دریافت:۹۳/۰۳/۳۰ پذیرش: ۹۳/۰۷/۰۷ ص ص:۷۰-۶۳

تاثیر مصرف یک هفته مکمل گلوتامین بر آسیب عضلانی ناشی از فعالیت

دکتر بابک نخستین روحی[۱] نوید زردوست[۲]

چکیده

زمینه و هدف: گلوتامین دارای خواص آنتی اکسیدانی است و در درمان برخی از بیماری ها مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از این مطالعه ارزیابی تاثیر مصرف یک هفته مکمل گلوتامین بر آسیب عضلانی ناشی از فعالیت استقامتی شدید در مردان جوان سالم و فعالمی باشد.

مواد و روش‌ها: ۱۹ مرد جوان فعال به طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. آزمودنی ها به طور تصادفی و با الگوی دوسویه کور به دو گروه دارونما(۱۰نفر) و گلوتامین (۹نفر) تقسیم شدند. آزمودنی های گروه گلوتامین محلول گلوتامین (۰/۱۵ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن + ۱۵ گرم شیرین کننده + ۲۵۰ میلی لیتر آب) و گروه دارونما محلول شیرین شده بدون گلوتامین (۱۵ گرم شیرین کننده + ۲۵۰ میلی لیتر آب) را به مدت یک هفته مصرف کردندو سپس ۱۴ کیلومتر دویدند. خون گیری از ورید آرنجی قبل از مصرف مکمل و ۲/۵ ساعت قبل از فعالیت استقامتی شدید به صورت ناشتا و همچنین بلافاصله و یک ساعت پس ازفعالیت انجام شد. سپس، آنزیم های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرم خونی اندازه گیری شدند.

یافته‌ها: آنزیم های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز پس از فعالیت نسبت به قبل آن به طور معنی داری افزایش نشان دادند ($P < ۰/۰۵$). کراتین کیناز یک ساعت پس از فعالیت افزایش معنی داری در گروه دارونما نسبت به گروه گلوتامین نشان داد ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: کاهش معنی‌دار کراتین کیناز به عنوان شاخص آسیب عضلانی در گروه گلوتامین نسبت به گروه دارونما یک ساعت پس از فعالیت احتمالا به علت دردسترس بودن بیشتر گلوتامین، افزایش انرژی مصرفی ناشی از مصرف گلوتامین، افزایش نسبت سنتز گلوتامین به شکستن آن که باعث بالانس مثبت این ماده در خون می شود و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی می باشد.

واژه های کلیدی: گلوتامین، کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز.

۱. استادیار ، گروه تربیت بدنی وعلوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، اردبیل، ایران
۲.کارشناس ارشد تربیت بدنی، واحد علوم و تحقیقات گیلان، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

مقدمه

آسیب عضلانی ناشی از فعالیت با تخریب عملکرد عضله، کوفتگی تاخیری و افزایش پروتئین های عضلانی در جریان گردش خون همراه است (۱). برخی از تحقیقات نشان داده‌اند که مداخلات تغذیه‌ای پیش‌گیری کننده و درمانی مانند پروتئین‌ها، مخلوطی از آمینواسیدها، آمینواسیدهای انتخابی و آمینو اسیدهای شاخه دار باعث کاهش علائم آسیب عضلانی متعاقب فعالیت های برون گرای ایزوله عضلانی (۲، ۳، ۴)، فعالیت های مقاومتی (۵)، دویدن در شیب منفی (۶) و فعالیت های استقامتی (۷، ۸، ۹) می‌شوند. نتایج این تحقیقات حاکی از کاهش در علائم کوفتگی (۳، ۴، ۸)، کاهش قدرت (۵، ۶، ۸) و شاخص های خونی ازقبیل کراتین کیناز (CK) (۴، ۵، ۷، ۸، ۹) بود.سازوکار تاثیر مصرف پروتئین و آمینو اسیدها درکاهش علائم آسیب عضلانی هنوز شناخته نشده‌اند (۱)، اما به نظر می‌رسد در دسترس بودن بیشتر آمینواسیدها (۳، ۴)، اخذ انرژی بیشتر ناشی از مصرف این مکمل ها (۳)، افزایش ساخت ویا کاهش سوخت پروتئین و در نتیجه بالانس مثبت پروتئین خالص (۵، ۶) از سازوکارهای احتمالی موثر در این فرآیند باشند.گلوتامین فراوان‌ترین آمینو اسید موجود در پلاسما و عضلات اسکلتی است و بیش از ۶۰٪ کل آمینو اسیدهای آزاد درون عضلانی را شامل می شود (۱۰، ۱۱). گلوتامین پیش ماده‌ای برای سنتز آمینو اسیدها، پروتئین‌ها، نوکلئوتیدها و بسیاری دیگر از مولکول های بیولوژیک می باشد (۱۲). گلوتامین تاحد زیادی در عضلات سنتز می شود و پیش نیاز گلوکونئوزنز در کبد محسوب می شود (۱۳). همچنین، گلوتامین به عنوان ماده ذخیره کننده گلوتاتیون به شمار می رود و در موارد لازم با تبدیل به گلوتامات باعث تولید گلوتاتیون می شود. گلوتاتیون یکی از مهم ترین مواد آنتی اکسیدان بدن است که می تواند در مقابل استرس اکسیداتیو از بدن محافظت نماید (۱۴). مطالعات نشان دهنده افت سطوح گلوتامین پلاسما در طی و یا بعد از تمرین بسیار طولانی مدت هستند. رنی[3] در سال ۱۹۹۴ (۱۵) گلوتامین پلاسما را تا ۴/۵ ساعت پس از حدود ۳ ساعت دوچرخه سواری در ۵۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی نشان داد. آنها افت از ۵۵۷ مول بر لیتر در استراحت تا ۴۷۰ مول بر لیتر بلافاصله بعد از تمرین را گزارش نمودند. بعد از گذشت ۲ ساعت از ریکاوری سطوح گلوتامین پلاسما تا ۳۹۰ مول بر لیتر سقوط کرد و بعد از گذشت ۵/ ۴ ساعت از ریکاوری هنوز سطوح گلوتامین پلاسما به سطح استراحت برنگشته بود.دو مطالعه دیگر افت سطوح گلوتامین عضلانی انسان را در طی تمرین گزارش نموده اند (۱۶، ۱۷). غالب مطالعات صورت گرفته از افت گلوتامین پلاسما در پی پروتکل های تمرینی طولانی مدت حمایت می کنند (۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱). سطوح گلوتامین پلاسما در هر زمان منعکس کننده تعادل بین گلوتامین آزاد شده و مصرفی توسط ارگانها و بافت های بدن است. بنابراین، سطوح گلوتامین در دیگر بافت ها و میزان مصرف و آزاد سازی می بایست در طی و پس از تمرین مورد توجه قرار گیرد تا کاملاً تغییرات غلظت پلاسمایی ناشی از تمرین درک شود (۲۱). کاهش سطوح پلاسمایی گلوتامین پس از تمرین بسیار طولانی مدت ممکن است در نتیجه افزایش تقاضا و مصرف گلوتامین توسط بافت هایی از بدن که به آن نیاز دارند، باشد. همچنین افت سطوح پلاسمایی گلوتامین می تواند به دلیل کاهش تولید و یا تغییر در حرکت انتقال این آمینو اسید در کاهش آزاد سازی گلوتامین توسط عضلات ایجاد شود (۲۱). با توجه به این نکته که مصرف مکمل گلوتامین احتمالا باعث جلوگیری از افت گلوتامین پلاسما متعاقب تمرینات استقامتی شدید، بالانس مثبت پروتئین و جلوگیری از لیپید پراکسیداسیون به علت خاصیت آنتی اکسیدانی می شود و با عنایت به اینکه کاهش میزان گلوتامین پلاسمایی متعاقب تمرینات استقامتی طولانی مدت با تاثیر در بروز بالانس منفی پروتئینی احتمال آسیب عضلانی را افزایش

1.Rennie

می دهد،هدف از تحقیق حاضر تعیین تاثیر یک هفته مکمل گلوتامین بر شاخص های آسیب عضلانی ناشی از فعالیت استقامتی شدید می باشد.

مواد و روش ها

روش تحقیق از نوع تجربی و طرح تحقیق از نوع کاربردی با روش اندازه گیری مکرر، دوسویه کور با گروه کنترل و انتصاب تصادفی می باشد. جامعه تحقیق، دانشجویان رشته تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل بودند. از بین داوطلبان شرکت در این طرح افرادی که شاخص های ورود به طرح را داشتند انتخاب شدند. شاخص های ورود به تحقیق عبارت بودند از: سن بالای ۱۹ سال، سلامت عمومی و عدم ابتلا به بیماری های خاص و تاثیرگذار، عدم مصرف سیگار یا قلیان، عدم استفاده از انواع مکمل های ورزشی حداقل به مدت یک ماه وحداکثر اکسیژن مصرفی بین ۴۰-۵۵ میلی لیتر/کیلوکرم در دقیقه که قبلا با استفاده از آزمون بالک برآورد شده بود. آزمودنی پس از انتخاب به صورت کتبی و شفاهی از ماهیت تحقیق مطلع گردیده و سپس فرم رضایت نامه را پر کردند. سپس آزمودنی ها به طور تصادفی به دو گروه گلوتامین و دارونما تقسیم شدند (هر گروه ده نفر). ابتدا به صورت ناشتا ۵ میلی لیتر خون از ورید آرنجی آزمودنی ها به صورت ناشتا اخذ گردید و متعاقبا به مدت یک هفته به آزمودنی ها مکمل گلوتامین (۰/۱۵ گرم در کیلوگرم گلوتامین + ۱۵ گرم شیرین کننده + ۲۵۰ میلی لیتر آب) و یا دارونما (۱۵ گرم شیرین کننده + ۲۵۰ میلی لیتر آب) در ساعت خاص خورانده شد. سپس مجددا به صورت ناشتا خون گیری انجام گردید و پس از خونگیری تمامی آزمودنی ها صبحانه یکسان شامل دو کف دست نان، همراه با ۱۰۰ گرم مربا و یک لیوان چای مصرف نمودند. ۲/۵ ساعت پس از صرف صبحانه و متعاقب ۱۵ دقیقه گرم کردن، آزمودنی ها ۱۴ کیلومتر را با حداکثر توان خود دویدند. آزمودنی ها مجموع مسافت را با توجه به توان بدنی خود و در حد امکان تمام توانایی خویش طی کردند. در حین دویدن آزمودنی ها مجاز به مصرف آب به دلخواه بودند. یکی از آزمودنی های گروه گلوتامین به علت بروز آسیباز ادامه تمرینات بازمانده و از روند تحقیق حذف گردید. بلافاصله پس از اتمام فعالیت و یک ساعت پس از آن مجددا خون گیری صورت گرفت. خون اخذ شده سریعا سانتریفوژ گردید و سرم اخذ شده جهت اندازه گیری کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز مورد استفاده قرار گرفت. اندازه گیری این آنزیم ها با استفاده از کیت های تجارتی درمان کاو(ساخت ایران) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری کانورجنت[۴] ساخت کشور انگلیس انجام گرفت. ضمنا رکورد دو آزمودنی ها بر حسب دقیقه ثبت گردید.

روش تجزیه و تحلیل آماری

نتایج حاصله با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ صورت گرفت. تفاوت های درون گروهی و بین گروهی با استفاده از آزمون اندازه‌گیری تکرار شونده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در صورت مشاهده هرگونه تفاوت بین گروهی از روش t مستقلاستفاده شد. از تصحیح بونفرونی جهت تعیین صحت معنی داری تفاوت های درون گروهی استفاده شد. سطح معنی داری $P<۰/۰۵$ درنظر گرفته شد.

1- Convergent

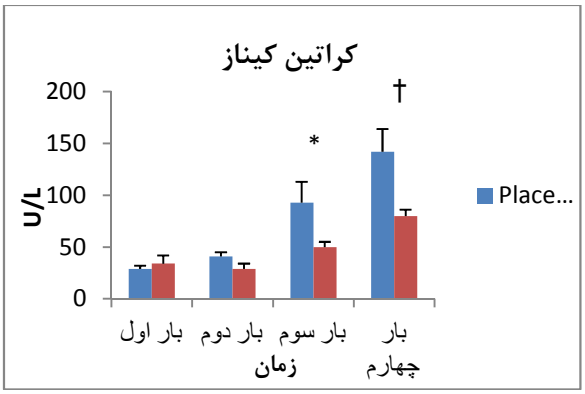
یافته ها

نتایج به دست آمده از آنالیز توصیفی ویژگی‌های فردی و مشخصات آنتروپومتریک آزمودنی های تحقیق در دو گروه در جدول ۱نمایش داده شده است. طبق جدول تفاوت معنی داری بین هیچ کدام از این متغیرها بین دو گروه وجود نداشت.

جدول۱. میانگین و انحراف استاندارد سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی، حداکثر اکسیژن مصرفی و رکورد دوآزمودنی ها

ویژگی/ گروه ها	گروه دارونما (۱۰ نفر)	گروه گلوتامین (۹ نفر)	میزان معنی داری
سن (سال)	۲۲/۴۰ ± ۳/۰۶	۲۴/۵۶ ± ۲/۴۰	P = ۰/۱
قد (سانتی متر)	۱۷۸ ± ۶/۹۹	۱۸۲ ± ۹/۷۰	P = ۰/۲۵
وزن (کیلوگرم)	۷۴/۶۰ ± ۱۰/۴۹	۸۲/۵۶ ± ۷/۸۸	P = ۰/۰۸
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۳/۵۳ ± ۲/۳۲	۲۵/۰۷ ± ۲/۳۷	P = ۰/۱۷
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/کیلوگرم در دقیقه)	۴۴/۷۱ ± ۵/۷۸	۴۴/۰۷ ± ۵/۲۶	P = ۰/۸۰
رکورد دو ۱۴ کیلومتر (دقیقه)	۸۱/۴۰ ± ۱۷/۳۶	۸۶/۶۷ ± ۱۴/۶۹	P = ۰/۴۹

در ارتباط با کراتین کیناز، همانطور که در نمودار ۱ نشان داده شده نتایج حاکی از عدم تفاوت های بین گروهی و درون گروهی قبل و پس از مصرف مکمل می باشد. در هر دو گروه بلافاصله و یک ساعت پس از فعالیت میزان کراتین کیناز به طور معنی داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). همچنین یک ساعت پس از فعالیت میزان کراتین کیناز در گروه دارونما نسبت به گروه کنترل به صورت معنی داری بیشتر بود (P<۰/۰۵).



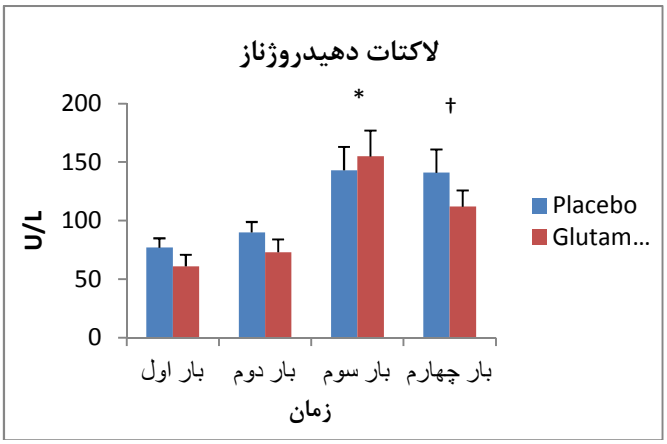
نمودار۱: تغییرات درون گروهی و بین گروهی آنزیم کراتین کیناز (میانگین ±خطای استاندارد).

* افزایش معنی دار در هر دو گروه نسبت به قبل از فعالیت

† افزایش معنی دار در هر دو گروه نسبت به قبل از فعالیت و افزایش معنی دار در گروه دارونما نسبت به گروه گلوتامین

در ارتباط با لاکتات دهیدروژناز نیز همانطور که در نمودار ۲ نشان داده شده نتایج حاکی از عدم تفاوت های بین گروهی و درون گروهی قبل و پس از مصرف مکمل می باشد. در هر دو گروه بلافاصله پس از فعالیت و فقط در

گروه دارونما یک ساعت پس از فعالیت، میزان آنزیم به طور معنی داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). تفاوت های بین گروهی پس از فعالیت نیز مشاهده نشد.



نمودار۲: تغییرات درون گروهی و برون گروهی آنزیم لاکتات دهیدروژناز (میانگین ± خطای استاندارد)

* افزایش معنی‌دار در گروه گلوتامین نسبت به قبل از فعالیت

† افزایش معنی دار در گروه دارونما نسبت به قبل از فعالیت

بحث و نتیجه گیری

هدف از تحقیق حاضر تاثیر یک هفته مکمل یاری گلوتامین بر شاخص های آسیب عضلانی بود. همانطور که در نمودارهای ۱ و ۲ ملاحظه می‌شود، ۱۴ کیلومتر فعالیت هوازی شدید باعث افزایش معنی‌دار کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز نسبت به قبل از فعالیت می‌شود که با یافته های تحقیقات قبلی مطابقت دارد. در تحقیقات قبلی نیز ۱۴ کیلومتر دو استقامتی در آزمودنی‌های جوان باعث افزایش معنی‌دار در آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز نسبت به قبل از فعالیت شد (۲۲، ۲۳).

نتایج حاکی از تاثیر این نوع فعالیت بر شاخص های آسیب عضلانی دارد اگرچه این شاخص ها، شاخص های غیرمستقیم آسیب عضلانی هستند (۱). مطابق نمودار ۱ مکمل گلوتامین توانسته است ازافزایش بیش از حد آنزیم کراتین کیناز یک ساعت پس از فعالیت جلوگیری نماید که به صورت تفاوت معنی دار در این سری زمانی مشهود است. مکانیسم های احتمالی متعدی در توجیه تاثیر مکمل یاری گلوتامین متصور است که ذیلا به آنها می پردازیم.یکی از دلایل اصلی تاثیر مصرف مکمل گلوتامین بر آسیب عضلانی احتمالاجلوگیری از افت غلظت گلوتامین پلاسما متعاقب فعالیت استقامتی به علت دردسترس بودن بیشتر گلوتامین می‌باشد (۴،۳).دلیل عمده دیگر احتمالااخذ انرژی بیشتر ناشی از مصرف این مکمل‌ها در مقایسه با کسانی است که از این مکمل ها استفاده نمی‌کنند (۳). همچنین، افزایش ساخت و یا کاهش سوخت پروتئین و در نتیجه بالانس مثبت پروتئین خالص می‌تواند از دلایل احتمالی کاهش آسیب عضلانی باشد (۵، ۶). هر سه مورد ذکر شده فوق، احتمالا با تسریع ترانس آمیناسیون سلولی و سنتز مجدد پروتئین‌های غشایی که در حین فعالیت تخریب شده‌اند، می‌توانند باعث جلوگیری از خروج آنزیم‌های داخل سلولی نظیر کراتین کیناز در دوره ریکاوری شود (۳). در نهایتتاثیر آنتی اکسیدانی این مکمل می‌تواند عاملی برای جلوگیری از آسیب عضلانی باشد.

به نظر می‌رسد افزایش قدرت آنتی اکسیدانی متعاقب مصرف گلوتامین بتواند با جلوگیری از لیپید پراکسیداسیون غشای سلولی از نشت بیشتر آنزیم کراتین کیناز به خون جلوگیری نماید (۲). گلوتامین به عنوان ماده ذخیره کننده گلوتاتیون به شمار می رود و در موارد لازم با تبدیل به گلوتامات باعث تولید گلوتاتیون می شود. گلوتاتیون یکی از مهم ترین مواد آنتی اکسیدان بدن است که می تواند در مقابل استرس اکسیداتیو از بدن محافظت نماید (۱۴). احتمالا مصرف گلوتامین به مدت یک هفته بتواند با افزایش میزان گلوتاتیون احیا شده باعث افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی بدن شود. در تحقیقات دیگری که در این حوزه انجام شد مصرف آنتی اکسیدان هایی مانند ویتامین C، متیل سولفونیل متان و کراتین کیناز نیز اثرات مشابهی نشان دادند و توانستند از افزایش بیش از میزان کراتین کیناز پس از فعالیت نسبت به گروه دارونما جلوگیری کنند (۲۲، ۲۳، ۲۴). نتایج تحقیق استریت[5] و همکاران در سال ۲۰۱۱ (۱) نیز حاکی از تاثیر مصرف گلوتامین بر کراتین کیناز متعاقب فعالیت اکسنتریک دارد که تایید کننده نتایج تحقیق حاضر می باشد.

در مورد آنزیم لاکتاتدهیدروژناز، همانطور که در نمودار ۲ مشاهده می شود، تاثیر مکمل ضعیف‌تر است و فقط تاثیرات درون گروهی یک ساعت پس از فعالیت با گروه کنترل تفاوت دارد و هیچگونه تفاوت بین گروهی مشاهده نمی شود. دلیل تاثیر ضعیف این مکمل بر آنزیم لاکتات دهیدروژناز همچنان نامشخص باقی می ماند، اما شاید اگر دوره زمانی مصرف مکمل و یا دوز مکمل افزایش می یافت. همچنین تعقیب نتایج تا ۷۲ ساعت بعد ممکن بود نتایج دیگری رقم می خورد. در تحقیقات قبلی تاثیر مکمل ۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد مشاهده شده است که نشان دهنده تاثیر تدریجی مصرف مکمل می باشد (۲۲، ۲۴). تحقیق استریت و همکاران (۱) نیز تایید کننده این فرضیه است؛ چراکه در این تحقیق نیز تاثیر مکمل ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از فعالیت مشاهده شده است. متاسفانه در این تحقیق به علت محدودیت های موجود خون گیری در ساعات بعدی میسر نبود که تا حد زیادی سرنوشت تاثیر مکمل گلوتامین بر آنزیم لاکتات دهیدروژناز را بی پاسخ باقی گذاشت. ضمنا مکمل گلوتامین در این تحقیق نتوانسته است بر عملکرد آزمودنی ها اثر معنی داری بگذارد و چنانچه در جدول ۱ مشاهده می شود رکوردهای دوی ۱۴ کیلومتر دو گروه تفاوت معنی داری نداشته است.

به هرحال مکانیسم دقیق تاثیرگذاری مکمل گلوتامین بر شاخص های آسیب عضلانی هنوز هم ناشناخته‌اند و به نظر می رسد جهت پاسخ گویی دقیق به این سوال نیاز به تحقیقات بیشتری وجود دارد. در بررسی های آتی به نظر می‌رسد اندازه گیری شاخص های مستقیم آسیب عضلانی مانند بیوپسی عضلانی و ادامه اندازه گیری تا ۷۲ ساعت پس از آسیب بتواند به برخی از ابهامات موجود پاسخ دهد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مسئولین محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل در به اختیار گذاشتن آزمایشگاه بیوشیمی ورزشی برای اجرای این تحقیق تقدیر و تشکر به عمل می آید.

1. Street

References:

1. Street B, Byrne C, Eston R. 2011. Glutamine Supplementation in Recovery From Eccentric Exercise Attenuates Strength Loss and Muscle Soreness. J ExercSci Fit. 9(2):116–122.
2. Buckley JD, Thomson RL, Coates AM, Howe PRC, DeNichilo MO, Rowney MK. 2010. Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. J Sci Med Sport. 13:178–81.
3. Jackman SR, Witard OC, Jeukendrup AE, Tipton KD. 2010. Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. Med Sci Sports Exerc. 42:962–70.
4. Nosaka K, Sacco P, Mawatari K. 2006. Effects of amino acid supplementation on muscle soreness and damage. Int J Sport NutrExercMetab. 16:620–35.
5. Kraemer WJ, Ratamess NA, Volek JS, Häkkinen K, Rubin MR, French DN, Gomez AL, McGuigan MR, Scheet TP, Newton RU, Spiering BA, Izquierdo M, Dioguardi FS. 2006. The effect of amino acid supplementation on hormonal responses to resistance training overreaching. Met Clin Exp. 55:282–91.
6. Etheridge T, Philp A, Watt PW. 2008. A single protein meal increases the recovery of muscle function following an acute eccentric exercise bout. ApplPhysiolNutrMetab. 33:1–6.
7. Coombes JS, McNaughton LR. 2000. Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. J Sports Med Phys Fitness. 40:240–6.
8. Greer BK, Woodard JL, White JP, Arguello EM, Haymes EM. 2007. Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. Int J Sport NutrExercMetab. 17:595–607.
9. Saunders MJ, Kane MD, Todd MK. Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. Med Sci Sports Exerc 2004; 36:1233–8.
10. Antonio J, Street C. 1999. Glutamine: A potentially useful supplement for athletes. Can J Appl Physiol. 24(1): 1-14.
11. Kreider R. 1999. Dietary supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise. Sports Med. 27: 97-110.
12. Smith RJ. 1990. Glutamine metabolism and its physiologic importance. J Parenter Enter Nutr. 14: 40S-44S.

13. Khorshidi-Hosseini M, Nakhostin-Roohi B. 2013. Effect of Glutamine and Maltodextrin Acute Supplementation on Anaerobic Power. Asian J Sports Med. 4 (2):131-136.
14. Fan YP. 2009. Effects of glutamine supplementation on patients undergoing abdominal surgery, Chin Med Sci J. 24 (1): 55–59.
15. Rennie MJ, Tadros L, Khogali S. 1994. Glutamine transport and its metabolic effects. J Nutr. 124 Suppl 8: S1503-8.
16. Dohm GL, Beecher GR, Warren RQ, et al. 1981. Influence of exercise on free amino acid concentrations in rat tissues. J Appl Physiol. 50: 41-4.
17. Felig P. 1975. Amino acid metabolism in man. Ann Rev Biochem. 44: 933-55.
18. Hood DA, Terjung RL. 1990. Amino acid metabolism during exercise and following endurance training. Sports Med. 9: 23-35.
19. Rhode T, MacLean DA, Hartkopp A, et al. The immune system and serum glutamine during a triathon. Eur J Appl Physiol1996; 74: 428-34.
20. Sewell DA, Gleeson M, Blannin AK. 1994. Hyperammonemia in relation to high-intensity exercise duration in man. Eur J Appl Physiol. 69: 350-4.
21. Walsh NP, Blannin K, Robson PJ, Gleeson M. 1998. Glutamine, exercise and immune function. Sports Med. 3: 177-91.
22. Barmaki S, Bohlooli S, Khoshkhahesh F, Nakhostin-Roohi B. 2012. Effect of methylsulfonylmethane supplementation on exercise - Induced muscle damage and total antioxidant capacity.J Sports Med Phys Fitness. 52(2): 170-4.
23. Parandak K, Arazi H, Khoshkhahesh F, Nakhostin-Roohi B. 2014. The Effect of Two-Week L-Carnitine Supplementation on Exercise–Induced Oxidative Stress and Muscle Damage. Asian J of Sports Med. 5 (2)123-128.
24. Nakhostin-Roohi B, Babaei P, Rahmani-Nia F, Bohlooli S. 2008. Effect of vitamin C supplementation on lipid peroxidation, muscle damage and inflammation after 30-min exercise at 75%VO_{2max}.J Sports Med Phys Fitness. 48(2): 217-224.