Arak Medical University Journal (AMUJ) *Original Article*
2017; 20(121): 29-39

The Effects of Adding Whey Protein and Branched-chain Amino Acid to Carbohydrate Beverages on Indices of Muscle Damage after Eccentric Resistance Exercise in Untrained Young Males

Foad Asjodi[1], Hamid Mohebi[2], Ebrahim Mirzajani[3], Azimeh Izadi[4]*

1. PhD Student in Exercise Physiology, Board Member of Sport Nutrition in IMFARC (Iran Football Medical Assessment and Research Center), Tehran, Iran
2. PhD, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Guilan University, Rasht, Iran
3. PhD, Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran
4. PhD Student in Nutrition Sciences, Student Research Committee, Department of Biochemistry and Diet Therapy, Nutrition Research Center, Faculty of Nutrition and Food Sciences, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Received: 28 Jan 2017, Accepted: 24 May 2017

Abstract

Background: The aim of this study was to evaluate the effects of supplementation of Branched-Chain Amino Acids (BCAAs) plus carbohydrate (CHO) and whey protein plus CHO on muscle damage indices after eccentric resistant exercise.

Materials and Methods: Twenty four untrained healthy males participated in this study. They were randomly divided into three groups, BCAA +glucose (0.1+0.1g/kg) supplement group (n=8), Whey+glucose (0.1+0.1g/kg) supplement group (n=8), and placebo (malto dextrin 0.2g/kg) group (n=8). Each subject consumed a carbohydrate beverage with addition of whey protein or branched-chain amino acid or placebo 30 minutes before exercise in a randomized,double-blind fashion. Serum levels of Creatine Kinase (CK), Lactate dehydrogenase (LDH), and muscle pain were measured before, 24, 48, 72 h after exercise. Follow-up analyses included 1-way repeated measures ANOVAs, and Bonferroni post hoc comparisons.

Results: 24 h after test, serum levels of CK, LDH and muscle pain in both supplement groups were increased less than placebo group (0.015, 0.001 and 0.001, respectively). Also, the levels of CK and LDH showed significant changes in both intervention groups compared to placebo group at 24 h (0.001, 0. 015, respectively). Similarly, significant differences in the levels of CK and LDH between groups were observed.

Conclusion: These data indicate that muscle damage and pain after resistant exercise were reduced by an ingestion of either BCAA drink or whey protein drink.

Keywords: Branched-chain amino acid, Muscle damage, Resistance exercise, Whey protein

*Corresponding Author:
Address: Student Research Committee, Department of Biochemistry and Diet Therapy, Nutrition Research Center, Faculty of Nutrition and Food Sciences, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
Email: izadia@tbzmed.ac.ir

مقاله پژوهشی
مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک
سال ۲۰، شماره ۴ (شماره پیاپی ۱۲۱)، تیر ۱۳۹۶، ۳۹-۲۹

تأثیر افزودن پروتئین وی و اسیدهای آمینه‌ی شاخه‌دار به نوشیدنی کربوهیدراتی بر شاخص‌های آسیب عضلانی پس از فعالیت مقاومتی برون‌گرا در مردان جوان تمرین نکرده

فواد عسجدی[۱]، حمید محبی[۲]، ابراهیم میرزاجانی[۳]، عظیمه ایزدی[۴*]

۱.دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی، عضو بورد تغذیه ورزشی ایمفارک (مرکز ارزیابی های پزشکی و بازتوانی فوتبال ایران) ، تهران، ایران
۲.دکترا، گروه آموزشی فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳.دکترا، گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران
۴. دانشجوی دکترای تخصصی علوم تغذیه، کمیته ی تحقیقات دانشجویی، گروه بیوشیمی و رژیم درمانی، مرکز تحقیقات تغذیه، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۳

چکیده

زمینه و هدف: هدف از پژوهش حاضر، تعیین اثر افزودن BCAA و پروتئین وی به نوشیدنی کربوهیدراتی بر شاخص‌های آسیب عضلانی پس از فعالیت مقاومتی برون‌گرا بود.

مواد و روش‌ها: ۲۴ مرد سالم غیر ورزشکار به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و به صورت تصادفی به سه گروه ۸ نفره شامل: گروه ۱) مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار(۰/۱ گرم بر کیلوگرم) + گلوکز(۰/۱ گرم بر کیلوگرم)، گروه ۲) مکمل پروتئین وی(۰/۱ گرم بر کیلوگرم) + گلوکز(۰/۱ گرم بر کیلوگرم) و گروه ۳) دارونما- مالتودکسترین (۰/۲ گرم بر کیلوگرم) تقسیم شدند. آزمودنی ها در هر گروه،۳۰ دقیقه قبل از انجام فعالیت عضلانی مورد نظر، ۳۰۰ سی‌سی نوشیدنی مخصوص خود را به صورت دوسوکور مصرف نمودند. اندازه‌گیری سطوح آنزیم‌های کراتین کیناز (CK) ولاکتات دهیدروژناز (LDH) سرم و درد عضلانی در زمان‌های پیش از آزمون و ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آزمون انجام شد. برای بررسی نتایج، از روش تجزیه و تحلیل واریانس (آنووا) با اندازه‌گیری مکرر و در صورت معنادار شدن از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. ۲۴

یافته‌ها: ۲۴ ساعت پس از آزمون، سطوح CK و LDH و درد عضلانی در هر دو گروه مکمل نسبت به دارونما تفاوت معنی‌دار داشت (به ترتیب، ۰/۰۱۵، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۱)؛ هم‌چنین، ۴۸ ساعت پس از آزمون، سطوح CK و LDH در هر دو گروه مکمل نسبت به گروه دارونما تغییرات معنی‌داری داشت (به ترتیب، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۱۵).

نتیجه‌گیری: یافته‌های این مطالعه نشان داد که هم مکمل اسیدهای آمینه‌ی شاخه‌دار و هم مکمل پروتئین وی می‌توانند به خوبی آسیب عضلانی و احساس درد ایجاد شده پس از تمرین مقاومتی را کاهش دهند.

واژگان کلیدی: پروتئین وی، اسید آمینه‌ی شاخه‌دار، آسیب عضلانی، فعالیت مقاومتی

***نویسنده مسئول:** ایران، تبریز، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، مرکز تحقیقات تغذیه، گروه بیوشیمی ورژیم درمانی، کمیته تحقیقات دانشجویی

Email: izadia@tbzmed.ac.ir

مقدمه

آسیب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی منجر به تغییرات مورفولوژیکی، افزایش غلظت سرمی کراتین کیناز(CK)، افزایش میوگلوبین و متعاقبا کاهش عملکرد ورزشی و کوفتگی عضلانی تأخیری یا DOMS، می‌گردد. به ویژه، ورزش برون‌گرا باعث پارگی میوفیبریل‌ها و آسیب به فیبرهای با کشش سریع و آهسته می‌شود(۱). تخریب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی، اولین بار توسط هوگ(۱۹۰۲) توصیف شد که با خطوط Z شناور، بهم ریختگی عمومی تارچه‌ها، تضعیف تولید نیروی بیشینه و ظهور پروتئین‌های عضلانی در درون خون مشخص می‌گردید(۲).

بیش‌تر افرادی که در یک دوره‌ی فعالیت مقاومتی با شدت متوسط تا سنگین شرکت کرده‌اند، آثار تخریب عضلانی را حس کرده‌اند. DOMS ناشی از فعالیت‌های مقاومتی یا تمریناتی است که جزء برون‌گرای آن‌ها غالب می‌باشد، مانند دویدن در سر پائینی(۳). این پدیده احتمالاً در اثر آسیب و تخریب ساختار عضلانی به وجود می‌آید. تخریب عضلانی هنگام یک جلسه تمرین مقاومتی و هم‌چنین در فاصله زمانی پس از تمرین رخ می‌دهد(۴). تنش وارد شده بر عضله هنگام فعالیت منجر به پارگی جزئی در تارهای عضلانی خواهد شد. پروتئین‌هایی مانند اکتین، میوزین، تیتین و دیسماین برخی از پروتئین‌های تارچه‌ای هستند که هنگام تمرینات مقاومتی آسیب می‌بینند. تخریب تارهای عضلانی موجب تحریک فرآیندهای التهابی و به دنبال آن فعال شدن پروتئازها می‌شود که در نهایت منجر به آسیب بیش‌تر به تار عضلانی می‌گردد(۵).

مصرف مکمل کربوهیدرات-پروتئین،(۱/۲۵g/Kg) بلافاصله و دو ساعت پس از یک جلسه تمرین مقاومتی برون‌گرا، تأثیر معنی‌داری بر قدرت عضلانی و گلیکوژن نداشته، ولی آثار سودمندی در کاهش تخریب عضله و تجزیه پروتئین و التهاب متعاقب تمرین برون‌گرا داشته است(۶). هم‌چنین در مطالعه دیگری، مصرف مکمل کربوهیدرات-پروتئین(به صورت محلول ۶/۲ درصد کربوهیدرات و ۱/۵ درصد پروتئین) قبل، هنگام و بلافاصله پس از یک جلسه تمرین مقاومتی موجب کاهش میزان درک کوفتگی و شاخص‌های تخریب عضلانی، کراتین کیناز(CK) و میوگلوبین(Mb) گردیده است(۷). مصرف یک نوشیدنی حاوی پروتئین و کربوهیدرات در طول و بعد از تمرین‌های مقاومتی سبب کاهش شاخص‌های خونی آسیب عضلانی می‌گردد(۷). هم‌چنین، در دوچرخه سواران تمرین کرده مصرف نوشیدنی‌های حاوی کربوهیدرات و پروتئین باعث کاهش سطح CK خون نسبت به نوشیدنی‌های حاوی کربوهیدرات به تنهایی گردید(۸، ۹). هم‌چنین نشان دادند که سطوح لاکتات دهیدروژناز(LDH) و CK پس از تمرینات با مصرف پروتئین در مقایسه با دارونما کاهش پیدا می‌کند(۱۰). پیشنهاد شده است که مصرف همزمان کربوهیدرات و پروتئین وی می‌تواند از راه تغییر متابولیسم پروتئین به کاهش تخریب عضلانی ناشی از تمرین منجر شود. مصرف پروتئین، در دسترس بودن اسیدهای آمینه را افزایش خواهد داد و مصرف کربوهیدرات، از طریق افزایش انسولین خون محیط هورمونی مناسبی را جهت افزایش جذب اسیدهای آمینه فراهم می‌کند.

مصرف اسیدهای آمینه‌ی شاخه دار نقش به سزایی در سنتز پروتئین عضلات وایجاد شرایط آنابولیک در بدن، پس از تمرین، دارد و به همین دلیل می‌تواند باعث کاهش درد عضلانی و سرکوب آسیب عضلانی گردد(۱۱). مطالعات قبلی نشان داده‌اند مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار(۱۰۰mg/Kg) (ایزولوسین لوسین والین = ۱:۲.۳:۱.۲) قبل از فعالیت ورزشی(۳ نوبت ۲۰ تکرار اسکوات) موجب کاهش معنی‌داری سطح درک درد، میزان Mb گردید(۱۲). هم‌چنین مصرف اسیدهای آمینه شاخه‌دار(۲۰۰mg/Kg) ۳۰ دقیقه قبل از تمرین باعث گردید CK در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین به شکل معنی‌داری کاهش یابد(۱۳).

در پژوهشی مصرف ۲ دوز (۲۰۰mg/Kg) و (۴۵۰mg/Kg) در ۳۰ دقیقه قبل و بلافاصله پس از ورزش در ترکیب با کربوهیدرات مقایسه شد. مکمل BCAA باعث کاهش CK و CK-Mb در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین گردید اما بین دو گروه مکمل تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید(۱۸). مصرف اسیدهای آمینه ضروری(EAA) باعث تغییر میزان سنتز پروتئین عضله اسکلتی می‌گردد و بر فعال شدن سلول‌های ماهواره‌ای تاثیر به سزایی دارند(۱۴).

اثر بخشی پروتئین وی و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر شاخص‌های غیر مستقیم تخریب عضلانی ثابت شده است. در این میان اهمیت اثر بخشی پروتئین وی به اجزا مختلفی مانند BCAA، سیستئین و گلوتامین نسبت داده شده است، هدف از پژوهش حاضر، مقایسه دریافت دو نوع مکمل کربوهیدرات+اسیدهای‌آمینه شاخه‌دار و کربوهیدرات+پروتئین وی قبل و بلافاصله پس از یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی برون‌گرا بر آزمودنی‌های مرد جوان غیر ورزشکار بر شاخص‌های آسیب عضلانی و درک درد بود.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها: جامعه آماری شامل ۲۴ مرد جوان غیر ورزشکار (سن ۱/۲±۲۰/۴ سال، قد ۳/۳±۱۷۴ سانتی‌متر، وزن ۲/۹±۷۴/۳۶ کیلوگرم، شاخص توده بدن ۱/۷±۲۳/۷ کیلوگرم بر مترمربع، چربی بدن ۱/۱±۱۵/۲ درصد) که به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و به صورت تصادفی و دوسوکور به سه گروه مکمل۱- BCAA+CHO (n=۸)، مکمل۲- Whey+CHO (n=۸) و دارونما (n=۸) تقسیم شدند. علت انتخاب آزمودنی‌های غیر ورزشکار در این تحقیق، افزایش بارز شاخص‌های تخریب عضله و افزایش امکان تشخیص اثر مکمل بود(۲۶) هم‌چنین پروتکل ایجاد آسیب عضلانی ویژه افراد غیرورزشکار استفاده گردید(۱۶).

روش جمع‌آوری داده‌ها: قبل از شروع آزمون ابتدا اهداف، جزئیات و هم‌چنین خطرات احتمالی اجرای فعالیت برای آزمودنی‌ها تشریح شد و سپس از آن‌ها رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. در همین جلسه اندازه قد آزمودنی‌ها به سانتی‌متر و با دقت ۰/۱ توسط قد سنج ساخت کشور ایران ثبت شد. جهت اندازه‌گیری وزن آزمودنی‌ها نیز از یک ترازوی دقیق Camry (مدل EB ۹۰۰۳) با دقت ۰/۱کیلوگرم استفاده شد. هم‌چنین، در این جلسه رکورد حرکت خم شدن مفصل زانو از آزمودنی‌ها ثبت گردید و یک تکرار بیشینه 1RM از طریق فرمول زیر به دست آمد(۱۴):

((۰۲۷۸ /۰ × تعداد تکرار تا خستگی) – ۱/۰۲۷۸) / وزنه‌ی جا به جا شده (کیلوگرم)= یک تکرار بیشینه

درصد چربی بدن آزمودنی‌ها از طریق اندازه‌گیری ضخامت لایه چربی زیرپوستی ناحیه سینه‌ای، شکمی و رانی با استفاده از کالیپر لافایت ساخت آمریکا اندازه‌گیری و با جایگزینی در معادلات مخصوص برآورد درصد چربی بدن، که توسط جکسون و پولاک ارائه شده، برآورد شد(۱۵).

تمامی آزمودنی‌های این پژوهش دانشجو بودند و غذای خوابگاه را استفاده می‌کردند، توصیه شد تا در یک هفته قبل و بعد از اجرای پروتکل آزمون از هر گونه فعالیت سنگین عضلانی و مصرف مکمل‌ها و داروها به خصوص مسکن‌ها و کافئین بپرهیزند و رژیم غذایی متداول و هر روزه خود را دچار تغییر نکنند و شب قبل از جلسه آزمون خوابی راحت و بدون فشار برای مدت ۸ ساعت داشته باشند.

در جلسه اجرای آزمون که به جهت کاهش دخالت اثر کوفتگی جلسه رکوردگیری ۷ روز با آزمون اولیه فاصله داشت، قبل از انجام پروتکل تمرینی به صورت ناشتا از آزمودنی‌ها جهت اندازه‌گیری شاخص‌های مورد نظر(آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز) مقدار ۵ml خون وریدی از ناحیه آرنج در حالت نشسته دریافت شد و هم‌چنین شاخص درک درد عضلانی به وسیله مقیاس استاندارد ۶ امتیازی PAS که از ترکیب مقیاس‌های شماره‌ای وگرافیکی بود تکمیل گردید(۱۴، ۱۶). پایایی مقیاس PAS طبق گزارش شیلاجا و همکاران(۲۰۰۳) از طریق تعیین ضریب همبستگی با مقیاس استاندارد(VAS)

۰/۸۲ (در سطح معنی‌داری۰/۰۱) گزارش گردیده است(۱۷).

۳۰ دقیقه قبل از انجام فعالیت عضلانی مورد نظر به هر گروه ۳۰۰ سی‌سی نوشیدنی مخصوص خود داده شد. جهت تهیه مکمل از گلوکز به عنوان کربوهیدرات استفاده شد و پروتئین وی و BCAA مورد استفاده در این پژوهش ساخت شرکت داروسازی و مکمل‌های غذایی- حیاتی کارن ایران بود. نوشیدنی های هر گروه شامل: مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار (۰/۱gr/Kg) + گلوکز (۰/۱gr/Kg) و مکمل پروتئین وی (۰/۱gr/Kg) + گلوکز (۰/۱gr/Kg) و دارونما- مالتودکسترین (۰/۲gr/Kg) بودند(۵، ۱۰ و ۱۸)، جهت سنجش وزن مکمل و دارونما از ترازوی دیجیتالی سارتریوس(مدل Bp221s) ساخت کشور آلمان با دقت یک هزارم گرم استفاده شد.

پروتکل ایجاد آسیب عضلانی: DOMS و آسیب عضلانی در عضلات پایین تنه با استفاده از دستگاه خم کننده مفصل زانو مارک نیرو ساخت کشور ایران با وزنه‌ای معادل ۷۰ درصد 1RM مشابه طرح داین لاروچه (۲۰۰۵)(۱۹) ایجاد گردید. پس از توضیح کامل نحوه‌ی کار، آزمودنی‌ها در ۳ نوبت ۱۵ تایی با شدت ۷۰ درصد 1RM و با استفاده از دستگاه خم کننده مفصل زانو پروتکل فعالیت برون‌گرا را اجرا کردند، بدین ترتیب که؛ قسمت مثبت حرکت با کمک آزمون‌گر تا زاویه ۹۰ درجه مفصل زانو انجام گرفت و قسمت منفی حرکت (انقباض برون‌گرا) در زمان ۲ ثانیه و توسط آزمودنی اجرا شد.

اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق: متغیرهای آزمایشگاهی این تحقیق فعالیت آنزیم‌های CK و LDH سرمی بودند. پیش، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از انجام فعالیت برون‌گرا، شاخص‌های خونی مورد نظر(CK, LDH)، به علاوه درک درد عضلانی با استفاده از مقیاس PAS مجدداً اندازه‌گیری شدند. جهت تهیه نمونه‌های سرم ۵ سی‌سی خون تام ناشتا در وضعیت نشسته از ورید انته کوبیتال دست چپ گرفته شد. سپس، نمونه‌ها جهت لخته شدن به مدت ۲۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه انکوبه و بلافاصله به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند. سطوح CK سرم به روش رنگ‌سنجی شیمیایی بر اساس واکنش ژافه با حساسیت U/L ۱ و ضریب ۱/۶ درصد تعیین شد(کیت رنگ سنجی CK، شرکت پارس آزمون تهران، ایران). واحد اندازه‌گیری آن، واحد در لیتر بود. فعالیت LDH به روش رنگ‌سنجی آنزیمی با حساسیت U/L۵ و ضریب تغییر ۱/۲ درصد تعیین شد(کیت رنگ سنجی LDH، شرکت پارس آزمون تهران، ایران). واحد اندازه‌یری آن، واحد در لیتر بود.

روش آماری: همگنی واریانس‌ها در گروه‌های تحقیق با استفاده از آزمون لون و نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف اسمیرنوف، تعیین شد. مقایسه درون گروهی، با استفاده از روش تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) با اندازه‌گیری مکرر و در صورت معنادار شدن از آزمون تعقیبی بونفرونی آزمون شدند، جهت مقایسه اثر دو ترکیب متفاوت مکمل با دارونما در مورد مقدار تغییرات کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرم و میزان درک درد بین زمان پیش از آغاز فعالیت تا ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از فعالیت برون‌گرا و نیز تغییرات در ۲۴ تا ۴۸ و ۲۴ تا ۷۲ ساعت پس از فعالیت، از روش تجزیه و تحلیل واریانس(ANOVA) با اندازه‌گیری مکرر و در صورت معنادار شدن از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد و سطح معنی داری در تمام مراحل$p\leq$۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های آزمودنی‌های تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است. مقایسه میانگین و انحراف معیار کراتین کیناز سرم، ۳ گروه در مراحل مختلف در نمودار ۱، میانگین و انحراف معیار لاکتات دهیدروژناز سرم، ۳ گروه در مراحل مختلف در نمودار ۲ و هم‌چنین میانگین و انحراف معیار

درک از درد در ۳ گروه آزمودنی در نمودار ۳ ارائه شده است.

نتایج مقایسه بین گروهی نشان داد(جدول ۲) که کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز هر دو گروه مکمل(Whey+CHO) و مکمل(BCAA+CHO) در فاصله پیش از فعالیت تا ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت و درد عضلانی در فاصله پیش تا ۲۴ ساعت پس از فعالیت برون‌گرا به صورت معنی‌داری نسبت به دارونما کاهش داشت($p<۰/۰۵$)، میزان CK و LDH در گروه مکمل(BCAA+CHO) نسبت به گروه مکمل (Whey+CHO) در فاصله قبل تا ۲۴ ساعت پس از فعالیت برون‌گرا دارای تغییرات معنی‌دار بود($p<۰/۰۵$).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار شاخص‌های تن سنجی و فیزیولوژیک

	مکمل Whey+CHO	مکمل CHO+BCAA	دارونما
سن (سال)	۲۱/۲ ± ۱/۴	۲۰/۶ ± ۲/۰	۲۰/۷ ± ۱/۵
وزن بدن (کیلو گرم)	۷۳/۷ ± ۲/۷	۷۴/۳ ± ۳/۶	۷۲/۹ ± ۴/۱
قد (سانتی متر)	۱۷۴/۸ ± ۲/۲	۱۷۵/۲ ± ۳/۴	۱۷۳/۹ ± ۳/۳
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۳ ± ۲/۶	۲۴/۶ ± ۱/۷	۲۴ ± ۱/۵
چربی (درصد)	۱۵/۴ ± ۱/۵	۱۴/۸ ± ۲/۹	۱۶/۱ ± ۱/۴

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار شاخص‌های آسیب عضله در مراحل مختلف درون گروهی و بین گروهی

گروه	متغیرها	پیش آزمون (میانگین ± انحراف معیار)	پس آزمون (میانگین ± انحراف معیار)		
			۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت
مکمل (CHO+BCAA)	CK (IU/L)	۱۱۲/۷ ± ۱۴/۵	$^{\$\#*}$ ۳۳۲/۷ ± ۴۰/۳	$^{\#\dagger *}$ ۱۹۳/۹ ± ۱۷/۹	† ۱۴۳/۵ ± ۹/۸
	LDH (IU/L)	۲۱۹/۲ ± ۲۹/۷	$^{\$\#*}$ ۳۲۸/۷ ± ۴۱/۲	$^{\#\dagger}$ ۲۴۰/۱ ± ۴۲	† ۲۳۹ ± ۶۷/۵
	میزان درد	۰	$^{\#*}$ ۶ ± ۱/۵	* ۵/۲۵ ± ۱	* ۵ ± ۱
مکمل (CHO+WHEY)	CK (IU/L)	۱۱۵/۵ ± ۱۹/۵	$^{\#*}$ ۲۹۲/۶ ± ۳۵/۴	$^{\#\dagger *}$ ۱۸۹/۴ ± ۱۵/۴	‡† ۱۱۳/۷ ± ۱۱/۴
	LDH (IU/L)	۲۲۶/۱ ± ۳۳/۸	$^{\#*}$ ۳۰۱/۶ ± ۳۳/۴	$^{\#\dagger}$ ۲۳۸/۷ ± ۴۲/۲	† ۲۳۱/۸ ± ۲۱/۶
	میزان درد	۰	$^{\#*}$ ۵/۲۵ ± ۱/۴	* ۴/۵ ± ۱/۴	$^{\ddagger\dagger *}$ ۳ ± ۱/۵
دارونما	CK (IU/L)	۱۱۷ ± ۱۹/۴	* ۳۹۹/۳ ± ۹۲/۲	$^{\dagger *}$ ۳۵۲/۵ ± ۹۶/۴	$^{\ddagger\dagger *}$ ۲۸۹/۳ ± ۴۵/۶
	LDH (IU/L)	۲۲۳/۱ ± ۲۰/۶	* ۴۲۱/۶ ± ۱۸/۹	† ۲۳۵/۴ ± ۳۱/۷	† ۲۲۱/۷ ± ۲۳/۹
	میزان درد	۰	* ۷/۲۵ ± ۱/۸	* ۶/۵ ± ۱/۴	$^{\ddagger\dagger *}$ ۵/۵ ± ۲/۸

***: نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش آزمون.**

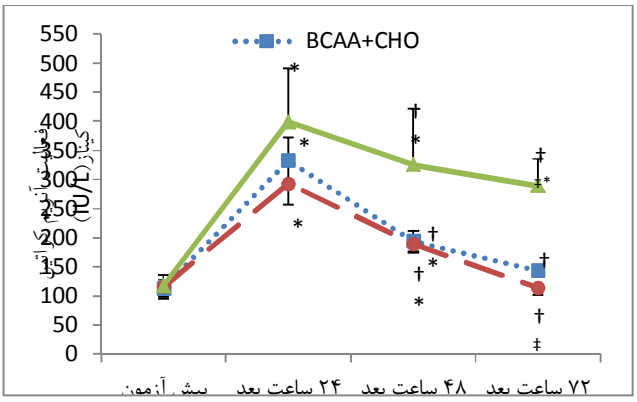
†: نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به ۲۴ ساعت پس از آزمون.

‡: نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به ۴۸ ساعت پس از آزمون.

#: نمایانگر تفاوت با گروه دارونما

$: نمایانگر تفاوت گروه مکمل (CHO+BCAA) با گروه مکمل (CHO+WHEY) ($p< ۰/۰۵$).

نمودار ۱. مقایسه مقدار کراتین کیناز سرم در مراحل مختلف پیش و پس از فعالیت مقاومتی

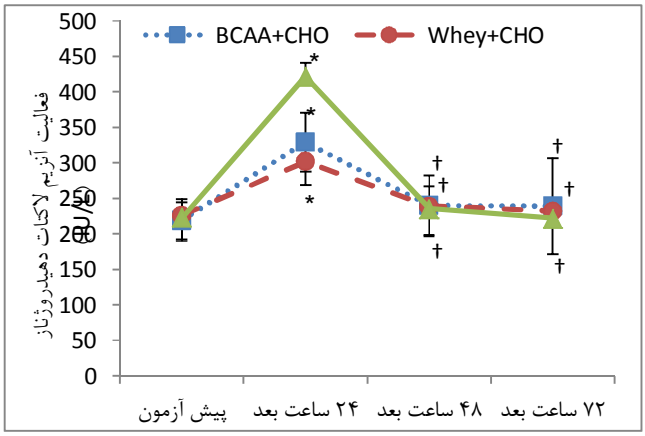


***: نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش آزمون.**

†: نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به ۲٤ ساعت پس از آزمون.

‡: نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به ٤۸ ساعت پس از آزمون (p< ۰/۰۵).

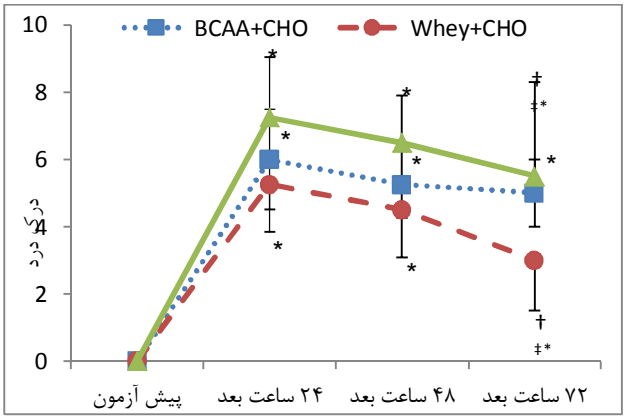
نمودار ۲. مقایسه مقدار لاکتات دهیدروژناز سرم در مراحل مختلف پیش و پس از فعالیت مقاومتی



***: نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش آزمون.**

†: نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به ۲٤ ساعت پس از آزمون. (p< ۰/۰۵).

نمودار ۳. مقایسه مقدار درک درد عضلانی در مراحل مختلف پیش و پس از فعالیت مقاومتی.



***: نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش آزمون.**

†: نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به ۲٤ ساعت پس از آزمون.

‡: نمایانگر تفاوت معنی‌دار نسبت به ٤٨ ساعت پس از آزمون(p< ۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه‌ی حاضر بررسی اثر مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار و پروتئین وی با دوز مشابه در ترکیب با کربوهیدرات بر شاخص‌های آسیب عضلانی در مردان سالم غیر ورزشکار و مقایسه‌ی اثرات آن‌ها بود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که هر دو نوع مکمل می‌توانند سبب کاهشCK, LDH و درد عضله در فاصله بین قبل تا ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت ورزشی گردند اما ترکیب پروتئین وی و کربوهیدرات دارای قابلیت بهتری جهت کاهش اثرات فعالیت برون‌گرا بر شاخص‌های آسیب عضلانی در فاصله پیش از فعالیت تا ۲۴ ساعت پس از فعالیت می‌باشد که می‌توان اثر بخشی بیش‌تر و بهتر این مکمل را به اجزای دیگر تشکیل دهنده مانند گلوتامین نسبت داد.

از سایر مکانیسم‌های پیشنهادی برای تاثیر بیش‌تر پروتئین وی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: ۱) با توجه به جذب سریع پروتئین وی، می‌تواند پس از تمرینات حالت هیپر آمینواسیدمی در خون ایجاد کند که در تحریک سنتز پروتئین به دنبال تمرین سودمند است(۲۰). ۲) به دلیل سرشار بودن از آمینواسیدهای شاخه‌دار به ویژه لوسین و آمینواسیدهای ضروری، منبع مناسبی برای کاهش تجریه پروتئین‌های عضلانی و نیز افزایش سنتز پروتئین است(۲۱).

نتایج این مطالعه همسو با یافته‌های Howatson.G و همکاران(۲۲) می‌باشد که گزارش کردند مصرف مکمل BCAA قبل و پس از تمرین مقاومتی سطوح CK وMusle soreness را در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین، کاهش داد. هم‌چنین، به صورت مشابه، Matsumoto.K و همکاران(۲۳) پیشنهاد کردند که مصرف نوشیدنی حاوی BCAA حین تمرین می‌تواند باعث کاهش CK, LDH و احساس خستگی و هم‌چنین کاهش الاستاز گرانولوسیتی(به عنوان شاخص التهاب) گردد. اگرچه مکانیسم دقیقی برای کوفتگی و آسیب عضلانی به دنبال تمرین ذکر نشده، اما به نظر می‌رسد التهاب، به ویژه در بافت هم‌بند می‌تواند نقش داشته باشد و از این رو کاهش التهاب می‌تواند باعث کاهش آسیب شود. در راستای یافته‌های این پژوهش، Jackman.SR و همکاران(۲۴) پیشنهاد کردند که BCAA می‌توانند باعث کاهش درد و کوفتگی پس از تمرین گردند، که می‌توان آن را به کاهش CK به دنبال مصرف BCAA نسبت داد، از نظر تئوری کاهش CK نشان دهنده‌ی برداشت مجدد BCAA برای سنتز پروتئین می‌باشد و در نتیجه کاهش آسیب فاز ثانویه و هم‌چنین کاهش درد می‌گردد(۲۴). یکی دیگر از مکانیسم‌هایی که می‌توان برای کاهش آسیب عضلانی به دنبال مصرف BCAA ذکر نمود، از مطالعه‌ی Kim.DH و همکاران(۲۵) می‌باشد، محققین اثر مکمل BCAA را بر عوامل ایجاد کننده ی خستگی (سروتونین، امونیاک و لاکتات) و عوامل نشان دهنده‌ی وضعیت متابولیسم انرژی(اسیدهای چرب آزاد و گلوکز) و CK, LDH بررسی کردند. مکمل BCAA می‌توان باعث کاهش غلظت سروتونین و متعاقبا کاهش عوامل ایجاد کننده‌ی خستگی(CK, LDH) گردد، هم‌چنین آزاد شدن کمتر اسیدهای چرب آزاد، منجر به آزاد شدن کمتر LDH می‌شود.

STOCK.M.S و همکاران(۱۴) اثر افزودن لوسین به نوشیدنی کربوهیدراتی قبل و پس از تمرین را بررسی کرده و ناهمسو با مطالعه‌ی حاضر، گزارش کردند که اثر آن بر کاهشCK, LDH و DOMS معنی‌دار نیست. علت این تفاوت را می‌توان به مکمل مصرف شده نسبت داد، که در مطالعه‌ی مذکور تنها اسید آمینه‌ی لوسین مورد بررسی قرار گرفته است. هم‌چنین در مطالعه‌ی Kirby.Tyler J و همکاران(۲۶) نیز که تنها اسید آمینه‌ی لوسین با دوز بالا(250 mg/kg bm) بررسی شده بود، نتوانست شاخص‌های بیوشیمیایی آسیب عضلانی را کاهش دهد.

در طی وضعیت‌های پر فشار، مصرف گلوتامین بافت‌ها و سلول‌های ایمنی افزایش می‌یابد. این افزایش در مصرف، با استفاده ذخایر دیگر بافت‌ها همراه می‌شود، بنابراین درخواست برای گلوتامین از مقادیر موجود در

ذخایر بدن افزایش می‌یابد. در نتیجه این احتمال وجود دارد که با افزایش ذخایر درون عضلانی گلوتامین از افت بیش از حد آن جلوگیری شده و این اجازه را داد که گلوتامین با افزایش رشد عضلانی و افزایش تارچه‌های در دسترس برای تولید انقباض از ایجاد آسیب به بافت جلوگیری کند(۱۸). آنتونیو و استریت(۱۹۹۹) پیشنهاد کردند که مزایای ارگوژنیک گلوتامین در گروه خاصی از ورزشکاران و نه در تمام آن‌ها احتمالاً منجر به یک نقش محافظتی در برابر تجزیه پروتئین و افزایش بالقوه در بازتوانی به دنبال جلسات تمرین مقاومتی خواهد شد. از آن‌جایی که تمرینات مقاومتی و استقامتی باعث تخلیه گلیکوژن و افزایش تغییر و تبدیل پروتئین می‌شود پیشنهاد شده است که مکمل گلوتامین می‌تواند برای ورزشکاران مفید باشد(۲۷).

هم‌چنین، نشان داده شده است مصرف مکمل کربوهیدرات و کربوهیدرات به همراه پروتئین موجب افزایش انسولین خون هنگام فعالیت و حتی تا ۶ ساعت پس از فعالیت ورزشی در مقایسه با گروه دارونما شده است(۷، ۲۸- ۲۹). تحقیقات نشان داده‌اند انسولین از طریق افزایش میزان سنتز پروتئین و کاهش میزان تجزیه پروتئین باعث کاهش تخریب عضلانی پس از فعالیت‌های مقاومتی می‌شود، بنابراین، انسولین از طریق کاهش مقدار تجزیه پروتئین و محدود کردن تخریب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی مقاومتی احتمالاً انتشار پروتئین‌های درون عضلانی(CK) به خارج را کاهش می‌دهد. هم‌چنین، نقش انسولین در افزایش سنتز پروتئین احتمالاً موجب افزایش سرعت ترمیم بافت عضلانی شده و آن نیز به نوبه خود انتشار CK به خارج از سلول را محدود می‌کند(۷). علاوه بر این، نشان داده شده است سنتز پروتئین عضلانی را می‌توان مستقل از انسولین پلاسما افزایش داد. چنان‌چه مطالعات افزایش سنتز پروتئین را پس از تمرینات مقاومتی با مصرف مکمل اسید آمینه نشان داده‌اند(۷). در واقع، بیش‌ترین مقدار سنتز پروتئین در گروه کربوهیدرات‌اسیدآمینهٔ ضروری در مقایسه با گروه کربوهیدرات و اسیدآمینهٔ ضروری به تنهایی مشاهده شده است. لذا به نظر می‌رسد مصرف مکمل کربوهیدرات- پروتئین از طریق افزایش انسولین خون و در دسترس قرار دادن اسیدهای آمینه موجب افزایش سنتز پروتئین و کاهش میزان تجزیه پروتئین شده و این نیز به نوبه خود موجب تسریع فرآیندهای ترمیم می‌گردد و در نهایت موجب کاهش انتشار CK به خارج از سلول می‌گردد. به علاوه نتایج یک مطالعه متاآنالیز اخیر(۳۰) حاکی از این است که افزودن پروتئین وی به فرمول‌های ورزشی باعث افزایش قدرت در اندام‌های فوقانی و تحتانی می‌گردد که می‌تواند در ورزشکاران مفید واقع شود.

طبق نظریه‌ی آسیب عضلانی، پارگی سارکوپلاسم باعث شناور شدن آزادانه محتویات سلول بین تارهای عضلانی می‌شود. افزایش سطوح CK در سرم وابسته به آسیب سارکومر و خطوط Z در اثر فعالیت ورزشی شدید است (۵). با توجه به این‌که مصرف مکمل کربوهیدرات و کربوهیدرات به همراه اسید آمینه هنگام فعالیت ورزشی موجب کاهش مقادیر کورتیزول خون در مقایسه با گروه دارونما می‌شود(۷، ۲۹)؛ در مورد تأثیر کورتیزول بر تخریب عضلانی، بخشی از اختلاف مشاهده شده بین گروه‌های تجربی و کنترل در مقادیر CK را می‌توان به تأثیر مکمل کربوهیدرات و پروتئین بر مقادیر کورتیزول سرم نسبت داد.

به طور خلاصه، یافته‌های مطالعه‌ی حاضر از اثرات مفید پروتئین وی و اسیدهای آمینه‌ی شاخه‌دار در کاهش آسیب عضلانی پس از ورزش حمایت می‌کند، ولیکن پیشنهاد می‌گردد در مطالعات بعدی اثرات هر کدام از اسیدهای آمینه‌ی شاخه‌دار به صورت مجزا بررسی شده و با یکدیگر و نیز با ترکیب هر ۳ اسیدآمینه مقایسه گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از جناب آقای دکتر مزیدی مدیر عامل شرکت داروسازی و مکمل‌های غذایی- حیاتی کارن و سرکار خانم مرتضوی مدیر عامل شرکت پخش کارن که در انجام این تحقیق مساعدت فرمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1.Campbell, B.I., P.M. La Bounty, and C.D. Wilborn, Dietary supplements used in combat sports. Strength & Conditioning Journal, 2011. 33(6): p. 50-59.
2.Greer, B.K., The effects of branched-Chain amino acid supplementation on indirect indicators of muscle damage and performance. 2006.
3.Green, M.S., et al., Carbohydrate-protein drinks do not enhance recovery from exercise-induced muscle injury. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 2008. 18(1): p. 1.
4.Clarkson, P.M. and M.J. Hubal, Exercise-induced muscle damage in humans. American journal of physical medicine & rehabilitation, 2002. 81(11): p. S52-S69.
5.White, J.P., et al., Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise-induced muscle damage. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2008. 5(1): p. 1-7.
6.Wojcik, J.R., Effect of carbohydrate-protein beverage on glycogen resynthesis and muscle damage induced by eccentric resistance exercise. 1998, Virginia Polytechnic Institute and State University.
7.Baty, J.J., et al., The effect of a carbohydrate and protein supplement on resistance exercise performance, hormonal response, and muscle damage. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2007. 21(2): p. 321-329.
8.Saunders, M.J., M.D. Kane, and M.K. Todd, Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE., 2004. 36(7): p. 1233-1238.
9.Romano-Ely, B.C., et al., Effect of an isocaloric carbohydrate-protein-antioxidant drink on cycling performance. Medicine and science in sports and exercise, 2006. 38(9): p. 1608-1616.
10.Coombes, J. and L. McNaughton, Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. The Journal of sports medicine and physical fitness, 2000. 40(3): p. 240-246.
11.Petchonka, A., B. Campbell, and J. Bunn, Reducing muscle soreness and muscle damage: a role for branched-chain amino acids. J Sports Med Doping Stud, 2012. 2: p. 1000-125.
12.Shimomura, Y., et al., Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. International journal of sport nutrition, 2010. 20(3): p. 236.
13.Atashak, S. and K. Baturak, The Effect of BCAA Supplementation on Serum C-Reactive Protein and Creatine Kinase after Acute Resistance Exercise in Soccer Players. Annals of Biological Research, 2012. 3(3).
14.Stock, M.S., et al., The effects of adding leucine to pre and postexercise carbohydrate beverages on acute muscle recovery from resistance training. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2010. 24(8): p. 2211-2219.
15.Brzycki, M., Strength testing predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. Journal of Physical Education, Recreation & Dance, 1993. 64(1): p. 88-90.
16.Smith, L.L., Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? Medicine and science in sports and exercise, 1991. 23(5): p. 542-551.
17.Jaywant, S.S. and A.V. Pai, A comparative study of pain measurement scales in acute burn patients. Indian J Occup Ther, 2003. 35(3): p. 13-7.
18.Waddell, D. and K. Fredricks, Effects of a Glutamine Supplement on the Skeletal Muscle Contractile Force of Mice. Am J Undergraduate Res, 2005. 4: p. 11-8.
19.LaRoche, D.P., Response To Eccentric Exercise Following Four Weeks Of Flexibility Training: 2432 1: 0 PM–1: 15 PM. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2005. 37(5): p. S466.
20.Miller, P.E., D.D. Alexander, and V. Perez, Effects of whey protein and resistance exercise on body composition: a

meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of the American College of Nutrition, 2014. 33(2): p. 163-175.
21.Devries, M.C. and S.M. Phillips, Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. Journal of food science, 2015. 80(S1): p. A8-A15.
22.Howatson, G., et al., 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): p. 20.
23.Matsumoto, K., et al., Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program. Journal 0fSp0rts Medicine and Physical Fitness; Dec, 2009. 49: p. 4.
24.Jackman, S.R., et al., Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. Medicine and science in sports and exercise, 2010. 42(5): p. 962-970.
25.Kim, D.-H., et al., Effect of BCAA intake during endurance exercises on fatigue substances, muscle damage substances, and energy metabolism substances. Journal of Exercise Nutrition and Biochemistry, 2013. 17(4): p. 169-180.
26.Kirby, T.J., et al., Effect of leucine supplementation on indices of muscle damage following drop jumps and resistance exercise. Amino acids, 2012. 42(5): p. 1987-1996.
27.Antonio, J. and C. Street, Glutamine: a potentially useful supplement for athletes. Canadian Journal of Applied Physiology, 1999. 24(1): p. 1-14.
28.Cockburn, E., et al., Acute milk-based protein-CHO supplementation attenuates exercise-induced muscle damage. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2008. 33(4): p. 775-783.
29.Bird, S.P., K.M. Tarpenning, and F.E. Marino, Independent and combined effects of liquid carbohydrate/essential amino acid ingestion on hormonal and muscular adaptations following resistance training in untrained men. European journal of applied physiology, 2006. 97(2): p. 225-238.
30.Naclerio, F. and E. Larumbe-Zabala, Effects of whey protein alone or as part of a multi-ingredient formulation on strength, fat-free mass, or lean body mass in resistance-trained individuals: a meta-analysis. Sports Medicine, 2016. 46(1): p. 125-137.