارد. همچنین، نشان داد که تغییرات LDH و CK در پاسخ به آزمون یویو به دنبال شش هفته مصرف مکمل FO در مقایسه دو گروه کنترل و تجربی معنادار نبود. به طور معمول، با افزایش شدت و مدت تمرینات ورزشی، سطوح این آنزیم‌ها افزایش می‌یابد و در واقع، بین شدت و مدت تمرین با سطوح CK رابطه مستقیمی وجود دارد (۳۹). مقدار CK نیز تحت تاثیر مسافت دویدن است و حتی مقدار این آنزیم در خون پس از ۲۰۰ کیلومتر دویدن به ۳۵ برابر می‌رسد. گستره و دامنه آسیب در فعالیت ورزشی به عوامل مختلفی از جمله مدت، شدت، نوع ورزش، جنس و سطح آمادگی جسمانی افراد بستگی دارد. اگر مقدار مصرف مکمل امگا ۳، متناسب با شدت و مدت تمرین انتخاب شود می‌تواند تاثیرگذاری بیشتری داشته باشد (٤۰).

در مطالعه ترتیبیان و همکاران (۲۰۱۱)، مصرف مکمل اسید چرب امگا-۳ بر کاهش آسیب عضلانی متعاقب تمرین برونگرا تاثیر مثبت داشت، اما در تحقیق حاضر، مصرف مکمل روغن ماهی چنین تاثیری نداشت. شاید این عدم هم‌خوانی به تفاوت

سطوح آمادگی بدنی آزمودنی‌های این دو تحقیق مربوط باشد. زیرا آزمودنی‌های آنها افرادی تمرین نکرده، ولی آزمودنی‌های ما ورزشکار بودند. همچنین، نوع استرس ورزشی نیز ممکن است تاثیر گذار بوده باشد. زیرا تمرینات برونگرا معمولا با آسیب عضلانی زیادی همراه است. بعید به نظر می‌رسد که تفاوت در جنسیت یا تفاوت مختصر در نوع مکمل باعث چنین مغایرتی شده باشد (۷). همچنین، تحقیق حاضر با تحقیق فیلپات و همکاران (۲۰۱۸) که از یک برنامه شش هفته‌ای مصرف مکمل به منظور بهبود عملکرد ورزشی و تقویت عضلات استفاده کرده بودند، هم‌خوانی ندارد. آنها به این نتیجه رسیدند که مکمل روغن ماهی نقش محافظتی در بدن ایجاد می‌کند و باعث حفظ یکپارچگی ساختاری غشای سلولی عضله شده و با جلوگیری از نشت پروتئین‌های داخل سلولی، درد عضلانی پس از تمرینات آسیب‌رسان را کاهش می‌دهد (۲۶). مارگوس و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که نشانگرهای آسیب عضلانی، اختلالات التهابی و مرگ نوتروفیل ناشی از ورزش حاد در ورزشکاران بسکتبال با ویلچر پس از ۳۰ روز مصرف مکمل روغن ماهی غنی از DHA کاهش می‌یابد (۲۵). در پژوهش سانتوس و همکاران (۲۰۱۲) که تاثیر مکمل امگا ۳ بر غلظت سرمی CK در پرسنل نظامی بررسی شد، سطوح CK نسبت به گروه دارونما با مصرف چهار هفته مکمل کاهش یافته بود، ولی این کاهش معنادار نبود که با تحقیق حاضر هم-خوانی دارد (٤١). همچنین، در مطالعه گری و همکاران (۲۰۱٤) با مصرف ٦ هفته مکمل FO به منظور کاهش استرس اکسایشی و آسیب عضلانی متعاقب انقباضات برون‌گرا، هیچ تفاوتی در غلظت CK و کاهش درد عضلانی مشاهده نشد که این مطالعه نیز با تحقیق ما هم‌خوانی دارد (٤٢). در تحقیق آتشک و همکاران (۲۰۱۳)، مصرف هفت روز مکمل امگا ۳، تاثیر معناداری بر CK داشت، ولی فعالیت LDH به طور معناداری در ٢٤ ساعت بعد از تمرین، بالاتر بود (٤٣). از این مطالعات می‌توان چنین استنباط کرد که تاثیر مکمل بر کاهش آسیب عضلانی ممکن است به نوع تمرین، شدت آسیب و طول دوره مکمل‌دهی بستگی داشته باشد.

افزایش معنادار سطوح سرمی CK و LDH پس از اجرای آزمون یویو (در هر دو گروه کنترل و تجربی) نتیجه دیگری بود که از این تحقیق حاصل شد و با نتیجه مطالعه هامودا و همکاران (۲۰۱۳)، آلوی و همکاران (۲۰۱۷)، چیو و همکاران (۲۰۱۸)، هم‌خوانی دارد (۳۵، ٤٤، ٤٥). آنها به این نتیجه رسیده بودند که آزمون یویو می‌تواند به عنوان عاملی مؤثر جهت ایجاد آسیب عضلانی در بازیکنان فوتسال مورد استفاده قرار گیرد. در فوتسال، به دلیل زمین کوچکتر، در مقایسه با زمین فوتبال، تحرکات بدنی بسیار زیاد است و فشار زیادی بر ورزشکار وارد می‌شود که میزان تولید این نشانگرها را به مراتب افزایش می‌دهد. با توجه به اینکه این آزمون برای ارزیابی توانایی افراد تمرین‌کرده در انجام تمرینات شدید متناوب پیشنهاد شده است (۳۳)، دست یافتن به چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نبود و هدف تحقیق حاضر مبنی بر اعمال استرس ورزشی مناسب و موثر جهت ایجاد آسیب عضلانی را محقق ساخت.

در مورد مکانیسم بروز آسیب عضلانی ناشی از ورزش و افزایش سطوح سرمی CK و LDH می‌توان به این نکته اشاره کرد که استرس‌های ناشی از ورزش با ایجاد اختلال در عملکرد پروتئین‌های اکتین و میوزین تارهای عضلانی و قطعه قطعه شدن صفحات Z و تخریب سارکومرها طی فعالیت عضلانی شدید باعث افزایش رهایش این آنزیم‌ها می‌شود (٤٦). این آنزیم‌ها نیز در تولید انرژی در شرایط بی‌هوازی نقش مهمی دارند. به طوری‌که با افزایش شدت فعالیت، به علت نیاز بیشتر به انرژی، میزان آزادسازی آنها نیز بیشتر می‌شود و نیز اختلال در عملکرد غشاء باعث ورود LDH و CK به مایع بین‌سلولی و خون شده و سطوح این آنزیم‌ها را بلافاصله پس از ورزش افزایش داده و تا ٢٤ ساعت پس از آن به حداکثر می‌رساند (۳۱). همچنین، افزایش سطوح استرس اکسایشی ناشی از تمرینات ورزشی متناوب پر شدت کوتاه مدت نیز با آسیب رساندن به پروتئین‌های سلول می‌تواند در این زمینه نقش داشته باشد (٤٧).

علیرغم نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، گزارش شده است که افزایش میزان مصرف مکمل امگا ۳ ممکن است باعث افزایش مقدار EPA و DHA جهت تولید واسطه‌های ضدالتهابی شود (۱۹،۱۸) و ممکن است در ترمیم و بازسازی عضلات اسکلتی نقش داشته باشد. در این خصوص گزارش شده است که سلول‌های ماهیچه‌ای می‌توانند نقش فعالی در تنظیم تعاملات خود با سلول‌های التهابی داشته باشند و همچنین، سلول های ماهیچه‌ای می‌توانند تنظیم کننده‌های مثبت و منفی تهاجم سلول‌های التهابی را آزاد کنند و در نتیجه، نقش فعالی در تعدیل روند التهاب ایفا کنند (٤٨). روغن ماهی منبع عالی

اسیدهای چرب اشباع نشده امگا ۳ با زنجیره بلند (PUFA)[1] است که از اجزای ضروری غشای سلولی سلول های ایمنی هستند و پیش ساز واسطه های التهابی مانند پروستاگلاندین‌ها[2] و لکوترین‌ها[3] می‌باشند. همچنین، PUFA ها به عنوان بسترهایی برای سنتز چند واسطه فیزیولوژیکی مانند اسید آراشیدونیک و ایکوزانوئیدها[4] عمل می‌کنند. بر این اساس، PUFA ها می‌توانند تولید سایتوکین‌های التهابی مانند TNF-a، IL-1 و IL-6 را کاهش دهند. تولید این سیتوکین‌های التهابی با در دسترس بودن ایکوزانوئیدهای مشتق شده از اسید آراشیدونیک[5] تنظیم می‌شود که می‌تواند توسط مکمل PUFA ها تعدیل شود (۱۹،۱۸). بر این اساس، ورزشکاران قدرتی، سرعتی و استقامتی ممکن است در زمینه سازگاری عضلانی، متابولیسم انرژی، احیای عضلات، جلوگیری از آسیب و حفظ توده عضلانی از فواید این مکمل بهره‌مند شوند (۴۹).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، مصرف مکمل روغن ماهی بر سطوح استراحتی و نیز سطوح پس از ورزش شاخص‌های آسیب عضلانی (LDH و CK) ورزشکاران پژوهش حاضر تاثیر معناداری نداشت. بنابراین، استفاده از این مکمل با هدف پیشگیری، کنترل و یا کاهش آسیب عضلانی ناشی از ورزش توجیه قابل اعتنایی ندارد. برای رفع ابهامات موجود در این زمینه، انجام تحقیقات آتی با حجم نمونه بزرگتر، افزایش طول مدت مکمل‌یاری و یا افزایش دوز مصرف مکمل FO پیشنهاد می‌گردد.

منابع

1. Castagna C, Alvarez JCB. Physiological demands of an intermittent futsal-oriented high-intensity test. *J Strength Cond Res*. 2010;24(9):2322-9.
2. Gormley SE, Swain DP, High R, Spina RJ, Dowling EA, Kotipalli US, et al. Effect of intensity of aerobic training on VO_{2max}. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(7):1336-43.
3. Mielgo-Ayuso J, Calleja-Gonzalez J, Del Coso J, Urdampilleta A, León-Guereño P, Fernández-Lázaro D. Caffeine Supplementation and Physical Performance, Muscle Damage and Perception of Fatigue in Soccer Players: A Systematic Review. Nutrients. 2019;11(2):440.
4. Naser N, Ali A, Macadam P. Physical and physiological demands of futsal. *JESF*. 2017;15(2):76-80.
5. Castagna C, D'Ottavio S, Granda Vera J, Barbero Alvarez JC. Match demands of professional Futsal: a case study. *J Sci Med Sport*. 2009;12(4):490-4.
6. Castagna C, Barbero Alvarez JC. Physiological demands of an intermittent futsal-oriented high-intensity test. *J Strength Cond Res*. 2010;24(9):2322-9.
7. Tartibian B, Maleki BH, Abbasi A. Omega-3 fatty acids supplementation attenuates inflammatory markers after eccentric exercise in untrained men. *Clin J Sport Med*. 2011;21(2):131-7.
8. Phillips T, Childs AC, Dreon DM, Phinney S, Leeuwenburgh C. A dietary supplement attenuates IL-6 and CRP after eccentric exercise in untrained males. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(12):2032-7.
9. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clin Sports Med*. 2008;27(1):1-18, vii.
10. Barcelos RP, Tocchetto GL, Lima FD, Stefanello ST, Rodrigues HFM, Sangoi MB, et al. Functional and biochemical adaptations of elite level futsal players from Brazil along a training season. *Medicina*. 2017;53(4):285-93.
11. Saeedy M, Bijeh N, Shourideh Z. The Effect of six weeks of high intensity interval training and zinc supplement on serum creatine kinase and uric acid levels in futsal players. *IJAEP*. 2016;5(4):19-27.
12. Asjodi F, Izadi A. The Effects of 8 weeks beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) supplementation on body composition, inflammatory response and muscle damage after eccentric exercise in untrained males. *Prog Nutr*. 2019;21(1-S):184-90.
13. Hemmings B, Smith M, Graydon J, Dyson R. Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and repeated sports performance. *Br J Sports Med*. 2000;34(2):109-15.
14. Nunes-Silva A, Bernardes PT, Rezende BM, Lopes F, Gomes EC, Marques PE, et al. Treadmill exercise induces neutrophil recruitment into muscle tissue in a reactive oxygen species-dependent manner. *An intravital microscopy study*. PLoS One. 2014;9(5):e96464.
15. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *Clin Chem Lab Med*. 2010;48(6):757-67.
16. Kobayashi Y, Takeuchi T, Hosoi T, Yoshizaki H, Loeppky JA. Effect of a marathon run on serum lipoproteins, creatine kinase, and lactate dehydrogenase in recreational runners. *Res Q Exerc Sport*. 2005;76(4):450-5.

1. Long chain omega-3 polyunsaturated fatty acids
2. Prostaglandins
3. Leukotrienes
4 .Arachidonic and eicosanoids
5. Arachidonic acid-derived eicosanoids

17. De Moura NR, Cury-Boaventura MF, Santos VC, Levada-Pires AC, Bortolon J, Fiamoncini J, et al. Inflammatory response and neutrophil functions in players after a futsal match. *J Strength Cond Res*. 2012;26(9):2507-14.
18. Gray P, Gabriel B, Thies F, Gray SR. Fish oil supplementation augments post-exercise immune function in young males. *Brain Behav Immun*. 2012;26(8):1265-72.
19. Fetterman JW, Jr., Zdanowicz MM. Therapeutic potential of n-3 polyunsaturated fatty acids in disease. Am J Health Syst Pharm. 2009;66(13):1169-79.
20. VanDusseldorp TA, Escobar KA, Johnson KE, Stratton MT, Moriarty T, Kerksick CM, et al. Impact of Varying Dosages of Fish Oil on Recovery and Soreness Following Eccentric Exercise. *Nutrients*. 2020;12(8).
21. Robinson LE, Buchholz AC, Mazurak VC. Inflammation, obesity, and fatty acid metabolism: influence of n-3 polyunsaturated fatty acids on factors contributing to metabolic syndrome. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007;32(6):1008-24.
22. Hornstra G, Al MD, van Houwelingen AC, Foreman-van Drongelen MM. Essential fatty acids in pregnancy and early human development. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 1995;61(1):57-62.
23. Tartibian B, Maleki BH, Abbasi A. Omega-3 fatty acids supplementation attenuates inflammatory markers after eccentric exercise in untrained men. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2011;21(2):131-7.
24. Gammone M, Riccioni G, Parrinello G, D'Orazio N. Omega-3 polyunsaturated fatty acids: Benefits and endpoints in sport. *Nutrients*. 2019;11(1):46.
25. Marques CG, Santos VC, Levada-Pires AC, Jacintho TM, Gorjão R, Pithon-Curi TC, et al. Effects of DHA-rich fish oil supplementation on the lipid profile, markers of muscle damage, and neutrophil function in wheelchair basketball athletes before and after acute exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015;40(6):596-604.
26. Philpott JD, Donnelly C, Walshe IH, MacKinley EE, Dick J, Galloway SD, et al. Adding fish oil to whey protein, leucine, and carbohydrate over a six-week supplementation period attenuates muscle soreness following eccentric exercise in competitive soccer players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018;28(1):26-36.
27. Tsuchiya Y, Yanagimoto K, Nakazato K, Hayamizu K, Ochi E. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids-rich fish oil supplementation attenuates strength loss and limited joint range of motion after eccentric contractions: a randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group trial. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116(6):1179-88.
28. Witard OC, Philpott J, Walshe IH, McKinlay E, Dick J, Galloway SD, et al. Adding Fish Oil And Natural Antioxidants To Whey Protein Improves Eccentric-exercise Recovery In Soccer Players. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(5S):977.
29. Fakhrzadeh H, Ghaderpanahi M, Sharifi F, AkbariKamrani A, Badamchizade Z, Larijani B. Effect of fish oil on serum levels of lipid profile, lipoprotein (a), apolipoprotein a-1 and b, fasting sugar and insulin, and insulinresistance in the elderly residents of kahrizak charity foundation. *Iranian Journal of Ageing*. 2010;2(4):36-48.
30. Rosene J, Matthews T, Ryan C, Belmore K, Bergsten A, Blaisdell J, et al. Short and longer-term effects of creatine supplementation on exercise induced muscle damage. *J Sports Sci Med*. 2009;8(1):89-96.
31. Teixeira VH, Valente HF, Casal SL, Marquesm AF, Moreira PA. Antioxidants do not prevent post exercise peroxidation and may delay muscle recovery *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(9):1752-60.
32. Parandak K, Arazi H, Khoshkhahesh F, Nakhostin-Roohi B. The effect of two-week L-carnitine supplementation on exercise -induced oxidative stress and muscle damage. *Asian J Sports Med*. 2014;5(2):123-8.
33. Bangsbo J, Iaia FM, Krustrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med*. 2008;38(1):37-51.
34. Boullosa DA, Tonello L, Ramos I, Silva-Ade O, Simoes HG, Nakamura FY. Relationship between Aerobic Capacity and Yo-Yo IR1 Performance in Brazilian Professional Futsal Players. *Asian J Sports Med*. 2013;4(3):230-4.
35. Hammouda O, Chtourou H, Chaouachi A, Chahed H, Zarrouk N, Miled A, et al. Biochemical responses to level-1 yo-yo intermittent recovery test in young tunisian football players. *Asian J Sports Med*. 2013;4(1):23-8.
36. Reilly T. The Science of Training Soccer: A Scientific Approach to Developing Strength, Speed and Endurance: Taylor & Francis; 2006.
37. Bessa AL, Oliveira VN, Agostini GG, Oliveira RJ, Oliveira AC, White GE, et al. Exercise intensity and recovery: biomarkers of injury, inflammation, and oxidative stress. *J Strength Cond Res*. 2016;30(2):311-9.
38. Debnath M, Chatterjee S, Sarkar S, Dey S. Effect of training on muscle cell damage indices and cortisol level in female players of different sports discipline. *IJAEP*. 2019;8(1):24-34.
39. Andrzejewski M, Chmura J. The influence of individualizing physical loads on speed, creatine kinase activity and lactate dehydrogenase in football players. *Biol Sport*. 2008;25(2):177.
40. Kim HJ, Lee YH, Kim CK. Changes in serum cartilage oligomeric matrix protein (COMP), plasma CPK and plasma hs-CRP in relation to running distance in a marathon (42.195 km) and an ultra-marathon (200 km) race. *Eur J Appl Physiol*. 2009;105(5):765.
41. Santos E, Silva A, Costa M, Moura Junior J, Quirino E, Franca G, et al. Omega-3 supplementation attenuates the production of c-reactive protein in military personnel during 5 days of intense physical stress and nutritional restriction. Biol Sport. 2012;29(2):93.
42. Gray P, Chappell A, Jenkinson AM, Thies F, Gray SR. Fish oil supplementation reduces markers of oxidative stress but not muscle soreness after eccentric exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2014;24(2):206-14.
43. Atashak S, Sharafi H, Azarbayjani MA, Stannard SR, Goli MA, Haghighi MM. Effect of omega-3 supplementation on the blood levels of oxidative stress, muscle damage and inflammation markers after acute resistance exercise in young athletes. *Kinesiol Int J Fundam*. 2013;45(1):22-9.
44. Chiu C-J, Chi C-W, Hsieh H-R, Huang Y-C, Wu H-J, Chen Y-J. Modulation of macrophage polarization by level-1 Yo-Yo intermittent recovery test in young football players. *Medicine*. 2018;97(42).
45. Aloui K, Abedelmalek S, Chtourou H, Wong D, Boussetta N, Souissi N. Effects of time-of-day on oxidative stress, cardiovascular parameters, biochemical markers, and hormonal response following level-1 Yo-Yo intermittent recovery test. *Physiol Int*. 2017;104(1):77-90.

46. Akil M. Effect of acute exercises applied to sedentaries on various enzyme levels related to muscle damages. *Afr J Microbiol Res*. 2012;6(2):284-7.
47. Bogdanis GC, Stavrinou P, Fatouros IG, Philippou A, Chatzinikolaou A, Draganidis D, et al. Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. *Food Chem Toxicol*. 2013;61:171-7.
48. Tidball JG. Inflammatory processes in muscle injury and repair. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2005;288(2):R345-53.
49. Philpott JD, Witard OC, Galloway SD. Applications of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation for sport performance. *Research in Sports Medicine*. 2019;27(2):219-37.

The effect of six weeks of fish oil supplementation on muscle damage markers in female futsal players

***Somayeh Noroozi Poode*[1], *Akbar Azamian Jazi*[2*]**

1. MSc Student in Exercise Physiology, Department of Sports Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. Associate Professor of Exercise Physiology, Department of Sports Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Received: 2022/08/30 **Accepted:** 2022/09/12

∗Correspondence:
Email:
azamianakbar@yahoo.com

Abstract

Introduction and purpose: Considering the Anti-inflammatory and antioxidant effects of fish oil (FO) and the prevalence of muscle damage in female futsal players, the present study aimed to investigate the effect of six weeks of FO supplementation on muscle damage markers in female futsal players.

Materials and Methods: 20 female futsal players (age, 22.56±3.58 years; weight, 57.31±5.17 kg; and BMI, 20.56±1.72 kg /m2) were randomly divided to experimental (n = 10) and control (n = 10) groups. The experimental group received FO, and the control group received triglyceride oil for six weeks (three-gram per day). All subjects were tested by the "Yoyo test" after six weeks of FO supplementation and placebo. Serum levels of lactate dehydrogenase (LDH) and creatine kinase (CK) enzymes were measured as markers of muscle damage in four phases; at the basic state (before the supplementation), after six weeks' supplementation (before the Yoyo test), immediately, and 24 hours after the Yoyo test. The data were analyzed by repeated measure ANOVA and Bonferroni using SPSS version 20 software at a significance level of $P<0.05$.

Results: After six weeks of FO supplementation, the difference in LDH and CK levels between the groups was not significant ($P>0.05$). Of course, in the within-group comparison, LDH and CK in the experimental group decreased significantly. Also, the changes in LDH and CK in response to the Yoyo test after six weeks of FO supplementation were not significant between the control and experimental groups ($P>0.05$).

Discussion and Conclusion: It seems that the six weeks of FO supplementation can't prevent exercise-induced muscle damage in female futsal players.

Key words: Fish oil, Muscle damage markers, Futsal