Sport Physiology **Volume 13, No 50, 2021, Page 137-162**

Research Paper

Effect of HMB-FA Supplementation on Muscle Damage Indices in a Simulated Wrestling Protocols in Elite Wrestlers

B. Tartibian[1], B. Rezaei[2]

1. Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. (Corresponding Author)
2. Master Science of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

Received: 2020/10/06 **Accepted: 2021/05/15**

Abstract

Background and Purpose: The purpose of the current study was to investigate the effect of HMB-FA supplementation on muscle damage indices in elite wrestlers.

Materials and Methods: A total of twenty wrestlers were selected in two supplement-exercise (n=10) and placebo-exercise (n=10) groups to participate in a simulated wrestling protocol. Subjects were randomly assigned to receive either 3g/d of HMB-FA or a placebo. Blood samples to measure serum creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) were taken before taking the supplement, after taking the supplement, immediately after the first repetition of the simulated wrestling protocol, immediately after the third repetition of the simulated wrestling protocol, immediately after the fifth repetition of the simulated wrestling protocol. The perceived recovery status (PRS) was assessed immediately before the first, second, third, fourth, and fifth repetitions of the simulated wrestling protocol. The data were analyzed using a repeated measure analysis of covariance (ANCOVA) and analysis of variance (ANOVA).

Results: The results of this study showed that the values of muscle damage indices including CK and LDH were significantly lower in the HMB-FA group than in the placebo group ($P<0.05$). Moreover, there was a significant change for PRS, which significantly decreased more in the placebo group compared to HMB-FA one ($P<0.05$).

Conclusion: Therefore, it can be concluded that HMB-FA supplementation appears to improve muscle damage indices in wrestlers' simulated wrestling protocol

Key words: Wrestler, HMB-FA, Muscle Damage

1. Email: ba.tartibian@gmail.com
2. Email: bagher.rezaei93@gmail.com

Extended Abstract

Background and Purpose

β-Hydroxy-β-methylbutyrate free acid (HMB-FA) has been suggested to accelerate the regenerative capacity of skeletal muscle after high-intensity exercise and attenuate markers of skeletal muscle damage (1). Considering the impact of the HMB-FA supplement on sport performance, the tendency to consume it in order to achieve more efficiency has increased (2). Accordingly, this study was a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial that evaluated the effect of HMB-FA supplementation on muscle damage indices in a simulated wrestling protocol in wrestlers.

Materials and Methods

A total of twenty wrestlers aged 19-26 years were selected in two supplement-exercise (n=10) and placebo-exercise (n=10) groups to participate in a simulated wrestling protocol. Each wrestler repeated the main activity five times (3). Subjects were randomly assigned to receive either 3g/d of HMB-FA or a placebo (4). Blood samples to measure serum levels of creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) were taken before taking the supplement, after taking the supplement, immediately after the first repetition of the simulated wrestling protocol, immediately after the third repetition of the simulated wrestling protocol, immediately after the fifth repetition of the simulated wrestling protocol. The perceived recovery status (PRS) was assessed immediately before the first, second, third, fourth, and fifth repetitions of the simulated wrestling protocol (5,6).

Results

The results showed that in the exercise-supplement group compared to the exercise-placebo group, the LDH had a significant decrease in the steps immediately after the first, third and fifth repetitions of specific exercise ($P<0.05$). The CK indicated a significant decrease in the exercise-supplement group than the exercise-placebo group only in the step immediately after the fifth repetition of a specific exercise ($P<0.05$). However, in other steps, there was no significant decrease in the mean values of this variable compared to the exercise-placebo group (Figure 1).

Conclusion

Based on the results, it seems that short-term supplementation of HMB-FA reduces the muscle damage indices and increases the index of perceived recovery status of wrestlers after performing the Wrestling-Specific Protocol. These findings suggest that wrestlers can take HMB-FA before exercise to

speed recovery between competitions and high-intensity and volume exercises (Figure 1).

Keywords: Wrestler, HMB-FA, Muscle Damage

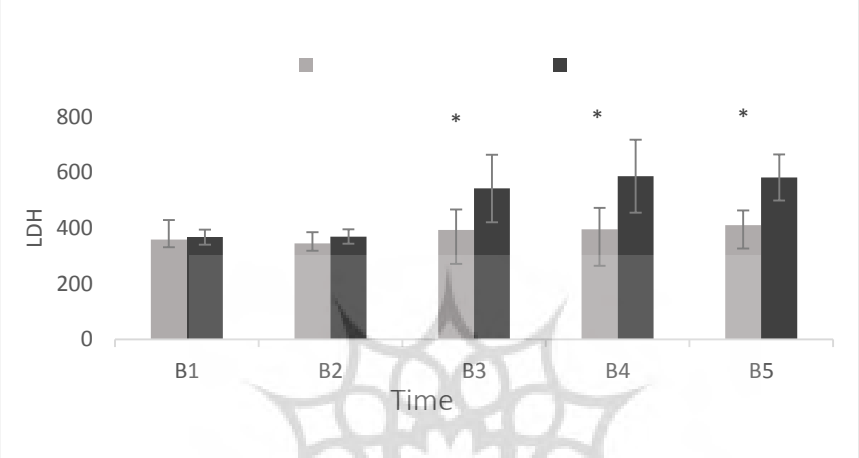


Figure 1- Comparison of Mean Changes in Muscle Damage Indices (LDH(U/L)) in wrestlers in the Supplement - Exercise and Placebo - Exercise Groups in the Simulated Wrestling Protocol, LDH: Lactate Dehydrogenase, B1: Blood Sampling before Supplementation, B2: Blood Sampling after Supplementation, B3: Blood Sampling after the First Repetition of the Wrestling-Specific Protocol, B4: Blood Sampling after the Third Repetition of the Wrestling-Specific Protocol, B5: Blood Sampling after the Fifth Repetition of the Wrestling-Specific Protocol

Article Message

According to the results of the present study, taking HMB-FA supplementation can help reduce the muscle damage indices and ultimately accelerate the recovery process, which will improve the performance of wrestlers during competitions.

References

1. Silva VR, Belozo FL, Micheletti TO, Conrado M, Stout JR, Pimentel GD, Gonzalez AM. β-Hydroxy-β-methylbutyrate free acid supplementation may improve recovery and muscle adaptations after resistance training: A systematic review. Nutrition research. 2017 Sep 1; 45:1-9.
2. Mousay SM, Nourshahi M, Ghara Khanlou R, Hedayati M, Akbarnejad A. 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. 2018 Dec 17. (In Persian)

3. Eichmann B, Kobes J, Sherve C, Aho A, Saghiv M. The University of Mary Wrestling Anaerobic Performance Test: A New Wrestling-Specific Protocol. International Journal of Wrestling Science. 2017 Jul 3;7(1-2):15-20.
4. Tinsley GM, Givan AH, Graybeal AJ, Villarreal MI, Cross AG. β-Hydroxy β-methylbutyrate free acid alters cortisol responses, but not myofibrillar proteolysis, during a 24-h fast. British Journal of Nutrition. 2018 Mar;119(5):517-26.
5. Sikorski EM, Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Laurent CM, Wilson SM, Hesson D, Naimo MA, Averbuch B, Gilchrist P. Changes in perceived recovery status scale following high-volume muscle damaging resistance exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013 Aug 1;27(8):2079-85.
6. Laurent CM, Green JM, Bishop PA, Sjökvist J, Schumacker RE, Richardson MT, Curtner-Smith M. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011 Mar 1; 25(3): 620-8.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقالهٔ پژوهشی

اثر مکمل‌گیری HMB-FA بر شاخص‌های آسیب عضلانی در پروتکل شبیه‌سازی‌شدهٔ کشتی در کشتی‌گیران نخبه

بختیار ترتیبیان[1]، باقر رضایی[2]

۱. استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران (نویسندهٔ مسئول).
۲. کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی ورزشی ، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر مکمل HMB-FA بر شاخص‌های آسیب عضلانی در کشتی‌گیران نخبه انجام شد.

بیست کشتی‌گیر مرد در دو گروه مکمل-ورزش (۱۰ نفر) و دارونما-ورزش (۱۰ نفر) برای شرکت در پژوهش انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به مقدار g/d ۳ از HMB-FA یا دارونما را دریافت کردند. نمونه‌های خونی برای اندازه‌گیری مقادیر کراتین کیناز (CK) سرم و لاکتات دهیدروژناز (LDH) سرم قبل از مصرف مکمل، بعد از مصرف مکمل و بلافاصله بعد از تکرار اول، سوم و پنجم پروتکل اختصاصی کشتی گرفته شدند. وضعیت ریکاوری درک‌شده (PRS) بلافاصله قبل از تکرار اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم پروتکل اختصاصی کشتی ارزیابی شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس (آنکوا) و آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد مقادیر شاخص‌های آسیب عضلانی شامل CK و LDH در مقایسه با گروه دارونما به میزان بیشتری در گروه HMB-FA کاهش یافت ($P < 0.05$). همچنین تغییر چشمگیری در PRS مشاهده شد که در مقایسه با گروه HMB-FA به میزان بیشتری در گروه دارونما کاهش یافت ($P < 0.05$)؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مکمل‌گیری HMB-FA شاخص‌های آسیب عضلانی در پروتکل شبیه‌سازی‌شدهٔ کشتی در کشتی‌گیران نخبه را بهبود می‌بخشد.

واژگان‌کلیدی: کشتی‌گیر، HMB-FA، آسیب عضلانی.

1. Email: ba.tartibian@gmail.com
2. Email: bagher.rezaei93@gmail.com

مقدمه

کشتی[1] یکی از قدیمی‌ترین ورزش‌های مبارزه‌ای است که قدمت آن به ۷۰۸ سال پیش از میلاد برمی‌گردد (۱). کشتی یکی از شایع‌ترین ورزش‌های فردی و مبارزه‌ای دوجانبه در جهان است که بخش مهمی از المپیک باستانی بوده است و هنوز نیز یکی از محبوب‌ترین مسابقات در بازی‌های المپیک نوین است (۲). در ایران نیز کشتی محبوب‌ترین ورزش با کسب ۳۱ مدال در بازی‌های المپیک است که این موفقیت نشان‌دهندهٔ ارتباط عمیق ایرانیان با این ورزش است. ایران از زمان پیروزی در مسابقات قهرمانی جهان در سال ۱۹۹۸، همواره جزو ۱۰ کشور برتر مسابقات جهانی و المپیک بوده است (۳). با توجه به مقررات جدید اتحادیهٔ جهانی کشتی[2]، رقابت‌های کشتی در دو زمان سه‌دقیقه ای با ۳۰ ثانیه استراحت بین آن‌ها برگزار می‌شود. همچنین براساس قوانین جدید، برگزاری مسابقات هر وزن در یک روز و برگزاری دوره‌های مسابقه در فاصلهٔ ۳۰ دقیقه است (۴). در کشتی همانند ورزش‌های دیگر هر دو سیستم انرژی بی‌هوازی و هوازی به درجات متفاوتی به کار گرفته می‌شود. سیستم بی‌هوازی انفجارهای کوتاه‌مدت و سریعی از بیشترین توان در طول مسابقه را تأمین می‌کند؛ درحالی‌که سیستم هوازی به توانایی کشتی‌گیر برای حفظ تلاش در طول مسابقه کمک می‌کند (۵). درصد مشارکت سیستم‌های انرژی در کشتی آزاد برای سیستم انرژی فسفاژن، سیستم انرژی اسید لاکتیک و سیستم انرژی هوازی به‌ترتیب ۶/۷۴، ۵۷/۴۷ و ۳۵/۷۹ درصد است (۶). درواقع دستگاه انرژی بی‌هوازی برای اجرای تکنیک و فنون از طریق حرکات سریع با عرصهٔ انرژی توسط سیستم کراتین فسفات و گلیکولیتیک برای یک کشتی‌گیر ضروری است. مطالعات نشان داده‌اند عملکرد دستگاه هوازی ممکن است یکی از نیازهای کشتی‌گیران باشد، اما نمی‌توان سیستم هوازی را تأمین‌کنندهٔ اصلی انرژی برای کشتی‌گیران دانست (۷)؛ زیرا مسابقهٔ کشتی تمرین فیزیکی متناوب با شدت متغیر است که مشخصهٔ آن حملات ناگهانی، انفجاری و ضدحمله است که بارها اجرا می‌شود و همچنین شامل چندین مانور تهاجمی است که باعث افزایش لاکتات خون به میزان درخور توجهی می‌شود. بررسی مطالعات نشان می‌دهد افزایش اسید لاکتیک کشتی‌گیران ارتباطی نزدیک با ظرفیت‌های زیاد بی‌هوازی دارد (۷). مطالعات نشان داده‌اند تمرینات با بارهای بیشینه و زیر بیشینه و نبردهای مکرر در مسابقات به افزایش چشمگیر بیومارکرهای نشان‌دهندهٔ آسیب بافت عضلانی در کشتی‌گیران منجر می‌شود (۸). در بیشتر مسابقات ورزشی مانند کشتی، تکواندو، کاراته و سایر ورزش‌های برخوردی فاصلهٔ بین دو وهله فعالیت مدت کوتاهی است؛ درنتیجه

1. Wrestling
2. United World Wrestling (UWW)

ذخایر انرژی ازدست‌رفتهٔ بدن به‌طور کامل بازسازی نمی‌شوند و فرد دچار خستگی و درنهایت مستعد آسیب‌دیدگی می‌شود (۴). فعالیت بدنی نوعی عامل فشارزای مکانیکی محسوب می‌شود که می‌تواند تغییرات بیوشیمیایی ایجاد کند؛ بنابراین فعالیت عضلانی می‌تواند غلظت خونی برخی آنزیم‌های سلولی مانند کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز را تغییر دهد. از فعالیت پلاسمایی زیاد این آنزیم‌ها عموماً به‌عنوان شاخص‌های آسیب بافت عضلانی استفاده می‌شود. مشخص شده است وقتی که سلول‌های عضلانی دچار آسیب‌های مکانیکی می‌شوند، این مواد وارد جریان خون می‌شوند (۹).

سال‌هاست ورزشکاران راهبردهای تغذیه‌ای فراوانی برای بهبود عملکرد ورزشی خود به کار می‌برند. همواره ورزشکاران مداخله‌های رژیمی و استفاده از مکمل‌های گوناگون ورزشی و عوامل نیروزا را آزمایش کرده‌اند. تمرین شدید و تغذیهٔ برتر دو جزء اصلی و مهم برای ورزشکاران قدرتی، توانی و مبارزه‌ای نخبه از جمله کشتی به شمار می‌روند (۱۰). ورزشکاران نخبه برای بهبود عملکرد خود تلاش فراوان می‌کنند. در این ورزشکاران قابلیت‌های تکنیکی به حد اعلای خود می‌رسند؛ بنابراین از روش‌های دیگری مانند بهره‌گیری از مکمل‌های تغذیه‌ای برای حفظ و ادامهٔ موفقیت استفاده می‌کنند (۱۱). از جملهٔ این روش‌های تغذیه‌ای-مکمل می‌توان به آنتی‌اکسیدان‌ها، گیاهان، اسیدهای چرب امگا سه، بتاهیدروکسی بتا متیل بوتیرات[1] (HMB) و مانند آن اشاره کرد (۱۲)؛ به همین دلیل بررسی اثربخشی ارگوژنیک و فیزیولوژیک HMB برای ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی اهمیت زیادی دارد (۱۱). HMB متابولیت اسید آمینهٔ ضروری لوسین است که اثرات آنابولیک بر متابولیسم پروتئین دارد (۱۳). مکمل HMB-FA [2] که بتاتور نیز شناخته شده است، حاوی اسید چرب بتاهیدروکسی بتامتیل بوتیرات، پلی‌دکستروز لایتیز، آب اسمز معکوس، طعم پرتقال، عامل دبیترینگ عصارهٔ استویا، سربات پتاسیم وکربنات پتاسیم است (۱۴). به‌تازگی HMB در فرم اسید آزاد به‌عنوان جایگزینی جدید ظهور کرده است که اثر ارگوژنیک بیشتری به وجود می‌آورد. به‌طورکلی نشان داده شده است که HMB-ca به میزان آهسته‌ای ظهور و بروز می‌کند و حدود ۶۰ تا ۱۲۰ دقیقه طول می‌کشد تا به حداکثر غلظت در پلاسما برسد. درمقابل به نظر می‌رسد هنگامی که HMB در فرم آزاد ارائه می‌شود، میزان سرعت جذب افزایش می‌یابد که حداکثر غلظت پلاسمایی را حدود ۳۰ دقیقه پس از مصرف نشان می‌دهد. علاوه بر این در مقایسه با HMB-ca، HMB-FA باعث افزایش غلظت HMB پلاسما همراه با افزایش میزان پاکسازی پلاسما می‌شود. میزان جذب بیشتر، غلظت پلاسمایی و سرعت پاک‌سازی بیشتر به قابلیت دسترسی بیشتر HMB

1. Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrate
2. Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrate Free Acid

داخل عضلانی منجر می‌شود؛ درنتیجه محرک بهتر و عملی‌تری برای بهبود عملکرد ورزشی بعد از تمرین یا مسابقه در کشتی‌گیران است (۱۵).

ویلسون[1] و همکاران (۱۶) نشان دادند که مکمل‌دهی کوتاه‌مدت HMB-FA (دو روز، هر روز سه گرم) بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت زیاد شاخص‌های آسیب عضلانی را کاهش داد. میزان کراتین کیناز در گروه دارونما (۳۲۹ درصد) به‌طور معناداری بیشتر از گروه HMB-FA (۱۰۴درصد) بود. همچنین HMB-FA شاخص وضعیت ریکاوری درک‌شدهٔ (PRS)[2] شرکت‌کنندگان را به‌طور چشمگیری بهبود بخشید. موسوی و همکاران (۱۷) نشان دادند که مصرف حاد مکمل HMB-FA در مردان غیرفعال پیش از ورزش مقاومتی موجب کاهش CK و LDH به‌عنوان شاخص‌های آسیب عضلانی می‌شود. به نظر می‌رسد مکمل‌دهی HMB-FA آسیب عضلانی ناشی از تمرین مقاومتی را کاهش می‌دهد و باعث بهبود عملکرد ورزشی بعد از تمرین یا مسابقه در کشتی‌گیران می‌شود، اما در پژوهش‌های پیشین نتیجه و پاسخ مشخصی به این پرسش که HMB-FA چه تأثیری بر کشتی‌گیران دارد، مشاهده نشده است و براساس دانش ما تاکنون پژوهشی در زمینهٔ مکمل HMB-FA در کشتی‌گیران و اثر آن بر شاخص‌های آسیب عضلانی کشتی‌گیران گزارش نشده است.

کشتی ورزشی مقاومتی و درگیرانه است و آسیب عضلانی در آن بسیار زیاد است و نیز تأثیرات HMB-FA بر آسیب عضلانی وجود دارد؛ ازاین‌رو تأثیر مکمل‌گیری کوتاه‌مدت HMB-FA بر شاخص‌های آسیب عضلانی هدف مطالعهٔ حاضر بود؛ بر این اساس فرض کردیم که مکمل‌گیری HMB-FA شاخص‌های آسیب عضلانی شامل LDH و CK در پروتکل شبیه‌سازی‌شدهٔ کشتی را در کشتی‌گیران کاهش می‌دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

روش پژوهش

آزمودنی‌ها

این مطالعه یک طرح تصادفی دوسوکور کنترل‌شده با دارونماست که به‌منظور بررسی اثرات مکمل HMB-FA بر بیومارکرهای آسیب عضلانی در کشتی‌گیران نخبه طراحی شده است. اندازهٔ نمونه برابر با ۲۰، با اندازهٔ اثر ۰/۹ و توان آزمون ۰/۸۰ توسط نرم افزار جی.پاور تعیین شد؛ بدین‌ترتیب از بین کشتی‌گیران تمرین‌کردهٔ داوطلب دارای شرایط شرکت در پژوهش، ۲۰ کشتی‌گیر بین ۱۹ تا ۲۶ سال به‌صورت تصادفی به دو گروه مکمل-ورزش (۱۰ نفر) و دارونما-ورزش (۱۰ نفر) تقسیم

1. Wilson
2. Perceived Recovery Status

شدند. داوطلبان دعوت‌شده از «خانهٔ کشتی امید نوروزی» بودند. معیارهای ورود شرکت‌کنندگان به پژوهش عبارت بود از: داشتن حداقل چهار سال سابقهٔ تمرین منظم کشتی، شرکت‌کردن در لیگ بزرگسالان و قهرمانان کشور، حضورداشتن در حداقل یک مسابقهٔ بین‌المللی و بودن در دامنهٔ سنی ۱۹ تا ۲۶ سال. معیارهای خروج شرکت‌کنندگان از پژوهش عبارت بود از: وجود آسیب‌دیدگی، کاهش وزن، مصرف مواد نیروزا، مصرف داروی مسکن و ضدالتهاب، دریافت‌نکردن مایعات کافی و استفاده از رژیم غذایی خارج از توصیهٔ پژوهشگر، توانایی‌نداشتن در اتمام پروتکل ورزشی، اختیار خارج‌شدن از پژوهش در صورت درخواست شرکت‌کنندگان، دریافت الکل، کراتین، بتاالانین، کافئین، اورنیتین، اسید آمینه‌های شاخه‌دار، کارنیتین و لوسین، آرژنین، تریپتوفان و آنتی‌اکسیدان‌ها، استفاده از استروئیدهای آنابولیک یا پیش‌سازهای هورمونی حداقل شش ماه قبل از انجام پژوهش، مصرف غذای غنی از پروتئین ۷۲ ساعت قبل از جمع‌آوری ادرار (۱۸). همهٔ شرکت‌کنندگان از هدف، رویه ها و خطرهای احتمالی مربوط به مطالعه کاملاً مطلع شدند و رضایت آگاهانهٔ کتبی ارائه دادند. این پژوهش براساس اظهارنامهٔ جهانی پزشکی هلسینکی تدوین شد و در کمیتهٔ اخلاق پزشکی دانشگاه علامه طباطبائی (ره) با کد اخلاق (IR.ATU.REC.1398.010) ثبت شد.

مکمل‌دهی

HMB-FA -که به‌عنوان بتاتور شناخته شده است- حاوی اسید چرب بتا هیدروکسی بتامتیل بوتیرات، پلی‌دکستروز لایتیز، آب اسمز معکوس، طعم پرتقال، عامل دبیترینگ، عصارهٔ استویا، سربات پتاسیم و کربنات پتاسیم است (۱۴). مکمل HMB-FA شامل یک گرم بتاهیدروکسی بتامتیل بوتیرات در فرم آزاد آن است (۱۸) که هر وعدهٔ آن شامل یک گرم HMB-FA است که به‌صورت کپسول به کشتی‌گیران ارائه شد. قبل از برگزاری پروتکل اختصاصی کشتی، شرکت‌کنندگان مکمل HMB-FA را برای سه وعده (۱۲شب، ۶ صبح و ۳۰ دقیقه قبل از پروتکل اختصاصی کشتی) مصرف کردند. پلاسبو یا دارونما نیز حاوی مقادیر شربت ذرت همراه با پرتقال و شیرین‌کننده‌های مواد غذایی بود که هر وعدهٔ آن شامل یک گرم بود و به‌صورت کپسول برای یک شب و یک روز در سه وعده (۱۲شب، ۶ صبح و ۳۰ دقیقه قبل از پروتکل اختصاصی کشتی) (۱۴) به کشتی‌گیران داده شد.

پروتکل اختصاصی کشتی

پروتکل اختصاصی کشتی از ساعت ۱۲ ظهر تا ۱۶ عصر با حضور کشتی‌گیران و مربیان و جمعی از علاقه‌مندان به کشتی به‌عنوان تماشاگر برگزار شد. آزمودنی‌های دارای شرایط، پروتکل اختصاصی

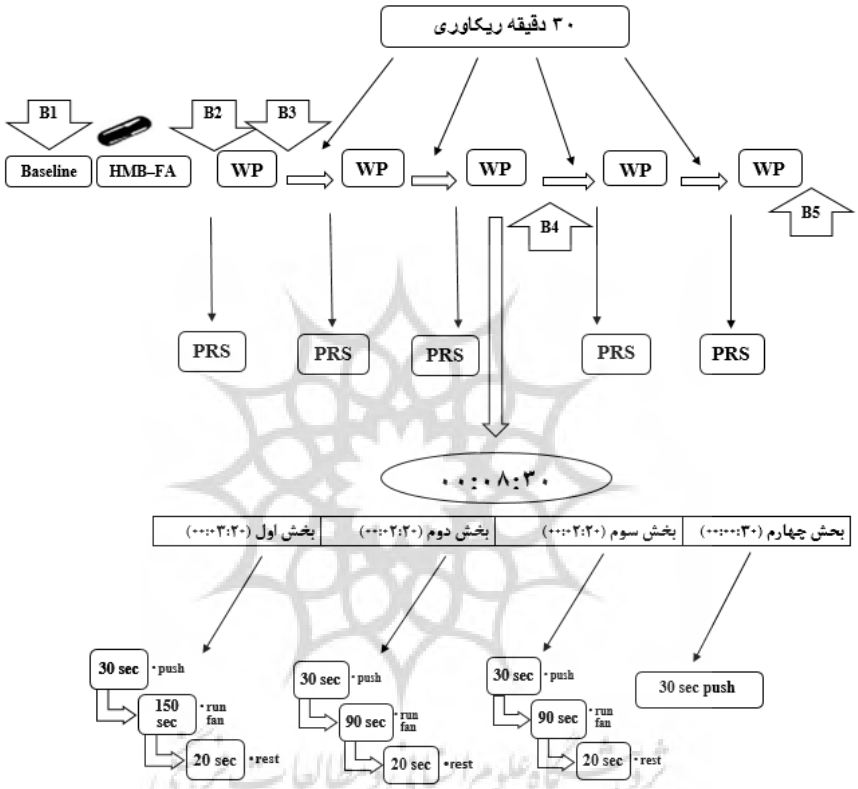
کشتی UMWAPT[1] را به شرح زیر انجام دادند: ۱- مرحلهٔ گرم‌کردن: در مرحلهٔ گرم‌کردن به کشتی‌گیر اعلام شد که به‌مدت دو دقیقه و ۵۵ ثانیه بدود و وقتی که فرد به علامت مدنظر رسید، پنج ثانیه با حداکثر سرعت بدود و سپس به‌مدت دو دقیقه و ۵۵ ثانیه با دوی نرم پروتکل گرم‌کردن را به اتمام برساند. هر کشتی‌گیر این پروتکل را سه بار تکرار کرد. بعد از سه مرحله گرم‌کردن، کشتی‌گیر به‌مدت یک دقیقه و ۵۵ ثانیه استراحت کرد (استراحت غیرفعال)؛

۲- مرحلهٔ فعالیت اصلی: برای انجام‌دادن بخشی از این مرحله از یک سورتمهٔ آموزشی مخصوص استفاده شد. سورتمه مسدودکننده یک قطعه از تجهیزات آموزشی است که برای کمک به کشتی‌گیران با تکنیک‌های مسدودکردن و توسعهٔ قدرت به کار می‌رود. سورتمه معمولاً از فلز ساخته می‌شود و به‌شدت با بالشتک پوشیده می‌شود که روی سورتمه قرار می‌گیرد؛ به‌طوری‌که به اندازهٔ قد یک کشتی‌گیر است و می‌توان آن را هل داد. وزن سورتمه دو و نیم برابر وزن کشتی‌گیر است؛ بدین‌ترتیب ورزشکار در تعامل با سورتمه می‌تواند تمرین‌های قدرت نفوذ، مسدودکردن و مهارت‌های دیگر را به همان اندازه که آن‌ها در مقابل فرد واقعی انجام می‌دهند، تمرین کند. پس از آن، کشتی‌گیر نزدیک سورتمه می‌ایستد و نقطهٔ نگهدارنده را که در ارتفاع مناسب با میان‌تنهٔ خود قرار دارد، می‌گیرد. گفتنی است نقطهٔ نگهدارنده براساس الگوهای مهارتی به‌صورت مشابه با گارد کشتی در حین مسابقه در نظر گرفته شد.

مرحلهٔ فعالیت اصلی به چهار مرحله و به سه بخش متداوم زیر تقسیم شد: الف- هل‌دادن سورتمه[2] به‌مدت۳۰ ثانیه: در این مرحله کشتی‌گیر به‌مدت ۳۰ ثانیه سورتمه را با تمام توان به جلو هل داد؛ ب- اجرای حرکت یا مهارت: در این مرحله کشتی‌گیر با هم‌تیمی یا حریف خود به‌مدت ۱۵۰ ثانیه با سرعت و شدت تمام حرکت دوخم درو[3] را به تعداد ۲۰ تا ۲۵ بار تکرار کرد، ج- مرحلهٔ استراحت: در این مرحله کشتی‌گیر ۲۰ ثانیه استراحت فعال داشت. مرحلهٔ دوم از فعالیت اصلی براساس سه بخش گفته‌شده ادامه یافت؛ با این تفاوت که در بخش ب،۹۰ ثانیه با تعداد تکرار ۱۵ تا ۲۰، کشتی‌گیر حرکت اوج بند (حصیرمال)[4] را انجام داد و در مرحلهٔ سوم از فعالیت اصلی، بخش ب، ۹۰ ثانیه با تعداد تکرار ۲۰ تا ۲۵، کشتی‌گیر حرکت درو[5] را اجرا کرد. در مرحلهٔ چهارم صرفاً بخش الف یا هل‌دادن سورتمه به‌مدت ۳۰ ثانیه با سرعت و قدرت تمام انجام شد (۱۹). هر کشتی‌گیر مرحلهٔ فعالیت اصلی را پنج بار تکرار کرد. زمان استراحت بین هر فعالیت اصلی ۳۰ دقیقه بود و بعد از هر

1. University of Mary Wrestling Anaerobic Performance Test
2. Football Blocking Sled
3. Drilled Double Legs
4. Drilling Half Nelsons
5. Drilling Escapes

فعالیت اصلی، کشتی‌گیران ۱۵ دقیقه به حالت درازکش استراحت کردند (۱۹) (شکل شمارهٔ یک). سپس خون‌گیری از کشتی‌گیران در پنج مرحله انجام شد. قبل از هر آزمون اختصاصی کشتی، برای ارزیابی شاخص وضعیت ریکاوری درک‌شده از مقیاس PRS استفاده شد (۲۰).



شکل ۱- WP: پروتکل اختصاصی کشتی، B: خون‌گیری، PRS: وضعیت ریکاوری درک‌شده
HMB-FA: β-Hydroxy-β-Methylbutyrate Free Acid

Figure 1- WP: Wrestling-Specific Protocol, B: Blood Sampling, PRS: Perceived Recovery Status, HMB-FA: β-Hydroxy β-Methylbutyrate Free Acid

خون‌گیری

در این پژوهش خون‌گیری در پنج مرحله انجام شد و در هر بار خون‌گیری میزان پنج سی‌سی خون از سیاهرگ بازوی آزمودنی‌ها گرفته شد. تعداد مراحل خون‌گیری به این شرح انجام گرفت: قبل از مصرف مکمل، بعد از مصرف مکمل و بلافاصله بعد از اولین، سومین و پنجمین تمرین اختصاصی کشتی (شکل شمارهٔ یک). سپس نمونه‌های خونی جمع‌آوری شد و به آزمایشگاه برای

اندازه‌گیری‌های مدنظر انتقال یافت. نمونه‌های خونی در لوله‌های ژل‌دار حاوی فعال‌کنندهٔ انعقاد قرار داده شد و به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط نگهداری شد. پس از آن نمونه‌های خونی به‌مدت ۱۰ دقیقه در RPM ۳۵۰۰ دور سانتریفیوژ شد و سرم آن‌ها جدا شد. سپس نمونه‌ها با استفاده از کیت‌های ویژهٔ هر متغیر و روش الایزا آنالیز شدند.

تجزیه و تحلیل بیوشیمیایی

کراتین کیناز با استفاده از کیت شرکت پارس‌آزمون با شمارهٔ سفارش ۱۱۵۱۰۰ و لاکتات دهیدروژناز با استفاده از کیت شرکت پارس‌آزمون با شمارهٔ سفارش ۱۴۰۰۰۲۲ با دستگاه اتوآنالایزر تکنیکون آمریکا اندازه‌گیری شد. کراتین کیناز سرم با استفاده از روش‌های رنگ‌سنجی در ۳۴۰ نانومتر (تشخیصی شیمیایی) اندازه‌گیری شد. مقادیر لاکتات دهیدروژناز با استفاده از روش آنزیماتیک (کنتیک) در طول موج ۳۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

مقیاس وضعیت ریکاوری درک‌شده

مقیاس وضعیت ریکاوری درک‌شده (PRS) بلافاصله قبل از اولین، دومین، سومین، چهارمین و پنجمین تمرین اختصاصی کشتی گرفته شد (شکل شمارهٔ یک). نمرهٔ PRS از مقادیر بین صفر تا ۱۰ تشکیل شده است که ریکاوری صفر تا دو بسیار ضعیف است و با افت عملکرد پیش‌بینی می‌شود. ریکاروی چهار تا شش در حد متوسط است و عملکردی مشابه با عملکرد مرحله اول انتظار می‌رود و ریکاوری هشت تا ده نمایانگر ریکاوری درک‌شده با افزایش مورد انتظار در عملکرد است (۲۱).

ارزیابی تغذیه

ارزیابی تغذیهٔ آزمودنی‌ها علاوه‌بر روش خودگزارشی و ثبت سه‌روزهٔ غذایی، با استفاده از نرم‌افزار Nutrition Tracker Pro_v2.0.2_apkpure انجام شد (۲۲). ارزیابی تغذیهٔ کشتی‌گیران نخبه نشان داد به‌طورکلی میزان انرژی مصرفی همهٔ روزانهٔ کشتی‌گیران برابر با ۳۱۲۰ کیلوکالری بود که از سوبستراهای اولیهٔ کربوهیدرات ۴۶۲ گرم، چربی ۶۷ گرم و پروتئین ۱۵۶ گرم به دست آمد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری اس.پی.اس.اس.[1] نسخهٔ ۲۵ استفاده شد. ابتدا داده‌ها به‌صورت توصیفی در قالب جداول و نمودارها شامل میانگین و انحراف استاندارد برای همهٔ متغیرهای ارزیابی‌شده گزارش شدند. سپس آزمون طبیعی‌بودن داده‌ها (آزمون کولموگروف-اسمیرنوف[2]) انجام گرفت و به‌دلیل طبیعی‌بودن داده‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس (آنکوا) برای

1. SPSS
2. Kolmogorov-Smirnov

بررسی میزان تغییرات بین‌گروهی و از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری به‌منظور بررسی متغیرها در دامنه‌های زمانی مختلف استفاده شد. از آزمون تعقیبی بونفرونی[1] (آزمون دان) نیز برای تشخیص تفاوت درون گروه‌ها استفاده شد. سطوح معناداری در این پژوهش ($P < 0.05$) در نظر گرفته شد.

نتایج

متغیرهای زمینه‌ای اندازه‌گیری‌شدهٔ آزمودنی‌ها در جدول شمارهٔ یک نشان داده شده است. از نظر سن، قد، وزن بدن، حداکثر اکسیژن مصرفی، تودهٔ بدن بدون چربی یا درصد چربی بدن، بین گروه‌ها تفاوت معناداری در شرایط پایه مشاهده نشد (جدول شمارهٔ یک).

جدول ۱- مقایسهٔ مقادیر میانگین متغیرهای دموگرافیک کشتی‌گیران در گروه مکمل-ورزش و گروه دارونما-ورزش

Table 1- Comparison of the Mean Values of Wrestlers' Demographic Variables in the Supplement-Exercise Group and the Exercise-Placebo Group

سطح معناداری (P-Value)	دارونما-ورزش (۱۰ نفر) placebo - exercise (n=10) Mean ± SD	مکمل-ورزش (۱۰ نفر) supplement - exercise (n=10) Mean ± SD	
0.75	23.7±2.67	24.1±2.84	سن (سال) Age (years)
0.67	174±2.2	168±6	قد (سانتی‌متر) Height (cm)
0.56	78.5±9.58	76.9±12.48	وزن (کیلوگرم) Weight (kg)
0.97	12.86±2.05	12.88±1.28	درصد چربی Body fat (%)
0.78	63.28±4.78	60.24±5.13	VO2max (ml/kg/min)
0.45	47.6±3.65	48.5±3.93	ضربان قلب استراحت (bpm) Resting heart rate(bpm)
0.79	25.78±4.38	25.27±4.17	BMI (kg/m^2)
0.10	4.4±0.51	6.1±1.72	ریکاوری مرحلهٔ ۱ Recovery Step 1

1. Post Hoc

BMI: شاخص تودۀ بدنی، **VO2max**: حداکثر اکسیژن مصرفی، **bpm**: ضربان قلب در دقیقه، $\bar{x}$: میانگین، **SD**: انحراف استاندارد، **P-Value**: سطح معناداری

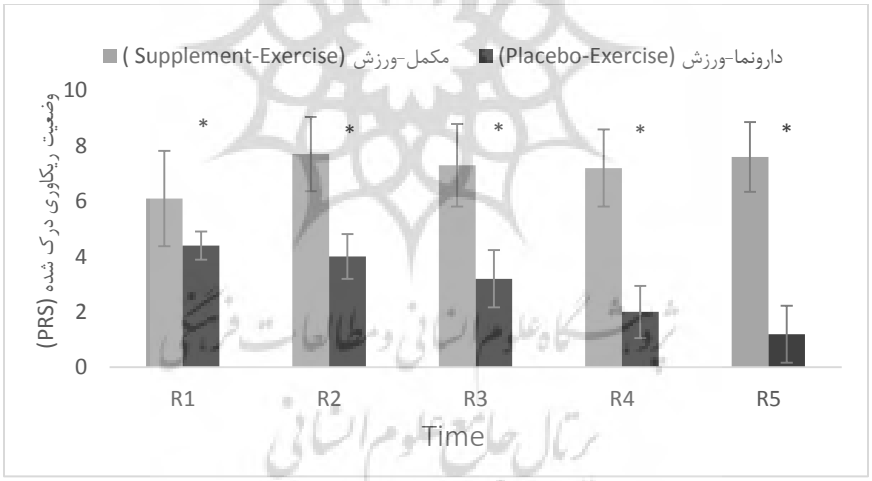
BMI: Body Mass Index, VO2max: Maximum Oxygen Consumption, bpm: Heart Rate Per Minute, $\bar{x}$: Mean , SD: Standard Deviation, P-Value: Significance

مکمل و رژیم غذایی

در طول پژوهش، مکمل (HMB-FA) به‌خوبی تحمل‌پذیر بود و اثر جانبی یا علائم جدیدی گزارش نشد. همچنین غذای مصرفی شامل کیفیت، کمیت و تعداد وعده‌های غذایی در هر دو گروه مشابه بود و در طی پروتکل شبیه‌سازی‌شدۀ کشتی در کشتی‌گیران تغییر معناداری نداشت ($P > 0.05$).

شاخص‌های آسیب عضلانی

در گروه مکمل-ورزش، در مراحل اولیۀ پروتکل شبیه‌سازی کشتی، امتیاز PRS افزایش معناداری داشت ($P < 0.05$). با ادامه‌یافتن مراحل، امتیاز PRS کاهش کمتری در مقایسه با گروه دارونما-ورزش نشان داد. در گروه دارونما-ورزش، نمرۀ PRS کاهش معناداری در مقایسه با گروه مکمل-ورزش داشت ($P < 0.05$) (شکل شمارۀ دو).



شکل ۲- مقادیر میانگین ریکاوری کشتی‌گیران در دو گروه مکمل-ورزش و گروه دارونما-ورزش، PRS: وضعیت ریکاوری درک‌شده (۱۰-۰)، R: ارزیابی PRS قبل از انجام‌دادن تکرارهای تمرین اختصاصی کشتی

Figure 2- Mean Values of Wrestlers Recovery in Two Groups of Supplements-Exercise and Placebo-Exercise, PRS: Perceived Recovery Status (0-10), R: Assess PRS before Performing Repetitions of Specific Exercise.

مکمل‌گیری HMB-FA، شاخص‌های آسیب عضلانی (شامل LDH و CK) را در پروتکل شبیه‌سازی‌شدۀ کشتی در کشتی‌گیران به‌طور معناداری تغییر داد ($P < 0.05$) (جداول شمارۀ دو و

شمارهٔ سه). کراتین کیناز تنها در مرحلهٔ بلافاصله بعد از پنجمین تکرار تمرین اختصاصی کاهش معناداری را در گروه مکمل–ورزش در مقایسه با گروه دارونما–ورزش نشان داد ($P < 0.05$) (جدول شمارهٔ دو، شکل شمارهٔ سه)؛ هرچند در سایر مراحل نیز کاهش غیرمعناداری در میانگین مقادیر این متغیر در مقایسه با گروه دارونما–ورزش وجود داشت (جدول شمارهٔ دو، شکل شمارهٔ سه). در گروه مکمل–ورزش در مقایسه با گروه دارونما–ورزش، در مراحل بلافاصله بعد از اولین، سومین و پنجمین تکرار تمرین اختصاصی، لاکتات دهیدروژناز کاهش معناداری یافت ($P < 0.05$) (جدول شمارهٔ سه، شکل شمارهٔ چهار).

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیک ریکاوری (کراتین کیناز (U/L)) در کشتی‌گیران دو گروه مکمل-ورزش و دارونما-ورزش در پروتکل شبیه‌سازی کشتی

Table 2- Comparison of Mean Changes in Physiological Indices of Recovery (CK (U/L)) in Wrestlers in the Two Groups of Supplement-Exercise and Placebo-Exercise in the Wrestling Simulation Protocol

زمان اندازه‌گیری Measurement time	مکمل-ورزش (۱۰ نفر) supplement - exercise (n=10) Mean ± SD	دارونما-ورزش (۱۰ نفر) placebo - exercise (n=10) Mean ± SD	سطح معناداری (P-Value)
قبل از مصرف مکمل (B1)	130.10±25.23	119.70±31.86	0.31
بعد از مصرف مکمل (B2)	113±21.84	129.90±23.84	0.14
بلافاصله بعد از اولین تکرار تمرین اختصاصی (B3)	231.6±98.75	327.50±175.31	0.19
بلافاصله بعد از سومین تکرار تمرین اختصاصی (B4)	268.20±99.60	367.30±206.72	0.23
بلافاصله بعد از پنجمین تکرار تمرین اختصاصی (B5)	254.20±90.11	414.70±186.92	0.04*

:* معناداری در سطح $\alpha = 0.05$، SD: انحراف استاندارد ، CK: کراتین فسفوکیناز، $\bar{x}$: میانگین، B1= خونگیری قبل از مصرف مکمل، B2= خونگیری بعد از مصرف مکمل، B3= خونگیری بعد از اولین تکرار پروتکل اختصاصی کشتی ،B4= خونگیری بعد از سومین تکرار پروتکل اختصاصی کشتی ، B5= خونگیری بعد از پنجمین تکرار پروتکل اختصاصی کشتی

Significance at the Level of $\alpha = 0.05$, SD: Standard deviation, CK: Creatine Kinase, $\bar{x}$: Mean, B1: Blood Sampling before Supplementation, B2: Blood Sampling after

supplementation, B3: Blood sampling after the first repetition of the Wrestling-Specific Protocol, B4: Blood Sampling after the Third Repetition of the Wrestling-Specific Protocol, B5: Blood Sampling after the Fifth Repetition of the Wrestling-Specific Protocol

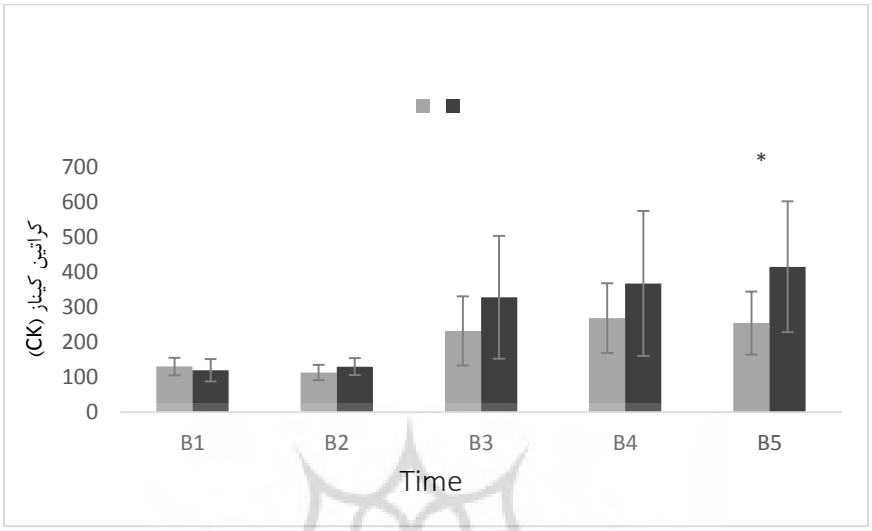
جدول ۳- مقایسهٔ میانگین تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیک ریکاوری (لاکتات دهیدروژناز(U/L)) در کشتی‌گیران دو گروه مکمل-ورزش و دارونما-ورزش در پروتکل شبیه‌سازی کشتی

Table 3- Comparison of Mean Changes in Physiological Indices of Recovery (LDH (U/L)) in Wrestlers in the Two Groups of Supplement-Exercise and Placebo-exercise in the Wrestling Simulation Protocol

سطح معناداری (P-Value)	دارونما-ورزش (۱۰ نفر) placebo - exercise (n=10) Mean ± SD	مکمل-ورزش (۱۰ نفر) supplement - exercise (n=10) Mean ± SD	زمان اندازه‌گیری Measurement time
0.200	367.8±27.46	358.9±70.30	قبل از مصرف مکمل (B1)
0.105	370±26.23	345.6±40.53	بعد از مصرف مکمل (B2)
0.005*	542.9±121.45	393.3±74.03	بلافاصله بعد از اولین تکرار تمرین اختصاصی (B3)
0.002*	587.1±131.24	396.4±76.35	بلافاصله بعد از سومین تکرار تمرین اختصاصی (B4)
0.001*	582.4±83.24	410.4±53.52	بلافاصله بعد از پنجمین تکرار تمرین اختصاصی (B5)

***: معناداری در سطح $\alpha = 0.05$، SD: انحراف استاندارد ، LDH: لاکتات دهیدروژناز، $\bar{x}$: میانگین، B1= خونگیری قبل از مصرف مکمل، B2= خونگیری بعد از مصرف مکمل، B3= خونگیری بعد از اولین تکرار پروتکل اختصاصی کشتی ،B4= خونگیری بعد از سومین تکرار پروتکل اختصاصی کشتی ، B5= خونگیری بعد از پنجمین تکرار پروتکل اختصاصی کشتی**

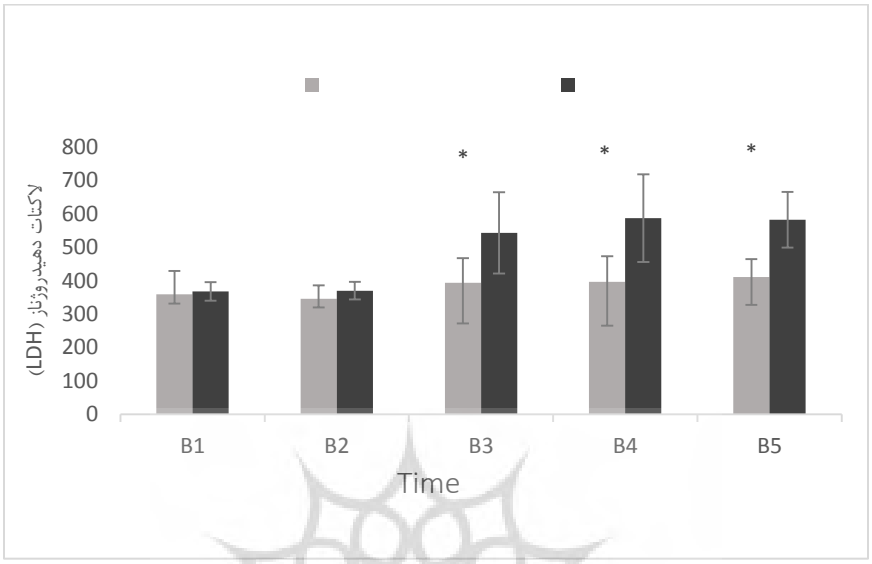
Significance at the level of $\alpha = 0.05$, SD: Standard Deviation, LDH: Lactate Dehydrogenase, $\bar{x}$: Mean, B1: Blood Sampling before supplementation, B2: blood Sampling after Supplementation, B3: Blood Sampling after the First Repetition of the Wrestling-Specific Protocol, B4: Blood Sampling after the Third Repetition of the Wrestling-Specific Protocol, B5: Blood Sampling after the Fifth Repetition of the Wrestling-Specific Protocol



شکل ۳- مقایسهٔ میانگین تغییرات شاخص‌های آسیب عضلانی (کراتین کیناز (U/L)) در کشتی‌گیران گروه مکمل-ورزش و دارونما-ورزش در پروتکل شبیه‌سازی کشتی، CPK: کراتین فسفوکیناز، B1: اولین خون‌گیری قبل از مصرف مکمل، B2: دومین خون‌گیری بعد از مصرف مکمل، B3: سومین خون‌گیری بلافاصله بعد از اولین تکرار تمرین اختصاصی، B4: چهارمین خون‌گیری بلافاصله بعد از سومین تکرار تمرین اختصاصی، B5: پنجمین خون‌گیری بلافاصله بعد از پنجمین تکرار تمرین اختصاصی

Figure 3- Comparison of Mean Changes in Physiological Indices of Recovery (CK (U/L)) in Wrestlers in the Supplement - Exercise and Placebo - Exercise Groups in the Simulated wrestling Protocol, CPK: creatine Phosphokinase, B1: Blood Sampling before Supplementation, B2: Blood Sampling after Supplementation, B3: Blood Sampling after the first Repetition of the Wrestling-Specific Protocol, B4: Blood Sampling after the Third Repetition of the Wrestling-Specific Protocol, B5: Blood Sampling after the Fifth Repetition of the Wrestling-Specific Protocol

پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۴- مقایسهٔ میانگین تغییرات شاخص‌های آسیب عضلانی (لاکتات دهیدروژناز (U/L)) در کشتی‌گیران گروه مکمل-ورزش و دارونما-ورزش در پروتکل شبیه‌سازی کشتی، LDH: لاکتات دهیدروژناز، B1: اولین خون‌گیری قبل از مصرف مکمل، B2: دومین خون‌گیری بعد از مصرف مکمل، B3: سومین خون‌گیری بلافاصله بعد از اولین تکرار تمرین اختصاصی، B4: چهارمین خون‌گیری بلافاصله بعد از سومین تکرار تمرین اختصاصی، B5: پنجمین خون‌گیری بلافاصله بعد از پنجمین تکرار تمرین اختصاصی

Figure 4- Comparison of Mean Changes in Physiological Indices of Recovery (LDH(U/L)) in Wrestlers in the Supplement - Exercise and Placebo - Exercise Groups in the Simulated Wrestling Protocol, LDH: Lactate Dehydrogenase, B1: Blood Sampling before supplementation, B2: Blood Sampling after Supplementation, B3: Blood Sampling after the First Repetition of the Wrestling-Specific Protocol, B4: Blood Sampling after the Third Repetition of the Wrestling-Specific Protocol, B5: Blood Sampling after the Fifth Repetition of the Wrestling-Specific Protocol

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف اصلی تعیین اثرات مکمل‌دهی کوتاه‌مدت HMB-FA در مردان کشتی‌گیر بر تغییرات شاخص‌های آسیب عضلانی (CPK، LDH) و وضعیت ریکاوری درک‌شده پس از انجام‌شدن پروتکل اختصاصی کشتی یا شرایط ریکاوری بود. یافته‌های اصلی مطالعهٔ حاضر نشان داد که HMB-FA شاخص‌های آسیب عضلانی را کاهش داد و کاهش PRS را نیز کند کرد. پژوهشگران از تعدادی از معیارهای وابسته برای بررسی شاخص‌های سرمی آسیب عضلهٔ اسکلتی (کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH)) استفاده کرده‌اند (۲۳)؛ به این ترتیب، سطح CK و LDH سرم

خون قبل و پس از پروتکل اختصاصی کشتی اندازه‌گیری شد. افزایش قوی در سطح سرم CK و LDH پس از پروتکل اختصاصی کشتی در گروه دارونما-ورزش دیده شد که نشانگر وقوع آسیب عضلات است؛ بااین‌حال، نتایج پژوهش حاضر نشان داد مصرف حاد HMB-FA قبل از ورزش در گروه مکمل-ورزش قادر به کاهش سطح CK و LDH بود (جداول شمارهٔ دو و شمارهٔ سه، شکل‌های شمارهٔ سه و شمارهٔ چهار). این نتایج پشتیبانی از مفهوم HMB-FA را ارائه می‌دهد؛ مبنی بر اینکه مکمل HMB-FA ریکاوری بعد از ورزش شدید را بهبود می‌بخشد (۱۵). ویلسون و همکاران (۱۶) نشان دادند مکمل‌دهی کوتاه‌مدت HMB-FA (دو روز، هر روز سه گرم) بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت زیاد، شاخص‌های آسیب عضلانی را کاهش داد. میزان کراتین کیناز در گروه دارونما (۳۲۹ درصد) به‌طور معناداری بیشتر از گروه HMB-FA (۱۰۴ درصد) بود. موسوی و همکاران (۱۷) نشان دادند مصرف حاد مکمل HMB-FA در مردان غیرفعال پیش از ورزش مقاومتی موجب کاهش CK و LDH به‌عنوان شاخص‌های آسیب عضلانی می‌شود. لاوری و همکاران (۲۴) نیز چنین اثری را با مصرف ترکیب سه گرم HMB-FA در روز همراه با ۴۰۰ میلی‌گرم آدنوزین تری‌فسفات (ATP) در روز در مردان تمرین‌کردهٔ مقاومتی گزارش کردند. مکانیزم‌های احتمالی اثربخشی HMB در کاهش آسیب از راه‌های زیر توجیه‌شدنی است: ۱- توانایی HMB در تبدیل‌شدن به HMG-COA ردوکتاز و شرکت در ساخت سارکولما، ۲- افزایش سنتز پروتئین توسط افزایش بیان مسیر mTOR، ۳- توانایی کاهش تجزیهٔ پروتئین از طریق دخالت و ممانعت از فعالیت مسیر یوبی کویتین-پروتئوزوم و ۴- حضور HMB به‌عنوان بخش ساختاری غشای سلولی سارکولما. هواتسون[1] (۲۵) در مطالعه‌ای این فرضیه را مطرح کرده است که ساخت کلسترول در ساخت سارکولما دخالت دارد. طبق این فرضیه آسیب‌های عضلانی ممکن است باعث کاهش ظرفیت تولید مقدار کافی از کلسترول مورد نیاز برای عملکردهای مختلف سلولی به‌ویژه تعمیر، نگهداری و یکپارچگی سارکولما شوند. کلسترول از استیل کوآنزیم آ تشکیل می‌شود که کاتالیزور این واکنش و تأمین‌کنندهٔ کربن مورد نیاز HMG-COA ردوکتاز است. ازآنجاکه مقدار زیادی از HMB در بدن به HMG-COA ردوکتاز تبدیل می‌شود، افزایش تجمع HMB درون‌عضلانی فاکتورهای مورد نیاز به‌منظور ساخت سارکولما را فراهم می‌کند. برای تأیید فرضیهٔ ساخت کلسترول می‌توان گفت جلوگیری از سنتز کلسترول به عملکرد ضعیف عضلانی، آسیب محیطی شدید و سرانجام نکروز سلول‌های عضلانی منجر می‌شود. همچنین افزایش کلسترول درون‌سلولی باعث بهبود ساختار غشای سلولی و درنتیجه باعث کاهش آسیب عضلانی به‌دنبال انجام‌شدن فعالیت‌های شدید و ناآشنا می‌شود (۲۵). از نظر فیزیولوژیک و سلولی-مولکولی می‌توان این همسوبودن نتایج را به سازوکارهای

1. Howatson

ذیل نسبت داد؛ چنانکه مطالعات نشان داده‌اند تمرین با شدت زیاد باعث افزایش فعالیت HIF-1 می‌شود و این افزایش فعالیت باعث تنظیم بیان ژن GYS-1 می‌شود. در طی فرایند گلیکولیز، پیروات تولید می‌شود و درنهایت به لاکتات تبدیل می‌شود. افزایش فعالیت HIF-1 باعث فعال‌شدن آنزیم‌های Pfk، LDHA و PDK1 می‌شود (۲۶).

ساکی[1] و همکاران (۲۷) تأثیر مصرف کوتاه‌مدت HMB را بر برخی مارکرهای آسیب عضلانی ناشی از یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی شدید در دانشجویان پسر غیرورزشکار بررسی کردند. نتایج نشان داد مصرف HMB قبل از فعالیت ورزشی شدید تأثیر معناداری بر مقادیر کراتین کیناز ندارد؛ بنابراین به نظر می‌رسد علت تفاوت بین پژوهش آن‌ها با پژوهش حاضر شدت تمرینات، نوع آزمودنی، الگوهای تمرینی، نوع و مدت فعالیت باشد. کاشف و همکاران (۲۸) تأثیر مصرف کوتاه‌مدت مکمل بتاهیدروکسی بتامتیل بوتیرات بر کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز را متعاقب یک وهله فعالیت مقاومتی برونگرا در ورزشکاران جوان بررسی کردند. نتایج نشان داد مکمل HMB باعث کاهش معنادار دو مارکر آسیب عضلانی (CK و LDH) بعد از تمرین مقاومتی، در گروه مکمل شده است، ولی تفاوت معناداری بین گروه مکمل و دارونما مشاهده نشد. دربارهٔ دلایل احتمالی تناقض یافته‌های مطالعات ذکرشده با نتایج پژوهش حاضر صرف‌نظر از تفاوت‌های فردی در پاسخ آنزیم‌ها، به فعالیت‌های ورزشی، شدت تمرینات، نوع آزمودنی، الگوهای تمرینی، نوع و مدت فعالیت مربوط است؛ به‌طوری‌که این عوامل می‌توانند مقدار پاسخ و دورهٔ زمانی ترشح آنزیم‌های مطالعه‌شده را به‌دنبال آسیب تحت‌تأثیر قرار دهند (۳۰، ۲۹). فرناندز لاندا[2] و همکاران (۳۱) تأثیر ترکیب مکمل کراتین مونوهیدرات و HMB بر نشانگر آسیب‌های عضلانی را بررسی کردند؛ بااین‌حال، به نظر می‌رسد این ترکیب اثرات مثبتی در رابطه با نشانگر آسیب‌های عضلانی (کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز) ناشی از ورزش نشان نمی‌دهد؛ بنابراین به نظر می‌رسد علت ناهمسوبودن پژوهش آن‌ها با پژوهش حاضر شدت تمرینات، نوع آزمودنی‌ها، الگوهای تمرینی، نوع و مدت فعالیت باشد. ویلسون و همکاران (۱۶) نشان دادند درحال‌حاضر HMB با سرعت‌بخشیدن به ظرفیت بازسازی عضلهٔ اسکلتی پس از تمرین و رقابت با شدت زیاد به کار می‌رود. هولک[3] (۱۳) نشان داد این مکمل به‌ویژه در افراد تمرین‌نکرده که درمعرض تمرینات شدید قرار دارند و در افراد آموزش‌دیده که درمعرض دوره‌های استرس فیزیکی زیاد قرار دارند، مؤثر است. از نظر فیزیولوژیک و سلولی-مولکولی نیز می‌توان این همسونبودن نتایج را به سازوکار ذیل نسبت داد؛ چنانکه مطالعات نشان داده‌اند انسولین از طریق کاهش تجزیهٔ پروتئین و محدودکردن تجزیهٔ بافت عضلانی ناشی از فعالیت

1. Saki
2. Fernández-Landa
3. Holecek

ورزشی مقاومتی، احتمالاً انتشار آنزیم کراتین کیناز از درون به خارج سلول را کاهش می‌دهد (۳۲). حجت و همکاران (۳۳) اثر متقابل HMB-FA و تمرین مقاومتی برونگرا بر آسیب عضلانی LDH را در موش‌های صحرایی نر بالغ بررسی کردند. نتایج نشان داد مکمل HMB-FA و تمرینات مقاومتی استریک تأثیر معناداری بر سطح LDH در موش‌های بالغ بزرگسال نشان ندادند (۳۳)؛ بنابراین به نظر می‌رسد علت تفاوت بین پژوهش آن‌ها با پژوهش حاضر شدت تمرینات، نوع آزمودنی، الگوهای تمرینی، نوع و مدت فعالیت باشد.

مقیاس PRS سطح ریکاوری بعد از تمرین شدید را در زمان‌های مختلف ریکاوری یا عمکرد ورزشی بعدی ارزیابی می‌کند که از صفر تا ۱۰ است و با مقیاس RPE مشابه است (۲۰). مقیاس PRS ارائه‌دهندهٔ سطوح مختلفی از وضعیت ریکاوری درک‌شدهٔ فرد است. صفر تا دو نشان‌دهندهٔ وضعیت ریکاوری درک‌شدهٔ ضعیف، چهار تا شش نشان‌دهندهٔ وضعیت ریکاوری درک‌شدهٔ ضعیف تا متوسط و هشت تا ۱۰ نشان‌دهندهٔ وضعیت ریکاوری درک‌شدهٔ زیاد است (۲۱). در مطالعهٔ حاضر در گروه دارونما–ورزش، کشتی‌گیران پس از انجام‌دادن مراحل اختصاصی کشتی، افت چشمگیری در PRS خود نشان دادند؛ بااین‌حال، این کاهش در بهبود ریکاوری درک‌شده توسط مکمل HMB-FA نسبت به دارونما کاهش یافت و گشتی‌گیران گروه مکمل-ورزش از مقیاس ریکاوری درک‌شدهٔ بیشتری برخوردار بودند (شکل شمارهٔ دو). چنین نتیجه‌ای را نیز ویلسون و همکاران (۱۶) در مکمل‌دهی کوتاه‌مدت HMB-FA (دو روز، هر روز سه گرم) بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت زیاد، گزارش کردند. در مطالعهٔ حاضر میزان انرژی مصرفی کل روزانهٔ کشتی‌گیران برابر با ۳۱۲۰ کیلوکالری بود که از سوبستراهای اولیهٔ کربوهیدرات ۴۶۲ گرم، چربی ۶۷ گرم و پروتئین ۱۵۶ گرم به دست آمد. گفتنی است سهم هریک از این منابع به‌ترتیب برای کربوهیدرات ۶۰ درصد، چربی‌ها ۲۰ درصد و پروتئین‌ها ۲۰ درصد بود؛ بااین‌حال با توجه به دانش ما تاکنون چنین یافته‌ای دربارهٔ وضعیت ریکاوری درک‌شدهٔ کشتی‌گیران در یک پروتکل شبیه‌سازی کشتی گزارش نشده است. پیشنهاد می‌شود تأثیر مصرف مکمل HMB-FA بر مارکرهای آسیب عضلانی در رده‌های سنی مختلف کشتی‌گیران شاخص کشور، در ورزشکاران زن (کشتی‌گیران زن) و همچنین در مدت زمان‌های بیشتری بررسی شود.

درمجموع نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد مکمل‌دهی کوتاه‌مدت HMB-FA باعث کاهش شاخص‌های آسیب عضلانی و افزایش شاخص وضعیت ریکاوری درک‌شدهٔ کشتی‌گیران بعد از انجام‌شدن پروتکل اختصاصی کشتی می‌شود. این یافته‌ها نشان می‌دهد کشتی‌گیران می‌توانند HMB-FA را قبل از ورزش برای سرعت‌بخشیدن به ریکاوری و بهبود عملکرد مصرف کنند.

پیام مقاله

براساس نتایج مطالعه حاضر، مصرف مکمل HMB-FA می تواند به کاهش شاخص های آسیب عضلانی کمک کند و در نهایت روند ریکاوری را تسریع ببخشد که این امر موجب بهبود عملکرد کشتی گیران در حین مسابقات می شود.

منابع

1. Chaabene H, Negra Y, Bouguezzi R, Mkaouer B, Franchini E, Julio U, Hachana Y. Physical and physiological attributes of wrestlers: an update. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2017 May 1;31(5):1411-42.
2. Kaya I. The effects of one day wrestling tournament on muscle damage and delayed onset muscle soreness of male wrestlers. InSHS Web of Conferences 2017 (Vol. 37, p. 01049). EDP Sciences.
3. Mirzaei B, Curby DG, Rahmani-Nia F, Moghadasi M. Physiological profile of elite Iranian junior freestyle wrestlers. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009 Nov 1;23(8):2339-44. (In Persian).
4. Abdul Alizadeh Al, Mokhtari H, Najibi M, Arshid Lamir A. The effect of massage on restoring muscle strength of young wrestlers. First National Conference on Sports Science Developments in the Field of Health, Prevention and Championship, Qazvin, Imam Khomeini International University; 2016. (In Persian).
5. Karnincic H, Tocilj Z, Uljevic O, Erceg M. Lactate profile during Greco-Roman wrestling matchx. Journal of sports science & medicine. 2009 Nov;8(CSSI3):17-19.
6. Mirzaei B, Ghahremani Moghaddam M, Alizaee Yousef Abadi H. Analysis of energy systems in Greco-Roman and freestyle wrestlers who participated in the 2015 and 2016 world championships. International Journal of Wrestling Science. 2017 Jul 3;7(1-2):35-40.
7. Nikooie R, Cheraghi M, Mohamadipour F. Physiological determinants of wrestling success in elite Iranian senior and junior Greco-Roman wrestlers. The Journal of sports medicine and physical fitness. 2015 Dec 2;57(3):219-26. (In Persian).
8. Đerek A, Hrvoje K, Mario B. Muscle damage in intensive preparation period for elite wrestlers–biochemical assessment. Movement in Human Life and Health. 2018;272.
9. Taheri Kand Mani R, Faramarzi M, Bani Talebi I, Shirvani H, Taheri Kand Mani, R. The effect of short-term consumption of supplement and creatine combination on anaerobic performance and muscle damage indices of football players. Journal of Research in Sports Science. 2010;28: 41-56. (In Persian).
10. Bagherpoor GT, Amirsasan R, Hessari J. Effect of shortterm supplementation of two different doses of colostrum on cell damage indicators in male wrestlers.

Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2018;13(1):21-30. (In Persian).
11. Shaykh al-Islami Watani D, Ahmadi K. The effect of short-term use of HMB and creatine supplements on oxidative and antioxidant indices in people trained after acute resistance activity. Journal of Exercise Physiology and Physical Activity. 2016;10(1):7 1-8. (In Persian).
12. Poulios A, Fatouros IG, Mohr M, Draganidis D, Deli CK, Papanikolaou K, Sovatzidis A, Nakopoulou T, Ermidis G, Tzatzakis T, Laschou VC. Post-game high protein intake may improve recovery of football-specific performance during a congested game fixture: results from the PRO-FOOTBALL study. Nutrients. 2018 Apr;10(4):494.
13. Holeček M. Beta- hydroxy- beta- methylbutyrate supplementation and skeletal muscle in healthy and muscle- wasting conditions. Journal of cachexia, sarcopenia and muscle. 2017 Aug;8(4):529-41.
14. Tinsley GM, Givan AH, Graybeal AJ, Villarreal MI, Cross AG. β-Hydroxy β-methylbutyrate free acid alters cortisol responses, but not myofibrillar proteolysis, during a 24-h fast. British Journal of Nutrition. 2018 Mar;119(5):517-26.
15. Silva VR, Belozo FL, Micheletti TO, Conrado M, Stout JR, Pimentel GD, Gonzalez AM. β-Hydroxy-β-methylbutyrate free acid supplementation may improve recovery and muscle adaptations after resistance training: A systematic review. Nutrition research. 2017 Sep 1; 45:1-9.
16. Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Walters JA, Baier SM, Fuller JC, Stout JR, Norton LE, Sikorski EM, Wilson SM, Duncan NM. β-Hydroxy-β-methylbutyrate free acid reduces markers of exercise-induced muscle damage and improves recovery in resistance-trained men. British Journal of Nutrition. 2013 Aug;110(3):538-44.
17. Mousay SM, Nourshahi M, Ghara Khanlou R, Hedayati M, Akbarnejad A. 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. 2018 Dec 17. (In Persian).
18. Correia AL, de Lima FD, Bottaro M, Vieira A, da Fonseca AC, Lima RM. 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. 2018;43(7):691-6.
19. Eichmann B, Kobes J, Sherve C, Aho A, Saghiv M. The University of Mary Wrestling Anaerobic Performance Test: A New Wrestling-Specific Protocol. International Journal of Wrestling Science. 2017 Jul 3;7(1-2):15-20.
20. Laurent CM, Green JM, Bishop PA, Sjökvist J, Schumacker RE, Richardson MT, Curtner-Smith M. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011 Mar 1;25(3):620-8.
21. Sikorski EM, Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Laurent CM, Wilson SM, Hesson D, Naimo MA, Averbuch B, Gilchrist P. Changes in perceived recovery status scale following high-volume muscle damaging resistance exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013 Aug 1;27(8):2079-85.

22. Kaiser BM, Stelzl T, Gedrich K. Nutrition apps on focus: a qualitative assessment/ernährungs-apps im fokus: eine qualitätsbewertung. European Journal of Public Health Studies. 2020 Jul 17;3(1).
23. Wilson JM, Fitschen PJ, Campbell B, Wilson GJ, Zanchi N, Taylor L, Wilborn C, Kalman DS, Stout JR, Hoffman JR, Ziegenfuss TN. International society of sports nutrition position stand: beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB). Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2013 Dec;10(1):1-4.
24. Lowery RP, Joy JM, Rathmacher JA, Baier SM, Fuller JC, Shelley MC, Jäger R, Purpura M, Wilson S, Wilson JM. 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. 2016 Jul 1;30(7):1843-54.
25. Narimani Pi Peshteh A, Gorkhanloo R, Aghayari A. 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. 2012;2(2):149-63. (In Persian).
26. Nalbandian M, Takeda M. Lactate as a signaling molecule that regulates exercise-induced adaptations. Biology. 2016 Dec;5(4):38. (In Persian).
27. Saki B, Gaeini AA, Choubineh S. The Effects of Short-Term β-Hydroxy-β-Methylbutyrate Supplementation on Serum AST, ALT, AP, and Urea Levels after Intense Resistance Exercise in Untrained Male Students. Journal of Isfahan Medical School. 2012 Jul 23;30(190). (In Persian).
28. Kashef M, Mohammadnajad Y. The effect of short-term consumption of HMB supplementation on CK, LDH after eccentric resistance exercise in young male athletes. Journal of Sport and Biomotor Sciences. 2013 Mar 10;5(9):58-65.
29. Atashak S, Mohammadzadeh S. Effect of Acute L-Arginine Supplementation on Cardiac and Muscle Cell Damage Indices after Exhaustive Exercise Training in Young Karate Players. Journal of Food Technology and Nutrition. 2018 Mar 21;15(2):77-86. (In Persian).
30. NOURSHAHI M, AKBARNEJAD A. Effect of One Session of Resistance Exercise on Response to Muscle Murf1 and P70S6K Before and After 6 Weeks of Resistance Training and HMB Supplementation in Inactive Men. (In Persian).
31. Fernández-Landa J, Calleja-González J, León-Guereño P, Caballero-García A, Córdova A, Mielgo-Ayuso J. Effect of the combination of creatine monohydrate plus HMB supplementation on sports performance, body composition, markers of muscle damage and hormone status: A systematic review. Nutrients. 2019 Oct;11(10):2528.
32. Bagherpoor GT, Amirsasan R, Hessari J. Effect of shortterm supplementation of two different doses of colostrum on cell damage indicators in male wrestlers. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2018;13(1):21-30. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2018;13(1):21-30. (In Persian).
33. Hojjat S, Alikhani E, Havasian MR, Mahboubi N. Investigating the Interactive Effect of HMB-FA and Extrovert Physical Exercise on LDH Muscular Damage in Mature Male Rats. Journal of Research in Medical and Dental Science. 2017;5(4):79-83. (In Persian).

استناد به مقاله

ترتیبیان بختیار، رضایی باقر. اثر مکمل‌گیری HMB-FA بر شاخص‌های آسیب عضلانی در پروتکل شبیه‌سازی‌شدهٔ کشتی در کشتی‌گیران نخبه. فیزیولوژی ورزشی. تابستان ۱۴۰۰؛ ۱۳(۵۰): ۶۲-۱۳۷. شناسهٔ دیجیتال:

Tartibian B, Rezaei B. Effect of HMB-FA Supplementation on Muscle Damage Indices in a Simulated Wrestling Protocols in Elite Wrestlers. Summer 2021; 13 (50): 137-62. (In Persian). Doi: 10.22089/SPJ.2021.9469.2071

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی