Research in Sport Medicine and Technology, Volume 12 - Issue 24 / 2022

Kharazmi University

Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

Short Term HMB-FA Supplementation Decreases Muscle Damage Markers After Soccer Matches

Rasul Eslami [1] | Navab Abnama [2]

1. Ph.D, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
2. M.A, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

Corresponding Author: Rasul Eslami; eslami.rasul@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: June 2, 2022
Revised: October 21, 2022
Accepted: November 3, 2022

Keywords:
Muscle Damage,
Creatine Kinase, Lactate Dihydrogenase, HMB-FA, Soccer

How to Cite:
Eslami, Abnama. **Short Term HMB-FA Supplementation Decreases Muscle Damage Markers After Soccer Matches.** Research In Sport Medicine and Technology, 2022: 12(24): 89-102

Abstract:

The aim of the present study was to investigate The effect of HMB-FA supplementation on the muscle damage markers after soccer matches. 24 male soccer players (age: 23±3 years, BMI: 22.8±2 kg/m2) were voluntarily selected as the statistical sample of this study and were divided into two Suppplement and Placebo groups (n=12). In this study, subjects participated in a weekly soccer microcycle with two matches. Subjects in the supplement-training group consumed three grams of HMB-FA daily during a weekly soccer cycle. Blood samples were taken in seven times (before supplementation, before the first match, immediately after the first match, 24 hours after the first match, before the second match, immediately after the second match, 24 hours after the second match). Plasma concentrations of creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) were measured by ELISA kits. Data analysis was performed using Friedman, Wilcoxon, Kruskal-Wallis and U Mann-Whitney tests with a significance level of $p \geq 0.05$. After supplementation, a significant decrease in plasma levels of lactate dehydrogenase (before and after the first match) and creatine kinase (in the times immediately after the first match and before the second match) was observed (for all, $p < 0.05$). Intaking HMB-FA supplement reduced the markers of muscle damage, which is essential for recovery from injuries caused by training and competition during a two race cycle. In addition, inaking HMB-FA supplement may have other effects, including reducing neuromuscular fatigue, reducing the inflammatory response, and rapid skeletal muscle regeneration, which requires further study.

Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

مکمل گیری کوتاه مدت بتا هیدروکسی بتا متیل بوتیرات شاخص های آسیب عضلانی ایجاد شده طی مسابقات فوتبال را کاهش می دهد

رسول اسلامی *[۱] | نواب آبنما [۲]

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

۲. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

نویسنده مسئول: رسول آبنما eslami.rasul@gmail.com

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۱

تاریخ ویرایش: مهر ماه ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: آبان ماه ۱۴۰۱

واژه‌های کلیدی:

آسیب عضلانی، کراتین کیناز، لاکتات دی هیدروژناز، HMB-FA، مسابقه فوتبال

ارجاع:

یوسفی و زنگوئی. **مکمل گیری کوتاه مدت بتا هیدروکسی بتا متیل بوتیرات شاخص های آسیب عضلانی ایجاد شده طی مسابقات فوتبال را کاهش می دهد.** پژوهش در طب ورزشی وفناوری.۱۴۰۱،۱۲(۲۴):۱۰۲-۸۹

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر مکمل بتا هیدروکسی بتا متیل بوتیرات در فرم اسید آزاد (HMB-FA) بر شاخص های آسیب عضلانی پس از مسابقه فوتبال بود.۲۴ فوتبالیست مرد (میانگین سنی ۳±۲۳ سال، شاخص توده بودنی ۲±۲۲/۸ کیلوگرم بر متر مربع) داوطلبانه به عنوان نمونه آماری این پژوهش انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه ۱۲ نفره مکمل و دارونما تقسیم شدند. دراین تحقیق آزمودنی ها در یک میکروسیکل هفتگی فوتبال با دو مسابقه شرکت کردند. آزمودنی های گروه مکمل روزانه سه گرم HMB-FA در طی میکروسیکل هفتگی فوتبال مصرف کردند. نمونه های خون در هفت مرحله (قبل از مصرف مکمل، قبل از مسابقه اول، بلافاصله بعد از مسابقه اول، ۲۴ ساعت بعد از مسابقه اول، قبل از مسابقه دوم، بلافاصله بعد از مسابقه دوم و ۲۴ ساعت بعد از مسابقه دوم) گرفته شد. غلظت پلاسمایی کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) با روش الایزا اندازه گیری شد. آنالیز داده ها با استفاده از آزمون آماری فریدمن، ویلکاکسون، کروسکال-والیس و یو من ویتنی با سطح معنی داری p ≤۰/۰۵ انجام شد. پس از مصرف مکمل کاهش معنی دار سطح پلاسمایی لاکتات دهیدروژناز (درزمان های قبل و بعد از مسابقه اول) و کراتین کیناز(در زمان های بلافاصله بعد از مسابقه اول و قبل از مسابقه دوم) مشاهده شد (برای همه، p ≤۰/۰۵) مصرف مکمل HMB-FA شاخص های آسیب عضلانی را کاهش داد که این برای ریکاوری از آسیب های ناشی از تمرین و مسابقات طی یک میکروسیکل مسابقه ضروری است. بعلاوه، مصرف مکمل HMB-FA نتایج دیگری نیز ممکن است داشته باشد که از جمله می توان به کاهش خستگی عصبی عضلانی، کاهش پاسخ التهابی و بازسازی سریع عضله اسکلتی اشاره کرد که نیازمند مطالعات بیشتر است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

مقدمه

فوتبال به عنوان یک ورزش متناوب با شدت بالا شناخته می شود که ورزشکاران را ملزم می‌کند تا حرکات تکنیکی و تاکتیکی انفجاری مختلفی را به طور مکرر اجرا کنند انجام چنین مجموعه ای از فعالیت ها نیازمند یک تقاضای فیزیولوژیکی پیچیده است که سیستم های انرژی هوازی و بی هوازی را به شدت تحت شعاع قرار می‌دهد (دولکی و همکاران، ۲۰۲۰) به طوری که برای انجام بازی در سطح رقابتی بازیکنان به سطح بالایی از آمادگی هوازی و بی هوازی نیاز دارند (ردکاو[1] و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر این فعالیت های با شدت بالا که به متابولیسم انرژی بی هوازی وابسته هستند با استفاده از متابولیسم انرژی هوازی بازیابی می شود (فانگ[2] و همکاران، ۲۰۲۱). بازیکنان حرفه ای فوتبال باید در طول تمرین و مسابقات فعالیت های با شدت کم همراه با فعالیت های انفجاری کوتاه با شدت بالا را انجام دهند (کلمنته[3] و همکاران، ۲۰۲۱) که این می تواند با کاهش عملکرد بدنی، افزایش نشانگرهای آسیب عضلانی و افزایش حالات کاتابولیک بلافاصله پس از مسابقات فوتبال و در طول دوره ریکاوری همراه باشد (سیلوا[4] و همکاران، ۲۰۱۳). در تایید این موضوع،پارامترهای متابولیسم عضلانی مانند کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز معمولا بعد از تمرین افزایش می یابند و افزایش این متغیرها نشان دهنده تخریب بافتی به دنبال آسیب های عضلانی حاد و مزمن می باشد (نواکوووسکی[5] و همکاران، ۲۰۱۹) که می تواند کارایی ورزشکاران را تحت تاثیر قرار داده و زمان ریکاوری را طولانی‌تر کند.

باید تاکید کرد که تعادل خوب بین بار تمرینی و ریکاوری عاملی حیاتی در حفظ و بهبود عملکرد بازیکنان است. عدم تعادل بین بار تمرینی اعمال شده در تمرین و مسابقه و ریکاوری پس از تمرین و مسابقه ممکن است منجر به کاهش عملکرد بازیکنان، آسیب پذیری بیشتر و همچنین سندروم تمرین بیش از حد شود (آندرسکی و همکاران، ۲۰۲۱) که این موضوعات به نحوی بهینه سازی وضعیت ریکاوری را پر اهمیت می سازد (کلامن[6]، ۲۰۱۰). ریکاوری به عنوان یک فرآیند درون و میان فردی مرتبط با روابط روانی، فیزیولوژیکی و اجتماعی تعریف شده است که در طول زمان با هدف بازسازی ظرفیت عملکرد ورزشکار رخ می دهد (مارتینز[7] و همکاران، ۲۰۱۷). هدف از ریکاوری استفاده از روش های متعددی برای کاهش آسیب

[1] Redkva
[2] Fang
[3] Clemente
[4] Silva
[5] Nowakowska
[6] Kellmann
[7] Martins

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

عضلانی ناشی از ورزش[1] (EIMD) و کاهش ظهور التهاب، افزایش ترمیم عضله، کم شدن افت عملکرد و تسریع ریکاوری است.

مکمل‌های تغذیه‌ای یکی از استراتژی‌های مورد استفاده در افزایش کیفیت و سرعت ریکاوری است. از جمله راهبرد های تغذیه ای مطرح استفاده از مکمل HMB[2] است. HMB، متابولیت اسید آمینه ضروری لوسین است (هولک[3]، ۲۰۱۷). به تازگی HMB در فرم اسید آزاد آن، بعنوان یک جایگزین جدید ظهور کرده است که اثر ارگوژنیکی بیشتری به وجود می آورد. مکمل HMB-FA[4] حاوی اسید آمینه بتا هیدروکسی بتا متیل بوتیرات، پلی دکستروز لایتیز، آب اسمز معکوس، طعم پرتقال، عامل دبیترینگ عصاره استویا، سربات پتاسیم وکربنات پتاسیم می باشد (تینسلی[5] و همکاران، ۲۰۱۸). در مقایسه با HMB-ca، HMB-FA باعث افزایش غلظت HMB پلاسما همراه با افزایش میزان پاکسازی پلاسما می شود. میزان جذب بیشتر، غلظت پلاسمایی و سرعت پاکسازی بیشتر منجر به قابلیت دسترسی بیشتر HMB داخل عضلانی می شود و در نتیجه بعنوان محرک بهتر و عملی تری برای ریکاوری بین مسابقات در فوتبالیست ها مطرح می شود (سیلوا[6] و همکاران، ۲۰۱۷).

موسوی[7] و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که مصرف حاد مکمل HMB-FA در مردان غیر فعال پیش از ورزش مقاومتی موجب کاهش CK و LDH به عنوان شاخص های آسیب عضلانی می شود. از این‌رو، به نظر می رسد مکمل دهی HMB-FA، آسیب عضلانی را کاهش می دهد،با این حال، بر اساس دانش ما تاکنون در زمینه تاثیر مکمل HMB-FA بر شاخص های آسیب عضلانی دوره ریکاوری در فوتبالیست ها گزارشی یافت نشده است. در مجموع، با توجه به اینکه فوتبال ورزشی است که شامل وهله های تکراری از جمله پرش ها، دویدن ها، تکل ها و فعالیتهای مقاومتی است و میزان تخریب و آسیب عضلانی آن زیاد است و نیز در مواردی فاصله بین مسابقات فوتبال به کمتر از سه روز در هفته می رسد و احتمال ریکاوری کامل در این مدت کاهش پیدا می‌کند و از طرف دیگر HMB-FA دارای اثرات مفیدی در افزایش سرعت ریکاوری و کاهش در آسیب های عضلانی است، هدف ما بررسی تأثیر مکمل گیری کوتاه مدت HMB-FA بر شاخص های آسیب عضلانی طی یک میکروسیکل دو مسابقه‌ای فوتبال بود. بر این اساس، ما فرض نمودیم که مکمل گیری HMB-FA شاخص های آسیب عضلانی دوره ریکاوری شامل LDH و CK در فوتبالیست ها را در این دوره کاهش می دهد.

[1] Exercise-induced muscle damage
[2] Beta-Hydroxy-beta-methylbutyrate
[3] Holeček
[4] Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate free acid
[5] Tinsley
[6] Silva
[7] Mousavi

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

روش شناسی تحقیق

آزمودنی ها

این مطالعه یک طرح تصادفی دو سوکور کنترل شده با دارونما است که به منظور بررسی اثرات مکمل HMB-FA بر روی سطوح شاخص های آسیب عضلانی دوره ی ریکاوری در فوتبالیست ها طراحی شده است. از بین فوتبالیست ها تمرین کرده داوطلب واجد شرایط شرکت در تحقیق، تعداد ۲۰ فوتبالیست ها ۲۶ – ۱۹ سال به صورت تصادفی به دو گروه مکمل–تمرین (۱۲ نفر) و دارونما–تمرین (۱۲ نفر) تقسیم شدند (شکل۱) و مشخصات دموگرافیک آنها شامل قد و وزن ودرصد چربی اندازه گیری شد و همچنین توان هوازی آنها در آزمون میدانی برآورد گردید. فوتبالیست های شرکت کننده حداقل ٤ سال سابقه تمرین منظم فوتبال داشتند و در لیگ بزرگسالان و قهرمانان کشور شرکت کرده بودند. شرایط خروج از تحقیق نیز شامل: وجود آسیب دیدگی، مصرف مواد نیروزا، مصرف داروی مسکن و ضد التهاب، عدم دریافت مایعات کافی و استفاده از رژیم غذایی خارج از توصیه محقق، عدم توانایی اتمام پروتکل ورزشی بود و در صورت درخواست خروج از تحقیق، این اختیار را داشتند که از تحقیق خارج شوند، همچنین آزمودنی ها دریافت الکل، کراتین، بتاالانین، کافئین، اورنیتین، اسید آمینه های شاخه دار، کارنیتین و یا لوسین، آرژنین، تریپتوفان و یا آنتی اکسیدان ها، استروئیدهای آنابولیک یا پیش سازهای هورمونی در حداقل ٦ ماه قبل نداشتند (کوریا[1] و همکاران، ۲۰۱۸). همه شرکت کنندگان از هدف، رویه ها و خطرات احتمالی مربوط به مطالعه کاملاً مطلع شدند و رضایت آگاهانه کتبی را ارائه دادند. این تحقیق بر اساس اظهار نامه جهانی پزشکی هلسینکی تدوین شد و در کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه علامه طباطبائی (ره) با کد اخلاق (IR.ATU.REC.1398.014) ثبت گردید.

مکمل دهی

HMB-FA (که به عنوان بتاتور شناخته شده است) حاوی اسید چرب بتا هیدروکسی بتا متیل بوتیرات، پلی دکستروز لایتیز، آب اسمز معکوس، طعم پرتقال، عامل دبیترینگ، عصاره استویا، سربات پتاسیم و کربنات پتاسیم است (تینسلی۲ و همکاران، ۲۰۱۸). مکمل HMB-FA شامل یک گرم بتا هیدروکسی بتا متیل بوتیرات در فرم آزاد آن بود (کوریا و همکاران، ۲۰۱۸) که به صورت کپسول به فوتبالیست ها ارائه شد. شرکت کنندگان مکمل HMB-FA را برای سه وعده (ساعت هشت صبح، ساعت ۱۲ ظهر و ساعت ٦ بعد از ظهر) به مدت هفت روز مصرف کردند. پلاسبو یا دارونما نیز حاوی مقادیر شربت ذرت همراه با پرتقال و شیرین

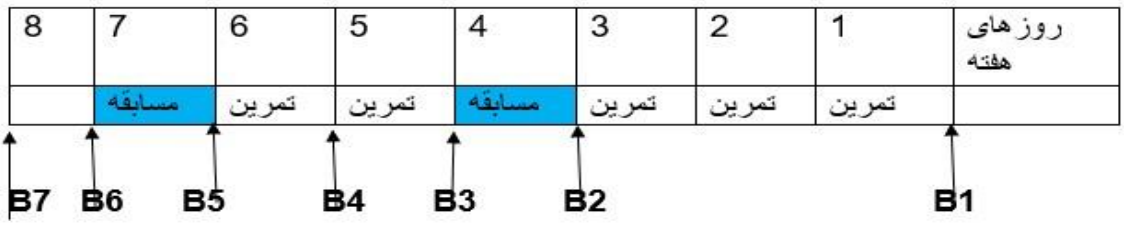
[1] Correia
[2] Tinsley

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

کننده های مواد غذایی بود که هر وعده آن شامل یک گرم بود و به صورت کپسول برای سه وعده (ساعت هشت صبح، ساعت ۱۲ ظهر و ساعت ٦ بعد از ظهر) به مدت هفت روز مصرف گردید(تینسلی و همکاران، ۲۰۱۸).

پروتکل تمرین

میکروسیکل هفتگی با حضور فوتبالیست ها و مربیان و جمعی از علاقمندان به فوتبال به عنوان تماشاگر برگزار شد. میکروسیکل هفتگی فوتبال با دو مسابقه در هفته شامل هشت روز از روز شنبه به مدت هشت روز انجام شد. در طول این میکروسیکل دو مسابقه فوتبال در روز های چهارم و هفتم در ساعت پنج تا هفت برگزار شد. در روزهای اول، دوم، سوم، پنجم و ششم جلسات تمرین تکنیکی، تاکتیکی و تمرینات بدنی به طور یکسان برای هر دو گروه مکمل و گروه دارونما برگزار شد (شکل۱). دو نفر از مربیان دارای مدرک مربیگری فوتبال از AFC مربیگری تمرینات و همچنین مربیگری در روز مسابقه را بر عهده داشتند. همچنین داوری دو مسابقه فوتبال را داورهای فوتبال دارای مدرک داوری از کمیته داوران فدراسیون فوتبال ایران بر عهده داشتند. نماینده هیئت فوتبال نیز ناظر داوری و اتفاقات مسابقه را برعهده داشت. گروه مکمل و دارونما به طور تصادفی به دو تیم تقسیم شدند و دو تیم دارای لباسهای غیر همرنگ (قرمز و سبز) به مسابقه با یکدیگر پرداختند.



شکل۱. میکروسیکل هفتگی فوتبال با دو مسابقه در هفته، **B** (خونگیری).

خونگیری

خونگیری در ۷ مرحله صورت گرفت و در هر بار خونگیری میزان ۵ سی سی خون از سیاهرگ بازوی آزمودنیها گرفته شد. مراحل جمع آوری نمونه های خون به شرح ذیل انجام گرفت: ۱ -قبل از مصرف مکمل ۲- سه روز بعد از مصرف مکمل(قبل از اولین مسابقه) ۳- بلافاصله بعد از اولین مسابقه فوتبال ٤- ۲٤

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

ساعت بعد از اولین مسابقه فوتبال ۵- قبل از دومین مسابقه فوتبال ٦- بلافاصله بعد از دومین مسابقه فوتبال ۷- ۲٤ساعت بعد از دومین مسابقه فوتبال. سپس نمونه های خونی جمع آوری و به آزمایشگاه جهت اندازه گیریهای مورد نظر انتقال یافت. نمونه های خونی در لوله های ژلدار حاوی فعال کننده انعقاد قرار داده شدند و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط نگهداری شده و پس از آن نمونه های خونی به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۵۰۰RPM دور سانتریفیوژ و سرم آنها جدا گردید سپس نمونه ها با استفاده از کیت های ویژه هر متغیر و روش الایزا، مورد آنالیز قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل بیوشیمیایی

کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز توسط کیت شرکت پارس آزمون و با دستگاه اتوآنالایزر تکنیکون آمریکا اندازه گیری شد. اندازه گیری کراتین کیناز سرم با کیت تشخیصی کمی کراتین کیناز پارس آزمون ساخت ایران و با استفاده از روشهای رنگ سنجی در ۳٤۰ نانومتر (تشخیصی شیمیایی) اندازه گیری شد. مقادیر لاکتات دهیدروژناز با کیت تشخیصی کمی لاکتات دهیدروژنار پارس آزمون ساخت ایران و با استفاده از روش آنزیماتیک (کنتیک) در طول موج ۳٤۰ نانومتر اندازه گیری گردید.

ارزیابی تغذیه

ارزیابی تغذیه آزمودنی ها علاوه بر روش خود گزارشی و ثبت سه روزه غذایی، با استفاده از نرم افزارNutrition Tracker Pro_v2.0.2_apkpure انجام پذیرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار spss نسخه ۲۵ استفاده شد. ابتدا داده ها به صورت توصیفی در قالب جداول، نمودارها شامل میانگین و انحراف استاندارد برای همه متغیرها ی مورد ارزیابی گزارش شدند. سپس آزمون نرمال بودن داده ها (آزمون شاپیرو_ویلک) انجام شد و به دلیل نرمال نبودن داده از آزمون‌های آماری فریدمن، ویلکاکسون، کروسکال-والیس و یو من ویتنی برای آزمون فرضیه ها استفاده شد.

نتایج

متغیرهای زمینه ای اندازه گیری شده آزمودنی هـا در جـدول ۱ نشان داده شده است. از نظر سن، قد، وزن بدن، حداکثر اکسیژن مصرفی، توده بدن بدون چربی یا درصد چربی بدن بین گروهها اختلاف معنی داری در شرایط پایه مشاهده نشد. (جدول ۱).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

جدول۱. مقایسه مقادیر میانگین متغیرهای دموگرافیک فوتبالیست ها در گروه مکمل - تمرین و گروه دارونما– تمرین

متغیرها	مکمل-تمرین $(\bar{x})$ ± (SD)	دارونما-تمرین $(\bar{x})$ ± (SD)	سطح معنا داری (P Value)
سن(age)	۲۳±۳	۲۳±۳	۰/۷۵
قد(cm)	۱۷۲/۶ ± ۵/۵	۱۷۱/۴± ۶/۴	۰/۶۷
وزن(kg)	۷۴/۳±۵/۳	۷۳/۵± ۵/۶	۰/۵۶
درصد چربی	۱۰/۸۸±۱/۲۸	۱۰/۸۶±۲/۰۵	۰/۹۷
(ml/kg/min) VO2max	۶۰/۲۴±۵/۱۳	۶۳/۳۸±۴/۷۸	۰/۷۸
ضربان قلب استراحت(bpm)	۵۸/۵±۳/۹۳	۵۶/۶۰±۳/۶۵	۰/۴۵
(kg/m^2) BMI	۱۲/۷±۲/۴	۱۲/۴±۲/۵	۰/۷۹

BMI: شاخص توده بدنی، VO2max: حداکثر اکسیژن مصرفی، bpm : ضربان قلب در دقیقه، $\bar{x}$: میانگین، SD : انحراف استاندارد، P Value : سطح معنی داری

مکمل و رژیم غذایی

مکمل (HMB-FA) در طول تحقیق بخوبی قابل تحمل بود و اثر جانبی یا علایم جدیدی گزارش نگردید. همچنین غذایی مصرفی شامل کیفیت و کمیت و تعداد وعده های غذایی در هر دو گروه مشابه بود و در طول یک میکروسیکل فوتبال با دو مسابقه تغییر معنی داری را نداشت (P>۰/۰۵).

شاخص های آسیب عضلانی

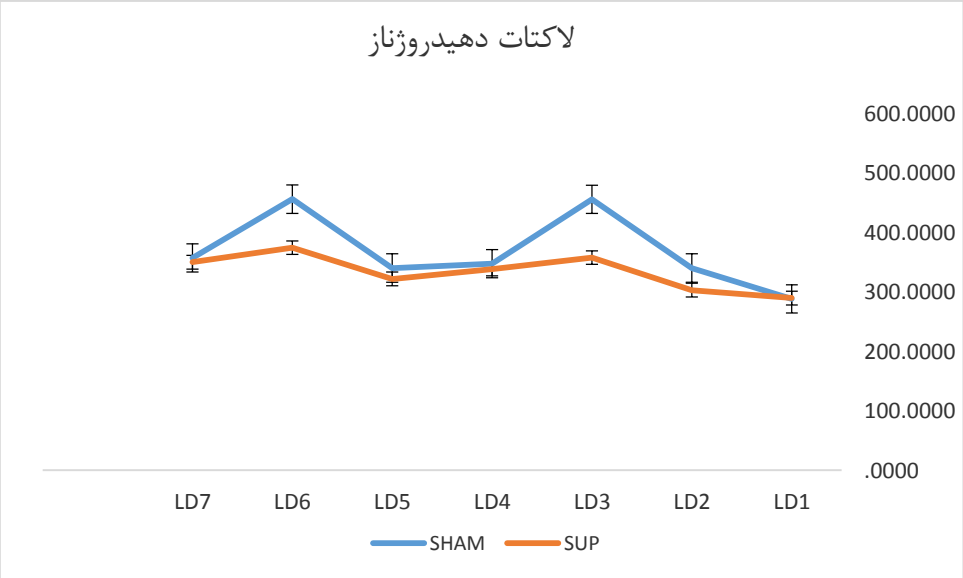
مکمل گیری HMB-FA، شاخص های آسیب عضلانی (شامل LDH و CK) را در گروه مکمل–ورزش در طول یک میکروسیکل فوتبال با دو مسابقه، به طور معناداری تغییر داد (P<۰/۰۵) (جدول ۲ و۳). نتایج مربوط به LDH نشان داد که بین دو گروه دارونما–تمرین و مکمل–تمرین در زمان قبل از مسابقه اول و بعد از مسابقه اول تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۵). این موضوع نشان می‌دهد مصرف مکمل HMB-FA باعث شده است که مقادیر سرمی LDH در این دو زمان کمتر از گروه دارونما–تمرین بالا برود (جدول ۲ و شکل ۲) و در ادامه نیز، نتایج مربوط به CK نشان داد که بین دو گروه دارونما–تمرین و مکمل–تمرین در زمان بعد از مسابقه اول و قبل از مسابقه دوم تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۵). این موضوع نشان می‌دهد مصرف مکمل HMB-FA باعث شده است که مقادیر سرمی CK در این دو زمان کمتر از گروه دارونما–تمرین بالا برود (جدول ۳ و شکل ۳).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

جدول ۲. مقایسه میانگین تغییرات مارکرهای آسیب عضلانی شامل (لاکتات دهیدروژناز(U/L)) گروه مکمل- تمرین و گروه دارونما - تمرین در زمان های مختلف دوره ریکاوری در فوتبالیست ها

زمان اندازه گیری	مکمل_تمرین (۱۲ نفر) $(\bar{x}) \pm (SD)$	دارونما_تمرین (۱۲ نفر) $(\bar{x}) \pm (SD)$	سطح معنی داری (P Value)
قبل از مصرف مکمل	۲۸۹/۸۰۰۰ ± ۴۵/۷۵۹۷۶	۲۸۸/۵۰۰۰ ± ۲۸/۵۰۰۴۹	۰/۸۸۰
سه روز بعد از مصرف مکمل(قبل از اولین مسابقه)	۳۰۳/۱۰۰۰ ± ۲۴/۸۸۳۹۵	۳٤۰/٤۰۰۰ ± ۵۲/۰۷۷۲۹	*۰/۰۴۱
بلافاصله بعد از اولین مسابقه فوتبال	۳۵۷/ ۹۰۰۰ ± ۲۹/۰۴۱۹۲	٤۵۵/۹۰۰۰ ± ۱۳۴/۴۹۱۱۸	*۰/۰۱۹
بیست و چهار ساعت بعد از اولین مسابقه فوتبال	۳۳۸/۵۰۰۰ ± ۴۶/۸۸۸۱۶	۳٤۷/۷۰۰۰ ± ۴۸/۸۴۴۵۴	۰/۹۷۰
قبل از دومین مسابقه فوتبال	۳۲۱/۹۰۰۰ ± ۳۴/۳۳۹۶۴	۳٤۰/٤۰۰۰ ± ۴۸/۶۵۱۱۴	۰/۴۲۷
بلافاصله بعد از دومین مسابقه فوتبال	۳۷٤/٦۰۰۰ ± ۶۷/۶۳۸۲۵	٤۵٦/۳۰۰۰ ± ۹۸/۰۱۳۶۶	۰/۰۸۲
بیست و چهار ساعت بعد از دومین مسابقه فوتبال	۳۵۰/۲۰۰۰ ± ۳۷/۴۸۴۲۲	۳۵۷/۳۰۰۰ ± ۶۲/۷۵۸۸۹	۰/۸۲۰

***معناداری در سطح α=۰/۰۵ LDH: لاکتات دهیدروژناز، $\bar{x}$: میانگین، SD: انحراف استاندارد**



شکل ۲. تغییرات میزان لاکتات دی‌هیدروژناز در طول یک میکروسیکل فوتبال با دو مسابقه برای گروه مکمل-تمرین و گروه دارونما-تمرین

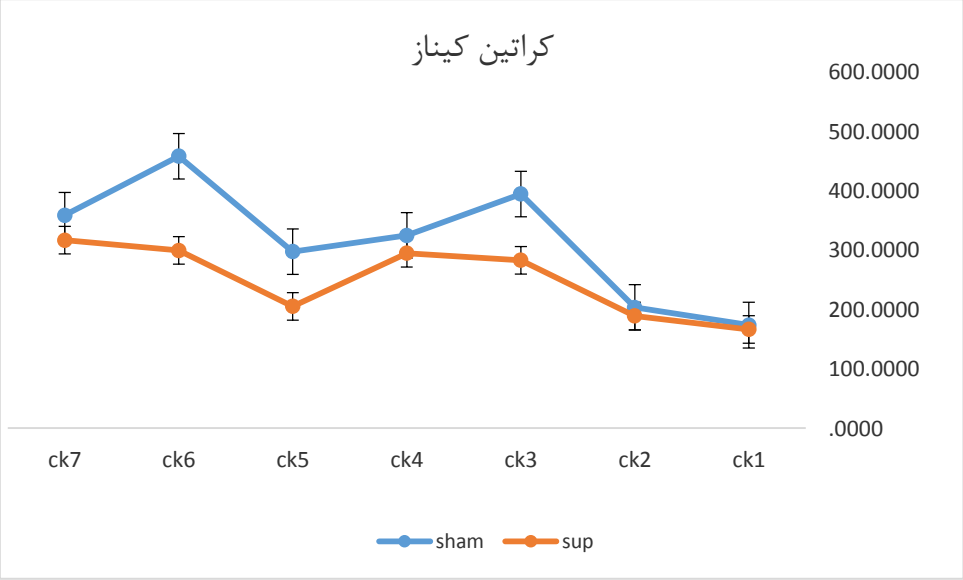
جدول ۳. مقایسه میانگین تغییرات مارکرهای آسیب عضلانی شامل (کراتین کیناز(U/L)) گروه مکمل- تمرین و گروه دارونما - تمرین در

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

زمان های مختلف دوره ریکاوری در فوتبالیست ها

زمان اندازه گیری	مکمل_تمرین (۱۲ نفر) $(\bar{x}) \pm (SD)$	دارونما_تمرین (۱۲ نفر) $(\bar{x}) \pm (SD)$	سطح معنی داری (P Value)
قبل از مصرف مکمل	۱۶۶/۳۰۰۰ ± ۵۵/۸۲۹۲۰	۱۷۳/۵۰۰۰ ± ۳۲/۰۶۶۳۷	۰/۵۹۷
سه روز بعد از مصرف مکمل(قبل از اولین مسابقه)	۱۸۹/۰۰۰۰ ± ۵۷/۵۹۲۴۴	۲۰۳/۲۰۰۰ ± ۵۱/۹۹۱۰۲	۰/۷۰۵
بلافاصله بعد از اولین مسابقه فوتبال	۲۸۲/۸۰۰۰ ± ۱۳۱/۲۲۲۲۹	۳۹۴/۳۰۰۰ ± ۱۰۵/۰۹۳۶۶	*۰/۰۴۵
بیست و چهار ساعت بعد از اولین مسابقه فوتبال	۲۹۴/۵۰۰۰ ± ۱۱۴/۱۶۱۹۲	۳۲۴/۴۰۰۰ ± ۱۱۷/۶۵۸۸۳	۰/۶۵۰
قبل از دومین مسابقه فوتبال	۲۰۵/۲۰۰۰ ± ۵۲/۹۱۴۶۱	۲۹۷/۴۰۰۰ ± ۷۵/۲۲۷۳۶	*۰/۰۱۶
بلافاصله بعد از دومین مسابقه فوتبال	۲۹۹/۲۰۰۰ ± ۹۳/۲۵۸۰۶	۴۵۸/۰۰۰۰ ± ۷۵/۲۲۷۳۶	۰/۰۵۴
بیست و چهار ساعت بعد از دومین مسابقه فوتبال	۳۱۶/۵۰۰۰ ± ۸۷/۸۱۹۵۸	۳۵۸/۴۰۰۰ ± ۹۷/۰۱۵۶۹	۰/۴۷۳

***معناداری در سطح α=۰/۰۵ CK. کراتین فسفوکیناز، $\bar{x}$: میانگین، SD: انحراف استاندارد**



شکل۳. تغییرات میزان کراتین کیناز در طول یک میکروسیکل فوتبال با دو مسابقه برای گروه مکمل-تمرین و گروه دارونما-تمرین

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

بحث

هدف اصلی از مطالعه حاضر تعیین اثرات مکمل دهی کوتاه مدت HMB-FA در مردان فوتبالیست در تغییرات شاخص های آسیب عضلانی (CPK، LDH) در طول یک میکروسیکل فوتبال با دو مسابقه بود. یافته های اصلی مطالعه حاضر این بود که HMB-FA، شاخص های آسیب عضلانی را کاهش داد. در طول یک مسابقه، بازیکنان فوتبال حرکات زیادی را انجام می دهند که شامل انقباضات عضلانی می شود که در نهایت ممکن است باعث آسیب عضلانی شود و کراتین فسفوکیناز (CPK) و سایر نشانگرهای این آسیب (لاکتات دهیدروژناز و میوگلوبین) در جریان خون آزاد شود. آسیب ناشی از ورزش به سارکومرها، اسکلت سلولی و سارکولما با از دست دادن قدرت عضلانی گذرا همراه است و منجر به کوفتگی عضلانی تاخیری (DOMS) می شود (کایتن[1] و همکاران، ۲۰۲۱). در تحقیق حاضر، افزایش در سطح سرم CK و LDH پس از یک میکروسیکل فوتبال با دو مسابقه در گروه دارونما – ورزش دیده شد، که نشانگر وقوع آسیب عضلات است. با این حال، نتایج حاضر نشان داد که مصرف حاد HMB-FA قبل از ورزش در گروه مکمل–ورزش قادر به کاهش سطح CK و LDH بود (جدول ۲ و ۳، شکل ۲ و ۳). این نتایج پشتیبانی از مفهوم HMB-FA را ارائه می دهد که مکمل HMB-FA ریکاوری بعد از ورزش را بهبود می بخشد (سیلوا و همکاران، ۲۰۱۷). ویلسون و همکارانش (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که HMB با سرعت بخشیدن به ظرفیت بازسازی عضله اسکلتی پس از تمرین و رقابت با شدت بالا به کار می رود. هولک[2] (۲۰۱۷) نشان داد که این مکمل به ویژه در افراد تمرین نکرده که در معرض تمرینات شدید قرار دارند و در افراد تمرین کرده که در معرض دوره های استرس فیزیکی بالا قرار دارند موثر است. سلیمانی رسا و همکاران (۲۰۲۱) اثر وابسته به دوز مکمل HMB-FA بر شاخص های آسیب عضلانی و کبدی ناشی از یک جلسه فعالیت مقاومتی اکسنتریک در افراد غیرورزشکاررا بررسی کردند و نشان دادند که مصرف ۳ گرم مکمل HMB-FA در روز برای جلوگیری از بروز آسیب عضلانی و به تبع آن تداوم فعالیت ورزشی برای افراد غیر ورزشکار می تواند مفید باشد. موسوی و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که مصرف حاد مکمل HMB-FA در مردان غیر فعال پیش از ورزش مقاومتی موجب کاهش CK و LDH به عنوان شاخص های آسیب عضلانی می شود. لاوری[3] و همکاران (۲۰۱۶) نیز چنین اثری را با مصرف ترکیب ۳ گرم HMB-FA در روز همراه با ۴۰۰ میلی گرم آدنوزین تری فسفات (ATP) در روز در مردان تمرین کرده مقاومتی گزارش نمودند. ویلسون و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که مکمل دهی کوتاه مدت HMB-FA بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت بالا شاخص های آسیب عضلانی را کاهش داد. میزان کراتین کیناز در گروه دارونما (۳۲۹درصد) به طور معناداری بیشتر از گرو HMB-FA (۱۰۴درصد) بود.

[1] Khaitin
[2] Holecek
[3] Lowery

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

مکانیزم های احتمالی اثربخشی HMB-FA در کاهش آسیب به طریق های زیر قابل توجیه است: ۱) توانایی HMB-FAدر تبدیل شدن به HMG-COA ردوکتاز و شرکت در ساخت سارکولما ۲) افزایش سنتز پروتئین توسط افزایش بیان مسیر mTOR ۳) توانایی در کاهش تجزیه پروتئین از طریق دخالت و ممانعت از فعالیت مسیر یوبی کویتین-پروتئوزوم ٤) حضور HMB-FA به عنوان بخش ساختاری غشای سلولی سارکولما. هواتسون[1] (۲۰۰۸)، در مطالعه‌ای این فرضیه را مطرح نموده است که ساخت کلسترول در ساخت سارکولما دخالت دارد. طبق این فرضیه آسیب های عضلانی ممکن است باعث کاهش ظرفیت تولید مقدار کافی از کلسترول مورد نیاز جهت عملکردهای مختلف سلولی به ویژه تعمیر، نگهداری و یکپارچگی سارکولما شود. کلسترول از استیل کوآنزیم آ تشکیل می‌گردد که کاتالیزور این واکنش و تأمین کننده کربن مورد نیاز HMG-COA ردوکتاز می باشد. از آنجا که مقدار زیادی از HMB-FA در بدن تبدیل به HMG-COA ردوکتاز می گردد، بنابراین افزایش تجمع HMB-FA درون عضلانی فاکتورهای مورد نیاز جهت ساخت سارکولما را فراهم می کند. جهت تایید فرضیه ساخت کلسترول می توان گفت که، جلوگیری و ممانعت از سنتز کلسترول در نهایت منجر به عملکرد ضعیف عضلانی، آسیب محیطی شدید و سرانجام نکروز سلول‌های عضلانی می گردد. همچنین افزایش کلسترول درون سلولی باعث بهبود ساختار غشای سلولی و در نتیجه باعث کاهش آسیب عضلانی به دنبال فعالیت‌های شدید و ناآشنا می شود (نریمانی و همکاران، ۲۰۱۲). از نظر فیزیولوژیکی و سلولی و مولکولی می توان این همسو بودن نتایج را به سازِکارهای ذیل نسبت داد چنانکه، مطالعات نشان دادند تمرین با شدت بالا باعث افزایش فعالیت HIF-1 می شود، که این افزایش فعالیت باعث تنظیم بیان ژن GYS-1 می شود. در طی فرآیند گلیکولیز، پیروات تولید و در نهایت به لاکتات تبدیل می شود. افزایش فعالیت HIF-1 باعث فعال شدن آنزیم های Pfk، LDHA و PDK1 می شود (نلبندیان و همکاران، ۲۰۱٦).

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مصرف هشت روزه مکمل HMB-FA در طی یک میکروسیکل هفتگی فوتبال با دو مسابقه در هفته باعث کاهش معنی دار لاکتات دهیدرو ژناز (درزمان های قبل و بعد از مسابقه ی اول) و کراتین کیناز(در زمان های بلافاصله بعد از مسابقه اول و قبل از مسابقه دوم) شده است. بنابراین، به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که مصرف مکمل HMB-FA شاخص‌های بیوشیمیایی ریکاوری بعد از مسابقه فوتبال را کاهش داده که برای بازسازی عضلانی و ریکاوری از آسیب‌های ناشی از تمرین و مسابقات طی یک میکروسیکل دو مسابقه‌ای مناسب به نظر می رسد.

[1] Howatson

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

References

Andrzejewski, M., Podgórski, T., Kryściak, J., Chmura, P., Konefał, M., Chmura, J., ... & Pluta, B. (2021). Anabolic–catabolic hormonal responses in youth soccer players during a half-season. *Research in Sports Medicine*, *29*(2), 141-154.

Clemente, F. M., González-Fernández, F. T., Ceylan, H. I., Silva, R., Younesi, S., Chen, Y. S., ... & Murawska-Ciałowicz, E. (2021). Blood Biomarkers Variations across the Pre-Season and Interactions with Training Load: A Study in Professional Soccer Players. *Journal of Clinical Medicine*, *10*(23), 5576.

Correia, A. L. M., de Lima, F. D., Bottaro, M., Vieira, A., da Fonseca, A. C., & Lima, R. M. (2018). Pre-exercise β-hydroxy-β-methylbutyrate free-acid supplementation improves work capacity recovery: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, (999), 1-6. (doi: 10.1139/apnm-2017-0867)

Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A. E., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2020). Physical and energetic demand of soccer: a brief review. *Strength & Conditioning Journal*, *42*(3), 70-77.

Fang, B., Kim, Y., & Choi, M. (2021, December). Effect of Cycle-Based High-Intensity Interval Training and Moderate to Moderate-Intensity Continuous Training in Adolescent Soccer Players. In *Healthcare* (Vol. 9, No. 12, p. 1628). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Holeček, M. (2017). Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation and skeletal muscle in healthy and muscle-wasting conditions. Journal of cachexia, sarcopenia and muscle, 8(4), 529-541. doi: 10.1002/jcsm.12208

Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 20, 95-102. (doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01192.x)

Khaitin, V., Bezuglov, E., Lazarev, A., Matveev, S., Ivanova, O., Maffulli, N., & Achkasov, E. (2021). Markers of muscle damage and strength performance in professional football (soccer) players during the competitive period. *Annals of Translational Medicine*, *9*(2).

Lowery, R. P., Joy, J. M., Rathmacher, J. A., Baier, S. M., Fuller, J. C., Shelley, M. C., ... & Wilson, J. M. (2016). Interaction of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate free acid and adenosine triphosphate on muscle mass, strength, and power in resistance trained individuals. Journal of strength and conditioning research, 30(7), 1843-1854. (doi: 10.1519/JSC.0000000000000482)

Martins, P., & Pedro, S. (2017). Motivational Regulations and Recovery in Olympic Wrestlers. International Journal of Wrestling Science, 7(1-2), 27-34. (doi: 10.1080/21615667.2017.1346345)

Mousavi, S., Nourshahi, M., Qarakhanlu, R., Hedayati, M., &, Akbarnejad, A. (2018). The Acute Effect of HMB-FA Supplement and Sport Activity on Some Factors that Influence Hypertrophy and Muscle Damage in Inactive Men. Journal of Sport Biosciences, (), -. doi: 10.22059 / jsb.2018.265762.1310. (in Persian)

Nalbandian, M., & Takeda, M. (2016). Lactate as a signaling molecule that regulates exercise-induced adaptations. Biology, 5(4), 38. DOI: 10.3390/biology5040038. (in Persian)

Narimani Pi Peshteh, Azadeh; Gorkhanloo, Reza and Aghayari, Azar (2012). The effect of short-term use of HMB supplement on plasma creatine phosphokinase levels after resistance training protocol in non-athlete women. Journal of Metabolism and Exercise, Volume 2, Number 2, pp. 163-149. (in Persian)

Nowakowska, A., Kostrzewa-Nowak, D., Buryta, R., & Nowak, R. (2019). Blood biomarkers of recovery efficiency in soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(18), 3279.

Redkva, P. E., Paes, M. R., Fernandez, R., & da-Silva, S. G. (2018). Correlation between match performance and field tests in professional soccer players. *Journal of human kinetics*, *62*, 213.

Silva, J. R., Ascensão, A., Marques, F., Seabra, A., Rebelo, A., & Magalhães, J. (2013). Neuromuscular function, hormonal and redox status and muscle

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]

damage of professional soccer players after a high-level competitive match. *European journal of applied physiology*, *113*(9), 2193-2201.

Silva, V. R., Belozo, F. L., Micheletti, T. O., Conrado, M., Stout, J. R., Pimentel, G. D., & Gonzalez, A. M. (2017). β-Hydroxy-β-methylbutyrate free acid supplementation may improve recovery and muscle adaptations after resistance training: A systematic review. Nutrition Research, 45, 1-9. (doi: 10.1016/j.nutres.2017.07.008)

Soleymani Rasa, E., & Saidei, P. (2021). Dose-response of beta-hydroxy beta-methyl butyrate supplementation (HMB-FA) on muscle and liver damage indices induced by an eccentric resistance exercise session in non-athlete females. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, *8*(2), 34-43.

Tinsley, G. M., Givan, A. H., Graybeal, A. J., Villarreal, M. I., & Cross, A. G. (2018). β-Hydroxy β-methylbutyrate free acid alters cortisol responses, but not myofibrillar proteolysis, during a 24-h fast. British Journal of Nutrition, 119(5), 517-526. (doi: 10.1017/S0007114517003907)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.7.2]