Journal of Birjand University of Medical Sciences

Birjand University of Medical Sciences

Systematic Review- Meta-analysis

Effect of branched-chain amino acids (BCAA) supplementation on muscle soreness and muscle damage factors after exercise in healthy adults: a systematic review and meta-analysis

Fatemeh Kazeminasab[1]*, Sara Soltani[1], Elham Alahyari[1], Nasim Behzadnejad[2], Mohammad Javad Pourvaghar[1]

ABSTRACT

Background and Aims: Branched-chain amino acid (BCAA) supplementation is used as a nutritional strategy to reduce muscle soreness in athletes. The present study aimed to investigate the effect of BCAA supplementation on muscle soreness and muscle damage factors after exercise in healthy adults.

Materials and Methods: A systematic search of articles published in English and Persian databases until November 2023 (without limiting the year of publication) was conducted to the effect of BCAA supplementation on muscle soreness and markers of muscle damage, including creatine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH) and myoglobin (MB) was investigated in healthy adults.

Results: A total of 28 studies, including 528 subjects, were included in the present meta-analysis. The results showed that BCAA supplementation significantly reduced muscle soreness at 24, 48, and 72 h after exercise compared with the control group ($P<0.05$); however, it was not significant immediately after exercise. This supplementation caused a significant decrease in CK and LDH immediately, 48 hours after exercise, compared with the control group ($P<0.05$). In addition, BCAA supplementation caused a significant decrease in circulating myoglobin after exercise in athletes and non-athletes compared with the control group ($P<0.05$).

Conclusion: Using BCAA supplementation can be considered a useful and effective strategy for athletes to reduce muscle soreness (24-72 hours after exercise) and muscle damage markers, including CK (48-72 hours after exercise) and LDH (48 hours after exercise).

Keywords: Branched chain amino acid, Creatine kinase, Lactate dehydrogenase, Muscle soreness, Myoglobin

Citation: Kazeminasab F, Soltani S, Alahyari E, Behzadnejad N, Pourvaghar MJ. [Effect of branched-chain amino acids (BCAA) supplementation on muscle soreness and muscle damage factors after exercise in healthy adults: a systematic review and meta-analysis]. J Birjand Univ Med Sci. 2024; 31(4): 261-281. [Persian]

DOI 10.61186/JBUMS.31.4.261

Received: July 8, 2024 **Accepted:** January 19, 2025

[1] Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran
[2] Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

***Corresponding author:** Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran

E-mail: fkazeminasab@kashanu.ac.ir Fax: +98-313-55913706 Tel: +98-313-55913706

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

مقاله مروری نظام‌مند- متاآنالیز

اثر مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر درد عضلانی و فاکتورهای آسیب عضلانی پس از تمرین ورزشی در بزرگسالان سالم: یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل

فاطمه کاظمی نسب[1]*، سارا سلطانی[1]، الهام الهیاری[1]، نسیم بهزادنژاد[2]، محمدجواد پوروقار[1]

چکیده

زمینه و هدف: استفاده از مکمل اسیدآمینه شاخه‌دار (BCAA) به عنوان یک راهبرد تغذیه‌ای برای کاهش درد عضلانی در ورزشکاران استفاده می‌شود. هدف پژوهش حاضر اثر مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر درد عضلانی و فاکتورهای آسیب عضلانی پس از تمرین ورزشی در بزرگسالان سالم است.

روش تحقیق: جستجوی سیستماتیک مقالات منتشر شده از پایگاه‌های اطلاعاتی انگلیسی و فارسی تا نوامبر سال ۲۰۲۳ (بدون محدود کردن سال انتشار) برای بررسی اثر مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر درد عضلانی و نشانگرهای آسیب عضلانی از جمله کراتین کیناز (CK)، لاکتات دهیدروژناز (LDH) و میوگلوبین (MB) در بزرگسالان سالم انجام شد.

یافته‌ها: در مجموع ۲۸ مطالعه شامل ۵۲۸ آزمودنی، وارد فراتحلیل حاضر شد. نتایج نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار درد عضلانی در زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ ساعت پس از ورزش، نسبت به گروه کنترل شد (P<۰/۰۵) ولی درد عضلانی در زمان بلافاصله پس از تمرین ورزشی معنادار نبود. این مکمل سبب کاهش معنادار CK و LDH در زمان‌های بلافاصله، ۴۸ ساعت پس از فعالیت ورزشی نسبت به گروه کنترل شد (P<۰/۰۵). همچنین، مکمل BCAA سبب کاهش معنادار میوگلوبین خون پس از ورزش در افراد ورزشکار و غیر ورزشکار نسبت به گروه کنترل شد (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: استفاده از مکمل BCAA یک راهکار مفید و مؤثر به منظور کاهش درد عضلانی (۲۴-۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی) و نشانگرهای آسیب عضلانی از جمله CK (۷۲-۴۸ ساعت پس از فعالیت ورزشی) و LDH (۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی) برای ورزشکاران پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسیدآمینه شاخه‌دار، کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز، درد عضلانی، میوگلوبین

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۴۰۳؛ ۳۱ (۴): ۲۸۱-۲۶۱.

دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۸ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۳۰

[1] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
[2] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

***نویسنده مسئول:** گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
آدرس: کاشان- دانشگاه کاشان- دانشکده علوم انسانی- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی
تلفن: ۰۳۱-۵۵۹۱۳۷۰۶ نمابر: ۰۳۱-۵۵۹۱۳۷۰۶ پست الکترونیکی: fkazeminasab@kashanu.ac.ir

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

مقدمه

انجام تمرین ورزشی به خصوص تمرین مقاومتی برای سلامتی انسان حائز اهمیت بوده و فواید آن به خوبی تأیید شده است (۱). با این حال، آسیب عضلانی اسکلتی ناشی از تمرینات مقاومتی سبب افزایش ریز آسیب های عضلانی می‌شود که ممکن است منجر به افزایش موقت تنش غیرفعال، کوفتگی عضلانی تأخیری (DOMS)[1]، کاهش قدرت، تولید نیرو و افزایش جریان پروتئین‌های عضلات به خون شوند (۲). تمرینات ورزشی به الگوهای فراخوانی عضلانی غیرعادی مانند تمرین پلایومتریک نیاز دارند که باعث افزایش فشار مکانیکی روی عضله می‌شود (۳). آسیب عضلانی ناشی از تمرین ورزشی به دو نوع، درد عضلانی حاد و کوفتگی عضلانی تأخیری طبقه‌بندی می‌شود. DOMS ۸ تا ۱۰ ساعت پس از انجام تمرین ورزشی رخ می‌دهد و علائم درد عضلانی در ۲۴–۲۸ ساعت بعد ظاهر می شود (۴). پس از تمرینات ورزشی به‌ویژه تمرینات مقاومتی و بدن‌سازی، ظهور برخی آنزیم‌ها در خون، نشانگر آسیب‌های عضلانی و تخریب آن می‌باشد. افزایش این آنزیم‌ها نشانه آسیب و کاهش آن‌ها می‌تواند به ریکاوری عضله کمک کرده و در نتیجه باعث کاهش درد پس از تمرین شود. کراتین کیناز (CK)[2] و لاکتات دهیدروژناز (LDH)[3] آنزیم‌های سلولی داخل عضلانی با غلظت بسیار کم در خون در حالت فیزیولوژیکی طبیعی هستند، با این حال در تمرینات شدید غلظت CK و LDH در گردش خون به دلیل آسیب مکانیکی به سلول‌های عضلانی و متعاقب آن افزایش می‌یابد (۵).

بسیاری از ورزشکاران برای تسریع فرایند ریکاوری عضلانی، در طول پروتکل‌های ورزشی از مکمل‌های ورزشی یا ارگوژنیک استفاده می‌کنند. یکی از مکمل‌های غذایی که ممکن است شدت آسیب عضلانی ناشی از ورزش را کاهش دهد و یا باعث بهبودی شود، اسیدهای آمینه شاخه‌دار (BCAAs[4]) است. مکمل BCAA در کاهش خستگی و ریکاوری عضلات مؤثر است. با مصرف مکمل BCAA پروتئین‌هایی که در تخریب عضلات نقش دارند به نوعی خنثی و سرکوب می‌شوند که این مکانیسم باعث ریکاوری و رشد مجدد عضلات و کاهش آسیب و خستگی می‌شود (۶). مصرف BCAA قبل یا بعد از تمرین ورزشی ممکن است بازیابی عضلات آسیب دیده را بهبود ببخشد (۷). BCAA در بازسازی و ترمیم بافت عضلانی به عنوان یک درمان تغذیه‌ای در سال‌های اخیر توجه ویژه‌ای را به خود جلب کرده است. همچنین این مکمل سبب کاهش درد عضلانی می‌شود و پوشش مجدد و بازسازی بافت عضلانی را تحریک می‌کند (۴). BCAA جزء اصلی اسیدآمینه ضروری پروتئین‌های عضلانی است و شامل گروهی از اسیدآمینه لوسین، ایزولوسین و والین است که در عضله‌های اسکلتی اکسید می‌شوند. همچنین، لوسین به عنوان محرک کلیدی فعالیت سیگنال mTOR[5] و شروع ترجمه معرفی شده است. علاوه بر این، BCAA کالری کمتری نسبت به مکمل‌های پروتئینی دیگر داشته و می‌تواند گلوکونئوژنز را غیرفعال کند (۶). BCAA به عنوان سوبسترا چرخه تری کربوکسیلیک اسید به شکل استیل کوا و سوکسینیل کوا می‌شود و با کاهش تولید سروتونین در مغز موجب تأخیر در شروع خستگی مرکزی می‌شود. همچنین تنها اسیدآمینه‌هایی هستند که می‌توانند در عضله کاتابولیزه شوند، در صورتی که بقیه اسیدآمینه‌ها در کبد کاتابولیزه می‌شوند (۸). بنابراین، این مکمل ممکن است بتواند به عنوان یک استراتژی مفید برای کاهش آسیب‌های ناشی از فعالیت ورزشی عمل کند.

در مطالعات فراتحلیل قبل تأثیر این مکمل در گروه‌های مختلف (ورزشکار و غیرورزشکار) با برنامه‌های تمرینی متفاوت (مقاومتی، استقامتی، اکسنتریک و ...) بررسی شده است (۶، ۸–۱۰). با این حال، نتایج در مورد تأثیر آن بر بهبود ریکاوری در ساعت‌های مختلف پس از تمرین ورزشی در نشانگرهای مختلف متفاوت است و نیاز به به روزرسانی و افزودن مطالعات جدید به نتایج فراتحلیل وجود دارد. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر بررسی فراتحلیل اثر مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار (BCAA) بر درد عضلانی و فاکتورهای آسیب عضلانی پس از تمرین ورزشی در بزرگسالان سالم است.

[1] Delayed onset muscle soreness
[2] Creatine kinase
[3] Lactate dehydrogenase
[4] Branched-chain amino acid
[5]

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

روش تحقیق

روش جستجوی مقالات

برای استخراج مقالات، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی Scopus، Web of Science و PubMed تا نوامبر ۲۰۲۳ (بدون محدود کردن سال انتشار) برای مقالات انگلیسی با استفاده از کلمات کلیدی ("Branched-chain amino acid"، BCAA، "Exercise training"، "Resistance training"، "Physical Activity"، "Muscle soreness" "Delayed-onset muscle soreness"، "Myoglobin"، "Creatine kinase"، "Lactate dehydrogenase" و "Recovery") انجام شد (جدول پیوست ۱).

لازم به ذکر است که جستجو برای هر کلیدواژه به‌صورت نام کامل و اختصاری به‌صورت جداگانه و ترکیبی با کلید واژه‌های دوم یا سوم انجام شد. همچنین، جستجو به روش دستی در Google scholar انجام شد. علاوه بر این، در پایگاه‌های اطلاعاتی Magiran و SID مقالات فارسی با استفاده از کلید واژه‌های کلیدی (اسیدآمینه شاخه‌دار، لوسین، ایزولوسین، والین، تمرین ورزشی، تمرین ورزشی ، تمرین هوازی، تمرین استقامتی، تمرین مقاومتی، تمرین قدرتی، ریکاوری، خستگی، درد عضلانی، میوگلوبین (MB)، لاکتات دهیدروژناز (LDH) و کراتین کیناز (CK)) جستجو شدند. جستجوی پایگاه‌های اطلاعاتی به‌صورت مستقل توسط دو محقق انجام شد.

معیارهای ورود و خروج از مطالعه

برای انجام پژوهش فراتحلیل، مقالات با مشخصات زیر وارد مطالعه شدند: ۱- مطالعات منتشر شده به زبان انگلیسی و فارسی؛ ۲- مطالعات انجام شده بر روی ورزشکاران؛ ۳- مطالعات بررسی کننده اثر فعالیت ورزشی؛ ۴-مطالعات انجام شده بر روی آزمودنی‌های بالای ۱۸ سال؛ ۵- مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی (RCT[1]) و مطالعات متقاطع[2]. معیارهای خروج شامل مطالعات روی نمونه های حیوانی، پایان‌نامه و چکیده مقالات ارائه شده همایش بود. همچنین، مطالعاتی که گروه شاهد (گروه بدون مصرف مکمل اسیدآمینه شاخه‌دار) نداشتند و یا مطالعاتی که متغیرهای درد عضلانی و فاکتورهای آسیب عضلانی را بررسی نکرده بودند، از مطالعه حاضر خارج شدند. بررسی اولیه مقالات به‌صورت مستقل توسط دو محقق انجام شد و هرگونه اختلاف نظر با راهنمایی محقق سوم بررسی و حل شد.

استخراج داده‌ها

پس از بررسی کامل تمام مقالات، داده‌های CK، MB، LDH و درد عضلانی توسط دو نویسنده به‌طور مستقل استخراج شد و هرگونه اختلاف نظر با محقق سوم مجدد مورد بررسی قرار گرفت و در انتها تصمیم نهایی بین سه محقق انجام شد. اطلاعات مربوط به نوع مطالعه، نویسنده اول، سال انتشار، تصادفی یا غیرتصادفی بودن، تعداد نمونه، کیفیت مطالعه؛ ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل: سن، جنسیت، پروتکل تمرین تناوبی و یا تداومی (نوع مداخله، طول مداخله، تعداد جلسات در هفته و شدت تمرین) و مداخله یا عدم مداخله استخراج شد. در صورت نبود وجود داده‌های کافی برای انجام فراتحلیل، از طریق ایمیل با نویسنده مسئول مکاتبه صورت گرفت و داده‌های مورد نیاز مطالعه فراتحلیل حاضر دریافت شد. همچنین، در صورت عدم پاسخگویی یا عدم دریافت از سوی نویسنده مقاله، استخراج داده‌ها از نمودار مقالات با استفاده از getdata و یا تخمین انحراف استاندارد (SD[3]) از خطای استاندارد میانگین (SEM[4]) صورت گرفت (۱۱, ۱۲).

بررسی کیفیت مقالات

بررسی کیفیت مقالات نیز توسط دو نویسنده به‌طور مستقل انجام شد. ارزیابی کیفیت مطالعات با استفاده از چک لیست ۹ سؤالی Pedro انجام شد (۱۳-۱۵). معیارهای ارزیابی شامل موارد زیر بود: ۱- مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها، ۲- اختصاص شرکت کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف، ۳- آشنایی نداشتن شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان، ۴-

[1] Randomized control trail
[2] Crossover
[3] Standard deviation
[4] Standard Error of the Mean

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

یکسان بودن آزمودنی‌ها از نظر وزن بدن در گروه‌های مختلف مطالعه، ۵- وجود ارزیابی یک‌سو کور برای متغیر اصلی پژوهش (Blinding of all assessors)، ۶- خروج کمتر از ۱۵ درصد شرکت‌کنندگان از پژوهش، ۷- انجام تجزیه‌وتحلیل به‌صورت Intention to treat (ITT)، ۸- وجود گزارش تفاوت آماری بین گروهی برای متغیر اصلی پژوهش، ۹- وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P value). به تمام سؤالات چک لیست Pedro، با دو گزینه‌ی بله ✓ و یا خیر × پاسخ داده شد. امتیاز حداقل صفر و حداکثر ۸ بود که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر مطالعه بود.

فراتحلیل

مطالعه فراتحلیل حاضر برای تعیین اثر مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار (BCAA) بر درد عضلانی و ریکاوری عضلات پس از تمرین ورزشی در بزرگسالان سالم انجام شد. در این مطالعه، برای انجام تجزیه‌وتحلیل آماری از میانگین، انحراف استاندارد (SD[1]) و حجم نمونه استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از مدل اثر تصادفی[2] انجام شد و تفاوت میانگین وزنی (WMD[3])، تفاوت میانگین استاندارد شده (SMD[4]) و فاصله اطمینان (CI[5]) ۹۵ درصد در نظر گرفته شد (۱۶). برای تعیین عدم تجانس (ناهمگونی[6]) مطالعات، از آزمون I^2 استفاده شد که طبق دستورالعمل کوکران مقدار ناهمگونی به‌صورت کمتر از ۲۵٪=ناهمگونی بسیار کم، ۲۵-۵۰٪=ناهمگونی کم، ۵۰-۷۵٪=ناهمگونی متوسط و بیشتر از ۷۵٪ ناهمگونی بالا تفسیر شد (۱۷). در صورت وجود ناهمگونی، در ادامه تحلیل حساسیت[7] از طریق روش خارج کردن یک‌به‌یک مطالعات[8] با لحاظ کردن I^2 کمتر از ۲۵ به‌عنوان ملاک انجام شد. سوگیری انتشار نیز با استفاده از تفسیر بصری از فونل پلات بررسی شد که در صورت مشاهده سوگیری، تست Egger به‌عنوان یک تست تعیین کننده ثانویه استفاده شد که در آن سطح معناداری برابر با ۰/۱ به‌عنوان وجود سوگیری انتشار معنی‌دار در نظر گرفته شد (۱۸). تحلیل زیرگروه براساس زمان اندازه‌گیری متغیرها (بلافاصله پس از تمرین ورزشی ، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از ورزش) انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار CMA2[9] انجام شد.

یافته‌ها

براساس جستجو در پایگاه‌های اطلاعات علمی تا آذر ۱۴۰۲ (بدون محدود کردن سال انتشار)، ۲۸۹۲ مقاله یافت شد. پس از حذف مقالات تکراری (۵۸۵ مقاله) و پس از بررسی عناوین و چکیده مقالات، در نهایت ۶۰ مقاله برای ارزیابی متن کامل انتخاب شدند که پس از بررسی متن کامل مقالات، ۳۲ مقاله از مطالعه حاضر خارج شدند. در نهایت، ۲۸ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شدند (شکل ۱، جدول ۱).

ویژگی آزمودنی‌ها

۵۲۸ آزمودنی وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند که همه شرکت‌کنندگان، بزرگسالان سالم (ورزشکار و غیرورزشکار) بودند. ۲۱۸ آزمودنی با رده سنی ۷۵-۱۴ سال در گروه مکمل BCAA و ۳۱۰ آزمودنی با رده سنی ۷۵-۱۴ سال در گروه شاهد بود. (جدول ۱). تعداد آزمودنی‌های هر مطالعه در محدوده ۵ نفر (۱۹) و ۴۸ نفر (۲۰) بود.

ویژگی پروتکل‌های تمرین

۲۸ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شد. ۱۸مطالعه از فعالیت مقاومتی (۳-۵، ۲۰-۲۵) (۲۳، ۲۴، ۲۶، ۲۷) (۲۸-۳۰) (۲۹، ۳۱-۳۳) (۳۲)، ۲ مطالعه از تمرین اکسنتریک (۳۴، ۳۵)، ۶ مطالعه از فعالیت هوازی (۱، ۷، ۱۹) (۳۶-۳۸) (۳۷) استفاده کردند.

[1] Standard deviation
[2] Random effect model
[3] Weighted mean difference
[4] Standardized mean differences
[5] Confidence interval
[6] Heterogeneity
[7] Sensitivity analysis
[8] Leave one-out method
[9] Comprehensive Meta Analysis

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

جدول پیوست ۱- استراتژی جستجو

پایگاه های اطلاعاتی	استراتژی جستجو	فیلترها	تعداد مطالعات
PubMed	(("Branched-chain amino acid" or "BCAA" or "Branched chain amino acid" or "Branched chain amino acid*" or "branched chain aminoacid*" or "BCAA*" or "Isoleucine" or "Isoleucin" or "Leucine" or "Leucin" or "Valine" or "Valin") AND ("Exercise" or "training" or "Exercise training" or "Physical Activity" or "eccentric exercise" or "strength training" or "resistance training" or "endurance training" or "strenuous exercise" or "exercise performance" or "muscle performance" or "sports performance" or "muscle recovery" or "sports fatigue" or "athletes")) AND ("Muscle soreness" or "delayed-onset muscle soreness" or "range of motion" or "perceived soreness" or "rate of perceived exertion" or "maximum voluntary contraction" or "creatine kinase" or "myoglobin" or "troponin" or "lactate dehydrogenase" or "blood urea nitrogen" or "serum creatinine" or "alanine aminotransferease" or "serum glutamic-pyruvic transaminase" or "aspartate aminotransferase" or "serum glutamic-oxaloacetic transaminase" or "recovery" or "injury*" or "muscle*" or "perform*" or "recover*")	Humans, English	۱۰۳۱
Scopus	((TS=("Branched-chain amino acid" or "BCAA" or "Branched chain amino acid" or "Branched chain amino acid*" or "branched chain aminoacid*" or "BCAA*" or "Isoleucine" or "isoleucine" or "Leucine" or "Leucin" or "Valine" or "Valin")) AND TS=("Exercise" or "training" or "Exercise training" or "Physical Activity" or “eccentric exercise” or "strength training" or "resistance training" or "endurance training" or "strenuous exercise" or “exercise performance” or “muscle performance” or “sports performance” or “muscle recovery” or "sports fatigue" or "athletes")) AND TS=("Muscle soreness" or "delayed-onset muscle soreness" or "range of motion" or "perceived soreness" or "rate of perceived exertion" or "maximum voluntary contraction" or "creatine kinase" or "myoglobin" or "troponin" or "lactate dehydrogenase" or "blood urea nitrogen" or "serum creatinine" or "alanine aminotransferease" or "serum glutamic-pyruvic transaminase" or "aspartate aminotransferase" or "serum glutamic-oxaloacetic transaminase" or "recovery" or "injury*" or "muscle*" or "perform*" or "recover*")	Article, English	۱۸۲۹
Web of science	((TS=("Branched-chain amino acid" or "BCAA" or "Branched chain amino acid" or "Branched chain amino acid*" or "branched chain aminoacid*" or "BCAA*" or "Isoleucine" or "isoleucine" or "Leucine" or "Leucin" or "Valine" or "Valin")) AND TS=("Exercise" or "training" or "Exercise training" or "Physical Activity" or “eccentric exercise” or "strength training" or "resistance training" or "endurance training" or "strenuous exercise" or “exercise performance” or “muscle performance” or “sports performance” or “muscle recovery” or "sports fatigue" or "athletes")) AND TS=("Muscle soreness" or "delayed-onset muscle soreness" or "range of motion" or "perceived soreness" or "rate of perceived exertion" or "maximum voluntary contraction" or "creatine kinase" or "myoglobin" or "troponin" or "lactate dehydrogenase" or "blood urea nitrogen" or "serum creatinine" or "alanine aminotransferease" or "serum glutamic-pyruvic transaminase" or "aspartate aminotransferase" or "serum glutamic-oxaloacetic transaminase" or "recovery" or "injury*" or "muscle*" or "perform*" or "recover*")	Article, English	۳۲

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

جدول ۱- ویژگی مطالعات و آزمودنی‌ها

سال مطالعه	نوع مطالعه	ویژگی‌های آزمودنی‌ها	سن	گروه ها	متغیرها	زمان اندازه گیری متغیرها	نوع تمرین
Limو همکاران۲۰۲۰ (۴)	غیرتصادفی و دوسوکور	۱۲ مرد سالم	گروه مکمل: ۲۳تا ۱۴ گروه شاهد: ۲۳تا ۱۴	گروه مکمل: ۶ نفر گروه شاهد: ۶ نفر	LDH CK	قبل و ۲۴-۴۸-۷۲ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Ralph و همکاران ۲۰۱۲(۳)	غیرتصادفی و دوسوکور	۱۵ مرد سالم	گروه مکمل: ۲۱ گروه شاهد: ۲۱	گروه مکمل: ۸ نفر گروه شاهد: ۷ نفر	CK	قبل و بلافاصله-۲۴-۴۸- ۷۲ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Thomson و همکاران ۲۰۱۱ (۴۲)	متقاطع	۱۰ مرد دوچرخه سوار	گروه مکمل: ۹±۳۳ گروه شاهد: ۹±۳۳	گروه مکمل:۱۰ نفر گروه شاهد:۱۰ نفر	CK LDH	قبل و بلافاصله-۴۸-۷۲ بعد از ورزش	مسابقات اینتروال
Sharp و همکاران ۲۰۱۰ (۲۱)	متقاطع	۸ مرد تمرین کرده	گروه مکمل: ۹±۲۲/۲ گروه شاهد: ۹±۲۲/۲	گروه مکمل:۸ نفر گروه شاهد: ۸ نفر	CK	قبل و بلافاصله بعد از تمرین	تمرین مقاومتی با شدت بالا
Waldron و همکاران۲۰۱۷ (۲۲)	RCT	۱۶ آزمودنی	گروه مکمل: ذکر نشده گروه شاهد: ذکر نشده	گروه مکمل: ۸ نفر گروه شاهد: ۸ نفر	CK	قبل و بلافاصله-۲۴-۴۸ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی تمرینات هایپرتراپی
Vandusseldorp و همکاران۲۰۱۸(۲)	RCT	۲۰ مرد سالم	گروه مکمل: ۸±۲۳/۲ گروه شاهد: ۸±۲۳/۲	گروه مکمل:۱۰ نفر گروه شاهد: ۱۰نفر	CK	قبل و ۲۴-۴۸-۷۲ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Shimomure و همکاران ۲۰۱۰ (۷)	متقاطع	۱۲ زن سالم	گروه مکمل: ۲۰-۲۵ گروه شاهد: ۲۰-۲۵	گروه مکمل: ۱۲ نفر گروه شاهد: ۱۲ نفر	CK MB	قبل و ۴۸-۷۲ ساعت بعد از ورزش	تمرین اسکات
Sheikholeslami و همکاران ۲۰۱۶ (۵)	متقاطع	۱۰ نفر سالم	گروه مکمل: ۰/۵±۲۲/۱ گروه شاهد: ۰/۵±۲۲/۱	گروه مکمل:۱۰ نفر گروه شاهد:۱۰ نفر	CK LDH	قبل و بلافاصله-۲۴ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Reule و همکاران ۲۰۱۷ (۲۰)	RCT	۴۸ فرد سالم	گروه مکمل: ۷۵-۵۵ گروه شاهد: ۷۵-۵۵	گروه مکمل:۲۴ نفر گروه شاهد:۲۴ نفر	MS CK	قبل و بلافاصله -۲۴-۷۲-۴۸ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Raو همکاران ۲۰۱۸ (۱)	RCT	۱۰ مرد	گروه مکمل: ۲۱/۵ گروه شاهد: ۲۱/۵	گروه مکمل: ۵ نفر گروه شاهد: ۵ نفر	LDH CK MS	قبل و بلافاصله ۲۴-۴۸-۷۲ ساعت بعد از ورزش	ورزش و فعالیت بدنی

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

ادامه جدول ۱- ویژگی مطالعات و آزمودنی‌ها

سال مطالعه	نوع مطالعه	ویژگی‌های آزمودنی‌ها	سن	گروه ها	متغیرها	زمان اندازه گیری متغیرها	نوع تمرین
Osmond و همکاران ۲۰۱۹ (۳۵)	RCT	۲۲ مرد و زن	گروه مکمل ۱: ۴/۵±۲۳/۴ گروه مکمل ۲: ۲/۳±۲۲/۴ گروه شاهد: ۲/۵±۲۳/۴	گروه مکمل ۱: ۸ نفر گروه مکمل ۲: ۷ نفر گروه شاهد: ۷ نفر	MS CK	قبل و ۲۴-۴۸-۷۲ ساعت بعد از ورزش	تمرین اکستنریک
Ramin و همکاران ۲۰۱۱(۲۳)	RCT	۲۹ کشتی گیر جوان	گروه مکمل با مقدار پایین: ۱/۹±۲۲/۴ گروه مکمل با مقدار بالا: ۱/۴±۲۲/۶ گروه شاهد: ۱/۶±۲۲/۶	گروه مکمل با مقدار پایین: ۱۰ نفر گروه مکمل با مقدار بالا: ۱۰ نفر گروه شاهد: ۹ نفر	LDH CK	قبل و ۲۴-۴۸ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی سنگین
Jackman و همکاران ۲۰۱۰ (۳۴)	غیرتصادفی	۲۴ مرد تمرین کرده	گروه مکمل: ذکر نشده گروه شاهد: ذکر نشده	گروه مکمل: ۱۲ نفر گروه شاهد: ۱۲ نفر	CK MS MB	قبل و بلافاصله ۲۴-۴۸-۷۲ ساعت بعد از ورزش	تمرین اکستنریک
Howatson و همکاران ۲۰۱۲(۲۴)	RCT	۱۲ مرد سالم	گروه مکمل : ۲±۲۳ گروه شاهد: ۲±۲۳	گروه مکمل:۶ نفر گروه شاهد:۶ نفر	MS CK	قبل -۲۴-۴۸-۷۲ ساعت پس از ورزش	تمرین مقاومتی
و همکاران Hsu ۲۰۱۱(۲۵)	متقاطع	۱۴ مرد سالم	گروه مکمل : ۴/۸±۲۳/۰ گروه شاهد: ۴/۸±۲۳/۰	گروه مکمل: ۱۴ نفر گروه شاهد: ۱۴ نفر	CK	قبل-بلافاصله- ۲۴ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Kirby و همکاران ۲۰۱۲ (۲۶)	RCT	۱۹ مرد سالم	گروه مکمل : ۳/۶±۲۱/۱ گروه شاهد: ۴/۸±۲۳/۰	گروه مکمل: ۱۰ نفر گروه شاهد: ۹ نفر	CK MB MS	قبل -۲۴-۴۸-۷۲ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Abomoh و همکاران ۲۰۲۰ (۳۸)	متقاطع	۱۶ مرد سالم	گروه مکمل: ۷/۰±۲۵/۲ گروه شاهد: ۷/۰±۲۵/۲	گروه مکمل: ۱۶ نفر گروه شاهد: ۱۶ نفر	CK MB	قبل و بلافاصله بعد از تمرین	تمرین استقامتی
Van Dusseldorp و همکاران ۲۰۱۸ (۲)	RCT	۲۰ مرد سالم	گروه مکمل : ۵/۵±۲۱/۱ گروه شاهد: ۵/۵±۲۱/۱	گروه مکمل:۱۰ نفر گروه شاهد:۱۰نفر	CK	قبل و ۲۴-۴۸-۷۲ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

ادامه **جدول ۱- ویژگی مطالعات و آزمودنی‌ها**

سال مطالعه	نوع مطالعه	ویژگی‌های آزمودنی‌ها	سن	گروه ها	متغیرها	زمان اندازه گیری متغیرها	نوع تمرین
Jacinto و همکاران ۲۰۲۱ (۲۸)	RCT	۱۴ مرد سالم	گروه مکمل : ۹/۶±۲۳/۳ گروه شاهد: ۹/۶±۲۳/۳	گروه مکمل: ۱۴ نفر گروه شاهد: ۱۴ نفر	CK MS	قبل و بلافاصله-۲۴-۴۸-۷۲ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Knechtle و همکاران۲۰۱۲ (۲۷)	RCT	۲۸ مرد سالم	گروه مکمل : ۹/۶±۲۳/۳ گروه شاهد: ۹/۶±۲۳/۳	گروه مکمل:۱۴ نفر گروه شاهد:۱۴ نفر	MB CK	قبل و بلافاصله بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Song و همکاران ۲۰۱۳ (۲۹)	RCT	۱۸ مرد سالم	گروه مکمل: ۵/۸±۲۲/۳ گروه شاهد: ۵/۸±۲۲/	گروه مکمل: ۹ نفر گروه شاهد: ۹ نفر	MS	قبل و بلافاصله-۲۴-۴۸-۷۲ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Foure و همکاران ۲۰۱۶ (۳۰)	RCT	۲۶ مرد سالم	گروه مکمل: ذکر نشده گروه شاهد: ذکر نشده	گروه مکمل: ۱۳ نفر گروه شاهد: ۱۳ نفر	CK MS	قبل و بلافاصله-۲۴-۴۸-۷۲ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Gervasi و همکاران ۲۰۲۰ (۳۷)	RCT	۳۲ فرد سالم (۱۲ زن و ۲۲ مرد)	گروه مکمل: ذکر نشده گروه شاهد: ذکر نشده	گروه مکمل : ۱۶ نفر گروه شاهد : ۱۶ نفر	CK	قبل و بلافاصله-۲۴ ساعت بعد از ورزش	تمرین استقامتی
Line و همکاران ۲۰۱۷ (۳۱)	متقاطع	۱۱ مرد بسکتبال	گروه مکمل: ذکر نشده گروه شاهد: ذکر نشده	گروه مکمل: ۱۱ نفر گروه شاهد: ۱۱ نفر	LDH	۱ و۲ روز قبل ۱و ۲ روز بعد	تمرین مقاومتی
Matsoontou و همکاران ۲۰۰۹ (۳۲)	متقاطع	۱۲ دونده (۶ مرد و ۶ زن)	گروه مکمل: ذکر نشده گروه شاهد: ذکر نشده	گروه مکمل: ۱۲ نفر گروه شاهد: ۱۲ نفر	CK LDH MS MB	. قبل و بلافاصله بعد از ورزش	تمرین مقاومتی با شدت بالا
Layh و همکاران ۲۰۱۳ (۳۳)	متقاطع	۲۰ نفر (۱۱ زن و ۹ مرد)	گروه مکمل: ذکر نشده گروه شاهد: ذکر نشده	گروه مکمل: ۲۰ نفر گروه شاهد: ۲۰ نفر	MS	قبل،۲۴،۴۸،۷۲،۹۶ ساعت بعد از ورزش	تمرین مقاومتی
Koo و همکاران ۲۰۱۴ (۱۹)	متقاطع	۵ نفر	گروه مکمل: ذکر نشده گروه شاهد: ذکر نشده	گروه مکمل: ۵ نفر گرو شاهد: ۵ نفر	CK	قبل و بلافاصله بعد از تمرین	قایقرانی
Kim و همکاران ۲۰۱۳ (۳۶)	RCT	۲۶ نفر	گروه مکمل : ذکر نشده گروه شاهد : ذکر نشده	گروه مکمل: ۱۳ نفر گروه شاهد: ۱۳ نفر	LDH CK	قبل و بلافاصله بعد از ورزش	تمرین هوازی

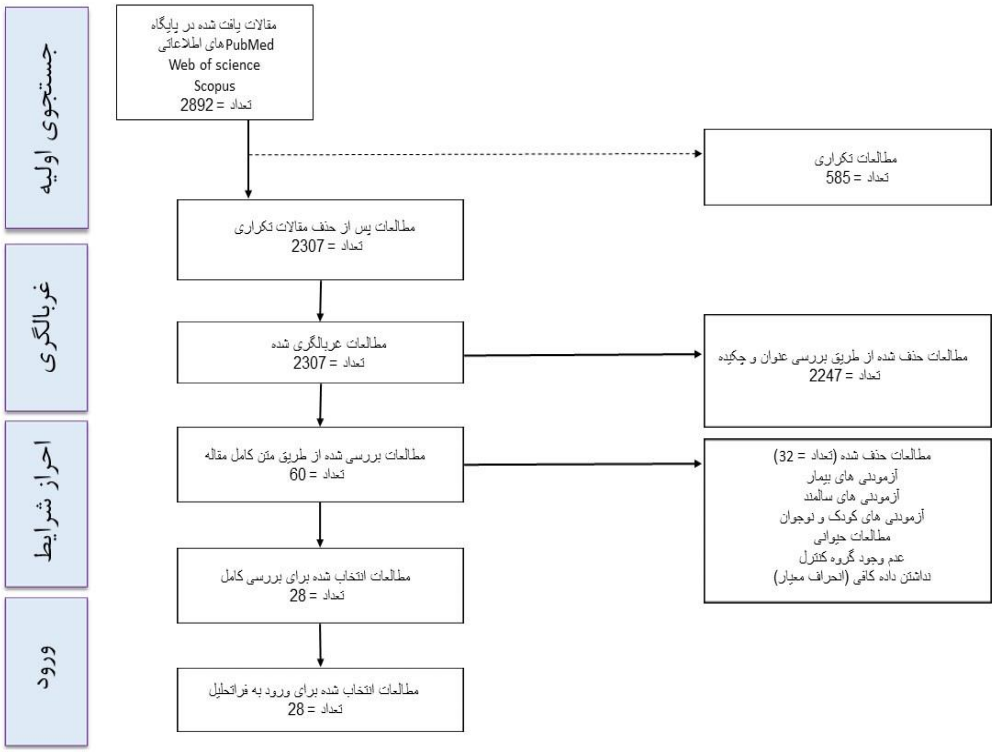
[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

جدول۲-ارزیابی کیفیت مطالعات

مطالعه - سال	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	امتیاز
Limو همکاران۲۰۲۰(۴)	✓	×	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	۶
Ralph و همکاران ۲۰۱۲(۳)	✓	✓	×	✓	✓	×	×	✓	✓	۶
Thomson و همکاران ۲۰۱۱(۴۲)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
Sharpو همکاران ۲۰۱۰(۲۱)	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	۷
Waldronو همکاران۲۰۱۷(۲۲)	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	۶
Vandusseldorp و همکاران۲۰۱۸(۲)	✓	×	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	۶
Shimomureو همکاران ۲۰۱۰(۷)	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	۷
Sheikholeslami و همکاران ۲۰۱۶(۵)	×	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	۴
Reule و همکاران ۲۰۱۷(۲۰)	×	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	✓	۶
Raو همکاران ۲۰۱۸(۱)	✓	×	×	×	✓	✓	×	✓	✓	۵
Osmondو همکاران ۲۰۱۹(۳۵)	✓	×	×	×	✓	✓	×	✓	✓	۵
Ramin و همکاران ۲۰۱۱(۲۳)	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	۸
Jackmanو همکاران ۲۰۱۰(۳۴)	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	۷
Howatsonو همکاران ۲۰۱۲(۲۴)	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	۷
Hsu و همکاران ۲۰۱۱(۲۵)	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	۷
Kirbyو همکاران ۲۰۱۲(۲۶)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	۸
Abomoh و همکاران ۲۰۲۰(۳۸)	✓	×	×	×	✓	×	×	✓	✓	۴
Van Dusseldorp و همکاران ۲۰۱۸(۲)	✓	✓	×	×	✓	×	×	✓	✓	۵
Jacintoو همکاران ۲۰۲۱(۲۸)	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	۷
Knechtle و همکاران۲۰۱۲ (۲۷)	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓	۵
Song و همکاران ۲۰۱۳ (۲۹)	✓	✓	✓	×	✓	×	×	✓	✓	۶
Foure و همکاران ۲۰۱۶(۳۰)	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	۸
Gervasi و همکاران ۲۰۲۰(۳۷)	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	۷
Lineو همکاران ۲۰۱۷(۳۱)	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	۷
Matsoontouوهمکاران ۲۰۰۹(۳۲)	✓	×	×	✓	×	✓	✓	✓	✓	۶
Layh و همکاران ۲۰۱۳(۳۳)	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	۸
Koo و همکاران۲۰۱۴(۱۹)	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	۷
Kimو همکاران ۲۰۱۳(۳۶)	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	۷

۱- مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها، ۲- اختصاص شرکت کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف، ۳- آشنایی نداشتن شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان، ۴- یکسان بودن آزمودنی‌ها از نظر وزن بدن در گروه‌های مختلف مطالعه، ۵- وجود ارزیابی یک‌سو کور برای متغیر اصلی پژوهش (Blinding of all assessors)، ۶- خروج کمتر از ۱۵ درصد شرکت‌کنندگان از پژوهش، ۷- انجام تجزیه‌وتحلیل به‌صورت Intention to treat (ITT)، ۸- وجود گزارش تفاوت آماری بین گروهی برای متغیر اصلی پژوهش، ۹- وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P value).

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]



شکل ۱- فلوچارت PRISMA

نتایج فراتحلیل

درد عضلانی

تغییرات درد عضلانی پس از تمرین ورزشی

نتایج فراتحلیل حاضر برای ۴۷ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار درد عضلانی پس ازتمرین ورزشی [WMD= -۰/۸۵ (-۱/۱۷ الی -۰/۵۳)، P=۰/۰۰۱] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد. با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱، I^2=۸۵/۲۴). نتیجه آزمون Egger نشان دهنده وجود سوگیری انتشار معنی‌دار برای درد عضلانی (P=۰/۰۰۲) بود. همچنین نتایج تحلیل حساسیت نشان داد، با استفاده از حذف تک به تک مطالعات، میزان اندازه اثر مکمل BCAA بر درد عضلانی نسبت به گروه کنترل، جهت اندازه اثر و P value تغییری نکرد.

نتایج تحلیل زیرگروه

تغییرات درد عضلانی در زمان بلافاصله پس از تمرین ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۶ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب تغییر معنادار درد عضلانی در زمان بلافاصله پس از تمرین ورزشی [SMD= ۰/۲۹ (۰/۹۵ الی -۰/۳۵)، P=۰/۳] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل نشد (شکل ۲). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱، I^2=۷۸/۷۰).

تغییرات درد عضلانی در زمان ۲۴ ساعت پس تمرین ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۱۴ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار درد عضلانی در زمان ۲۴ ساعت پس از تمرین ورزشی [P=۰/۰۰۱، (-۱/۳۷ الی -۰/۵۵) -۰/۹۶

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

=SMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد (شکل ۲). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱، I^2=۶۹/۱۷).

تغییرات درد عضلانی در زمان ٤٨ ساعت پس از تمرین ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۱۳ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار درد عضلانی در زمان ۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی [P=۰/۰۰۱، (۱/۷۹- الی ۰/۵۰-) ۱/۱۵- =SMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد (شکل ۲). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱، I^2=۸۵/۵۸).

تغییرات درد عضلانی در زمان ۷۲ ساعت پس از فعالیت ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۱۴ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار درد عضلانی در زمان ۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی [P=۰/۰۰۴، (۱/۶۷- الی ۰/۳۰-) ۰/۹۸- =SMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد (شکل ۲). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱، I^2=۸۸/۰۴).

کراتین کیناز

تغییرات CK پس از تمرین ورزشی

نتایج فراتحلیل حاضر برای ۶۳ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار CK پس از تمرین ورزشی [P=۰/۰۰۱، (۰/۱۷- الی ۰/۴۷-) ۰/۳۲- =SMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد. با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱، I^2=۴۰/۸۴). نتیجه آزمون Egger نشان دهنده وجود سوگیری انتشار معنی‌دار برای درد عضلانی (P=۰/۰۰۱) بود. همچنین نتایج تحلیل حساسیت نشان داد، با استفاده از حذف تک به تک مطالعات، میزان اندازه اثر مکمل BCAA بر CK نسبت به گروه کنترل، جهت اندازه اثر و P value تغییری نکرد.

نتایج تحلیل زیرگروه

تغییرات CK در زمان بلافاصله پس از تمرین ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۹ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار CK در زمان بلافاصله پس از تمرین ورزشی [P=۰/۰۴، (۰/۵۸- الی ۰/۰۰۸-) ۰/۲۹- =SMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد (شکل ۳). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود ندارد (P=۰/۴۳، I^2=۰/۱۸).

تغییرات CK در زمان ٢٤ ساعت پس از تمرین ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۲۱ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار CK در زمان ۲۴ ساعت پس از تمرین ورزشی [P=۰/۱، (۰/۵۳- الی ۰/۱۰) ۰/۲۱- =SMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل نشد (شکل ۳). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱، I^2=۶۲/۹۷).

تغییرات CK در زمان ٤٨ ساعت پس از تمرین ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۱۸ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار CK در زمان ۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی [P=۰/۰۰۱، (۰/۷۲- الی ۰/۱۷-) ۰/۴۴- =SMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد (شکل ۳). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود ندارد (P=۰/۰۵، I^2=۳۷/۸۷).

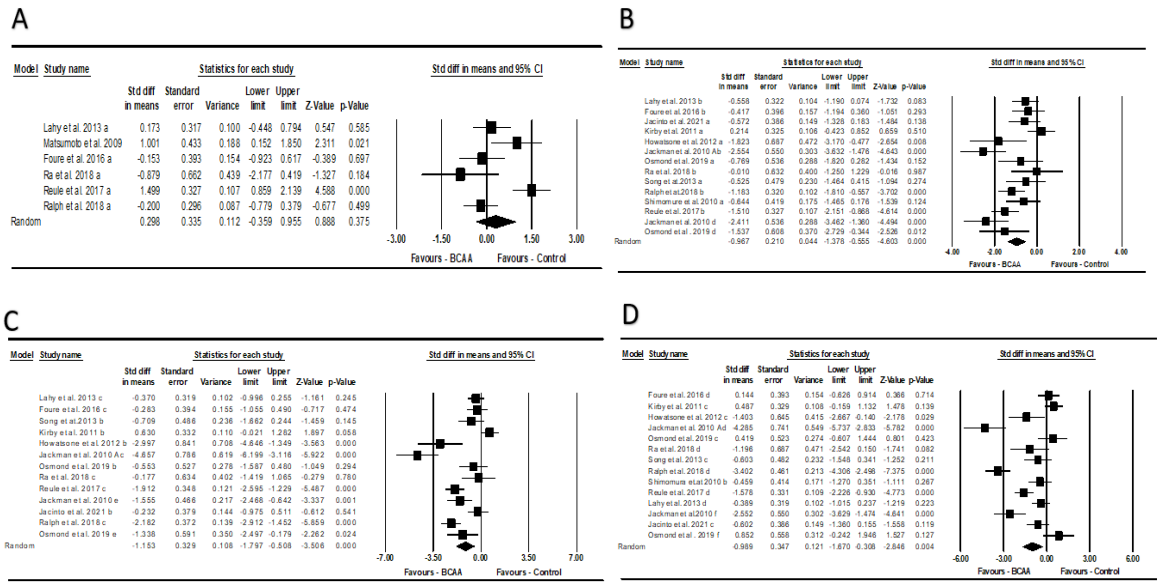
تغییرات CK در زمان ۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۱۵ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار CK در زمان ۷۲ ساعت پس از

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

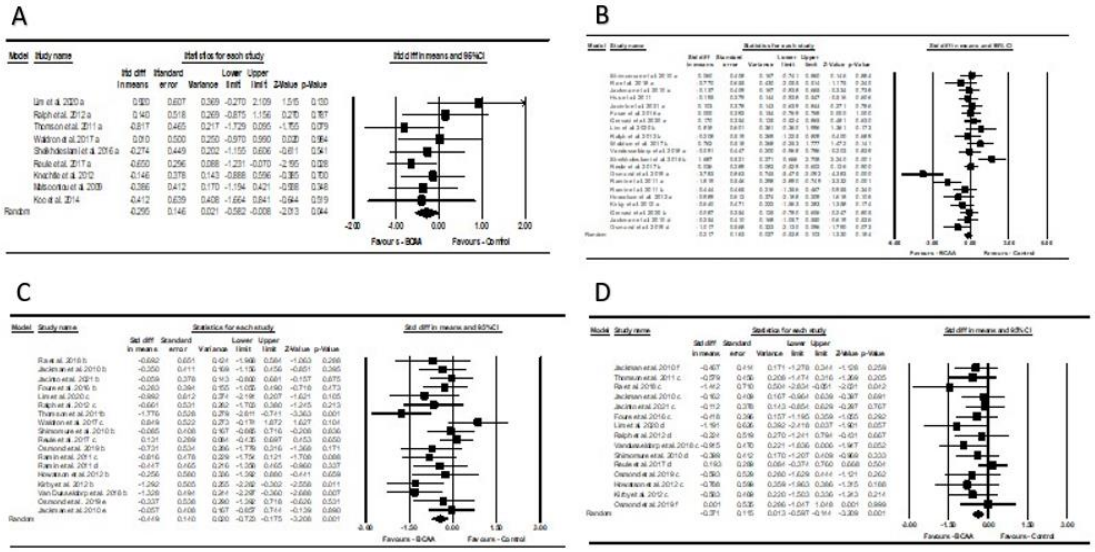
تمرین ورزشی [P=۰/۰۰۱، (۰/۵۹۹- الی ۰/۱۴-) SMD= -۰/۳۷] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد (شکل ۳).

با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود ندارد (P=۰/۶۴، I^2=۰/۰۰).



شکل ۲- نمودار فارست پلات (Forrest plot) . اثر مکمل BCAA بر درد عضلانی در بزرگسالان سالم.

A) در زمان ۲۴ ساعت پس از تمرین ورزشی ، B) در زمان ۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی ، C) در زمان ۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی و D) در زمان ۹۶ ساعت پس از تمرین ورزشی



شکل ۳- نمودار فارست پلات (Forrest plot) . اثر مکمل BCAA بر کراتین کیناز (CK) در بزرگسالان سالم.

A) در زمان ۲۴ ساعت پس از تمرین ورزشی ، B) در زمان ۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی ، C) در زمان ۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی و D) در زمان ۹۶ ساعت پس از تمرین ورزشی

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

لاکتات دهیدروژناز

تغییرات LDH پس از ورزش

نتایج فراتحلیل حاضر برای ۱۴ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب تغییر معنادار LDH پس از فعالیت ورزشی [P=۰/۵، (۱۶/۴۳- الی ۷/۹۵) ۴/۲۴- =WMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل نشد. با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۴، I^2=۴۲/۴۸). نتیجه آزمون Egger نشان دهنده عدم وجود سوگیری انتشار معنی‌دار برای درد عضلانی (P=۰/۰۵) بود. همچنین نتایج تحلیل حساسیت نشان داد، با استفاده از حذف تک به تک مطالعات، میزان اندازه اثر مکمل BCAA بر LDH نسبت به گروه کنترل، جهت اندازه اثر و P value تغییری نکرد.

نتایج تحلیل زیرگروه

تغییرات LDH در زمان بلافاصله پس از تمرین ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۳ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب تغییر معنادار LDH در زمان بلافاصله پس از تمرین ورزشی [P=۰/۴، (۱۴/۵۷- الی ۳۱/۳۳) ۸/۳۷ =WMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل نشد (شکل ۴). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۱، I^2=۷۶/۷۴).

تغییرات LDH در زمان ۲٤ ساعت پس از فعالیت ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۶ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب تغییر معنادار LDH در زمان ۲۴ ساعت پس از تمرین ورزشی [P=۰/۵، (۱۹/۰۶- الی ۱۰/۱۷) ۴/۴۴- =WMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل نشد (شکل ۴). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۶۰، I^2=۰/۰۰).

تغییرات LDH در زمان ٤٨ ساعت پس از فعالیت ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۵ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار LDH در زمان ۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی [P=۰/۰۱، (۴۴/۷۵- الی ۳/۹۹-) ۲۴/۳۷- =WMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد (شکل ۴). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود ندارد (P=۰/۶۶، I^2=۰/۰۰).

میوگلوبین

تغییرات MB پس از تمرین ورزشی

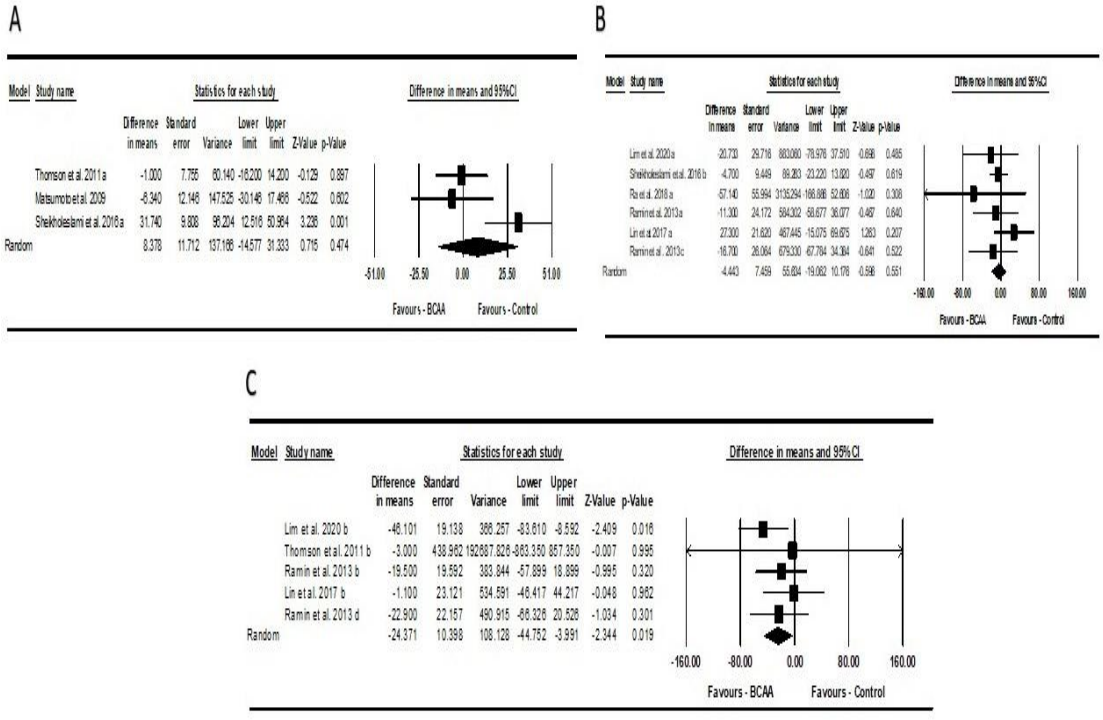
نتایج فراتحلیل حاضر برای ۱۳ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب کاهش معنادار MB پس از تمرین ورزشی [P=۰/۰۱، (۹/۶۴- الی ۱/۲۱-) ۵/۴۲- =WMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد. با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۲، I^2=۵۰/۰۳). نتیجه آزمون Egger نشان دهنده عدم وجود سوگیری انتشار معنی‌دار برای درد عضلانی (P=۰/۸) بود. همچنین نتایج تحلیل حساسیت نشان داد، با استفاده از حذف تک به تک مطالعات، میزان اندازه اثر مکمل BCAA بر MB نسبت به گروه کنترل، جهت اندازه اثر و P value تغییری نکرد.

نتایج تحلیل زیرگروه

تغییرات MB در زمان بلافاصله پس از فعالیت ورزشی

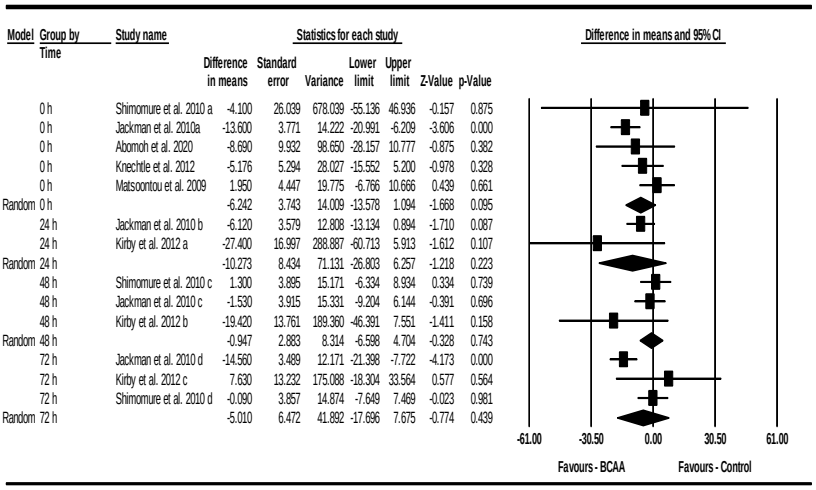
نتایج تحلیل زیرگروه برای ۵ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب تغییر معنادار MB در زمان بلافاصله پس از تمرین ورزشی [P=۰/۰۹، (۱۳/۵۷- الی ۱/۰۹) ۶/۲۴- =WMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل نشد (شکل ۵). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود ندارد (P=۰/۱۲، I^2=۴۴/۹۳).

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]



شکل ٤- نمودار فارست پلات (Forrest plot) . اثر مکمل BCAA بر لاکتات دهیدروژناز (LDH) در بزرگسالان سالم.

A) در زمان ۲۴ ساعت پس از تمرین ورزشی ، B) در زمان ۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی ، C) در زمان ۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی و D) در زمان ۹۶ ساعت پس از تمرین ورزشی



شکل ٥- نمودار فارست پلات (Forrest plot) . اثر مکمل BCAA بر میوگلوبین در بزرگسالان سالم در زمان‌های بلافاصله، ٢٤، ٤٨ و ٧٢ ساعت پس ازتمرین ورزشی .

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

تغییرات MB در زمان ۲۴ ساعت پس از تمرین ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۲ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب تغییر معنادار MB در زمان ۲۴ ساعت پس ازتمرین ورزشی [P=۰/۲، (۲۶/۸۰- الی ۶/۲۵) ۱۰/۲۷- =WMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل نشد (شکل ۵). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود ندارد (P=۰/۲، I^2=۳۳/۳۷).

تغییرات MB در زمان ۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۳ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب تغییر معنادار MB در زمان ۴۸ ساعت پس ازتمرین ورزشی [P=۰/۷، (۶/۵۹- الی ۴/۷) ۰/۹۴- =WMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل نشد (شکل ۵). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود ندارد (P=۰/۳۴، I^2=۷/۲۳).

تغییرات MB در زمان ۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی

نتایج تحلیل زیرگروه برای ۳ مداخله نشان داد که مکمل BCAA سبب تغییر معنادار MB در زمان ۷۲ ساعت پس از فعالیت ورزشی [P=۰/۴، (۱۷/۶۹- الی ۷/۶۷) ۵/۰۱- =WMD] در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل نشد (شکل ۵). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۱، I^2=۷۸/۰۰).

کیفیت مطالعات

نتایج بررسی کیفیت مقالات با استفاده از pedro نشان داد که حداقل امتیاز کیفیت مقالات ۴ و حداکثر امتیاز ۸ بود (جدول ۲).

بحث

نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد که به‌طور کلی مصرف مکمل BCAA پس از تمرین ورزشی می‌تواند موجب بهبود درد عضلانی، کاهش CK، LDH و میوگلوبین در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شود. اگرچه تفکیک زمان‌بندی مصرف مکمل BCAA در زمان‌های بلافاصله، ۲۴ ساعت، ۴۸ ساعت و ۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی تفاوت‌هایی را در نتایج نشان داد که در ادامه به تفصیل آن می‌پردازیم.

نتایج فراتحلیل حاصل از ۴۷ مطالعه که اثر مکمل BCAA بر درد عضلانی را بررسی کردند، حاکی از بهبود درد عضلانی بود. با این حال نتایج فراتحلیل ۶ مداخله که اثر مکمل BCAA بر درد عضلانی در زمان بلافاصله پس از تمرین ورزشی را بررسی کردند، هیچ تفاوت معنی داری کاهش درد عضلانی در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به کنترل مشاهده نشد. با مصرف این مکمل، درد عضلانی در زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی در افراد ورزشکار و غیر ورزشکار نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری یافت. در مطالعه مروری Martinho و همکاران (۲۰۲۲) که صرفاً مصرف مکمل را در ورزشکاران مورد بررسی قرار داده است، مشخص شد که مکمل BCAA پس از تمرینات مقاومتی باعث کاهش درد عضلانی می شود؛ ولی پس از تمرینات استقامتی نتایج متناقض وجود دارد (۳۹). نتیجه مطالعه فراتحلیل رحیمی و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که مصرف مکمل BCAA موجب کاهش درد عضلانی در ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از تمرین ورزشی نمی‌شود (۹) که با نتایج فراتحلیل مطالعه حاضر همسو نیست، این تناقض می‌تواند مربوط به تفاوت تعداد مطالعات مورد بررسی و تنوع پروتکل‌های ورزشی و میزان مصرف مکمل باشد. در مطالعه فراتحلیل دیگر که مصرف مکمل BCAA را بر روی ورزشکاران بررسی کردند (۱۰) نشان داد که مصرف این مکمل می‌تواند باعث کاهش DOMS در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی شود که با نتایج مطالعه حاضر همسو است. در مطالعات فراتحلیل قبلی اثر این مکمل بر کاهش درد عضلانی هم در افراد ورزشکار و هم در افراد غیرورزشکار به‌طور همزمان بررسی نشده است. به‌طور کلی درد عضلانی ناشی از تمرین ورزشی به نوع تمرین بستگی دارد، به‌طوری‌که تمرینات مقاومتی یا تمرینات شدید می‌تواند باعث ایجاد درد عضلانی بیشتری نسبت به تمرینات استقامتی شود (۳۹). این درد عضلانی می‌تواند ناشی از شکستن پری میوزیم یا حضور

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

سلول‌های التهابی موجود در بافت عضلانی باشد (۹). بنابراین، ممکن است با مصرف مکمل‌هایی چون BCAA به دنبال این نوع تمرینات، از طریق کاهش تخریب بافت عضلانی و یا حتی فعال کردن سیگنال‌های مسیر mTOR جهت افزایش سنتز پروتئین باعث کاهش تخریب عضلانی و در نتیجه کاهش درد عضلانی شود (۳۹, ۴۰). با این‌حال نتایج این فراتحلیل نشان می‌دهد که مصرف مکمل نمی‌تواند باعث کاهش احساس درد بلافاصله پس از تمرین ورزشی شود که این به علت عدم تعادل بین سرعت فعالیت سلول‌های التهابی و فعال کردن مسیرهای آنابولیک از طریق مصرف مکمل می‌باشد (۹).

نتایج فراتحلیل حاصل از ۶۳ مداخله که اثر مصرف مکمل BCAA بر CK را بررسی کردند، کاهش معنی‌داری CK در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل را نشان داد. در ۹ مداخله مصرف مکمل BCAA سبب کاهش معنی‌دار CK بلافاصله پس از تمرین ورزشی در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد. همچنین نتایج ۱۸ مداخله و ۱۵ مداخله که به ترتیب اثر مصرف مکمل را در زمان ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی بررسی کردند، کاهش معناداری CK در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل را گزارش کردند. با این حال در نتایج ۲۱ مداخله مصرف این مکمل در ۲۴ ساعت پس از تمرین ورزشی در افراد ورزشکار و غیرورزشکار باعث کاهش CK نسبت به گروه کنترل نشد. همسو با نتایج این مطالعه، در مطالعه فراتحلیل دوما و همکاران (۲۰۲۱) میزان CK در ۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی در گروه مصرف مکمل BCAA نسبت به گروه پلاسبو کاهش معنی‌داری نشان داد (۴۱). با این حال در یک مطالعه فراتحلیل رحیم لو و همکاران در سال ۲۰۲۰ مصرف این مکمل سبب کاهش CK در زمان ۲۴ ساعت پس از تمرین ورزشی شد (۱۰)که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت دارد. علت این تفاوت می‌تواند به تعداد مطالعات مورد بررسی در این مطالعه مربوط باشد، به‌طوری‌که در مطالعه حاضر نتیجه فراتحلیل ۲۱ مداخله بررسی شده است، درصورتی‌که در مطالعه رحیم لو و همکاران (۲۰۲۰) تنها ۶ مطالعه و فقط در ورزشکاران بررسی شده است. ظهور CK در پلاسما در نتیجه تخریب سارکولم یا غشای سلول عضلانی است که مصرف مکمل BCAA می‌تواند با تأثیر بر کاهش تجزیه پروتئین منجر به کاهش آسیب غشایی شود که می‌تواند نشانه کاهش پاسخ‌های التهابی باشد (۴۰). علاوه بر این تغییرات هورمونی مانند افزایش تستوسترون و کاهش کورتیزول در نتیجه مصرف BCAA گزارش شده است که منجر به بهبود ریکاوری می‌شود (۴۰).

تعداد کل مطالعاتی که تأثیر مکمل BCAA را بر سطوح LDH بررسی کردند ۱۴ مطالعه بود که نتایج فراتحلیل حاصل نشان‌دهنده این است که مصرف مکمل نمی‌تواند موجب کاهش معنی‌دار در سطوح LDH پس از تمرین ورزشی در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شود. نتایج تحلیل زیرگروه تأثیر مکمل را بر سطوح LDH بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از تمرین ورزشی بررسی کردند، کاهش معنی‌داری را در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل نشان نداد. با این حال نتایج فراتحلیل ۵ مداخله‌ای که تأثیر مصرف مکمل را در افراد ورزشکار و غیرورزشکار بررسی کردند، کاهش معنی‌داری را در سطوح LDH ۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی را نشان داد. در مطالعه فراتحلیل رحیم لو و همکاران (۲۰۱۹) مصرف مکمل BCAA منجر به کاهش سطوح LDH بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از تمرین ورزشی شد (۱۰) که با نتایج مطالعه حاضر تناقض دارد. این تناقض می‌تواند مربوط به تعداد مطالعات مورد بررسی، نوع مکمل، مدت زمان مصرف مکمل، نوع تمرینات ورزشی و سابقه تمرین آزمودنی‌ها باشد.

در مطالعه فراتحلیل سالم و همکاران (۲۰۲۴) مکمل BCAA بر کاهش LDH مؤثر نبود (۸) ولی با تأخیر زمانی در ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از تمرین ورزشی کاهش LDH مشاهده شد، درحالی‌که در مطالعه حاضر نیز ۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی کاهش میزان LDH پس از مصرف مکمل BCAA مشاهده شد. مدت و شدت تمرین از عواملی است که می‌تواند بر میزان LDH خون مؤثر باشد (۱۰). همچنین عواملی دیگری چون وضعیت تمرینی آزمودنی‌ها، نقطه ابتدایی آسیب عضلانی و محدودیت رهایی یک پروتئین ویژه می‌تواند در پاسخ LDH تأثیر بگذارد (۸, ۹). مکانیسم مشخصی برای وجود این تناقض در نتایج وجود ندارد. به‌طوری‌که، نتیجه

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

برخی مطالعات نشان می‌دهد که میزان LDH بین روزهای دوم تا پنجم افزایش می‌یابد (۹)، درحالی‌که افزایش آن در ابتدای فاز التهابی نیز گزارش شده است (۸). حضور LDH در بافت‌های دیگری چون گلبول قرمز و کبد نمی‌تواند به اندازه حضور CK به عنوان شاخص آسیب عضلانی استفاده شود (۸). همچنین انجام تمرینات شدید باعث افزایش استرس اکسیداتیو و رادیکال‌های آزاد می‌شود که با مصرف مکمل BCAA می‌تواند منجر به کاهش آسیب و درد عضلانی ناشی از تمرین شدید شود (۱۰). مصرف BCAA می‌تواند از طریق کاهش غلظت سروتونین منجر به کاهش غلظت LDH و CK به عنوان فاکتورهای آسیب عضلانی شود (۳۶). بنابراین به منظور داشتن نتایج و تفسیر دقیق‌تر برای سنجش تأثیر مکمل BCAA بر میزان LDH به مطالعات بیشتر برای بررسی پروتکل تمرین، میزان مصرف مکمل، میزان کل پروتئین دریافتی پروتئین، نوع و شدت تمرین و ... نیاز است.

نتایج فراتحلیل ۱۳ مطالعه نشان داد که مصرف مکمل سبب کاهش سطوح میوگلوبین در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نسبت به گروه کنترل شد. در مطالعه فراتحلیل مارتینیو و همکاران (۲۰۲۲) نیز کاهش سطوح میوگلوبین به دنبال مصرف BCAA در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل گزارش شده است (۳۹). در مطالعه حاضر نیز همسو با مطالعات قبل کاهش میزان میوگلوبین به دنبال مصرف BCAA نسبت به گروه کنترل مشاهده شد، درحالی‌که در مطالعه فراتحلیل حاضر، مطالعات اعم از آزمودنی‌های ورزشکار و غیرورزشکار بود که نشان دهنده این است که مصرف مکمل به سطح آمادگی افراد وابسته نیست و می‌تواند موجب کاهش فاکتورهای آسیب عضلانی از جمله میوگلوبین شود. غلظت میوگلوبین پس از فعالیت ورزشی نشانه‌ای از آسیب عضلانی است که حتی می‌تواند با حساسیت بیشتری نسبت به CK عمل کند (۷). این آسیب عضلانی منجر به تحریک پاسخ التهابی و در نتیجه تهاجم نوتروفیل‌های عضلانی و سپس ماکروفاژها می‌شود (۷). مصرف مکمل BCAA به خصوص قبل از فعالیت ورزشی می‌تواند از طریق کاهش آزادسازی اسیدآمینه از عضله، افزایش پروتئین‌سازی و بهبود وضعیت انرژی بدن، موجب کاهش ایجاد آسیب ناشی از تمرین شده و میزان میوگلوبین را کاهش دهد (۷).

نقاط قوت این پژوهش این است که فاکتورهای آسیب عضلانی در طیف‌های زمانی مختلف پس از تمرین ورزشی ارزیابی شد. برای به حداقل رساندن هرگونه سوگیری در فراتحلیل، جستجوی جامع در پایگاه‌های اطلاعاتی با کلیدواژه‌های انحصاری و به صورت دستی و همچنین توصیف نتایج با استفاده از دستورالعمل‌های PRISMA انجام گرفت. علاوه بر این، فراتحلیل حاضر دارای چندین محدودیت بود. فقدان اطلاعات در مورد داده‌های شدت و فراوانی ورزش، زمینه ژنتیکی، نوع و خلوص مکمل‌های BCAA تفسیر کلی نتایج را دشوار می‌کند. همچنین، یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر این است که دوره مصرف مکمل BCAA در مطالعات مختلف بسیار متفاوت بوده است و این موضوع در تفسیر نتایج باید لحاظ گردد. همچنین، تعداد مداخلات براساس نوع تمرین (تمرین هوازی و مقاومتی) برای هر متغیر در دو دسته تمرین هوازی و مقاومتی قرار نگرفت و امکان انجام تحلیل زیرگروه براساس نوع تمرین ورزشی وجود نداشت.

نتیجه‌گیری

استفاده از مکمل BCAA یک راهکار مفید و مؤثر به منظور کاهش درد عضلانی (۲۴-۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی) و نشانگرهای آسیب عضلانی از جمله CK (۷۲-۴۸ ساعت پس از فعالیت ورزشی) و LDH (۴۸ ساعت پس از تمرین ورزشی) برای ورزشکاران پیشنهاد می‌شود. اما، به دلیل ناهمگونی زیاد و خطر متوسط سوگیری برای مقالات، پیشنهاد می‌شود این نتایج با احتیاط تفسیر شود. همچنین، مطالعات بیشتر با مقادیر متنوع این مکمل برای دانستن مقدار مصرف بهینه و بهترین تکرار در روز برای بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران، مورد نیاز است. بنابراین، طبق نتایج فراتحلیل حاضر به ورزشکاران توصیه می‌شود که از مکمل اسیدآمینه شاخه‌دار برای تسریع بهبودی پس از فعالیت ورزشی می توانند استفاده کنند.

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

تقدیر و تشکّر

از نویسندگانی که داده‌های مطالعات خود را در اختیار ما قرار دادند، تشکر می‌نماییم.

ملاحظات اخلاقی

ملاحظات اخلاقی این مقاله، طبق دستورالعمل بین المللی پروتکل مقالات مرور نظام‌مند در سایت PROSPERO به نشانی https://www.crd.york.ac.uk/prospero با کد تأییدیه CRD42024557898 انجام شد.

حمایت مالی

این تحقیق هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

مشارکت نویسندگان

فاطمه کاظمی نسب: استخراج داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها، نوشتن مقاله و ویرایش نهایی مقاله

سارا سلطانی: استخراج داده‌ها و نوشتن مقاله

الهام الهیاری: استخراج داده‌ها و نوشتن مقاله

نسیم بهزاد نژاد: نوشتن مقاله

محمد جواد پوروقار: نوشتن مقاله

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Ra SG, Miya Zaki T, Kojima R, Komine S, Ishikura K, Kawanaka K, et al. Effect of BCAA supplement timing on exercise-induced muscle soreness and damage: A pilot placebo-controlled double-blind study. J Sports Med Phys Fitness. 2018; 58(11): 1582-91. DOI: 10.23736/S0022-4707.17.07638-1
2. Vandusseldorp TA, Escobar KA, Johnson KE, Stratton MT, Moriarty T, Cole N, et al. Effect of branched-chain amino acid supplementation on recovery following acute eccentric exercise. Nutrients. 2018; 10(10): 1389. DOI: 10.3390/nu10101389
3. Waldron M, Ralph C, Jeffries O, Tallent J, Theis N, Patterson SD. The effects of acute leucine or leucine-glutamine co-ingestion on recovery from eccentrically biased exercise. Amino Acids. 2018; 50(7): 831-9. DOI: 10.1007/s00726-018-2565-z
4. Lim IS. Effects of branched-chain amino acid supplement on knee peak torque and indicators of muscle damage following isokinetic exercise-induced delayed onset muscle soreness. Phys Act Nutr. 2020; 24(4): 28-33. DOI: 10.20463/pan.2020.0025
5. Sheikholeslami-Vatani D, Ahmadi S. Effect of oral branched-chain amino acid supplementation prior to resistance exercise on metabolic hormones, plasma amino acids, and serum indices of muscle damage in the recovery period. Topics in Clinical Nutrition. 2016; 31(4): 346-54. DOI:10.1097/TIN.0000000000000085
6. Khemtong C, Kuo C-H, Chen C-Y, Jaime SJ, Condello G. Does branched-chain amino acids (BCAAs) supplementation attenuate muscle damage markers and soreness after resistance exercise in trained males? A meta-analysis of randomized controlled trials. Nutrients. 2021; 13(6): 1880. DOI: 10.3390/nu13061880
7. Shimomura Y, Inaguma A, Watanabe S, Yamamoto Y, Muramatsu Y, Bajotto G, et al. Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2010; 20(3): 236-44. DOI: 10.1123/ijsnem.20.3.236
8. Salem A, Ben Maaoui K, Jahrami H, AlMarzooqi MA, Boukhris O, Messai B, et al. Attenuating Muscle Damage Biomarkers and Muscle Soreness After an Exercise-Induced Muscle Damage with Branched-Chain Amino Acid (BCAA) Supplementation: A Systematic Review and Meta-analysis with Meta-regression. Sports Med - Open. 2024; 10(1): 42. DOI: 10.1186/s40798-024-00686-9

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

9. Rahimi MH, Shab-Bidar S, Mollahosseini M, Djafarian K. Branched-chain amino acid supplementation and exercise-induced muscle damage in exercise recovery: A meta-analysis of randomized clinical trials. Nutrition. 2017; 42: 30-6. DOI: 10.1016/j.nut.2017.05.005

10. Rahimlou M, Ahmadi AHR, Palimi E, Mahdipour M, Poodeh BM. Reduction of Muscle Injuries and Improved Postexercise Recovery by Branched-Chain Amino Acid Supplementation: A Systematic Review and Meta-Analysis. J nutr fasting health. 2020; 8(1): 1-16. DOI: 10.22038/jnfh.2019.38666.1177

11. Wan X, Wang W, Liu J, Tong T. Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. BMC Med Res Methodol. 2014; 14: 135. DOI: 10.1186/1471-2288-14-135

12. Higgins JP, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. 2nd Edition. Chichester (UK): John Wiley & Sons; 2019. DOI:10.1002/9781119536604

13. Kazeminasab F, Sharafifard F. Impact of resistance training and ketogenic diet on body composition factors: a systematic review and meta-analysis. J Birjand Univ Med Sci. 2024; 31(1): 15-37. DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15

14. De Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. Aust J Physiother. 2009; 55(2): 129-33. DOI: 10.1016/s0004-9514(09)70043-1

15. Kazeminasab F, Miraghajani M, Khalafi M, Sakhaei MH, Rosenkranz SK, Santos HO. Effects of low-carbohydrate diets, with and without caloric restriction, on inflammatory markers in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Eur J Clin Nutr. 2024: 78(7): 569-84. DOI: 10.1038/s41430-024-01431-x

16. Kazeminasab F, Behzadnejad N, Cerqueira HS, Santos HO, Rosenkranz S. Effects of intermittent fasting combined with exercise on serum leptin and adiponectin in adults with or without obesity: a systematic review and metaanalysis of randomized clinical trials.Front Nutr. 2024. 11:1362731. DOI: 10.3389/fnut.2024.1362731

17. Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. BMJ. 2003; 327(7414): 557-60. DOI: 10.1136/bmj.327.7414.557

18. Egger M, Smith GD, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. BMJ. 1997; 315(7109): 629-34. DOI: 10.1136/bmj.315.7109.629

19. Koo GH, Woo J, Kang S, Shin KO. Effects of supplementation with BCAA and L-glutamine on blood fatigue factors and cytokines in juvenile athletes submitted to maximal intensity rowing performance. J Phys Ther Sci. 2014; 26(8): 1241-6. DOI: 10.1589/jpts.26.1241

20. Reule CA, Scholz C, Schoen C, Brown N, Siepelmeyer A, Alt WW. Reduced muscular fatigue after a 12-week leucine-rich amino acid supplementation combined with moderate training in elderly: A randomised, placebo-controlled, double-blind trial. BMJ Open Sport Exerc Med 2017; 2(1). DOI: 10.1136/bmjsem-2016-000156

21. Sharp CP, Pearson DR. Amino acid supplements and recovery from high-intensity resistance training. J Strength Cond Res. 2010; 24(4): 1125-30. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181c7c655

22. Waldron M, Whelan K, Jeffries O, Burt D, Howe L, Patterson SD. The effects of acute branched-chain amino acid supplementation on recovery from a single bout of hypertrophy exercise in resistance-trained athletes. Appl Physiol Nutr Metab. 2017; 42(6): 630-6. DOI: 10.1139/apnm-2016-0569

23. Ramin A, Saeed N, Vahid SS, Batoorak K. The effect of two dosage of BCAA supplementation on wrestlers' muscular serum damage indexes. World Applied Sciences Journal. 2011; 13(6): 1544-8.

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; 9:20. DOI: 10.1186/1550-2783-9-20

25. Hsu M-C, Chien K-Y, Hsu C-C, Chung C-J, Chan K-H, Su B. Effects of BCAA, arginine and carbohydrate combined drink on post-exercise biochemical response and psychological condition. Chin J Physiol. 2011; 54(2): 71-8. DOI: 10.4077/cjp.2011.amk075

26. Kirby TJ, Triplett NT, Haines TL, Skinner JW, Fairbrother KR, McBride JM. Effect of leucine supplementation on indices of muscle damage following drop jumps and resistance exercise. Amino acids. 2012; 42(5): 1987-96. DOI: 10.1007/s00726-011-0928-9

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]

27. Knechtle B, Mrazek C, Wirth A, Knechtle P, Rüst CA, Senn O, et al. Branched-chain amino acid supplementation during a 100-km ultra-marathon—a randomized controlled trial. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). 2012; 58(1): 36-44. PMID: 23007065

28. Jacinto JL, Nunes JP, Ribeiro AS, Casonatto J, Roveratti MC, Sena BN, et al. Leucine supplementation does not improve muscle recovery from resistance exercise in young adults: A randomized, double-blinded, crossover study. Int J Exerc Sci. 2021; 14(2): 486-97. DOI: 10.70252/QLQR5371

29. Ra S-G, Miyazaki T, Ishikura K, Nagayama H, Suzuki T, Maeda S, et al. Additional effects of taurine on the benefits of BCAA intake for the delayed-onset muscle soreness and muscle damage induced by high-intensity eccentric exercise.Adv Exp Med Biol. 2013: 776:179-87. DOI: 10.1007/978-1-4614-6093-0_18

30. Fouré A, Nosaka K, Gastaldi M, Mattei J-P, Boudinet H, Guye M, et al. Effects of branched-chain amino acids supplementation on both plasma amino acids concentration and muscle energetics changes resulting from muscle damage: A randomized placebo controlled trial. Clin Nutr. 2016; 35(1): 83-94. DOI: 10.1016/j.clnu.2015.03.014

31. Lin Y-T, Chiu M-S, Chang C-K. Branched-chain amino acids and arginine improve physical but not skill performance in two consecutive days of exercise. Science & Sports. 2017; 32(6): e221-e8. DOI: 10.1016/j.scispo.2017.06.004

32. Matsumoto K, Koba T, Hamada K, Sakurai M, Higuchi T, Miyata H. Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program. J Sports Med Phys Fitness. 2009; 49(4): 424-31. PMID: 20087302

33. Leahy DT, Pintauro SJ. Branched-chain amino acid plus glucose supplement reduces exercise-induced delayed onset muscle soreness in college-age females. ISRN Nutr. 2013; 2013: 921972. DOI: 10.5402/2013/921972

34. Jackman SR, Witard OC, Jeukendrup AE, Tipton KD. Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. Med Sci Sports Exerc. 2010; 42(5): 962-70. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181c1b798

35. Osmond AD, Directo DJ, Elam ML, Juache G, Kreipke VC, Saralegui DE, et al. The effects of leucine-enriched branched-chain amino acid supplementation on recovery after high-intensity resistance exercise. Int J Sports Physiol Perform. 2019; 14(8): 1081-8. DOI: 10.1123/ijspp.2018-0579

36. Kim D-H, Kim S-H, Jeong W-S, Lee H-Y. Effect of BCAA intake during endurance exercises on fatigue substances, muscle damage substances, and energy metabolism substances. J Exerc Nutrition Biochem. 2013; 17(4): 169-80. DOI: 10.5717/jenb.2013.17.4.169

37. Gervasi M, Sisti D, Amatori S, Donati Zeppa S, Annibalini G, Piccoli G, et al. Effects of a commercially available branched-chain amino acid-alanine-carbohydrate-based sports supplement on perceived exertion and performance in high intensity endurance cycling tests. J Int Soc Sports Nutr. 2020; 17(1): 6. DOI: 10.1186/s12970-020-0337-0

38. AbuMoh'd MF, Matalqah L, Al-Abdulla Z. Effects of oral branched-chain amino acids (bcaas) intake on muscular and central fatigue during an incremental exercise. J Hum Kinet. 2020; 72(1): 69-78. DOI: 10.2478/hukin-2019-0099

39. Martinho DV, Nobari H, Faria A, Field A, Duarte D, Sarmento H. Oral branched-chain amino acids supplementation in athletes: a systematic review. Nutrients. 2022; 14(19): 4002. DOI: 10.3390/nu14194002

40. Fedewa MV, Spencer SO, Williams TD, Becker ZE, Fuqua CA. Effect of branched-chain amino acid supplementation on muscle soreness following exercise: A meta-analysis. Int J Vitam Nutr Res. 2019; 89(5-6): 348-56. DOI: 10.1024/0300-9831/a000543

41. Doma K, Singh U, Boullosa D, Connor JD. The effect of branched-chain amino acid on muscle damage markers and performance following strenuous exercise: A systematic review and meta-analysis. Appl Physiol Nutr Metab. 2021; 46(11): 1303-13. DOI: 10.1139/apnm-2021-0110

42. Thomson JS, Ali A, Rowlands DS. Leucine-protein supplemented recovery feeding enhances subsequent cycling performance in well-trained men. Appl Physiol Nutr Metab. 2011; 36(2): 242-53. DOI: 10.1139/h10-104

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.4.261]