پژوهش در تغذیه ورزشی
سال سوم، شماره دوم، ۱۴۰۳، صص ۱۲-۱

مقاله پژوهشی

https://researchinexercisenutrition.com

https://doi.org/ 10.22034/ren.2025.142952.1071

تأثیر مصرف دوزهای مختلف مکمل گلوتامین متعاقب یک جلسه فعالیت بدنی وامانده ساز بر میزان LDH، CK و شاخص درد در مردان فوتبالیست

احمد الله بخشی[۱]، سید حامد قیامی[۲] ✉، رویا محمودی[۳]، سمیرا قصابی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۱

چکیده

هدف: این مطالعه با هدف بررسی تاثیر دوزهای مختلف گلوتامین بعد از یک فعالیت بدنی وامانده ساز بر میزان LDH، CK و شاخص درد در مردان فوتبالیست انجام شد.

روش‌شناسی: در این مطالعه نیمه تجربی ۳۲ ورزشکار پسر(سن: ۱/۷۹±۲۲/۳۵ سال)، به طور تصادفی در سه گروه دریافت کننده گلوتامین و دارونما به طور مساوی (n= ۸) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها بلافاصله بعد از اجرای تست وامانده ساز بروس، گلوتامین را به ترتیب به مقدار ۰.۱، ۰.۳ و ۰.۶ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و دارونما ۱۰ گرم دکسترین محلول در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مصرف کردند. میزان LDH، CK و شاخص درد قبل، ۱، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون اندازه گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون های t زوجی و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در سطح معنی‌داری p≤۰.۰۵ بررسی شدند.

یافته ها: کاهش معنی‌داری در سطح LDH (دوز۰/۶)، CK (دوز ۰/۳و ۰/۶) و شاخص درد در همه‌ی دوز ها مشاهده شد(p≤۰/۰۵). سطح LDH، CK و شاخص درد یک ساعت پس از تست در همه ی گروه ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (p≤۰/۰۵). کاهش سطح LDH، CK و شاخص درد تا ۴۸ ساعت پس از اتمام فعالیت گزارش شد، این کاهش در گروه دوز 0.6 گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن سریع‌تر از سایر دوزها بود. همچنین تفاوت بین‌گروهی معنی‌داری در سطح CK و شاخص درد ۱ساعت بعد از فعالیت با ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت بعد از فعالیت وجود داشت (p≤۰/۰۵).

نتیجه گیری: پیشنهاد می‌شود ورزشکاران رشته فوتبال از گلوتامین با دوز ۰.۶ گرم برای کاهش شاخص‌های آسیب عضلانی و درد متعاقب فعالیت وامانده ساز استفاده کنند.

واژگان کلیدی: فعالیت وامانده ساز، لاکتات دهیدروژناز، کراتین کیناز، درد، گلوتامین، فوتبال

۱-گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی.، دانشگاه دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین، ایران.

۲-گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقّق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳-گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رجا ، قزوین، ایران

۴-گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی.، دانشگاه دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین، ایران.

✉ **نویسنده مسئول:**

Hamedghiyami88@yahoo.com

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه کردستان
شاپای الکترونیکی: ۲۹۸۰-۸۹۶۰
نوع دسترسی: آزاد
DOI: https://doi.org/10.22034/ren.2025.142952.1071

Copyright ©The authors

ارجاع دهی:

AllaBakhshi, A., Ghiyami, S. H., Mahmoodi, R., & Ghasabi, S. (2024). The effect of different doses of glutamine supplementation after an exhaustive physical activity on LDH and CK levels and pain index in Men footballers. **Research in Exercise Nutrition**, 3(2),1-12. doi: https://doi.org/10.22034/ren.2025.142952.1071

Original Article

REN

https://doi.org/10.22034/ren.2025.142952.1071 Research in Exercise Nutrition 2024; 3(2); 1-12

The effect of different doses of glutamine supplementation following a session of exhausting physical activity on LDH, CK levels and pain index in Men footballers

Ahmad Allabakhshi[1], Seyed Hamed Ghiyami[✉2]*, Roya Mahmoodi[3], Samira Ghsabi[4]

Received: 2025/01/13 **Accepted: 2025/02/19**

Abstract

Aim: This study aimed to evaluate the effect of different doses of glutamine after an exhaustive physical activity on LDH and Ck levels and pain index in Men footballers.

Method: In a quasi-experimental study, 32 male athletes (age: 22.35 79 1.79 years) Were divided randomly into three groups receiving glutamine (dose 0.1, 0.3, and 0.6) and placebo equally (n =8) were located. Subjects consumed 0.1, 0.3, and 0.6 grams of glutamine and 10 grams of placebo dextrin in 500 ml of water, respectively, immediately after performing the Bruce exhaustion test. LDH, CK, and pain index were Measured before, one, 24, and 48 hours after the test. Data were analyzed using paired t-tests and analysis of variance with repeated measures at a significance level of P ≥ 0.05.

Results: Significant decrease in LDH (0.6 dose), CK (0.3 and 0.6 dose) levels. And pain index was observed in all doses (p≥0.05). LDH, CK, and pain index levels increased significantly in all groups one hour after the test (p≥0.05). Decreased levels of LDH, CK, and pain index were Reported (48 hours after exercise, this decrease was 0.6 faster in the dose group than in other doses. There was also a significant difference between the groups in CK level and pain index 1 hour after activity with 24 hours and 48 hours after activity (p≥0.05).

Conclusion: It is Recommended that soccer athletes use glutamine at a dose of 0.6 mg to reduce the risk of muscle injury and pain following strenuous activity.

Keywords: Creatine kinase, Exhaustive exercise, Glutamine, Lactate dehydrogenase, Pain, Soccer.

[1]Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

[2]✉ Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

[3]Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Social Sciences, Raja University, Qazvin, Iran

[4]Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin Iran

ISSN: 2980-8960
All rights of this article are reserved for Authors.

Owner and Publisher: University of Kurdistan
Journal ISSN (online): 2980-8960
Access Type: Open Access
DOI: https://doi.org/10.22034/ren.2025.142952.1071

Copyright ©The authors

Citation:

AllaBakhshi, A., Ghiyami, S. H., Mahmoodi, R., & Ghasabi, S. (2024). The effect of different doses of glutamine supplementation after an exhaustive physical activity on LDH and CK levels and pain index in Men footballers. **Research in Exercise Nutrition**, 3(2), 1-12. doi: https://doi.org/10.22034/ren.2025.142952.1071

مقدمه

پاسخ های فیزیولوژیکی به تمرین فوتبال، با تعداد زیادی از اقدامات انفجاری شامل آسیب عضلانی پس از تمرین و افزایش در گونه های فعال اکسیژن در خون و در میتوکندری عضله اسکلتی مشخص می شود. در طول تمرینات شدید، عضلات در مدت زمان محدودی دچار خستگی و ضعف می شوند. این روند هم در مورد افرادی که به طور منظم ورزش نمی کنند و همچنین در طول دوره های ورزشی بسیار شدید، مشاهده شده است. در این موارد خاص، آسیب عضلانی ممکن است چند روز طول بکشد تا بهبود یابد. این نوع آسیب عضلانی معمولاً به عنوان "آسیب عضلانی ناشی از ورزش[1] (EIMD) شناخته می شود و اغلب هنگام انجام تمریناتی با اعمال عمدتاً غیرعادی رخ می دهد (۱). افزایش غلظت کراتین کیناز[2](CK) و لاکتات دهیدروژناز[3] (LDH) ناشی از فعالیت ورزشی باعث کوفتگی تاخیری می شود. آنزیم LDH به مقدار فراوان و با غلظت‌های متفاوت در سیتوپلاسم بافت‌های بدن یافت می‌شود و در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی باعث سرعت تبدیل اسیدپیرورویک به اسیدلاکتیک می‌شود(۲, ۳). در طی فعالیت‌های ورزشی، LDH افزایش می یابد؛ به‌طوری‌که در ایجاد شرایط التهابی برای سلول‌های عضلانی از طریق افزایش لاکتات موثر است. ازاین‌رو مطالعات گزارش کرده‌اند افزایش سطح LDH در اثر تمرینات ورزشی ناشی از آسیب غشایی فیبرهای عضلانی می باشد. کراتین کیناز تبدیل کراتین را کاتالیز می‌کند و از آدنوزین تری فسفات (ATP) برای ایجاد فسفوکراتین (PCr) و آدنوزین دی فسفات (ADP) استفاده می‌کند. (۴). از طرفی وجود کراتین کیناز در خون بعد از تمرین ورزشی، نشان‌دهنده آسیب‌دیدگی غشای سلول عضلانی است (۵). همچنین ورزشکاران بعد از انجام تمرینات ورزشی درد هایی را در بدن (به خصوص در اندام هایی که بیشتر در فعالیت های بدنی مورد نظر درگیر هستند) حس می‌کنند به طوریکه میزان درد در بدن ورزشکاران مختلف متفاوت است و این تفاوت در آن‌ها بستگی به عواملی مانند شرایط فیزیولوژیکی بدن، میزان آمادگی بدنی و جسمانی ورزشکاران دارد. تأثیرات کوتاه مدت التهاب در نهایت منجر به تشدید درد می شود و از ریکاوری کوتاه مدت عضله جلوگیری می کند (۶)

امروزه استفاده از دانش علوم ورزشی ازجمله تغذیه ورزشی و مکمل‌های غذایی از ضروریات دنیای ورزشی مدرن محسوب می–شود. به همین دلیل ورزشکاران برای توسعه و بهبود عملکرد خود از آن‌ها استفاده می‌کنند (۲, ۷). در شرایطی مانند گرسنگی و تمرین سطح گلوتامین خون اغلب کاهش پیدا می کند و نیاز به گلوتامین به علت ضعیف شدن دستگاه ایمنی افزایش می یابد. به نظر می‌رسد تامین منابع گلوتامین بدن قبل از فعالیت به صورت مکمل ، با عملکرد مثبتی در شاخص های ایمنی و پاسخ‌های التهابی همراه است (۴). گزارش شده است مصرف کوتاه مدت مکمل گلوتامین باعث بهبود آنزیم های کراتین کیناز و لاکتات دهیدوژناز می شود که با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همراه است (۸, ۹). در مطالعه ای دیگر نشان داده‌شد که مصرف مکمل گلوتامین همراه با آلانین در تامین ذخایر گلوتامین اثر گذار است و پاسخ های التهابی ایجادشده طی ورزش طولانی‌مدت را کاهش می دهد(۱۰). مطالعه دیگر کاهش شاخص‌های آسیب‌های عضلانی و کاهش میزان درد عضلانی پس از آزمون مقاومتی در زمان‌های ۲۴ تا ۴۸ ساعت نیز بعد از مصرف مکمل گلوتامین مشاهده شد (۱۱). نجارزاده و دیگران (۲۰۱۵) در پژوهشی نشان دادند مصرف مکمل گلوتامین در هیچ یک از زمان‌های اندازه–گیری (۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون) تأثیر معنی‌داری بر کاهش میزان کراتین‌کیناز ندارد (۱۱). رحمانی‌نیا و دیگران (۲۰۱۳) بیان کردند مکمل گلوتامین تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های آسیب عضلانی بین دو گروه مکمل و دارونما نداشته است (۷). مشاهده شده است که مصرف منظم آنتی اکسیدان های طبیعی تولید ROS را کاهش می دهد و ممکن است التهاب را در تمرینات خسته کننده تعدیل کند. اگرچه نقش مکمل گلوتامین در عملکرد سیستم ایمنی به خوبی شناخته شده است اما مطالعات در مورد بازگشت به حالت اولیه ورزشکاران و کاهش درد هنوز کافی نیست. حال با توجه به مطالب فوق و با توجه به اینکه هنوز پژوهشی که بتواند تأثیر هم‌زمان مصرف دوزهای مختلف مکمل گلوتامین را بر روی CK و LDH و شاخص‌های درد بررسی کند، انجام‌نشده است تا بتواند به این سؤال محققان پاسخ دهند که آیا دوزهای مختلف مکمل گلوتامین (۰/۱، ۰/۳، ۰/۶) بر روی

[1] Exercise-induced muscle damage
[2] Creatine *kinase*
[3] Lactate dehydrogenase

CK و LDH و شاخص‌های درد تأثیر می‌گذارند یا نه؟ و اگر تأثیر می‌گذارند؛ آیا میزان تأثیر آن‌ها نسبت به هم یکی است یا نه؟ بنابراین در این مطالعه تأثیر مکمل‌دهی گلوتامین با دوزهای مختلف بر روی آنزیم کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) و شاخص‌های درد پس از یک فعالیت وامانده ساز بررسی شد.

روش‌شناسی:

پژوهش حاضر در قالب طرح تحقیقی نیمه تجربی با کد اخلاق به شماره پایان نامه ۷۲۱۹ توسط کمیته اخلاق دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین به تصویب رسید. تحقیق حاضر از نظر هدف از نوع تحقیقات کاربردی است که به صورت دوسوکور اجرا شد. تمـام مراحل مطالعه حاضر در شرایط دمایی استاندارد و در ساعت ۱۰ الی ۱۲ صـبح انجـام شد.

جامعه آماری مطالعه حاضر، مردان فوتبالیست استان قزوین بودند که حداقل دارای سه سال سابقه تمرین و مسابقه در سطوح حرفه‌ای و نیمه حرفه‌ای بودند. این افراد با تکمیل رضایت‌نامه در این پژوهش شرکت کردند و قبل از مراحل پژوهش، به طور دقیق در یک جلسه توجیهی کلیه شرایط آزمون برای آزمودنی ها توضیح، و فرم پرسشنامه اطلاعات فردی به آنها داده شد، که در آن سابقه ورزشی، نوع ورزش، سابقه آسیب و بیماری خاص مشخص شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل: سن ۱۸ تا ۲۴ سال، شاخص توده بدنی بین ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع، عدم ابتلا به هرگونه بیماری قلبی عروقی، دیابت و مفصلی بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل: مصرف مواد ممنوعه و نیروزا، مصرف مکمل‌هایی مانند مکمل‌های گیاهی و دارویی در نظر گرفته شد. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در ۴ گروه مساوی (هر گروه ۸ نفر) شامل گروه دارونما و سه گروه دریافت کننده مکمل گلوتامین 0.6، 0.3 و 0.1 گرم به ازای هر کیلوگرم وزن قرار گرفتند. انتخاب تعداد نمونه براساس جامعه آماری با تعداد نامشخص صورت گرفت. رژیم غذایی آزمودنیها تحت نظر یک کارشناس تغذیه از طریق فرم یادآمد خوراکی یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی تا پایان مطالعه کنترل شد(۱۲). کلیه آزمون‌ها و اندازه‌گیری‌ها در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین انجام شد. در پژوهش حاضر، قبل از اجرای فعالیت درمانده‌ساز بروس[1] آزمودنی‌ها ۵ دقیقه گرم کردند (۱۳). فعالیت بروس شامل ۷ مرحله بود که مدت زمان هر مرحله ۳ دقیقه است و با شیب۱۰درصد و سرعت ۲/۷ کیلومتر بر ساعت اجرا شد. در هر مرحله طبق پروتکل بروس به سرعت و شیب آن افزوده می‌شد و در پایان زمان آن ثبت گردید. در این مطالعه برای انجام فعالیت بروس از نوار گردان HP-Cosmos ساخت کشور آلمان استفاده شد.

در این پژوهش از مکمل گلوتامین ساخت شرکت اپتیموم نوتریشن[2] کشور آمریکا استفاده شد. گروه های دریافت کننده مکمل (تجربی) 0.6، 0.3 و 0.1 گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن همراه با ۵۰۰ میلی‌لیتر آب معدنی بلافاصله بعد از فعالیت وامانده ساز مکمل گلوتامین دریافت کردند (۱۴). به گروه دارونما یک نوشیدنی آب معدنی۵۰۰ میلی‌لیتری حاوی ۱۰ گرم دکسترین (۲ درصد) داده شد. (جدول ۱). برای اندازه‌گیری قد از قدسنج SECA ساخت آلمان با دقت 0.1 سانتی‌متر استفاده شد. سن آزمودنی‌ها بر اساس سن شناسنامه‌ای و گزارش خود افراد به سال ثبت شد. برای اندازه‌گیری وزن بدن، از ترازوی Camry مدل ۹۰۰۳EB با دقت 0.1 کیلوگرم استفاده شد. آزمودنی‌ها بدون کفش و با حداقل لباس روی ترازو قرار می‌گرفتند و وزن آنها برحسب کیلوگرم اندازه‌گیری شد. برای تعیین شاخص توده بدن، مقادیر وزن و قد آزمودنی‌ها در فرمول زیر قرار داده شد و شاخص توده بدن برحسب کیلوگرم بر مترمربع محاسبه شد.

مجذور قد (مترمربع)/ وزن (کیلوگرم) = شاخص توده بدن

خون‌گیری در چهار مرحله، صورت گرفت. نمونه اول صبح روز آزمون در حالت ناشتا (۱۲ ساعت ناشتایی) پیش از مصرف مکمل و دارونما و به دنبال آن نمونهٔ خون دوم ۱ ساعت بعد از تست بروس و نمونه های بعدی ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تست بروس انجام گرفت. قبل از هر نوبت خونگیری، آزمودنی ها چند دقیقه در حالت نشسته به استراحت پرداخته و سپس به ترتیب در کمترین زمان از ورید کوبیتال آرنج دست چپ آنها ۱۰ سی‌سی خون، توسط متخصص علوم آزمایشگاهی دریافت شد. ارزیابی CK و LDH پلاسما با استفاده از کیت های شرکت پارس آزمون

[1] Bruce's exhaustive protocol
[2] Optimum nutrition

(تهران، ایران) به ترتیب با حساسیت یک واحد و حساسیت پنج واحد یه روش فتومتری با دستگاه اتو آنالایزر مدل هیتاچی (مدل ۹۰۲ ، ژاپن) اندازه گیری شد. نمونه های جمع آوری شده برای تجزیه و تحلیل بیوشیمیایی به آزمایشگاه های پزشکی معتبر ارسال شد. در نهایت پس از اتمام خونگیری، نمونه‌های خون برای ۲۰ دقیقه در دمای قرار داده شدند و سپس لوله های حاوی نمونه برای مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰-۳۰۰۰ سانتریفوژ گردیده و سرم جدا سازی شده در دمای ۲۰ – نگهداری شدند.

در این پژوهش، برای ارزیابی شاخص درد از پرسشنامه مقیاس عددی درد در چهار مرحله (قبل از تست،یک ساعت، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تست) (NPRS۱) استفاده شد. NPRS یک نسخه عددی تقسیم شده از مقیاس آنالوگ بصری۲ است که در آن یک پاسخ‌دهنده یک عدد کامل (۰ تا ۱۰ عدد صحیح) را انتخاب می‌کند که شدت درد او را به بهترین شکل منعکس می‌کند قالب معمول یک نوار یا خط افقی است (۱۵). در این مقیاس اعداد کوچک‌تر از ۱ را معادل «عدم درد» اعداد بین ۱ تا ۴ را معادل «درد خفیف»اعداد بین ۴ تا ۷ را معادل «درد متوسط» و اعداد بزرگ‌تر از ۷ را معادل «درد شدید» تلقی می‌شود.

روش آماری:

در این پژوهش تمامی داده ها به صورت میانگین و انحراف معیار ارائه شده است. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو- ویلک۳ و برای همگنی واریانس ها از آزمون لون استفاده شد و با توجه به تائید آن؛ برای بررسی میزان اختلاف میانگین‌ها در پیش آزمون گروه ها از تحلیل واریانس تک راهه۴ و اختلاف میانگین‌ها نسبت به پیش‌آزمون از آزمون آماری t زوجی۵ استفاده شد. با توجه به تفاوت های پیش آزمون، از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آمارگی SPSS نسخه ۲۳ در سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ انجام شد. همچنین برای رسم نمودار از نرم افزار گراف پد ورژن ۲۰۲۰ استفاده شد.

جدول ۱- نحوه مصرف مکمل و دارونما

گروه	دوز مصرفی
مکمل گلوتامین۰/۱	۰/۱ گلوتامین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن همراه با ۵۰۰ میلی‌لیتر آب
مکمل گلوتامین۰/۳	۰/۳ گلوتامین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن همراه با ۵۰۰ میلی‌لیتر آب
مکمل گلوتامین۰/۶	۰/۶ گلوتامین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن همراه با ۵۰۰ میلی‌لیتر آب
دارونما	۱۰ گرم دکسترین محلول در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب (معادل ۲ درصد محلول) و یکسان بانوشیدنی حاوی مکمل از لحاظ رنگ و طعم

یافته‌ها:

در جدول ۱ ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان توصیف شده است. نتایج آزمون آماری t مستقل نشان داد که بین این ویژگی‌ها در ۳ گروه مکمل گلوتامین (0.6، 0.3 و 0.1 گرم به ازای هر کیلوگرم وزن) و گروه دارونما تفاوت معنی داری وجود ندارد (p >۰/۰۵) و هر دو همگن هستند. طبق اطلاعات جدول ۳، آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری نشان داد که بین میزان LDH در گروه گلوتامین(دوز۰/۶، p=۰/۰۱) و CK در گروه های گلوتامین(دوز۰/۶، p=۰/۰۲)، (دوز۰/۳، p=۰/۰۴) اختلاف معنادار وجود دارد. همچنین شاخص درد در تمامی گروه ها{گروه گلوتامین (دوز۰/۱،۰/۶ p=۰/۰)،(دوز۰/۳، p=۰/۰۴) (دوز۰/۱، p=۰/۰۴)، گروه دارونما p=۰/۰۱)}، اختلاف معنی داری وجود دارد. همچنین این آزمون نشان داد در میزان LDH (p=۰/۰۴)، CK (p=۰/۰۲) و شاخص درد (p=۰/۰۰۱) در زمان های مختلف اندازه گیری (قبل از مداخله، ۱ ساعت بعد از مداخله، ۲۴ ساعت بعد از مداخله ۴۸ ساعت بعد از مداخله) بین گروه ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. از این رو برای مشخص شدن دقیق تفاوت ها بین گروه ها در زمان های مختلف، آزمون تعقیبی بونفرونی اجرا گردید که نتایج آن در نمودارهای ۱تا۳ گزارش شده است.

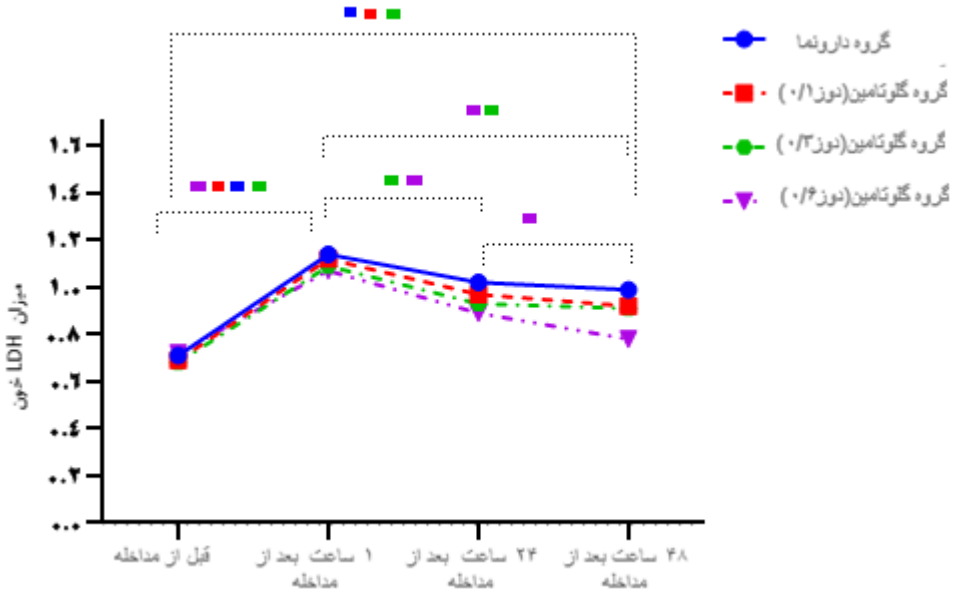
1 Numeric Pain Rating Scale
2 Visual analogue scale
3 Shapiro– Wilk
4 Independent Samples t Test
5 paired t-test
6

جدول۲. ویژگی‌های فردی گروه‌های شرکت‌کننده در تحقیق قبل از مداخله

متغیر	گروه دارونما	دوز ۰.۱ (گلوتامین)	دوز ۰.۳ (گلوتامین)	دوز ۰.۶ (گلوتامین)	سطح معنی‌داری
سن (سال)	۲۲ ۲±/۰۷	۲۱/۱±۷۵/۷۰	۲۳/۲±۹۱/۰۱	۲۱/۱±۷۵/۴۰	۰/۱۴
قد (سانتی‌متر)	۱۸۱/۸۷ ۲±/۶۴	۱۷۵/۲±۷۵/۹۱	۱۸۱/۳±۲۵/۷۲	۱۷۸/۲±۱۰/۱۵	۰/۰۹
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۶±۳۷/۵۴	۷۳/۵±۹۳/۵۰	۷۸/۶±۱۱/۳۲	۶۹/۴±۷۸/۸۱	۰/۲۱
چربی (درصد)	۱۷/۱±۵/۸۵	۱۶/۱±۷۵/۸۳	۱۵/۲±۸۵/۰۱	۱۶/۱±۱۲/۵۳	۰/۰۸
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	۲۲/۲±۵	۲±۲۳/۵	۲۴/۲±۵/۵	۲۲/۱±۵/۵	۰/۱۹

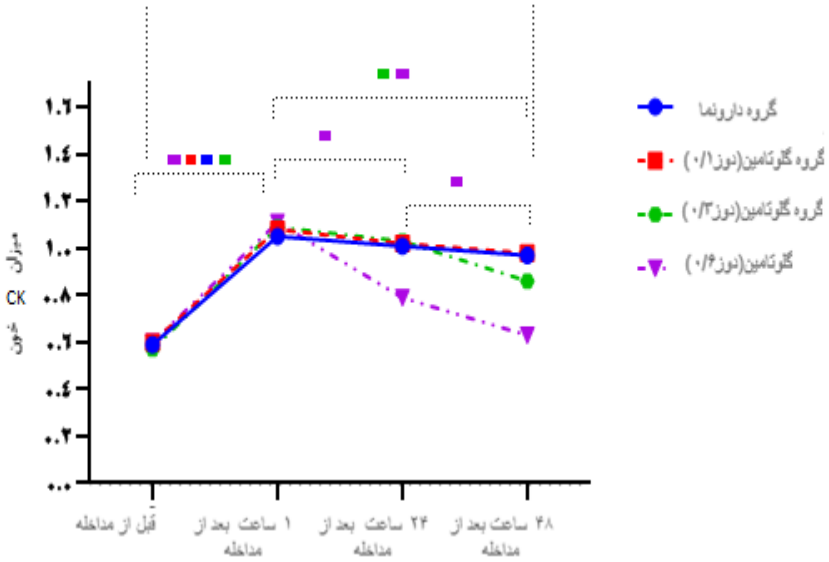
جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری در مراحل مختلف اندازه‌گیری

متغیرها	زمان	دوز ۰/۱ (گلوتامین)	دوز ۰/۳ (گلوتامین)	دوز۰/۶ (گلوتامین)	گروه دارونما	p-value				
						تفاوت درون‌گروهی				بین گروهی
						دوز ۰/۱	دوز ۰/۳	دوز ۰/۶	دارونما	
LDH (IU/L)	قبل از مداخله	۰/۰±۶۹/۰۸	۰/۰±۶۸/۰۳	۰/۰±۷۲/۰۷	۰/۰±۷۱/۰۶					۰/۰۴*
	۱ ساعت بعد از مداخله	۰±۱.۱۲/۰۲۳	۱/۰±۰۹/۰۴۵	۱/۰±۰۷/۰۴۰	۱/۰±۱۴/۰۰۵	۰/۱۰	۰/۰۸*	۰/۰۱*	۰/۲۱	
	۲۴ ساعت بعد از مداخله	۰/۰±۹۷/۰۱۱	۰/۰±۹۳/۰۱۸	۱/۰±۸۹/۰۶۳	۱/۰±۰۲/۱۵					
	۴۸ ساعت بعد از مداخله	۰/۰±۹۲/۰۲۴	۰/۰±۹۱/۰۳۳	۰/۰±۷۸/۰۱۹	±۹۹/۰/۰۱۶					
CK (IU/L)	قبل از مداخله	۰/۰±۶۰/۰۲۵	۰/۰±۵۷/۰۰۶	۰/۰±۶۰/۰۲۷	۰/۰±۵۹/۰۱۸	۰/۰۶	۰/۰۴*	۰/۰۲*	۰/۲۴	۰/۰۲*
	۱ ساعت بعد از مداخله	۱/۰±۰۸/۰۲۰	۱/۰±۰۹/۰۰۸	۱/۰±۱۱/۲۱۳	۱/۰±۰۵/۰۵۸					
	۲۴ ساعت بعد از مداخله	۱/۰±۰۲/۰۳۲	۱/۰±۰۳/۰۶۰	۰/۰±۷۹/۰۵۱	۱/۰±۰۱/۰۲۲					
	۴۸ ساعت بعد از مداخله	۰/۰±۹۸/۰۴۳	۰/۰±۸۶/۰۸۸	۰/۰±۶۳/۰۶۴	۰/۰±۹۷/۰۱۸					
شاخص درد	قبل از مداخله	۰±۰	۰±۰	۰±۰	۰±۰	۰/۰۴*	۰/۰۴*	۰/۰۱*	۰/۰۴*	۰/۰۰۱*
	۱ ساعت بعد از مداخله	۹/۰±۵/۴۵	۰±۹/۶۱	۰±۹/۷۸	۰±۹/۷۸					
	۲۴ ساعت بعد از مداخله	۰±۶/۵۹	۰±۵/۶۱	۰±۳/۶۸	۰±۷/۷۶					
	۴۸ ساعت بعد از مداخله	۰±۴/۷۸	۲/۰±/۵۱	۰±۱/۷۸	۱±۵/۰۳					



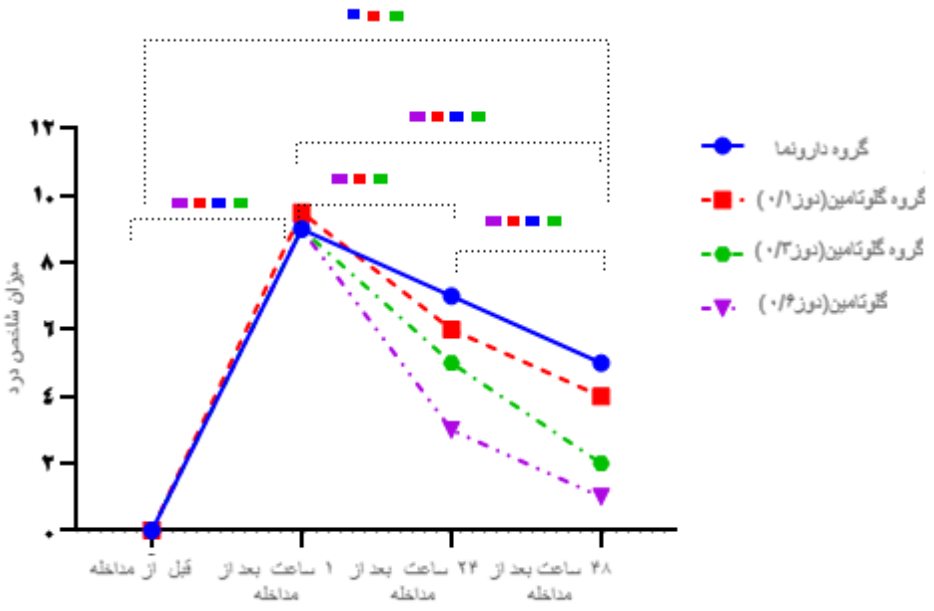
نمودار ۱- تغییرات LDH خون در تمامی گروه های در زمان های مختلف اندازه گیری

علامت■ طبق رنگ نشانه تفاوت درون گروهی در زمان های مختلف اندازه گیری



نمودار ۲- تغییرات CK خون در تمامی گروه های در زمان های مختلف اندازه گیری

علامت■ طبق رنگ نشانه تفاوت درون گروهی در زمان های مختلف اندازه گیری



نمودار ۳- تغییرات شاخص درد در تمامی گروه های در زمان های مختلف اندازه گیری

علامت■ طبق رنگ نشانه تفاوت درون گروهی در زمان های مختلف اندازه گیری

بحث

هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر مصرف دوزهای مختلف مکمل گلوتامین متعاقب یک فعالیت بدنی وامانده‌ساز بر CK، LDH و شاخص درد در مردان فوتبالیست بود. نتایج حاصل از مطالعه نشان داد انجام فعالیت وامانده‌ساز باعث افزایش معنی‌دار CK و LDH بعد از فعالیت می‌شود که با یافته‌های تحقیقات قبلی در افراد ورزشکار مطابقت دارد. (۱۶, ۱۷) شواهد نشان از تاثیر گذاری تست بروس بر شاخص‌های آسیب عضلانی دارد. در این مطالعه مشاهده شد که مصرف مکمل گلوتامین با دوزهای۰/۳و ۰/۶ گرم بعد از فعالیت وامانده ساز بروس باعث کاهش سطوح LDH و CK تا ۴۸ ساعت پس از تست بروس می شود. در مورد آنزیم LDH، همان‌طور که در نمودار۱ مشاهده می‌شود، تأثیر مکمل ضعیف‌تر است و بیشترین کاهش LDH در گروه گلوتامین (دوز 0.6) در زمان ۴۸ ساعت پس از فعالیت نسبت به ۱ ساعت بعد از فعالیت مشاهده می شود. در مطالعات پیشین تأثیر مکمل ۲ ، ۲۴ ، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از فعالیت گزارش‌شده است که نشان‌دهنده تأثیر آهسته مصرف مکمل گلوتامین بوده است (۵, ۱۶, ۱۸) صادقی و حسینی (۲۰۱۷) با مطالعه بر روی شناگران گزارش نموده‌اند که مصرف گلوتامین سطح لاکتات و شاخص خستگی را نسبت به قبل از تمرینات، کاهش می‌دهد. این یافته‌ها با نتایج مطالعه حاضر همسو است. از طرف دیگر، رحمانی‌نیا و دیگران (۲۰۱۳) با مطالعه روی ۱۷ مرد سالم به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل گلوتامین تأثیری بر کوفتگی عضلانی ندارد. به نظر می‌رسد تعداد جلسات تمرین، مقدار مصرف گلوتامین و نوع شرکت‌کنندگان مطالعه رحمانی‌نیا و دیگران(۲۰۱۳) از عوامل مؤثر در ناهم‌سویی با نتایج مطالعه حاضر باشد. مکمل دهی، به مدت ۴ هفته همراه فعالیت مقاومتی و مصرف ۰/۱ گرم گلوتامین انجام‌شده است؛ درحالی‌که در مطالعه حاضر یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز مصرف ۰/۰۶ گرم گلوتامین قبل از آن اجرا شد. از طرفی شرکت‌کنندگان در مطالعه حاضر ورزشکار بودند، اما در تحقیق رحمانی‌نیا و دیگران (۲۰۱۳)، مردان غیر ورزشکار مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این پژوهش نیز تاثیر مکمل بر LDH ۴۸ ساعت پس از فعالیت مشاهده شده است(۱۹)، که احتمالا به دوز مصرفی اثرگذار در هر دو تحقیق بر می‌گردد. استریت و دیگران(۲۰۱۱) طی تحقیقی اثر مکمل‌گیری حاد گلوتامین را در دوره ریکاوری یک فعالیت برونگرا بر کاهش قدرت و آسیب عضلانی مورد بررسی قرار دادند. آزمودنی‌های آن‌ها که ۱۵ مرد فعال بودند، پس از اجرای ۱۰۰ پرش از ارتفاع ۶۲ سانتیمتری، شروع به مکمل‌گیری گلوتامین به میزان 0.3 گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در فواصل زمانی مشخص کرده و میزان فعالیت CK آن‌ها نیز در فواصل زمانی

مشخص اندازه‌گیری شد. در نهایت کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم CKدر زمان ۹۶ ساعت پس از فعالیت در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما مشاهده شد. احتمالاً این تأخیر در اثر مکمل به دلیل دوز مصرفی کم و نیز عدم تأثیرگذاری گلوتامین به‌صورت حاد می‌باشد(۱۹). در پژوهشی دیگر، نخستین روحی و زردوست (۲۰۰۸) تأثیر مصرف یک هفته مکمل گلوتامین بر LDH و CK ناشی از ۱۴ کیلومتر دویدن را بررسی کردند. در این مطالعه که روی مردان فعال انجام شد، یافته‌ها افزایش معنی‌دار آنزیم‌های CKو LDH پس از فعالیت نسبت به قبل آن و نیز افزایش معنی‌دار CKیک ساعت پس از فعالیت در گروه دارونما نسبت به گروه گلوتامین، را نشان داد(۱۹) آن‌ها این اثرگذاری را به در دسترس بودن بیشتر گلوتامین، افزایش انرژی مصرفی ناشی از مصرف گلوتامین، افزایش نسبت سنتز گلوتامین و ایجاد تعادل مثبت این ماده در خون و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ربط داده‌اند. در مطالعه نجار زاده و دیگران (۲۰۱۵) گزارش شد که مصرف یک وعده مکمل گلوتامین تفاوت معناداری در کاهش میزان کراتین کیناز بعد از فعالیت مقاومتی برونگرا نداشته است. از جمله عوامل مغایرت این پژوهش ها با مطالعه حاضر می توان به تأثیر تعاملی مکمل ترکیبی کراتین، گلوتامین و تورین، نوع تمرینات، غیر ورزشکار بودن و نیز مصرف دوز کم مکمل (۰/۱ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) اشاره کرد. با توجه به اینکه غلظت‌های پایین پلاسمایی گلوتامین در هنگام آسیب عضلانی ثبت شده است. بنابراین، می‌توان فرض کرد که نیاز به گلوتامین در این شرایط باید افزایش یابد تا فعالیت سیستم ایمنی بدن تعدیل شود و تقسیمات سلولی درگیر در فرآیندهای ترمیم عضله تحریک شود. در این زمینه، گلوتامین سوخت اصلی سلول‌های ایمنی و برای فرآیندهای ترمیم است. در توجیه یافته های تحقیق حاضر می‌توان اذعان داشت یکی از نقش‌های اسیدآمینه گلوتامین، کاهش فرآیند پروتئولیز می‌باشد. انتقال گلوتامین به درون سلول، می‌کند که وابسته به سدیم است باعث جذب آب می‌شود و باعث رهاسازی پتاسیم از سلول می شود. پرآبی در سلول منجر به افزایش مقاومت سلول در برابر آسیب و کاهش انتشار آنزیم‌های درون‌سلولی مانند CKو LDH خواهد شد؛ که منجر به محیط آنابولیک در بدن می شود. (نوسکا[1] و دیگران، ۲۰۰۲) از جمله مکانیزم های احتمالی دیگر در کاهش آسیب عضلانی پس از فعالیت ورزشی کاهش فعالیت پروتئازها است. فعال سازی کالپاین[2] که یکی از نخستین پروتئازهاست که در پاسخ به آسیب عضلانی صورت می گیرد. کالپاین که وابسته به کلسیم است موجب تخریب ساختارهای پروتئینی درون‌سلولی می‌شود. (۲۰). همچنین به موازات این که اسیدهای آمینه به عضله نقل مکان می‌کنند، با جذب آب به حفظ هیدراته عضلات کمک می‌کنند. این وضعیت هیدراته از ورود به حالت کاتابولیک عضلات جلوگیری کرده و رشد آنابولیکی را افزایش می‌دهد. در صورت عدم تخلیه ذخایر گلیکوژنی، زمان بازگشت به حالت اولیه کوتاه‌تر خواهد شد (۵)

همچنین مشاهده شد که انجام فعالیت وامانده ساز باعث افزایش شاخص درد آزمودنی‌ها در تمامی گروه‌های مطالعه شد. از طرفی مصرف مکمل گلوتامین بلافاصله بعد از فعالیت در تمامی دوز ها، باعث کاهش درد در زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تست بروس شد. همچنین بیشتری کاهش درد در گروه دوز 0.6 تا ۲۴ ساعت بعد از فعالیت مشاهده شد. در مطالعه‌ای کروزات و دیگران (۲۰۱۰) بر روی موش‌ها نشان داده‌اند که مصرف مکمل گلوتامین پاسخ‌های التهابی ایجاد شده به وسیله ورزش طولانی مدت را کاهش می‌دهد؛ نتایجی که با یافته‌های پژوهش حاضر همسو است. آن‌ها گزارش کردند، گلوتامین با تحریک پایانه‌های عصبی به کاهش درد کمک می‌کند. در مطالعه حاضر، گروه گلوتامین دوز ۰/۶ در هر نوبت نسبت به قبل، به میزان تقریباً دو برابر کاهش معنادار درد را نشان می‌دهد. در مقابل رضوانی (۱۳۹۱) به این نتیجه دست یافت که اکثر نمونه‌های مورد پژوهش درد شدیدی داشته‌اند و اختلاف معناداری بین مولفه ها در جهت تاثیر مثبت وجود نداشت و با تحقیق مغایرت داشت، یکی از دلایل احتمالی روش انجام پژوهش بود. بررسی و مقایسهٔ دقیق نتایج مطالعات مکمل‌دهی طولانی‌مدت با نتایج مطالعات مکمل‌دهی حاد دشوار و پیچیده است، زیرا اکثر این مطالعات از نظر میزان آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها، دوز مکم ، شدت فعالیت ورزشی و نوع مکمل مورد استفاده متفاوت هستند. بسیاری از فیزیولوژیست ها ورزشی گزارش کرده اند آغاز تخریب عضلانی و درد به دنبال تمرینات طاقت‌فرسا ممکن است نتیجه آزاد شدن رادیکال‌های آزاد[3] در بافت‌ها باشد(۲۱). یکی از آثار فعالیت درمانده‌ساز با شدت بالا،

[1] Nosaka

[2] Calpain
[3] Free radical

افزایش در تعداد نوتروفیل‌ها است که در نهایت می‌تواند منجر به افزایش التهاب و درد شود. گفته شده است پس از بروز کوفتگی و تخریب عضلانی، تعداد نوتروفیل‌ها در جریان خون چندین برابر می‌شوند. نوتروفیل‌ها به محل آسیب مهاجرت کرده، جایی که عمل فاگوسیتوز را روی ذرات باقی‌مانده از آسیب بافت همبند انجام می‌دهند و در عین حال عوامل دیگری از جمله رادیکال‌های اکسیژن را افزایش می‌دهند. (۲۰). انباشت مواد ناشی از تخریب ساختارهای سلولی می‌تواند در نهایت سبب ایجاد موجب ایجاد ماکروفاژها شده و به نوبه خود موجب تحریک اعصاب مربوط به درد شوند (۲۰). مطالعات نشان داده است گلوتامین در کنترل فرآیندهای التهابی که شامل فعالیت نوتروفیل‌ها می‌شود، نقش مهمی در افزایش دفاع میزبان دارد. (۲۲). گلوتامین با جلوگیری از تجمع آمونیاک نیز همراه است. مطالعات نشان می‌دهد، تولید آمونیاک در طول ورزش وامانده‌ساز از طریق اکسیداسیون اسیدهای آمینه در جریان متابولیسم انرژی تولید می‌شود، تغییری که نشان‌دهنده کاهش غلظت ATP و محتوای گلیکوژن است (۲۲). مکمل گلوتامین می‌تواند به دلیل اثرات آن بر متابولیسم انرژی، تولید آمونیاک را به حداقل برساند و منجر به کاهش درد شود(۲۲). احتمال دارد این مکانیسم در کاهش درد در گروه گلوتامین 0.6 تاثیر بیشتری داشته باشد. با توجه به این‌که در پژوهش حاضر فعالیت استفاده شده متفاوت بود و اینکه پروستاگلاندین‌ها و آمونیاک ارزیابی نشدند و اندازه‌گیری درد عضلانی تنها با مقیاس عددی درد برآورد شده است، به علاوه، احتمال دخالت سازوکارهای متفاوت در پاسخ آزمودنی‌ها به درد هم بسیار متفاوت است. این موارد می‌تواند تا حدودی توجیه‌کننده ناهمسویی در یافته‌ها با مطالعات پیشین باشد. از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به عدم اندازه گیری سایتوکین ها و الگوی تستوسترون و کورتیزول اشاره کرد که می تواند به نظارت دقیق تر وضعیت سیستم ایمنی کمک کند. همچنین تعداد کم شرکت کنندگان در هر گروه، کوتاه بودن طول دوره مطالعه، عدم کنترل کامل تغذیه آزمودنی‌ها و نبود امکان کنترل شرایط روحی روانی آنان و کنترل خواب از دیگر محدودیت های پژوهش بود. ما فرض می کنیم که کنترل این پارامترهای خاص می تواند به جلوگیری از التهاب و استرس ناشی از ورزش بسیار شدید کمک کند.

نتیجه‌گیری:

بر اساس نتایج مطالعه حاضر پروتکل فعالیت بدنی وامانده ساز باعث ایجاد آسیب عضلانی شد. مصرف گلوتامین دوز 0.6 و 0.3 گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بلافاصله بعد از فعالیت باعث کاهش معنی‌دار در فعالیت آنزیم‌های CK و LDH تا ۴۸ ساعت پس از فعالیت می‌شود که تاثیر گذاری دوز ۰/۶ گرم بیشتر از سایر دوزها بود که می‌تواند نکته‌ی مهمی برای مربیان و ورزشکاران رشته فوتبال در زمان‌بندی مصرف مکمل گلوتامین باشد. در خصوص تاثیر مکمل گلوتامین بر شاخص درد نیز می‌توان گفت که مصرف دوز ۰/۶ گرم تاثیر بیشتری نسبت به دوز های دیگر بر شاخص درد آزمودنی‌ها داشت و تاثیر اصلی آن از زمان مصرف مکمل تا ۲۴ ساعت پس از آن می‌باشد.

پیام مقاله:

با در نظرگرفتن شرایط فردی فوتبالیست ها می‌توان پیشنهاد داد به منظور پیشگیری از آسیب‌های عضلانی ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی شدید، مکمل گلوتامین را در دوزهای 0.6 و 0.3 گرم به ازای هرکیلوگرم وزن بدن بلافاصله بعد از فعالیت مصرف نمایند.

تشکر و قدردانی: این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش تغذیه ورزشی از دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین به شماره ۷۲۱۹ می باشد. بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین و اداره ورزش و جوانان استان قزوین و تمامی شرکت‌کنندگان که در پژوهش ما را یاری دادند، کمال امتنان و تشکر را داریم.

تعارض منافع: بنا بر اظهار نویسندگان در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

منابع:

[1] Shah, A. M., Wang, Z., & Ma, J. (2020). RETRACTED: Glutamine Metabolism and Its Role in Immunity, a Comprehensive Review. Animals, 10(2), 326. DOI: 10.3390/ani10020326.

[2] Razzaghi A gA, Kashef M. [The effect of short-term glutamine supplementation on VO2max and heart rate during the recovery period after a maximum activity in athlete's boys (In Persian)]. . Institute of Physical Education and Sport Sciences. 2017; 23;13(25);115-124. DOI: 10.22080/jaep.2017.1592.

[3] Golmakani N, Asl H, Marzie B, Sajadi SA, Ebrahimzadeh S. [The relationship between happiness during pregnancy, and labor pain coping behaviors (In Persian)]. Evidence based care. 2012;2(2):85-93. DOI: 10.22038/ebcj.2012.403.

[4] Andreato, L. V., Coimbra, D. R., & Andrade, A. (2020). Challenges to athletes during the home confinement caused by the COVID-19 pandemic. Strength & Conditioning Journal, 42(3), 1-5. DOI:10.1519/SSC.0000000000000563.

[5] Cruzat VF, Tirapegui J. [Effects of oral supplementation with glutamine and alanyl-glutamine on glutamine, glutamate, and glutathione status in trained rats and subjected to long-duration exercise]. Nutrition. 2009;25(4):428-35. DOI: 10.1016/j.nut.2008.09.014.

[6] Gleeson M. [Dosing and efficacy of glutamine supplementation in human exercise and sport training]. The Journal of nutrition. 2008;138(10):2045-2049. DOI: 10.1093/jn/138.10.2045S.

[7] Rahmani Nia F, Farzaneh E, Damirchi A, Majlan AS. R. farokhshahi, 2014. [The effect of glutamine supplementation on delayed onset muscle soreness and electromyographic activity after eccentric contraction in untrained men (In Persian)]. Journal of Sport in Biomotor Sciences. 2013;7:31-40.

[8] Laaksonen M, Kivelä R, Kyröläinen H, Sipilä S, Selänne H, Lautamäki R, et al. [Effects of exhaustive stretch-shortening cycle exercise on muscle blood flow during exercise]. Acta Physiologica. 2006;186(4):261-270. DOI: 10.1111/j.1748-1716.2006.01532.x.

[9] Marcora S, Bosio A. [Effect of exercise-induced muscle damage on endurance running performance in humans]. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2007;17(6):662-671. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2006.00627.x.

[10] Zheng L, Cardaci S, Jerby L, MacKenzie ED, Sciacovelli M, Johnson TI, et al. [Fumarate induces redox-dependent senescence by modifying glutathione metabolism]. Nature communications. 2015; 23;6(1):1-2. DOI: 10.1038/ncomms7001.

[11] Najarzadeh A, Atarod H, Mozaffari-Khosravi H, Dehghani A, Asjodi F. [The effect of single portion glutamine supplement consumption on injury indices of muscle after eccentric resistance exercise (In Persian). Journal of Arak] University of Medical Sciences. 2015;18(4):9-17.

[12] Khansooz M, Abedi B, Sayah M. [The effect of one session of exhaustive training on some biochemical markers of skeletal muscles and hepatic metabolism in men handball players (In Persian)]. Report of Health Care. 2017;3(4):51-57.

[13] Akbarnezhad A, Ravasi A, Aminian RT, Nourmohammadi I. The effect of creatine and glutamine supplements on athletic performance in elite wrestlers after one acute period of weight losing. Harakat. 2006;27(0).173-188.

[14] Abbey J, Piller N, Bellis AD, Esterman A, Parker D, Giles L, et al. [The Abbey pain scale: a 1-minute numerical indicator for people with end-stage dementia]. International journal of palliative nursing. 2004;10(1):6-13. DOI: 10.12968/ijpn.2004.10.1.12013.

[15] Barmaki S, Bohlooli S, Khoshkhahesh F, Nakhostin-Roohi B. [Effect of methylsulfonylmethane supplementation on exercise-Induced muscle damage and total antioxidant capacity. The Journal of sports medicine and physical fitness(In Persian)]. 2012;52(2):170-4.

[16] Ghiyami H, Sadeghi A. [Effect of Glutamine Supplementation and Leech Therapy on Blood Lactate Level and Pain Index in a Single Bout Exhaustive Exercise in Young Athletes (In Persian)]. Hormozgan Medical Journal. 2019;23(2) 93806-93806. DOI: 10.5812/hmj.93806.

[17] Nakhostin-Roohi B, Babaei P, Rahmani-Nia F, Bohlooli S. [Effect of vitamin C supplementation on lipid peroxidation, muscle damage and inflammation after 30-min exercise at 75% VO^ sub 2max (In Persian)]. Journal of sports medicine and physical fitness. 2008;48(2):217.240

[18] Street B, Byrne C, Eston R. [Glutamine supplementation in recovery from eccentric exercise attenuates strength loss and muscle soreness]. Journal of Exercise Science &

Fitness. 2011;9(2):116-122. DOI:10.1016/S1728-869X(12)60007-0.

[19] Nosaka K, Newton M, Sacco P. [Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage]. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2002;12(6):337-346. DOI: 10.1034/j.1600-0838.2002.10178.x.

[20] Cruzat VF, Rogero MM, Tirapegui J. [Effects of supplementation with free glutamine and the dipeptide alanyl-glutamine on parameters of muscle damage and inflammation in rats submitted to prolonged exercise. Cell Biochemistry and Function]. Cellular biochemistry and its modulation by active agents or disease. 2010;28(1):24-30. DOI: 10.1002/cbf.1611.

[21] Nemati A, Alipanah-Moghadam R, Molazadeh L, Baghi AN. The effect of glutamine supplementation on oxidative stress and matrix metalloproteinase 2 and 9 after exhaustive exercise. Drug design, development and therapy. 2019;13:4215. DOI: 10.2147/DDDT.S218606.