

Effect of Branched Amino Acids and Carbohydrate Consumption on Some Muscle Damage Indexes in Active Men, after Exhaustive Aerobic Exercise

Asghar Tofighi¹, Akram Ameghani², Salim Vahedi³, Bahram Jamali Qarakhanlou^{2*}, Mohammad Reza Shiri⁴

¹Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

²Department of physical education management, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

³Physical Medicine and Rehabilitation Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

⁴Department of Nutrition Sciences, International campus, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 17 Jul, 2014 Accepted: 31 Aug, 2014

Abstract

Background & Objectives: various types of exercises will lead to different levels of muscle damages. The effect of branched amino acids and carbohydrate consumption on some indexes of muscle damage in active men after a session of aerobic exercise” was the aim of our study.

Materials & Methods: In this study, 30 active male students were selected and divided into three groups control; branched amino acids and carbohydrate taking groups. “Shuttle run test” was the type of exhaustive aerobic test in our study. One hour before the test, studied groups received 210 mg/kg/ branched amino acids or carbohydrate, subjects in the control group received the same amount placebo. Blood sample was taken before, immediately after, 24 and 48 hour after finishing the exercise. Analysis of variance with repeated measurements and Bonferroni post hoc were used for data analysis, and $P \leq 0.05$ was considered statistically significant.

Results: Statistical analysis showed that serum levels of CK, LDH, AST and ALT all were increase in all groups at different defined times after the test ($P < 0.05$). Post exercise levels of AST and ALT were significantly lower in branched amino acids group and the different was significant with carbohydrate and control group at different times of measurement ($P < 0.05$).

Conclusions: Consumption of branched amino acids before exhaustive aerobic exercise has a protective effect and prevents further muscle damage.

Keywords: Branched Amino Acids, Carbohydrate, Muscle Damage, Aerobic Exercise, Active Men

*Corresponding author:

E-mail: jamalib@tbzmed.ac.ir

مقاله پژوهشی

تاثیر مصرف اسیدهای آمینه شاخه‌دار و کربوهیدرات بر برخی شاخص‌های آسیب عضلانی مردان فعال به دنبال یک جلسه فعالیت هوازی و امانده‌ساز

اصغر توفیقی^۱، اکرم آقمانی^۲، سلیم واحدی نمین^۳، بهرام جمالی قراخلو^۴، محمدرضا شیری^۴

^۱گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
^۲مدیریت تربیت بدنی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
^۳مرکز تحقیقات طب فیزیکی و توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
^۴گروه علوم تغذیه، پردیس بین‌الملل، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

دریافت: ۹۲/۳/۹ پذیرش: ۹۲/۶/۱۲

چکیده

زمینه و اهداف: انواع مختلف تمرین به نوعی منجر به آسیب عضلانی در سطوح مختلف می‌شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر مصرف اسیدهای آمینه شاخه‌دار و کربوهیدرات بر پاسخ برخی شاخص‌های آسیب عضلانی مردان فعال به دنبال یک جلسه فعالیت هوازی و امانده‌ساز می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این طرح نیمه تجربی، ۳۰ مرد فعال بصورت داوطلبانه انتخاب و سپس به شکل تصادفی به سه گروه شاهد، اسید آمینه شاخه‌دار و کربوهیدرات تقسیم شدند. آزمون هوازی و امانده‌ساز، شاتل ران بود. یک ساعت قبل از اجرای آزمون اصلی، آزمودنی‌های گروه اسید آمینه شاخه‌دار و کربوهیدرات هرکدام ۲۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن از مکمل مربوطه و گروه شاهد نیز به همان میزان پلاسمو دریافت کردند. عمل خون‌گیری، در قبل، بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اجرای آزمون جهت تحلیل شاخص‌های آسیب عضلانی انجام شد. برای آنالیز داده‌ها نیز از تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر و بونفرونی تعقیبی استفاده شد. سطح معناداری در سطح آلفای ۵ درصد و از نرم افزار آماری SPSS، نسخه‌ی ۱۶ استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج تحلیل آماری نشان داد که مقادیر شاخص‌های *CK*، *LDH*، *AST*، *ALT* بلافاصله ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون در تمامی گروه‌ها نسبت به مقادیر پیش‌آزمون افزایش داشت ($P > 0/05$). همچنین در مقایسه بین گروهی، شاخص‌های *AST* و *ALT* در گروه اسید آمینه شاخه‌دار، در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین بشکل معنی داری پایین‌تر از گروه کربوهیدرات و گروه شاهد بود ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری: بر طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر احتمال می‌رود مصرف اسیدهای آمینه شاخه‌دار قبل از فعالیت هوازی و امانده‌ساز بر آسیب عضلانی مردان فعال تاثیر مثبت داشته و از آسیب بیشتر ممانعت می‌کند.

کلید واژه‌ها: اسیدهای آمینه شاخه‌دار، کربوهیدرات، آسیب عضلانی، تمرین هوازی، مردان فعال

*ایمیل نویسنده رابط: jamalib@tbzmed.ac.ir

مقدمه

اختلال در سارکومرها بدنبال از دست دادن عملکرد پروتئین‌های آکتین و میوزین تشکیل دهنده سلول‌های عضلانی، در طول ورزش بر عملکرد عضله در یک مسیر منفی تاثیر می‌گذارد (۱). این نوع آسیب‌ها با افزایش فعالیت آنزیم‌های سرمی از قبیل کراتین کیناز (*CK*)، لاکتات دهیدروژناز (*LDH*)، آسپارات آمینوترانسفراز (*AST*) و آلانین آمینوترانسفراز (*ALT*) همراه می‌باشد (۲) و باعث کاهش عملکرد عضلانی می‌شود (۳). آنزیم‌های فوق، شاخص‌هایی از وضعیت عملکردی بافت‌های عضلانی‌اند و به طور گسترده‌ای در شرایط پاتولوژیکی و فیزیولوژیکی متفاوت هستند (۵). افزایش این آنزیم‌ها ممکن است شاخصی از نکرور

آسیب سلول‌های عضلانی ناشی از ورزش برای افرادی که ورزش را به خاطر سلامتی انجام می‌دهند، بیماران جسمانی و قلبی-عروقی و همچنین برای متخصصان علوم ورزشی موضوع بسیار مهمی است (۱). انواع مختلف تمرین از قبیل تمرینات مقاومتی، پلیومتریک، دو استقامت طولانی و دوی بی‌هوازی متناوب (۲)، منجر به آسیب عضلانی در سطوح مختلف می‌شود (۱). این فرآیند باعث اختلال در رتیکولوم سارکوپلاسمیک و پروتئین خط Z سارکومری می‌شود. در هر حال ترومای ناشی از فعالیت جسمانی باعث آشکار متابولیکی شده و شاخص‌های میکروسکوپیکی پیشرونده آسیب عضلانی را افزایش می‌دهد (۳).

پس از همگن‌سازی انتخاب و به شکل تصادفی در سه گروه ۱۰ نفری شاهد، گروه کربوهیدرات (*CHO*) و گروه اسید آمینه شاخه‌دار (*BCAA*) تقسیم شدند. حجم نمونه براساس مطالعات قبلی، در سطح معنی‌داری (آلفا یا خطای نوع اول) پنج درصد و توان (بتا یا خطای نوع دوم) ۰/۲ با استفاده از نرم‌افزارهای *MedCal* نسخه ۱۰.۰.۲۰، از میان داوطلبان برای هر گروه ۱۰ نفر تعیین شد که آزمودنی‌های هر گروه با توجه به شاخص‌های پیکرسنجی به صورت تصادفی و همگن از بین داوطلبان انتخاب شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد دو هفته قبل از اجرای پروتکل تمرینی از هیچ نوع مکمل و مواد دارویی استفاده نکرده و سه روز قبل از آزمون از انجام تمرینات سنگین اجتناب نمایند. افراد شرکت‌کننده در آزمون، قبل از تکمیل فرم رضایت آگاهانه، پرسشنامه‌ی سلامتی و فرم یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته (تکمیل این فرم صرفاً جهت کنترل رژیم غذایی ۲۴ ساعته آزمودنی‌ها از لحاظ عدم مصرف مواد مداخله‌گر در طرح حاضر بود)، توسط محقق در مورد فرایند کلی طرح مطلع شدند. یک روز قبل از آزمون شاخص‌های تن‌سنجی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد و از روند کلی طرح و نحوه‌ی انجام تست آگاهی یافتند. سپس جهت اندازه‌گیری متغیرهای زمینه‌ای قد و وزن، از دستگاه ترازو و قدسنج دیجیتال (*Seca, Germany*) استفاده شد. همچنین درصد توده‌ی چربی بدن با استفاده از سیستم ضخامت‌سنج (*Mikosha caliper, Japan*) و فرمول سه نقطه‌ای (چین‌های پوستی پشت بازو، شکم و فوق خاصره سمت راست) دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا (*ACSM*)، جهت هم‌تاسازی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌های چین پوستی در طرف راست بدن انجام گرفت. پس از تعیین میزان ضخامت‌های چین پوستی با دستگاه ضخامت‌سنج، میانگین دو بار اندازه‌گیری هر نقطه از بدن در فرمول ذیل قرار داده شد.

$$0.11845 - [0.15772 \times (\text{سن})] + [0.00105 \times (\text{مجموع سه قسمت}) \times 0.00105] - (\text{مجموع سه قسمت}) \times 0.00105$$

(۰/۳۹۲۸۷) = درصد چربی

مکمل اسید آمینه‌های شاخه‌دار (*USPlabs Modern, USA*) به میزان ۲۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و شامل ۵۰ درصد لوسین، ۲۵ درصد ایزولوسین و ۲۵ درصد والین (۱۷) و ۲۱۰ میلی‌گرم کربوهیدرات (*Carbo VIT, Canada*) به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بود که در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب طعم‌دار شده با لیمو مخلوط شده بود. این مقدار دوز به دلیل آن انتخاب شد که در تحقیقات قبلی نیز برای کاهش آسیب عضلانی موثر واقع شده بود (۹ و ۱۸). به گروه شاهد نیز از نوشیدنی غیرکالریک شامل آب طعم‌دار شده با لیمو، نمک و شیرین‌کننده‌های مصنوعی داده شد. آزمودنی‌های هر گروه، دو ساعت و نیم قبل از فعالیت هوازی فزاینده درمانده‌ساز هر نیم ساعت یک چهارم (۱۹) از مکمل مورد نظر دریافت نمودند. مرحله‌ی گرم کردن به مدت ۱۵ دقیقه (پنج دقیقه حرکات کششی و ۱۰ دقیقه حرکات نرمشی) با لباس ورزشی مناسب انجام شد. سپس آزمودنی‌ها متعاقب حرکات کششی و نرمشی به اجرای آزمون میدانی شاتل ران پرداختند. در این آزمون، فرد با سرعت ۸ کیلومتر در ساعت مسیر ۲۰ متری را بصورت رفت و برگشت می‌دود. سرعت آزمودنی در هر دو دقیقه

سلولی و یا آسیب بافتی به دنبال صدمات عضلانی حاد و مزمن باشند و مقادیر آن می‌تواند با توجه به خصوصیات عضلانی افراد مختلف متفاوت باشد (۵). همچنین، درجه افزایش فعالیت آنزیم‌های سرمی بستگی به شدت و نوع فعالیت دارد (۴). بالاترین فعالیت آنزیم‌های سرمی پس از تمرین رقابتی طولانی مدت مانند مسابقه دو ماراتون و یا مسابقات سه گانه یافت می‌شود. انقباضات عضلانی پرونگرا همچون دویدن در سرازیری که وزن بدن را تحمل می‌کند، بیشترین افزایش را در فعالیت آنزیم‌های سرمی ایجاد می‌کند (۵). بر همین اساس، متخصصان تغذیه ورزش به دنبال بررسی مداخلات احتمالی که می‌تواند شاخص‌های حاد آسیب‌های عضلانی را کاهش دهد، هستند. یافته‌هایی که نشان‌دهنده اثر کاهش اسیدهای آمینه، کل پروتئین‌ها (۶ و ۷)، یا ترکیب آنها با کربوهیدرات‌ها بر نشانگرهای آسیب عضلانی تحت شرایط مختلفی بوده و این اثر آنها به اثبات رسیده، مورد توجه خاص قرار گرفته است (۸ و ۹). مکمل‌یاری با اسیدهای آمینه شاخه‌دار ممکن است میزان آسیب عضلات را از طریق رهایش هورمون‌های آنابولیک و یا مهار پروتئولیز (۱۰) کاهش دهد. همچنین، تغذیه با گلوکز به دلیل اینکه می‌تواند کاتابولیسم پروتئین را کاهش دهد، اثر مشابهی را فراهم می‌کند (۱۱ و ۱۲). مصرف اسیدهای آمینه شاخه‌دار بلافاصله قبل و بعد از تمرین استقامتی، فعالیت کراتین کیناز (*CK*) و لاکتات دهیدروژناز (*LDH*) را پس از تمرین کاهش می‌دهد (۱۳). *Saunders* و همکاران (۲۰۰۴) گزارش دادند که ترکیبی از مکمل‌یاری پروتئین و کربوهیدرات نوشیدنی در پاسخ‌گویی به آسیب عضلانی ناشی از تمرین موثرتر از یک نوشیدنی حاوی کربوهیدرات تنها می‌باشد (۶). همچنین تحقیقات اخیر گزارش دادند که یک نوشیدنی آنتی‌اکسیدانی کربوهیدرات-پروتئین، *CK* و *LDH* را پس از تمرین در مقایسه با نوشیدنی کربوهیدرات ایزوکالریک کاهش می‌دهد (۱۴ و ۱۵). با این حال، در هر دو این مطالعات، دو نوشیدنی در سطوح آنتی‌اکسیدانی به طور قابل توجهی متفاوت هستند که ممکن است درجه آسیب دیدگی عضله را تحت تاثیر قرار دهد (۱۶). همچنین گزارش شده است که مصرف اسیدهای آمینه شاخه‌دار قبل از تمرین مقاومتی، آسیب عضلانی را نسبت به گروه پلاسبو کاهش می‌دهد (۳). در حال حاضر تحقیقات محدودی در اندازه‌گیری شاخص‌های آسیب عضلانی زمانی که مکمل پروتئین و کربوهیدرات بلافاصله قبل از تمرین بیشینه تجویز شده است وجود دارد. بنابراین هدف از این مطالعه تعیین اثرات مکمل حاوی کربوهیدرات و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر پاسخ برخی شاخص‌های میکرو آسیب عضلانی (*AST, ALT, LDH, CK*) مردان فعال بدن‌بال یک جلسه فعالیت هوازی ومانده‌ساز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

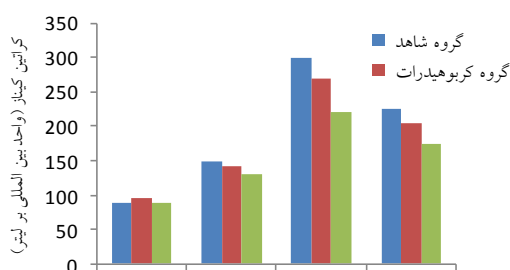
طرح حاضر، به شکل نیمه‌تجربی پیش‌آزمون-پس‌آزمون با اندازه‌گیری‌های مکرر انجام شد. جامعه‌ی آماری مطالعه‌ی حاضر دانشجویان فعالی بودند که در تیم‌های منتخب دانشگاه در طول هفته سه جلسه فعالیت ورزشی داشتند. ۳۰ مرد از بین جامعه فوق

بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون در هر سه گروه نسبت به مقادیر پیش‌آزمون افزایش داشت؛ که این افزایش در شاخص‌های فوق در هر سه گروه فقط در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون معنی‌دار بود ($P > 0/05$). همچنین در مقایسه بین گروه‌ها، گروه BCAA به شکل معنی‌داری در ۴۸ ساعت پس از آزمون پایین‌تر از گروه CHO و گروه شاهد بود ($P > 0/05$) (شکل ۳ و ۴).

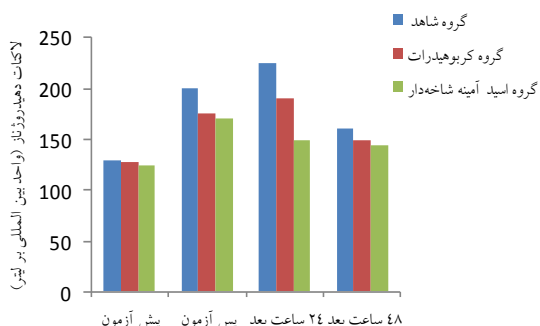
جدول ۱: ویژگی‌های تن‌سنجی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های پژوهش

گروه شاهد	گروه کربوهیدرات	گروه اسید آمینه شاخه‌دار	سن (سال)
۲۱/۹±۳/۶	۲۲/۸±۲/۳	۲۱/۸±۲/۹*	قد (سانتی‌متر)
۱۷۳/۳±۵/۲	۱۷۵/۶±۳/۸	۱۷۵/۱±۴/۲	وزن (کیلوگرم)
۷۰/۲±۵/۳	۷۰/۸±۴/۵	۷۸/۸±۵/۷	درصد چربی بدن (%)
۹/۱۵±۲/۸۸	۹/۳۲±۲/۲۲	۹/۶۸±۱/۹۲	حداکثر توان هوازی
۵۸/۱±۲/۳	۵۸/۵±۳/۸	۵۹/۵±۲/۵	($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)

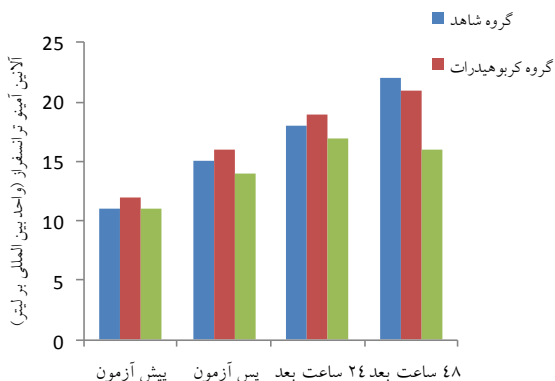
* مقادیر به شکل انحراف معیار ± میانگین بیان شده است.



شکل ۱: تغییرات کراتینین کیناز سرمی در تمامی مراحل اندازه‌گیری ۴۸ ساعت بعد ۲۴ ساعت بعد پس آزمون پیش آزمون



شکل ۲: تغییرات لاکتات دهیدروژناز سرمی در تمامی مراحل اندازه‌گیری



شکل ۳: تغییرات آلانین آمینو ترانسفراز سرمی در تمامی مراحل اندازه‌گیری

۰/۵ کیلومتر در ساعت افزایش پیدا می‌کند و تا زمانی که فرد قادر به ادامه آزمون نباشد ادامه می‌یابد. سرعت فرد بوسیله سیگنال‌های ضبط شده روی کاست در ابتدا و انتهای مسیر ۲۰ متری تنظیم می‌شود. وقتی فرد برای اولین بار از صدای سیگنال عقب بماند هشدار داده می‌شود و در سومین هشدار، آزمون متوقف شده و حداکثر سرعتی که شخص در مرحله قبل تکمیل نموده جهت برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی به کار می‌رود. برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از فرمول زیر بدست می‌آید (۲۰):

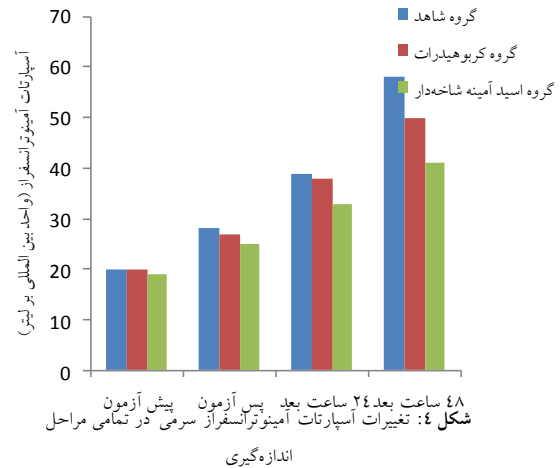
$$19/485 - \text{حداکثر سرعت} / \text{کیلومتر} \times (0/857 \times \text{دقیقه} / \text{کیلومتر} / \text{میلی لیتر})$$

نمونه‌گیری خونی اولیه در صبح آزمون بصورت ناشتا و همچنین نمونه‌گیری بعدی در بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اتمام آزمون از ورید آنتی‌کوبیتال در حالت خوابیده جهت بررسی تغییرات انجام گرفت و نمونه‌ها بعد از هر مرحله خون‌گیری به آزمایشگاه انتقال یافتند. نمونه‌های خونی پس از سانتریفیوژ (USA Bekna) با استفاده از کیت‌های پارس آزمون (Iran) و به روش اسپکتروفتومتری جهت تغییرات مقادیر مارکرهای آسیب عضلانی (AST, ALT, LDH, CK) تحلیل شدند. پس از آزمون فرض طبیعی بودن توزیع متغیرها و آزمون برابری واریانس‌ها از تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر و بونفرونی تعقیبی استفاده شد. سطح معناداری آلفای ۵ درصد در نظر گرفته شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت.

یافته‌ها

ویژگی‌های تن‌سنجی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های پژوهش در جدول نمایش داده شده است (جدول ۱). نتایج آزمون آماری شاپیرو-ویلک حاکی است که داده‌های مربوط به تمامی متغیرها در هر سه گروه، قبل و بعد از آزمون دارای توزیع نرمال می‌باشند. تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد که سطوح CK سرمی در هر سه گروه در تمامی مراحل نسبت به مقادیر پایه افزایش یافته است؛ که این افزایش در گروه‌های فوق‌الذکر فقط در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون معنی‌دار بود ($P > 0/05$) (شکل ۱). همچنین، سطوح CK سرمی در گروه BCAA و CHO نسبت به گروه شاهد در تمامی مراحل بعد از آزمون پایین‌تر بود؛ ولی در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون، این میزان در گروه BCAA بطور معنی‌داری پایین‌تر از گروه شاهد بود ($P > 0/05$) (شکل ۱). نقطه اوج CK سرمی در هر سه گروه در ۲۴ ساعت پس از آزمون بود. همچنین سطوح LDH سرمی در هر سه گروه بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از آزمون نسبت به مقادیر پایه افزایش داشت؛ اما این افزایش فقط در گروه شاهد معنی‌دار بود ($P > 0/05$). تفاوت معنی‌داری بین گروه BCAA و گروه شاهد در شاخص LDH سرمی در ۲۴ ساعت پس از آزمون مشاهده شد ($P > 0/05$) (شکل ۲). سطوح LDH سرمی پس از ۴۸ ساعت، در هر سه گروه تقریباً نزدیک به سطوح پیش از تمرین رسید ($P < 0/05$). همچنین نتایج آزمون آماری نشان داد که مقادیر شاخص‌های AST, ALT در

اسید کتوگلو تارات و اسید پیرویک ایفا می‌کنند. هر دو آنزیم به عنوان کوآنزیم پریدوگزال-۵ فسفات به کار می‌روند. فقدان پریدوگزال فسفات بر فعالیت آلانین آمینوترانسفراز (ALT)، بیش از آسپارات آمینوترانسفراز (AST) تاثیر می‌گذارد. آنها هر دو را توسط سلولهای سیستم رتیکولوآندوتلیال (reticuloendothelial) و سینوسی کبد تخریب می‌کنند (۱). در بیماری‌های کبدی و آسیب‌های عضلانی ناشی از پارگی بیش از حد عضله، سطوح AST و ALT در خون می‌تواند افزایش یابد (۵). Van Hamont و همکاران (۲۰۰۵) گزارش داده‌اند که تمرین دوچرخه‌سواری استقامتی همراه با مصرف کربوهیدرات، کاتابولیسم پروتئین را که غیرمستقیم توسط عرق و دفع ادراری اوره تعیین می‌شود، به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (۱۲). علاوه بر این پیشنهاد شده است که کربوهیدرات‌ها به صورت سینرژیک با اسیدهای آمینه ضروری پس از تمرین مقاومتی برای کاهش سطوح ۳-متیل هیستیدین و افزایش توده چربی بدن عمل می‌کند (۳). مکمل‌یاری کربوهیدرات طی تمرین روی نوارگردان غلظت میوگلوبین پلاسما را در دوندگان تمرین کرده کاهش می‌دهد (۱۱). همچنین این فرضیه ارائه شده است که میانجی‌های چرخه کربس مسوول افزایش کاتابولیسم پروتئین هستند (۱۳). بنابراین ممکن است مصرف کربوهیدرات طی تمرین، کاتابولیسم پروتئین را به دلیل افزایش میانجی‌های چرخه کربس کاهش دهد (۱۳). اسیدهای آمینه شاخه‌دار از طریق مکانیسم‌های مختلف باعث بهبود عملکرد می‌شوند؛ که عبارتند از: کاهش تریپتوفان آزاد نسبت به اسیدهای آمینه شاخه‌دار در پلاسما و در نتیجه کاهش خستگی مرکزی، کمک به جذب گلوکز به داخل سلول عضلانی با فعال کردن فسفاتیدیل اوزیتول ۳-کیناز (PI3K) و بدنبال آن فعال کردن پروتئین کیناز B (PKB) (۲۸)، افزایش سنتز پروتئین در استفاده طولانی مدت و در نتیجه افزایش قدرت عضلانی (۲۹)، اکسیداسیون و تولید انرژی و افزایش انسولین خون از طریق مسیر گلوتامات دهیدروژناز و فعال کردن چرخه کربس در داخل سلول‌های بتای پانکراس در نتیجه بازسازی منابع انرژی در فواصل بین دو مسابقه (۳۰). نظریه‌های مختلفی مبنی بر اینکه چرا مکمل‌یاری با BCAA آسیب عضلانی را کاهش می‌دهد، وجود دارد. هنگامی که BCAA آگزورژن قبل از ورزش‌های هوازی مصرف شود، غلظت هورمون رشد انسان را افزایش می‌دهد و به کاهش رهایش تستوسترون کمک می‌کند و این باعث می‌شود تا محیط آنابولیک‌تر شود (۱۳). در شرایط آزمایشگاهی، تجویز BCAA با آلفا-کتوایزوکاپروات (alpha-ketoisocaproate) و کتو آنالوگ لوسین، مانع از کاتابولیسم پروتئین می‌شود. علاوه بر این، عنوان شده است که کاهش اسیدهای آمینه در مخزن آزاد عضله، می‌تواند به عنوان سیگنالی برای افزایش تجزیه پروتئین عضله در طی ورزش طولانی مدت عمل کند، در نتیجه تجدید مخزن رخ می‌دهد (۱۳). بنابراین، نگه داشتن سطح بالای مخزن در مکمل‌یاری BCAA می‌تواند سیگنالی برای سرکوب تجزیه یا بهبود سرعت پروتئین عضلانی باشد.



بحث

یافته‌های اصلی پژوهش حاضر این بود که شاخص‌های آسیب عضلانی (CK, LDH, AST, ALT) در هر سه گروه شاهد، کربوهیدرات و اسید آمینه شاخه‌دار بعد از فعالیت هوازی و اما نه‌ساز افزایش داشت؛ همچنین کاهش محسوس در گروه CHO و BCAA در تمامی مراحل اندازه‌گیری نسبت به گروه شاهد مشاهده گردید. تغییرات کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) سرم برای ارزیابی آسیب عضلات اسکلتی مورد بررسی قرار گرفته است (۲۱). آسیب عضلانی ناشی از تمرین با انقباض مکانیکی عضلانی شروع می‌شود که به‌خاطر تولید و رهایش میانجی‌های التهابی همچون سیتوکین‌ها منجر به بسیج نوتروفیل به داخل گردش خون می‌گردد. نوتروفیل‌های گردشی به بافت عضلانی نفوذ کرده و باعث آسیب عضلانی ناشی از فاگوسیتوز می‌شود (۲۲). این عمل اختلالی در غشای سلول بوجود می‌آورد که به پروتئین‌های ماهیچه‌ای از قبیل کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز اجازه می‌دهد وارد مایع بین سلولی و سپس وارد جریان خون شود (۲۳). در تحقیقات گذشته به این نتیجه رسیده‌اند که میزان کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرمی بلافاصله بعد از ورزش افزایش می‌یابد و ۲۴ ساعت بعد از آن به حداکثر میزان خود می‌رسد (۲۳). کاهش شاخص‌های آسیب عضلانی فوق در گروه CHO و BCAA هم‌راستا با نتایج گزارش شده توسط برخی پژوهشگران بود (۲۶-۲۴ و ۹۱۳). این نتایج احتمالاً نشان دهنده اثر مکمل کربوهیدرات و اسید آمینه شاخه‌دار در پیشگیری و کاهش میکرو آسیب عضلانی است که با نتایج پژوهش‌های Whit و همکاران (۲۰۰۸) و Kreider و همکاران (۲۰۰۷) در تقابل می‌باشد (۲۷ و ۳). احتمال می‌رود میزان دوز مکمل بکار رفته، شرایط محیطی، وضعیت بدنی آزمودنی‌ها، نوع پروتکل تمرینی، زمان و نحوه نمونه‌گیری و دستگاه آنالیزور کاربردی از دلایل این تناقض باشد. میزان بازسازی CK پس از ورزش بر اساس شدت آسیب متفاوت است (۱). این آنزیم، نقش مهمی را در چرخه اسید پیتریک با فعال کردن انتقال گروه آلفا آمینو آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز از آسپاراتات و آلانین به

کربوهیدرات قبل از فعالیت هوازی و امانده‌ساز داشته باشد؛ و منجر به توانایی بدن جهت مقابله با التهاب و آسیب عضلانی در شدت‌های بالاتر فعالیت می‌شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به پاسخ افراد فعال به شاخص‌های مورد بحث، داده‌ها نشان دادند که مصرف اسیدهای آمینه شاخه‌دار، احتمالاً اثرات مطلوب‌تری در پیشگیری از میکرو آسیب عضلانی در مقایسه با

References

1. Akil M. Effect of acute exercises applied to sedentaries on various enzyme levels related to muscle damages. *African Journal of Microbiology Research* 2012; **6**(2): 284-287.
2. Twist C, Eston R. The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol* 2005; **94**: 652-658.
3. White JP, Wilson JM, Austin KG, Greer BK, John NS, Panton LB. Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise-induced muscle damage. *Jissn* 2008; **5**: 5-12.
4. Natália SV, Zovico P, Carvalho A, Barreto J, Machado M. Two doses of caffeine do not increase the risk of exercise-induced muscle damage or leukocytosis. *Physical Education and Sport* 2008; **52**: 96-99.
5. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *Clin Chem Lab Med* 2010; **48**(6): 757-767.
6. Saunders MJ, Kane MD, Todd MK: Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Med Sci Sports Exerc* 2004; **36**: 1233-1238.
7. Seifert JG, Kipp RW, Amann M, Gazal O. Muscle damage, fluid ingestion, and energy supplementation during recreational alpine skiing. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005; **15**: 528-536.
8. Wojcik JR, Walber-Rankin J, Smith LL, Gwazdauskas FC. Comparison of carbohydrate and milk-based beverages on muscle damage and glycogen following exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001; **11**: 406-419.
9. Coombes JS, McNaughton LR: Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. *J Sports Med Phys Fitness* 2000; **40**: 240-246.
10. Carli G, Bonifazi M, Lodi L, Lupo C, Martelli G, Viti A. Changes in the exercise- induced hormone response to branched chain amino acid administration. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1992; **64**: 272-277.
11. Peake J, Wilson G, Mackinnon L, Coombes JS. Carbohydrate supplementation and alterations in neutrophils, and plasma cortisol and myoglobin concentration after intense exercise. *Eur J Appl Physiol* 2005; **93**: 672-678.
12. Van Hamont D, Harvey CR, Massicotte D, Frew R, Peronnet F, Rehrer NJ. Reduction in muscle glycogen and protein utilization with glucose feeding during exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005; **15**: 350-365.
13. Greer BK, Woodard JL, White JP, Arguello EM, Haymes EM. Branched-Chain Amino Acid Supplementation and Indicators of Muscle Damage after Endurance Exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2007; **17**: 595-607.
14. Luden ND, Saunders M, Todd M. Postexercise protein-carbohydrate-antioxidant ingestion decreases plasma creatine kinase and muscle soreness. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2007; **17**: 109-123.
15. Romano-Ely BC, Todd MK, Saunders MJ, Laurent TS. Effect of an isocaloric carbohydrate-protein-antioxidant drink on cycling performance. *Med Sci Sports Exerc* 2006; **38**: 1608-1616.
16. Goldfarb AH. Nutritional antioxidants as therapeutic and preventive modalities in exercise-induced muscle damage. *Can J Appl Physiol* 1999; **24**: 249-266.
17. Riazi R, Wykes LJ, Ball RO, Pencharz PB. The Total Branched-Chain Amino Acid Requirement in Young Healthy Adult Men Determined By Indicator Amino Acid Oxidation by Use of L-[1-13C]Phenylalanine. *J Nutr* 2003; **133**(5):1383-1389.
18. Couture S, Massicotte D, Lavoie C, Hillaire-Marcel C, Peronnet F. Oral glucose and endogenous energy substrate oxidation during prolonged treadmill running. *J Appl Physiol* 2002; **92**(3): 1255-1260.
19. Davis JM, Welsh RS, De Volve KL, Alderson NA. Effect of branched-chain amino acids and carbohydrate on fatigue during intermittent high intensity running. *Int J Sport MED* 1999; **20**(5): 309-314.
20. Tartibian B, Khorshidi M. Predication of Physiological Indexes in Exercise. 1st ed. Urumieh, Tabib, 2006; PP: 100-102.
21. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; **81**(11): 52-69.
22. Sugiyama K, Sakakibara R, Tachimoto H, Kishi M, Kaga T, Tabata I. Effects of Acetic Acid Bacteria Supplementation on Muscle Damage After Moderate-Intensity Exercise. *Anti-Aging Medicine* 2010; **7**(1): 1-6.
23. Walsh RC, Koukoulas I, Garnham A, Moseley PL, Hargreaves M, Febbraio M. Exercise increases serum hsp72 in humans. *CSAC* 200; **6**(4): 386-393.
24. Howatson G, Hoad M, Goodall S, Tallent J, Bell PG, French DN. Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids a randomized, double-blind, placebo controlled study. *J Int Soc Sports Nutr* 2012; **9**(1): 20-27.
25. Samadi A, Gaeini AA, Kordi MR, Rahimi M, Rahnema N, Bambaiechi E. Effect of various ratios of carbohydrate-protein supplementation on resistance exercise-induced muscle damage. *J Sports Med Phys Fitness* 2012; **52**(2): 151-157.
26. Baty JJ, Hwang H, Ding Z, Bernard JR, Wang B, Kwon B, Ivy JL. The effect of a carbohydrate and protein supplement on resistance exercise performance, hormonal response, and muscle damage. *J Strength Cond Res* 2007; **21**(2): 321-329.
27. Kreider RB, Earnest CP, Lundberg J, Rasmussen C, Greenwood M, Cowan P, et.al. Effects of ingesting protein with various forms of carbohydrate following resistance-exercise on substrate availability and markers of anabolism, catabolism, and immunity. *Jissn* 2007; **4**: 4-18.
28. Nishitani S, Matsumura T, Fujitani S, Sonaka I, Miura Y, Yagasaki K. Leucine promotes glucose uptake in skeletal muscles of rats. *BBRC* 2002; **229**(5): 693-696.
29. Crowe MJ, Weatherson JN, Bowden BF. Effects of dietary leucine supplementation on exercise performance. *Am J Physiology* 2006; **97**(6): 664-672.
30. Bataille D. Molecular mechanisms of insulin secretion. *Diabetes Metab* 2002; **28**(6): 7-13.