تاثیر مصرف ۵۰۰ میلی لیتر شیر کم چرب بلافاصله پس از یک جلسه فعالیت ورزشی پلایومتریک بر سطوح سرمی شاخص های آسیب عضلانی

سیداصغر محمدی دوست[۱]، سعید ایل بیگی[۲]، محمداسماعیل افضل پور[۲*]، رضا اصحاب یمین[۳]

۱) گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲) گروه علوم زیستی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۳) آزمایشگاه تشخیص طبی، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۹۴/۱/۲۵**

چکیده

مقدمه: تمرینات پلایومتریک برای توسعه قدرت و توان انفجاری ورزشکاران مورد استفاده قرار می گیرند، اما به واسطه بخش انقباض برون گرایی که دارند، معمولاً با کوفتگی شدید و آسیب عضلانی همراه هستند. اعتقاد بر آن است که ترکیب کربوهیدرات و پروتئین می تواند از طریق تغییر در متابولیسم پروتئین ها، آسیب های عضلانی ناشی از تمرین را مهار کند. بر این اساس، هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر مصرف ۵۰۰ میلی لیتر شیر کم چرب بلافاصله پس از یک جلسه فعالیت ورزشی پلایومتریک، بر سطوح سرمی شاخص های آسیب عضلانی(آنزیم های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز) بود.

مواد و روش ها: جامعه آماری تحقیق کلیه دانشجویان پسر مقطع کارشناسی رشته تربیت بدنی دانشگاه بیرجند بودند که تعداد ۲۰ نفر از آن ها به طور تصادفی به عنوان نمونه انتخاب و به دو گروه ۱۰ نفری شامل گروه مکمل و دارونما تقسیم شدند. آزمودنی ها در این تحقیق به مدت ۳۰ دقیقه به تمرینات پلایومتریک(به طور متوسط ۲۱۰ حرکت) پرداختند و بلافاصله پس از آزمون، گروه مکمل۵۰۰ میلی لیتر شیر کم چرب مصرف کردند. گروه دارونما ضمن اجرای پروتکل مشابه، به همین میزان دارونما(آب) مصرف کردند. آنزیم های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز به روش فتومتری اندازه گیری شدند. به منظور بررسی نرمال بودن داده ها از آزمون کلموگروف–اسمیرنوف، و هم چنین جهت تجزیه تحلیل داده ها از آمار توصیفی و استنباطی(ANOVA، بونفرونی و T مستقل) به کمک نرم افزار SPSS vol.19 استفاده شد.

یافته های پژوهش: سطوح سرمی شاخص‌های لاکتات دهیدروژناز($P=0.03$) و کراتین کیناز($P=0.006$) به ترتیب در فاصله زمانی ۴ و ۲۴ ساعت پس از تمرین پلایومتریک، در گروه مکمل به طور معنی داری پایین تر از گروه دارونما بود.

بحث و نتیجه گیری: مصرف شیر کم چرب بلافاصله پس از تمرین پلایومتریک، موجب پاک سازی سریع تر شاخص های آسیب عضلانی می شود و در این میان، تاثیر آن بر شاخص لاکتات دهیدروژناز سرم، در فاصله زمانی کوتاه تری رخ می دهد.

واژه های کلیدی: شیر کم چرب، شاخص های آسیب عضلانی، تمرینات پلایومتریک

*نویسنده مسئول: گروه علوم زیستی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]

مقدمه

آسیب عضلانی ناشی از ورزش، پدیده ای است که در همه فعالیت های ورزشی دارای انقباض های برون گرا، مشترک است(۱). به طور کلی آسیب عضلانی می تواند هم توسط ورزش های ایستا(ایزومتریک) و هم توسط ورزش های پویا(برون گرا و درون گرا) رخ دهد. با این حال شواهد زیادی مبنی بر این وجود دارد که ورزش های برون گرا در مقایسه با ورزش های ایزومتریک و درون گرا، منجر به آسیب عضلانی بیشتری می شوند(۲). علاوه بر عوامل مکانیکی(میزان نیروی تولید شده و میزان تغییر طول عضله)، برخی از عوامل متابولیک مانند کاهش منابع غذایی، نفوذ کلسیم و گونه های اکسیژن آزاد، نیز بر میزان آسیب عضلانی تاثیرگذارند(۳). آسیب عضلانی منجر به اختلال در ساختار عضله می شود، که با تعدادی از علائم از جمله: کوفتگی عضلانی تاخیری(DOMS)(۱،۳)، کاهش تولید نیروی بیشینه(۱،۲)، اختلال در ساختار سارکولما و ماتریکس خارج سلولی(۲) و هم چنین با افزایش پروتئین های اندازه گیری شده در پلاسما، همراه است(۱). مشخص کردن میزان آسیب عضلانی با سنجش شاخص های مختلف در خون یا بافت صورت می گیرد، بر همین اساس در تحقیقات متعدد برای اندازه گیری آسیب عضلانی از شاخص های سرمی آنزیم های کراتین کیناز(CK)(۶-۱،۳) و لاکتات دهیدروژناز(LDH)(۷،۸) استفاده شده است.

CK آنزیمی است که در سیتوزول و میتوکندری بافت هایی یافت می شود که تقاضای انرژی بالایی دارند(۹). در سیتوزول، CK از دو زیر واحد حدوداً ۴۲ کیلودالتونی M(از نوع عضله ای) و B(از نوع مغزی) تشکیل شده است. این دو زیر واحد در واقع تشکیل دهنده سه ایزوآنزیم خاص CK.MB(خاص عضله قلبی)، CK.MM(خاص عضله اسکلتی) و CK.BB (خاص مغز) می باشند. نسبت زیر واحدها با نوع عضله متفاوت است. عضله اسکلتی حاوی ۹۸ درصد زیر واحد MM و ۲ درصد زیر واحد MB؛ عضله قلبی حاوی ۸۰-۷۰ درصد زیر واحد MM و ۳۰-۲۰ درصد زیر واحد MB؛ و مغز به طور عمده حاوی زیر واحد BB است. در میتوکندری دو نوع CK میتوکندریایی(Mt-CK) وجود دارد، CK غیر سارکومری که در بافت های مختلف(مانند مغز، عضلات صاف و اندام های جنسی اسپرم) بیان می شود؛ و CK سارکومری نامیده می شود که در عضله قلبی و اسکلتی بیان می شود.

LDH آنزیمی است که به مقدار فراوان در سیتوپلاسم تمام بافت های بدن با غلظت های متفاوت یافت می شود و در تبدیل پیروات به لاکتات یا بر عکس، در مسیر گلیکولیز بی هوازی نقش دارد(۱۰). این آنزیم در بسیاری از بافت های بدن به ویژه قلب، کبد، گلبول های قرمز، کلیه ها، عضلات، مغز و ریه ها دیده می شود و حاوی ۴ زنجیره پلی پپتیدی حاوی زیر واحد های M(عضله ای) و H(قلبی) می باشد. در مجموع ۵ ایزوآنزیم مختلف از LDH با خواص فیزیکی و شیمیایی مختلف وجود دارد که همه باعث افزایش سرعت واکنش های شیمیایی می شوند، و تنها از نظر ساختارهای مولکولی با هم متفاوت هستند(۱۰).

رابطه آنزیم CK و LDH با آسیب عضلانی احتمالاً در آن است که CK با خط M در تارچه ها باند می شود و در فضای باند I پروتئین تارچه ای وجود دارد و LDH نیز در سیتوپلاسم سلول عضلانی به وفور دیده می شود. وقتی مقدار این دو پروتئین در خون بالا رود، نشانه تغییراتی در ساختار سلول یا غشای آن، از جمله پارگی و از هم گسیختگی غشاء سلول و بر هم خوردن یکپارچگی درونی سلول است، که موجب می شود غلظت آن ها در خون بالا رود(۹،۱۰).

پلایومتریک نوعی روش تمرینی است که به وسیله ورزشکاران رشته های مختلف ورزشی به منظور افزایش قدرت و توان انفجاری به اجرا در می آید. محققان نشان داده اند که تمرین پلایومتریک منجر به بهبود قدرت انفجاری، توان عضلانی و اجرای بهتر پرش عمودی می گردد. از آن جایی که تمرین پلایومتریک دارای یک جزء انقباض برون گرا هستند(۱۱)؛ در اغلب اوقات موجب کوفتگی و آسیب عضلانی می شوند. افزایش شاخص های آسیب عضلانی پس از فعالیت های پلایومتریک در پژوهش های زیادی گزارش شده است(۱۲،۱۳). DOMS و کاهش تولید نیرو پس از چنین فعالیت هایی می تواند ورزشکار را برای انجام تمرین محدود کند. بنا بر این،

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]

محققین همواره به دنبال پیداکردن راهکارهایی برای جلوگیری از آسیب بیشتر و افت عملکرد ورزشکاران بوده و هستند. راهبردهای گوناگونی در جهت کمک به کاهش میزان آسیب عضلانی و DOMS بررسی شده اند که از بین آن ها می توان به کشش، ماساژ، سرمادرمانی، اولتراسوند، هومیوپاتی، مصرف قرص استامینوفن و هم چنین مصرف مکمل های غذایی مانند ویتامین های E، C و ال-کارنیتین اشاره کرد(۷). در این راستا، استفاده از مکمل های حاوی کربوهیدرات/پروتئین نیز رایج بوده و مورد مطالعه نیز قرار گرفته است(۱۸-۸،۱۴-۱،۴). اعتقاد بر آن است که شیر کم چرب به دلیل دارا بودن کربوهیدرات و پروتئین نسبتاً بالا و پایین بودن میزان چربی، می تواند به عنوان یک ماده غذایی مفید و مکمل برای ورزشکارانی در نظر گرفته شود که به دنبال کاهش اثرات منفی آسیب عضلانی هستند(۱). Cockburn و همکاران(۱) گزارش داده اند که مصرف دو میزان متفاوت شیر کم چرب(۵۰۰ میلی لیتر و ۱ لیتر) بلافاصله پس از یک تمرین برون گرا، باعث کاهش شاخص های آسیب عضلانی می شود، با این تفاوت که ۱ لیتر شیر سنگینی و پری معده را به همراه دارد. بر خلاف تحقیقاتی که تاثیر مثبت مکمل های کربوهیدرات و پروتئین بر آسیب عضلانی را نشان داده اند(۵،۷،۱۶،۱۷)، در پژوهشی Green و همکاران(۱۵) تفاوت معنی داری در شاخص های آسیب عضلانی پس از ۳۰ دقیقه دویدن روی نوارگردان با شیب منفی(۱۲- درصد) بین سه گروه نوشیدنی(فقط کربوهیدرات، کربوهیدرات/پروتئین و دارونما) مشاهده نکردند(۱۵). تحقیقات با نتایج مثبت بر این باورند که ترکیب کربوهیدرات و پروتئین باعث تغییر در متابولیسم پروتئین می شود؛ که این تغییر ممکن است نتیجه کاهش تجزیه و یا افزایش سنتز پروتئین عضلانی باشد(۱،۳،۷). به علاوه، ترکیب کربوهیدرات/پروتئین از طریق کاهش رهایش کورتیزول، از افزایش تجزیه پروتئین جلوگیری می کند(۷،۱۹). مصرف مستقل اسیدآمینه و کربوهیدرات، هر یک متابولیسم پروتئین را تحت تاثیر قرار می دهد(۳)؛ از این رو استفاده از ماده غذایی که دربردارنده هر دو باشد، می تواند برای ورزشکاران جالب و مفید باشد.

ورزشکاران بعد از تمرین ورزشی به دنبال تغذیه ای مناسب برای جلوگیری از آسیب عضله، جایگزینی مایعات و مواد مغذی از دست رفته، حفظ استخوان ها و ریکاوری سریع پس از ورزش هستند. شیر کم چرب یک نوشیدنی ارزان و در دسترس بوده و می تواند برای ریکاوری پس از ورزش هم موثر باشد؛ حتی موثرتر از نوشیدنی های تجاری ورزشی که برای این منظور ساخته شده اند(۲۰). اگر چه شیر کم چرب منبع تقریباً کاملی از درشت مغذی هاست، ولی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. از این رو هدف تحقیق حاضر، بررسی تاثیر شیر کم چرب بر شاخص های آسیب عضلانی دانشجویان ورزشکار می باشد.

مواد و روش ها

جامعه آماری این تحقیق، کلیه دانشجویان پسر مقطع کارشناسی رشته تربیت بدنی دانشگاه بیرجند بودند. پس از آگهی تعداد ۶۰ نفر از این دانشجویان به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کرده، ۲۰ نفر از آن ها به صورت تصادفی انتخاب، و به دو گروه مکمل(۱۰ نفر) و دارونما(۱۰ نفر) تقسیم شده، که بر اساس ویژگی های فردی(سن، شاخص توده ی بدنی و توان بی هوازی) همگن بوده اند. قبل از شروع آزمون، ابتدا اهداف، جزئیات و خطرات احتمالی اجرای تمرینات برای آزمودنی ها تشریح شد و سپس از آن ها رضایت نامه کتبی اخذ گردید. طرح کلی پروژه و مراحل اجرایی آن، توسط کمیته اخلاق دانشگاه تایید گردید. قد و وزن آزمودنی ها با دستگاه قدسنج و ترازوی آنالوگ(به ترتیب با حساسیت ۰/۰۱ متر و ۰/۱ کیلوگرم، ساخت کشور آلمان) اندازه گیری شد. از آن جایی که فعالیت پلایومتریک فعالیتی بی هوازی بوده و اجرای آن به توان انفجاری پا بستگی دارد، از این رو توان بی هوازی افراد دو روز قبل از پروتکل، مورد سنجش قرار گرفت. برای اندازه گیری توان بی هوازی، از آزمون پرش عمودی سارجنت استفاده شد. پس از اندازه گیری میزان پرش آزمودنی ها، فرمول لوئیز برای برآورد توان بی هوازی به کار گرفته شد(۲۱):

$$\text{توان بی هوازی(P)} = \sqrt{4.9} \times (\text{وزن}) \times \sqrt{D}$$

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]

جدول شماره۱. ویژگی های فردی آزمودنی ها

شاخص گروه	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن(کیلوگرم)	شاخص توده ی بدن (۲ متر/کیلوگرم)	توان بی هوازی ثانیه/متر/کیلوگرم)
مکمل	22/46±2/01	174/30±4/37	64/95±3/84	21/38±1/34	102/78±6/11
دارونما	22/03±1.19	173/20±4/23	64/00±3/65	21/34±1/50	98/04±8/06

برای کنترل شرایط و مشخص نمودن اثر بهتر مکمل شیر بر شاخص های مورد اندازه گیری، به آزمودنی ها توصیه شد در فاصله ۳ روز مانده به اجرای پروتکل تا ۳ روز بعد از آن، فقط از برنامه غذایی سلف دانشگاه استفاده کنند. برای اطمینان بیشتر، شرکت کنندگان رژیم غذایی خود را در طول این مدت یادداشت کردند و در اختیار محقق قرار دادند. اطلاعات جمع آوری شده توسط محقق مورد بررسی قرار گرفت و از رعایت برنامه غذایی سلف سرویس دانشگاه، اطمینان حاصل شد. صبح روز آزمون، آزمودنی ها ساعت ۷ در محل آزمون(سالن ورزشی دانشگاه بیرجند) حاضر شده و اولین نمونه گیری(خون گیری قبل فعالیت ورزشی پلایومتریک) انجام گرفت. آزمون راس ساعت ۸ صبح آغاز شد، تمام آزمودنی ها پیش از اجرای فعالیت اصلی به مدت ۱۰ دقیقه به گرم کردن و حرکات کششی پرداختند؛ سپس به مدت ۳۰ دقیقه تمرینات پلایومتریک شامل حرکات پرش گام بلند، پرش جفت، پرش به پهلو از روی مانع و پرش جفت از روی موانع که به طور متوسط ۲۱۰ حرکت را در بر می گرفت، انجام دادند. این تمرینات در ۴ ایستگاه و هر ایستگاه در ۳ ست اجرا گردید. در ایستگاه اول، آزمودنی ها با پرش گام های بلند مسیر ۳۰ متری را طی کردند. هر ست به طور متوسط ۱۳ حرکت(تماس پا با زمین) را شامل می شد. بین هر ست ۶۰ ثانیه استراحت در نظر گرفته شد و آزمودنی ها به مدت ۲۴۰ ثانیه بین ایستگاه اول و دوم استراحت کردند. در ایستگاه دوم که آسیب پذیرترین ایستگاه بود، آزمودنی ها به طور متوسط با ۱۷ حرکت پرش جفت پا، مسیر ۳۰ متری را طی کردند و بین هر ست ۷۵ ثانیه استراحت در نظر گرفته شد. سپس آزمودنی ها بین ایستگاه دوم و سوم به مدت ۲۸۰ ثانیه استراحت کردند. در ایستگاه سوم، آزمودنی ها از روی ۲۰ مانع ۵۰ سانتی متری پرش کرده و بین هر ست به مدت ۶۰ ثانیه استراحت کردند. ایستگاه سوم و چهارم نیز به مدت ۲۴۰ ثانیه استراحت کردند و در آخرین ایستگاه، آزمودنی ها ۲۰ پرش از روی مانع ۴۰ سانتی متری انجام دادند و به مدت ۶۰ ثانیه بین هر ست استراحت کردند. در آخر، ۲۴۰ ثانیه استراحت در نظر گرفته شد. بلافاصله پس از فعالیت ورزشی پلایومتریک، گروه مکمل ۵۰۰ میلی لیتر شیر کم چرب و گروه دیگر به همین میزان محلول دارونما(آب) مصرف کردند(۱). در انتهای جلسه تمرین، ۵ دقیقه سرد کردن اجرا گردید.

اولین نمونه گیری قبل از اجرای فعالیت جمع آوری شد، سپس ۴ ساعت پس از فعالیت ورزشی پلایومتریک در حالی که آزمودنی ها در حالت استراحت مطلق به سر می بردند، دومین نمونه خونی اخذ گردید. سومین و چهارمین نمونه گیری ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت ورزشی پلایومتریک جمع آوری گردید. در طول این مدت، شرکت کنندگان فقط برنامه زندگی عادی خود را دنبال می کردند، از غذای سلف سروبس دانشگاه استفاده می نمودند و اجازه شرکت در هیچ فعالیت بدنی نداشتند. در هر نوبت خونگیری، میزان ۱۰ سی سی خون از ورید بازویی دست راست گرفته شد و برای جداسازی سرم به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه ها جهت لخته شدن به مدت ۲۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه انکوبه و بلافاصله به مدت ۳ دقیقه در ۳۳۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. میزان تغییرات CK و LDH در نمونه های سرمی با کیت شرکت پارس آزمون ایران و به روش فتومتری به ترتیب با حساسیت ۱ و ۵ واحد بین المللی در لیتر(U/L) و در طول موج ۳۴۰ نانومتر برای CK و ۴۵۰-۳۴۰ نانومتر برای و LDH با استفاده از دستگاه BT-3000 مورد سنجش قرار گرفت. در این تحقیق از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین ها و انحراف استاندارد، و هم چنین از آزمون کلموگروف-اسمیرنف به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع متغیرها، استفاده شد. علاوه بر این، برای بررسی تفاوت بین زمان های مختلف نمونه گیری(پیش آزمون با پس آزمون و پس آزمون ها با یکدیگر) از آزمون

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]

آماری تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر، در صورت معنادار بودن اختلاف ها، از آزمون تعقیبی بونفرونی برای ارزیابی تفاوت ها بین مراحل مختلف نمونه گیری استفاده شد. هم چنین برای مقایسه این شاخص ها بین دو گروه مکمل و دارونما، آزمون T مستقل به کار گرفته شد. سطح معنی داری در همه موارد $P\leq0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته های پژوهش

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر نشان داد که تغییرات سطوح سرمی آنزیم LDH دو گروه مکمل و دارونما در زمان های مختلف نمونه گیری پس از فعالیت پلایومتریک معنی دار می باشد(به ترتیب P=0.000, P=0.006). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که آنزیم LDH گروه دارونما در زمان مدت ۴ ساعت پس از فعالیت پلایومتریک و گروه مکمل در زمان ۲۴ ساعت پس از فعالیت پلایومتریک، در مقایسه با قبل از فعالیت، به طور معنی دار افزایش یافته است(P=0.003)(جدول شماره ۳ و نمودار شماره ۱).

جدول شماره ۲. مقایسه شاخص های آسیب عضلانی(IU/L) در زمان های مختلف پس از اجرای فعالیت پلایومتریک
مقادیر بیانگر میانگین±انحراف استاندارد می باشند. *تفاوت معنادار در سطح $P\leq0.05$

شاخص های مورد مطالعه	قبل از فعالیت ورزشی	۴ ساعت پس از فعالیت ورزشی	۲۴ ساعت پس از فعالیت ورزشی	۴۸ ساعت پس از فعالیت ورزشی	P
CK گروه مکمل	00±49/89/150	89±35/18/186	67±37/52/208	33±37/12/161	*0/001
CK گروه دارونما	25±42/87/148	87±29/50/199	38±68/52/272	38±29/11/171	*0/000
LDH گروه مکمل	40±38/94/245	30±38/78/285	20±24/45/242	90±22/21/233	*06۰0/
LDH گروه دارونما	90±43/08/237	10±46/69/334	60±77/17/261	10±39/24/249	*0/000

از طرف دیگر، نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر(جدول شماره ۲) نشان داد که تغییرات سطوح سرمی آنزیم CK در گروه مکمل و دارونما بین در زمان های مختلف نمونه گیری پس از فعالیت پلایومتریک معنی داری می باشد(جدول شماره ۲). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که آنزیم CK در هر دو گروه مکمل و دارونما در فاصله زمانی ۲۴ ساعت پس از فعالیت پلایومتریک در مقایسه با غلظت این شاخص در قبل از فعالیت، به طور معنی دار بالاتر می باشد(به ترتیب P=0.000, P=0.001)(جدول شماره ۳ و نمودار شماره ۲). به منظور مقایسه شاخص CK دو گروه مکمل و دارونما در هر یک از زمان های اندازه گیری بعد از فعالیت پلایومتریک، آزمون t مستقل اجرا گردید و مشخص شد که CK گروه مکمل فقط ۲۴ ساعت بعد از فعالیت با گروه دارونما تفاوت معنی دار(P=0.006)(جدول شماره ۳) دارد؛ به عبارت دیگر، فقط در این زمان به طور معنی دار از گروه دارونما پایین تر است(جدول شماره ۳، مقدار P بین گروهی).

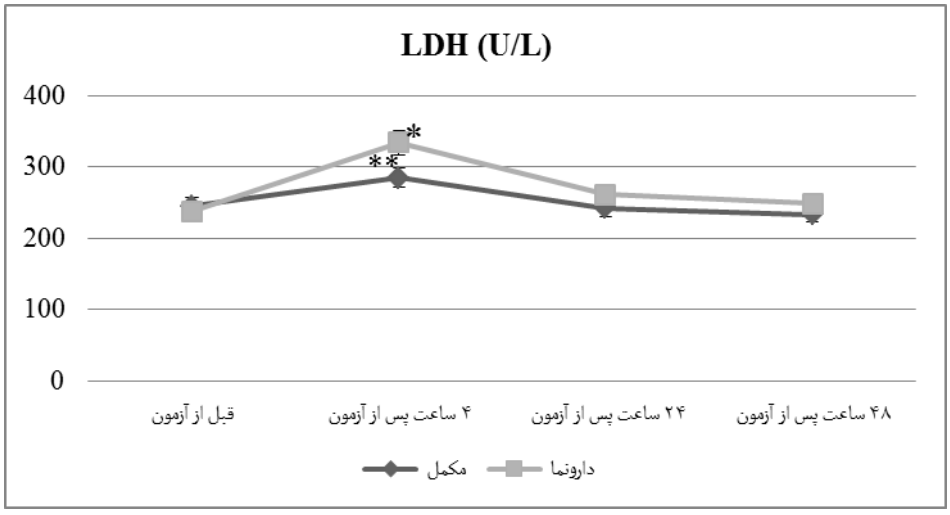
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]

جدول شماره ۳. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی و t مستقل در خصوص مقایسه شاخص های آسیب عضلانی در زمان های مختلف اندازه گیری

شاخص مورد اندازه گیری	مقایسه مراحل مختلف نمونه گیری		P بونفرونی گروه مکمل	P بونفرونی گروه دارونما	P بین گروهی
LDH	قبل از فعالیت ورزشی	۴ ساعت بعد	۰/۳۵	۰/۰۰۳*	۰/۰۳**
		۲۴ ساعت بعد	۰/۰۰۱	۱/۰۰	۰/۴۵
		۴۸ ساعت بعد	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۳۰
CK	قبل از فعالیت ورزشی	۴ ساعت بعد	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/53
		۲۴ ساعت بعد	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۶**
		۴۸ ساعت بعد	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۵۴

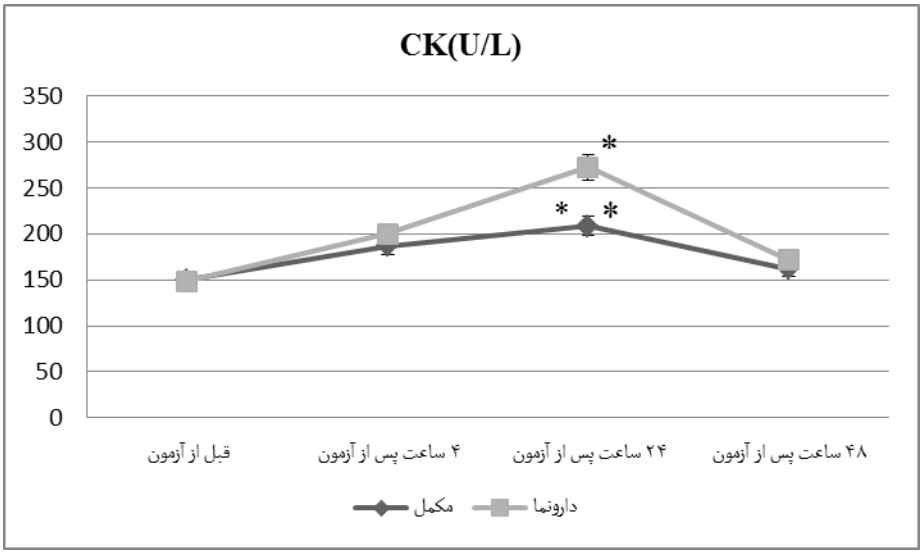
LDH: لاکتات دهیدروژناز، CK: کراتین کیناز؛ * افزایش معنی دار نسبت به قبل مداخله؛ **کاهش معنی دار نسبت به گروه دارونما در سطح $P\leq0.05$

آزمون t مستقل نشان داد که میزان LDH گروه مکمل فقط در مرحله زمانی ۴ ساعت پس از فعالیت پلایومتریک، به طور معنی داری پایین تر از گروه دارونما است($P=0.03$)؛ به عبارت دیگر، فقط در این زمان به طور معنی دار از گروه دارونما پایین تر می باشد(جدول شماره ۳، مقدار P بین گروهی). در نهایت مشخص گردید که با گذشت ۴۸ ساعت پس از فعالیت، هر دو شاخص و به سطح پایه برمی گردند($P>0.05$، جدول شماره ۳).



نمودار شماره ۱. بررسی تغییرات آنزیم LDH در زمان های مختلف بعد از فعالیت پلایومتریک
*** افزایش معنادار نسبت قبل از فعالیت در سطح $P\leq0.05$ **کاهش معنادار نسبت به گروه دارونما در سطح $P\leq0.05$**

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]



نمودار شماره ۲. بررسی تغییرات آنزیم CK در زمان های مختلف بعد از فعالیت پلایومتریک
*** افزایش معنادار نسبت به قبل از فعالیت در سطح $P\leq0.05$؛ **کاهش معنادار نسبت به گروه دارونما در سطح $P\leq0.05$**

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر بیان می دارد که در فاصله زمانی ۲۴ ساعت پس از یک جلسه فعالیت ورزشی پلایومتریک، سطح سرمی CK هر دو گروه افزایش پیدا می کند، اما مصرف شیر کم چرب باعث می شود این افزایش در گروه مکمل، کمتر از گروه دیگر باشد. این تاثیر احتمالاً بدان دلیل است که مصرف شیر کم چرب پس از فعالیت ورزشی، تاثیر مثبتی بر تعادل خالص پروتئین عضله می گذارد که بیشتر به علت افزایش سنتز پروتئین و کاهش تجزیه آن می باشد(۳). این یافته با یافته های Gilson و همکاران(۱۴) که تاثیر مثبت مکمل شیر کاکائو بر سطوح CK ناشی از تمرینات پرش ارتفاع در سطح متوسط را گزارش داده اند، همسو می باشد. هم چنین Saunders و همکاران(۱۶)، Rowland و همکاران(۵) و Valentineو همکاران(۱۷) با مطالعه بر روی تاثیر مصرف مکمل کربوهیدرات/پروتئین در طول و پس از ورزش دوچرخه سواری، گزارش داده اند که پس از تمرین استقامتی دوچرخه سواری، سطوح CK افزایش پیدا می کند، اما مصرف مکمل باعث کاهش معنی دار CK نسبت به گروه دارونما می شود. علاوه بر این، صمدی و همکاران(۶) تاثیر مکمل های کربوهیدرات/پروتئین با نسبت های متفاوت(کربوهیدرات به پروتئین ۴:۱، ۳:۱ و ۲:۱) بر شاخص های آسیب عضلانی پس از یک فعالیت مقاومتی برون گرا را مورد بررسی قرار داده و نشان داده اند که مصرف مکمل باعث کاهش معنی دار CK در مقایسه با گروه دارونما می شود؛ هر چند بین نسبت های مکمل تفاوت معنی داری وجود ندارد. با این حال، Wojcik و همکاران(۱۸) گزارش داده اند که مصرف شیر مشتمل بر کربوهیدرات/پروتئین هیچ تاثیری بر CK نسبت به گروه دارونما ندارد؛ آزمودنی های تحقیق مذکور با ۱۲۰ درصد یک تکرار بیشینه به تمرینات مقاومتی پرداختند و احتمال می رود به دلیل خستگی زیاد ناشی از بالا بودن شدت تمرین، مکمل نتوانسته تاثیر مثبتی بر شاخص های آسیب عضلانی داشته باشد. علاوه بر این، Brier و همکاران(۴) گزارش داده اند که مصرف کاکائوی مشتمل بر کربوهیدرات/پروتئین، تاثیری بر کاهش آسیب عضلانی ناشی از تمرینات برون‌گرا ندارد. در تحقیق Brier و همکاران از نمونه های ادراری برای ارزیابی استفاده شده است و این احتمال وجود دارد که نمونه های ادرای حساسیت لازم برای تشخیص شاخص های آسیب عضلانی را نداشته اند. تحقیق حاضر نشان داد که در فاصله زمانی ۴ ساعت پس از فعالیت پلایومتریک، سطح سرمی LDH گروه دارونما در مقایسه با پیش از آغاز آن، افزایش می یابد. با این

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]

حال، مصرف شیر کم چرب باعث کاهش معنادار این شاخص نسبت به گروه دارونما می شود. همسو با این یافته ها، عسجدی و همکاران(۷) تاثیر مکمل های کربوهیدرات/پروتئین با نسبت های متفاوت (کربوهیدرات به پروتئین، ۱ به ۳ و ۱ به ۴) بر شاخص های آسیب عضلانی پس از یک فعالیت مقاومتی برون گرا را مورد بررسی قرار داده و گزارش کرده اند که هر دو نسبت مکمل، باعث کاهش معنی دار میزان LDH نسبت به گروه دارونما می شود؛ اما بین دو مکمل تفاوتی وجود ندارد. با این حال، Betts و همکاران(۸) تفاوت معنی داری در سطوح LDH بین دو گروه مکمل و دارونما مشاهده نکردند؛ در تحقیق Betts و همکاران(۲۰۰۹) آزمودنی ها در هر جلسه به مدت ۹۰ دقیقه در طی ۹ هفته به تمرینات شاتل ران پرداختند، که از نظر ماهیت و مدت تمرین با پروتکل ورزشی تحقیق حاضر متفاوت می باشد و احتمالا طولانی بودن دوره تمرین(۹ هفته) می تواند تاثیرگذار باشد.

از نکات جالب تحقیق حاضر، مشاهده افزایش آنزیم CK در فاصله ۲۴ ساعت و LDH در فاصله ۴ ساعت پس از فعالیت پلایومتریک است. شاید نقش هر یک از این آنزیم ها و دوره زمانی که وارد چرخه متابولیسم سلول می شوند، در این پاسخ ها نقش داشته باشد. CK مسئول کاتالیز فسفریلاسیون برگشت پذیر کراتین به فسفوکراتین و ADP به ATP است. در چرخه گلیکولیز، این ایزوآنزیم های سیتوزولی هستند که برای فعالیت عضلانی تولید ATP می کنند. در واقع، CK میتوکندریایی با واکنش های زنجیره انتقال الکترون همراه شده و از ATP میتوکندریایی برای بازسازی فسفوکراتین استفاده می کند که به دنبال آن، به سیتوزول بر می گردد. این سیستم رفت و برگشت برای تولید و نگهداری انرژی، برای متابولیسم بسیار مهم است(۹). از طرف دیگر، LDH آنزیمی است که به مقدار فراوان در سیتوپلاسم تمام بافت های بدن با غلظت های متفاوت یافت می شود و در تبدیل اسیدپیرویک به اسیدلاکتیک یا برعکس، در مسیر گلیکولیز بی هوازی نقش دارد و سرعت واکنش ها را بالا می برد(۱۰). علاوه بر این ها، آنزیم CK اولین آنزیمی است که بعد از حمله قلبی وارد گردش خون شده و سریعاً هم از گردش خون ناپدید می شود. آنزیم LDH نیز از عضله قلب آسیب دیده آزاد می گردد.

نتایج نشان می دهد که مصرف مکمل کربوهیدرات به همراه اسیدآمینه هنگام فعالیت ورزشی، موجب کاهش مقادیر کورتیزول خون می شود(۷،۱۹). با توجه به تاثیر کورتیزول بر تجزیه بافت عضلانی(۷)؛ احتمالاً بخشی از اختلاف مشاهده شده بین گروه های مکمل و دارونما در مقادیر شاخص های آسیب عضلانی را می توان به تاثیر مکمل کربوهیدرات/پروتئین بر کنترل کورتیزول سرم نسبت داد. چنین اظهار گردیده است که مصرف کربوهیدرات در ساعات پس از تمرین مقاومتی پا، بر بهبود تعادل خالص پروتئین عضلانی از طریق کاهش تدریجی تجزیه پروتئین تاثیر می گذارد(۲۳، ۲۲). یک رژیم غذایی کربوهیدرات/پروتئین احتمالاً باعث ترشح انسولین بیشتر نیز می شود، در نتیجه ممکن است باعث برداشت بیشتر گلوکز و هم چنین سنتز سریع تر گلیکوژن در عضلات شود. مصرف پروتئین کمک می کند تا اسیدآمینه های ضروری مورد نیاز برای آنابولیسم و ترمیم بافت تامین شود. این مکانیزم اساسی آنابولیسم عضله، بیشتر با مصرف مکمل اسیدآمینه/پروتئین/کربوهیدرات تقویت می شود که افزایش هم زمان انسولین و اسیدهای آمینه در دسترس را نیز به همراه دارد. بنا بر این، اثر مکمل کربوهیدرات/پروتئین ممکن است به دسترسی بیشتر به اسیدآمینه یا افزایش غلظت انسولین پلاسما نسبت داده شود(۳). در همین راستا نشان داده شده است که مصرف مکمل کربوهیدرات/پروتئین موجب افزایش انسولین خون پس از فعالیت ورزشی در مقایسه با گروه دارونما می شود(۷). انسولین از طریق کاهش تجزیه پروتئین و محدود کردن تجزیه بافت عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی مقاومتی، احتمالاً انتشار پروتئین های درون عضلانی(CK) به خارج سلول را کاهش می دهد(۷،۱۹). انسولین ممکن است باعث افزایش غلظت اسیدهای آمینه پلاسما از طریق کاهش جذب اسید آمینه از پلاسما هم بشود که به نوبه خود با کاهش تجزیه پروتئین های تارچه ای همراه خواهد بود(۳). علاوه بر این، مطالعات مختلف افزایش سنتز پروتئین عضله را پس از تمرینات مقاومتی با مصرف مکمل

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]

اسیدآمینه نشان داده اند(۱۹،۲۲)، با این حال، ترکیبی از کربوهیدرات و اسیدآمینه پس از یک جلسه تمرین مقاومتی، سنتز پروتئین عضلات را بیشتر تحت تاثیر قرار می دهد که تقریباً معادل مجموع اثر مستقل مصرف هر دو مکمل به تنهایی می باشد(۲۳). این یافته ها نشان می دهند که ترکیب کربوهیدرات و اسیدآمینه در مقایسه با مصرف هر کدام از این مکمل ها به تنهایی، تاثیر بیشتری بر متابولیسم پروتئین دارد.

دو پروتئین اصلی موجود در شیر، کازئین و پروتئین وی می باشند. کازئین، به پروتئین آهسته معروف است، دیر هضم شده و منجر به ظهور آرام و طولانی مدت اسیدهای آمینه در جریان خون می شود(۲۲). پروتئین وی به پروتئین سریع معروف است(۲۴) و به همین دلیل غلظت های بالاتری از اسیدآمینه(به ویژه اسید آمینه لوسین) در کوتاه مدت در خون فراهم می کند(۲۲). مصرف هر دوی این پروتئین ها منجر به سنتز پروتئین عضلانی خالص می شود(۲۲) با توجه به خواص مختلف متابولیکی پروتئین وی، کربوهیدرات و کازئین، بدون شک با ترکیب این مکمل ها نتایج مطلوب تری بدست خواهد آمد. شیر به تنهایی حاوی هر سه این مکمل ها می باشد(۳،۲۵)؛ اما علاوه بر آن، ۸ نوع اسید آمینه ضروری را نیز در بر دارد و می تواند یکی از بهترین مواد مصرفی پس از یک جلسه تمرینی سنگین باشد. دو سوم چربی موجود در شیر از نوع چربی های اشباع شده هستند، چربی هایی که قدرت افزایش هورمون های عضله ساز را دارند. به علت وجود کلسیم و فسفر در شیر، این ماده غذایی به خوبی اثرات ناشی از خستگی بدنی را کاهش داده و شادابی و انرژی بیشتری را به ارمغان می آورد. مصرف شیر کم چرب به عنوان یک نوشیدنی جهت تامین آب مورد نیاز بدن نیز بسیار مفید است و نشان داده شده است که مصرف شیر، تاثیر بالقوه ای بر هیدراسیون دارد و باعث افزایش ظرفیت استقامتی ورزشکارانی می شود(۳). احساس پر شدن معده و سیری پس از مصرف شیر، بیشتر از مصرف نوشابه های انرژی زا و ورزشی می باشد؛ لذا تخلیه آهسته تر معده سبب جذب مناسب تر مواد می شود و از تغییر تراوایی پلاسما در اثر ورود حجم زیادی مایع جلوگیری می کند. از دیگر مزیت های شیر می توان به ارزان بودن و در دسترس بوده آن اشاره کرد؛ مزیتی که استفاده از آن را برای هر ورزشکاری در هر مکان و شرایطی، امکان پذیر می سازد. مصرف شیر به دلیل دارا بودن کربوهیدرات و پروتئین هم زمان باعث کاهش تجزیه و افزایش سنتز پروتئین عضلانی می شود و از طریق کاهش کورتیزول و افزایش انسولین پلاسما، کاهش انتشار شاخص های آسیب عضلانی را در پی دارد. در تحقیق حاضر یک جلسه فعالیت ورزشی پلایومتریک باعث افزایش شاخص های آسیب عضلانی شد، اما مصرف شیر کم چرب موجب کاهش این شاخص ها گردید؛ از این رو ورزشکاران می توانند مصرف این ماده مغذی را بلافاصله پس از تمرینات شدید آسیب رسان، در دستور کار قرار دهند.

سپاسگزاری

از دانشجویان رشته تربیت بدنی دانشگاه بیرجند به دلیل شرکت در تحقیق و پرسنل آزمایشگاه دکتر اصحاب یمین بیرجند به دلیل سانتریفیوژ و انجام آزمایش روی نمونه های خونی تشکر می گردد.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]

References

1.Cockburn E, Robsonansley P, Hayes PR, Stevenson E. Effect of volume of milk consumed on the attenuation of exercise-induced muscle damage. Eur J Appl Physiol 2012; 112: 3187–94.

2.Assumpcaocde O, Lima LC, Oliveira FB, Greco CC, Denadai BS. Exercise-induced muscle damage and running economy in humans. Sci World J 2013;189:149-60.

3.Cockburn E. The effect of Azcute milk-based carbohydrate protein supplementation on the attenuation of exercise-induced muscle damage. Northumbria Uni J 2010;22:81-9.

4 Brier NM, Vairo GL, Bagshaw D, Lekan JM, Bordi PL, Krisetherton PM. Cocoa-based protein and carbohydrate drink decreases perceived soreness after exhaustive aerobic exercise: a pragmatic preliminary analysis. J Strength Cond Res 2010; 24:2203-10.

5.Rowland DS, Rossler K, Thorp RM, Graham DF, Timmons BW, Stannard S R, et al. Effect of dietary protein content during recovery from high-intensity cycling on subsequent performance and markers of stress, inflammation, and muscle damage in well -trained men. Appl Physiol Nutr Metab 2008;33:39-51

6.Samadi A, Gaeini AA, Kordi MR, Rahimi M, Rahnama N, Bambaeichi E. Effect of various ratios of carbohydrate-protein supplementation on resistance exercise-induced muscle damage. J Sports Med Phys Fit2012; 52:151-7.

7.Asjadi F, Arazi H, Farazi Samarin S. [Comparing the effects of dietary supplementation with carbohydrate and whey protein at two ratios on muscle damage indices after eccentric resistance exercise]. Iran J Nutr Sci F Tech 2012;7:83-92. (Persian).

8.Betts JA, Toone RJ, Stokes KA, Thompson D. Systemic indices of skeletal muscle damage and recovery of muscle function after exercise: effect of combined carbohydrate-protein ingestion. Appl Physiol Nutr Metab 2009;34:773-84.

9.Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase and exercise
related muscle damage implications for mus cle performance andrecovery. J Nutr Metab2012; 960363:13.

10.Drent M, Cobben NA, Henderson RF, Wouters EF, van Dieijenvisser M. Usefulness of lactate dehydrogenase and its isoenzymes as indicators of lung damage or inflammation. Eur Res J 1996;9:1736-42.

11.Miller MG, Herniman JJ, Richard MD, Christopher CC, Timothy JM. The effects of a 6week plyometric training program on agility. J Sport Sci Med 2006;5:459 -65.

12.Tofas T, Jamurtas AZ, Fatouros I, Nikolaidis MG, Koutedakis Y, Sinouris EA, et al. Plyometric exercise increases serum indices of muscle damage and collagen breakdown. J Strength Cond Res 2008; 22: 490-6.

13.Marginson V, Rowlands AV, Gleeson NP, Eston RG. Comparison of the symptoms of exercise-induced muscle damage after an initial and repeated bout of plyometricexercise in men and boys. J Appl Physiol 2005; 99: 1174-81.

14.Gilson SF, Saunders MJ, Moran CW, Moore RW, Womack CJ, Todd MK. Effects of chocolate milk consumption on markers of muscle recovery following soccer training: a randomized cross-over study. J Int Soc Sport Nutr2010;18:7:19.

15.Green MS, Corona BT, Doyle JA, Ingalls CP. Carbohydrate-protein drinks do not enhance recovery from exercise-induced muscle injury. Int J Sport Nutr Exerc Metab2008; 18:1-18.

16.Saunders MJ, Luden ND, Herrick JE. Consumption of an oral carbohydrate-protein gel improves cycling endurance and prevents postexercise muscle damage. J Strength Cond Res 2007;21: 678-84.

17.Valentine RJ, Saunders MJ, Todd MK, Stlaurent TG. Influence of carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and indices of muscle disruption. Int J Sport Nutr Exerc Metab2008;18:363-78.

18.Wojcik JR, Walberrankin J, Smith LL, Gwazdauskas FC. Comparison of carbohydrate and milk-based beverages on muscle damage and glycogen following exercise. Int J Sport Nutr Exerc Metab2001;11: 406-19.

19.Baty JJ, Hwang H, Ding Z, Bernard JR, Wang B, Kwon B. et al. The effect of a carbohydrate and protein supplement on resistance exercise performance, hormonal

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]

response, and muscle damage. J Strength Cond Res 2007; 21: 321-9.
20.Shirreffs SM, Watson P, Maughan RJ. Milk as an effective post-exercise rehydration drink. Br J Nutr 2007; 98: 173-80.
21.Perezgomez J, Olmedillas H, Delgado S, Royo LA, Vincent G, Ortiz RA, et al. Effects of weight lifting training combined with plyometric exercise on physical fitness and knee extension velocity during kicking in football. Appl Physiol Nutr Metab 2008;33:501-10.
22.Borsheim E, Cree MG, Tipton KD, Elliott TA, Aarsland A, Wolfe RR. Effect of carbohydrate intake on net muscle protein synthesis during recovery from resistance exercise. J Appl Physiol 2004;96:674-8.
23. Miller SL, Tipton KD, Chinkes DL, Wolf SE, Wolfe RR. Independent and combined effects of amino acids and glucose after resistance exercise. Med Sci Sports Exerc2003;35:449-55.
24. Haug A, Hostmark AT, Harstad OM. Bovine milk in human nutrition a review. Lipid Health Dis 2007;25:6-25.
25. Elliot TA, Cree MG, Sanford AP, Wolfe RR, Tipton KD. Milk ingestion stimulates net muscle protein synthesis following resistance exercise. Med Sci Sports Exerc2006;38: 667-74.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]

The Effects of 500 Ml low-fat Milk on Serum Level Muscle Damage Indices following one Session of Plyometric Exercise

Mohammadidoost A[1], Ilbeigi S[1], Esmaeilafzalpour M[2], Ashabyamin[3]*

(Received: January 5, 2015 Accepted: April 14, 2015)

Abstract

Introduction: Plyometric exercises are used to improve strength and explosive power in athletes, but it is associated with muscle soreness and severe muscle damage due to eccentric contraction. It is believed that a combination of carbohydrate and protein could inhibit exercise-induced muscle damage due to the changes in protein metabolism. Accordingly, the purpose of this study was to identify the effects of 500 ml low-fat milk on serum level muscle damage indices following one session of plyometric exercise.

Materials & methods: The all undergraduate students of Birjand university were considered as a society population and then 20 persons were randomly divided into two equal groups (n=10) including supplementation and placebo groups. The supplementation group carried out 30 minutes of plyometric training (average of 210 movements) then immediately they consumed 500 ml low-fat milk. The placebo group received the same amount of water and also they performed similar protocol of plyometric exercise. Creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) enzymes were measured by photometry method. The data were analyzed by the Kolmogorov-Smirnov normality test, classical student t-tests, ANOVA and Bonferroni also were used for the detection of significant differences between groups by means of SPSS-19.

Findings: The serum level of LDH (p=0.03) and CK (p=0.006) during the 4 and 24 hours after the plyometric exercise were significantly lower in supplementation group than placebo respectively.

Discussion & Conclusions: Consumption of low-fat milk immediately after a plyometric exercise could induce faster cleaning of muscle damage indices but its influence on LDH enzyme may be established in a shorter time interval.

Keywords: Low-fat milk, Muscle damage indices, Plyometric exercises

1. Dept of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, Birjand University, Birjand, Iran
2. Dept of Biological Sciences sports, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, Birjand University, Birjand, Iran,
3. Medical laboratory, Birjand, Iran
** Correspondin author Email: mafzalpour@birjand.ac.ir*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-10-09]