

## The effect of HMB-FA supplementation on hormonal responses and recovery of elite wrestlers during the simulated wrestling protocol

Bakhtyar Tartibian<sup>1\*</sup>, Bagher Rezaei<sup>2</sup>, Mortaza Tayebi<sup>3</sup>

1. Professor at Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
2. MS.c in Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor at Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

### Abstract

**Background and Aim:** It seems that the use of nutritional supplements can affect the secretion of anabolic and catabolic hormones during exercise-recovery process. The purpose of the present study was to determine the effect of beta-hydroxy beta methyl butyrate supplement in free acid form (HMB-FA) on hormonal responses and recovery in the wrestling-specific protocol (WSP) in wrestlers for one night and one day. **Materials and Methods:** Twenty male wrestlers were selected and randomly divided into two groups: supplement-exercise (n=10) and placebo-exercise (n=10) groups. Each of the groups received a supplement or placebo at 3 g/day. The subjects repeated the WSP five times, each consisting of four sections. To measure serum insulin-like growth factor-1 (IGF-1), and cortisol (Cort), IGF-1/Cort ratio blood samples were taken before and after taking the supplement, immediately after the first repetition of the WSP, immediately after the third repetition of the WSP and immediately after the fifth repetition of the WSP. The perceived recovery status (PRS) was assessed immediately before the first, second, third, fourth, and fifth repetitions of the WSP. Results were extracted using analysis of covariance and analysis of variance with repeated measures at a significance level of  $p < 0.05$ . **Results:** The results showed that serum levels of IGF-1 after supplementation ( $p = 0.001$ ) and after the first ( $p = 0.004$ ), third ( $p = 0.004$ ) and fifth ( $p = 0.01$ ) of the WSP were significantly higher in HMB-FA group than placebo group. Moreover, serum levels of IGF-1/Cort after supplementation ( $p = 0.001$ ) and after the first ( $p = 0.001$ ), third ( $p = 0.003$ ) and fifth ( $p = 0.001$ ) of the WSP were significantly increased in the HMB-FA group as compare to the placebo group. However, cortisol indicated a higher increase in the placebo group than HMB-FA group after supplementation ( $p = 0.006$ ) and also after first ( $p = 0.002$ ), third ( $p = 0.008$ ) and fifth ( $p = 0.002$ ) of WSP. On the other hand, PRS in the placebo group showed a greater decrease than the HMB-FA group before the first, second, third, fourth, and fifth of WSP ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** It seems that HMB-FA supplementation improves hormonal responses during the simulated wrestling protocol.

**Keywords:** Wrestling, Beta-Hydroxy-beta-methylbutyrate free acid, Cortisol, Insulin-like growth factor-1.

### Cite this article:

Tartibian, B., Rezaei, B., & Tayebi, M. (2022). The effect of HMB-FA supplementation on hormonal responses and recovery of elite wrestlers during the simulated wrestling protocol. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 10(24), 8-18.

\* Corresponding Author, Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran;

Email: ba.tartibian@gmail.com

 <https://doi.org/10.22077/jpsbs.2021.4451.1650>



## تأثیر مکمل HMB-FA بر پاسخ های هورمونی و ریکاوری کشتی‌گیران نخبه حین پروتکل شبیه‌سازی شده کشتی

بختیار ترتیبیان<sup>۱\*</sup>، باقر رضایی<sup>۲</sup>، سید مرتضی طیبی<sup>۳</sup>

۱. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
۳. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

### چکیده

**زمینه و هدف:** به نظر می‌رسد استفاده از مکمل‌های تغذیه‌ای می‌تواند ترشح هورمون‌های آنابولیک را در فرآیند تمرین-ریکاوری متاثر سازد. هدف از تحقیق حاضر، تعیین تأثیر مکمل بتا هیدروکسی بتا متیل بوتیرات به شکل اسید آزاد (HMB-FA) بر پاسخ‌های هورمونی و ریکاوری حین پروتکل شبیه‌سازی شده کشتی در کشتی‌گیران به مدت یک شب و یک روز بوده است. **روش تحقیق:** تعداد ۲۰ کشتی‌گیر مرد انتخاب شده و به طور تصادفی در دو گروه مکمل - تمرین (۱۰ نفر) و دارونما - تمرین (۱۰ نفر) قرار گرفتند. هر یک از گروه‌ها، مکمل یا دارونما را به میزان ۳ گرم/روز دریافت کردند. شرکت‌کنندگان یک پروتکل اختصاصی شبیه‌سازی شده کشتی را پنج بار و هر بار مشتمل بر چهار بخش تکرار کردند. نمونه‌های خونی جهت اندازه‌گیری مقادیر سرمی عامل رشد شبه انسولین-۱ (IGF-1)، کورتیزول (Cort) و نسبت IGF-1/Cort قبل از مصرف مکمل، بعد از مصرف مکمل، بلافاصله بعد از تکرار اول پروتکل اختصاصی کشتی، بلافاصله بعد از تکرار سوم پروتکل اختصاصی کشتی و بلافاصله بعد از تکرار پنجم پروتکل اختصاصی کشتی؛ اخذ گردید. وضعیت ریکاوری درک شده (PRS) بلافاصله قبل از تکرارهای اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم پروتکل اختصاصی کشتی، ارزیابی شد. نتایج با استفاده از آزمون‌های تحلیل کوواریانس و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در سطح معنی‌داری  $p < 0.05$  استخراج گردید. **یافته‌ها:** مقادیر سرمی IGF-1 بعد از مصرف مکمل ( $p = 0.001$ ) و بعد اولین ( $p = 0.004$ )، سومین ( $p = 0.004$ ) و پنجمین ( $p = 0.01$ ) پروتکل اختصاصی کشتی در گروه HMB-FA نسبت به گروه دارونما، بیشتر افزایش یافت. همچنین مقادیر سرمی IGF-1/Cort بعد از مصرف مکمل ( $p = 0.001$ ) و بعد اولین ( $p = 0.001$ )، سومین ( $p = 0.003$ ) و پنجمین ( $p = 0.001$ ) پروتکل اختصاصی کشتی در گروه HMB-FA نسبت به گروه دارونما، بیشتر افزایش یافت؛ اما مقادیر Cort در گروه دارونما نسبت به گروه HMB-FA بعد از مصرف مکمل ( $p = 0.006$ ) و بعد اولین ( $p = 0.002$ )، سومین ( $p = 0.008$ ) و پنجمین ( $p = 0.002$ ) پروتکل اختصاصی کشتی افزایش بیشتری پیدا کرد. از طرف دیگر، PRS در گروه دارونما نسبت به گروه HMB-FA قبل از اولین، دومین، سومین، چهارمین و پنجمین پروتکل اختصاصی کشتی کاهش بیشتری نشان داد ( $p < 0.05$ ). **نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد مکمل‌گیری HMB-FA پاسخ‌های هورمونی کشتی‌گیران را حین اجرای یک پروتکل شبیه‌سازی شده کشتی بهبود می‌بخشد.

**واژه‌های کلیدی:** کشتی، مکمل HMB-FA، کورتیزول، عامل رشد شبه انسولین-۱.

## مقدمه

نگرانی مداوم برای کادر فنی کشتی است؛ زیرا ریکاوری ناکافی می تواند منجر به خستگی، کاهش عملکرد، و افزایش پتانسیل آسیب دیدگی شود (مارتینز<sup>۱۱</sup> و دیگران، ۲۰۱۷). عامل اصلی "ریکاوری ضعیف روانی - فیزیولوژیکی" در ورزشکاران، عدم تعادل بین استرس بدنی<sup>۱۲</sup> ناشی از تمرینات بدنی، تاکتیکی، فنی و ذهنی می باشد (فورتس<sup>۱۳</sup> و دیگران، ۲۰۱۹). روش های مختلف ریکاوری که در کشتی و ورزش های رزمی مورد استفاده قرار می گیرد شامل ماساژ یخ، غوطه وری در آب سرد، ریکاوری فعال و غیر فعال، آروماتراپی<sup>۱۴</sup>، طب سوزنی، سرما درمانی، کشش، ماورای صوت (التراسوند<sup>۱۵</sup>)، مصرف داروهای ضدالتهابی مثل آسپرین، ایبوپروفن و استامیوفن؛ مصرف مکمل های غذایی مثل ویتامین های E و C، کربوهیدرات-پروتئین می باشد (یاقرپور گل و دیگران، ۲۰۱۸؛ شارما<sup>۱۶</sup> و دیگران، ۲۰۱۷؛ دمیرحان<sup>۱۷</sup> و دیگران، ۲۰۱۵؛ ساهین<sup>۱۸</sup> و دیگران، ۲۰۱۳؛ تیانلانگ<sup>۱۹</sup> و دیگران، ۲۰۱۹).

تمرین شدید و تغذیه برتر دو جزء اصلی و مهم برای ورزشکاران قدرتی، توانی و مبارزه ای نخبه از جمله کشتی به شمار می روند (امیرساسان و دیگران، ۲۰۱۸). به نظر می رسد استفاده از مکمل های تغذیه ای می تواند ترشح هورمون های آنابولیک را در فرآیند تمرین-ریکاوری متاثر سازد. از این رو بتا هیدروکسی بتا متیل بوتیرات<sup>۲۰</sup> (HMB) به عنوان مکمل تغذیه ای، به ویژه در میان ورزشکاران قدرتی، محبوبیت زیادی پیدا کرده است. HMB متابولیت اسید آمینه ضروری لوسین<sup>۲۱</sup> است که اثرات آنابولیکی بر متابولیسم پروتئین دارد (هولکک<sup>۲۲</sup> و دیگران، ۲۰۱۷) و به نظر می رسد با کاهش تجزیه پروتئین عضله و آسیب ناشی از تمرینات شدید، از اثر آنتی - کاتابولیکی نیز برخوردار است. متابولیسم HMB موجب تولید بتا هیدروکسی بتا متیل کوآ<sup>۲۳</sup> شده و در نتیجه، به عنوان تامین کننده منبع کربن به عنوان پیش ساز کلاسترول عمل می کند (اسد و دیگران، ۲۰۱۵). از این رو، از جمله راهبرد های تغذیه ای مطرح در ریکاوری، استفاده از مکمل HMB می باشد (شیخ الاسلامی وطنی و احمدی، ۲۰۱۵). به تازگی HMB در شکل اسید آزاد<sup>۲۴</sup> (HMB-FA) به عنوان یک جایگزین جدید ظهور کرده است و اثر ارگوژنیک<sup>۲۵</sup> بیشتری به وجود می آورد (سیلوا<sup>۲۶</sup> و دیگران، ۲۰۱۷). مکمل HMB-FA (که به عنوان بتاتور<sup>۲۷</sup>

کشتی از جمله ورزش های برخورداردی است و درصد مشارکت سیستم های انرژی فسفاژن، اسید لاکتیک، و هوازی در رشته کشتی آزاد به ترتیب ۶/۷۴، ۵۷/۴۷ و ۳۵/۷۹ درصد می باشد (میرزایی و دیگران، ۲۰۱۷). مسابقه کشتی یک فعالیت فیزیکی متناوب با شدت متغیر است که مشخصه آن حمله های ناگهانی، حرکات انفجاری، ضد حمله و چندین مهارت تهاجمی است که مکرراً اجرا می شود (نکویی و دیگران، ۲۰۱۷؛ اکبرزاده و دیگران، ۲۰۰۶؛ عبدالعلی زاده و دیگران، ۲۰۱۶) و احتمالاً موجب ایجاد برخی تغییرات هورمونی در کشتی گیران گردیده و کارایی آن ها را تحت تاثیر قرار می دهد. این شرایط می تواند زمان ریکاوری کشتی گیران را طولانی سازد (ساکو و گائینی، ۲۰۱۷؛ پیسکین<sup>۱</sup> و دیگران، ۲۰۱۳). در این میان، بعضی عوامل رشدی و هورمونی از جمله عامل رشد شبه انسولین<sup>۲۱</sup> (IGF-1)، سنتز پروتئین عضله را افزایش می دهند و تخریب پروتئین عضله را سرکوب می کنند (اندرسون<sup>۲</sup> و دیگران، ۲۰۱۸؛ ساتو<sup>۳</sup> و دیگران، ۲۰۱۳). در مقابل، کورتیزول (Cort) سنتز پروتئین عضله در انسان را کاهش می دهد و نشان داده شده که ترکیبی از هورمون های کاتابولیکی از جمله کورتیزول، باعث افزایش تجزیه پروتئین عضلات در انسان می شوند (نولز<sup>۴</sup> و دیگران، ۲۰۱۹). اندروژن ها<sup>۵</sup> و کورتیزول، به عنوان مهم ترین تنظیم کننده تعادل متابولیسم آنابولیک<sup>۶</sup> و کاتابولیک<sup>۷</sup> عضله شناخته می شوند (ملانوروزی و دیگران، ۲۰۱۸). تعادل بین هورمون هایی مانند کورتیزول و عواملی آنابولیک مثل IGF-1 اثرات مهمی بر اجرا و ریکاوری در ورزش کشتی دارد (قاسم نیان و دیگران، ۲۰۱۷؛ کلامن<sup>۸</sup> و دیگران، ۲۰۱۰). نتایج ناپایدار در کسب مدال توسط کشتی گیران یک تیم باعث شده است که عوامل مختلفی مورد توجه فیزیولوژیست ها، به خصوص متخصصین علم تمرین و تغذیه ورزشی قرار گیرد. از مهم ترین این عوامل می توان به ریکاوری و عوامل موثر بر پاسخ های هورمونی در کشتی گیران اشاره کرد. چنانچه کالوس<sup>۱۰</sup> و کلامن (۲۰۰۱)، ریکاوری مناسب را از بین بردن خستگی و بازگرداندن نیروی حیاتی در ورزشکاران می دانند که به تعادل ایده آل بین جلسات تمرین یا رقابت می انجامد. ریکاوری ورزشکاران پس از تمرین و در حین رقابت، یک

1. Piskin
2. Insulin-like growth-1
3. Anderson
4. Sato
5. Knowles
6. Androgens
7. Anabolic metabolism
8. Catabolic
9. Kellmann

10. Callus
11. Martins
12. Physical stress
13. Fortes
14. Aromatherapy
15. Ultrasound
16. Sharma
17. Demirhan
18. Sahin

19. Tianlong
20. Beta-Hydroxy-beta-methylbutyrate
21. Leucine
22. Holeček
23.  $\beta$ -Hydroxy  $\beta$ -Methyl-CoA
24. HMB- free acid
25. Ergogenic
26. Silva
27. BetaTor®

حاد در تستوسترون کل، تستوسترون آزاد، و کورتیزول ایجاد نمی کند.

در تحقیقات پیشین، پاسخ مشخصی برای این پرسش که HMB-FA چه تاثیری بر پاسخ‌های هورمونی کشتی‌گیران دارد، ارائه نشده است و بر اساس جستجوهای انجام شده، تحقیقی در زمینه تاثیر مکمل HMB-FA بر ریکاوری کشتی‌گیران گزارش نشده است. ضمن آن که در زمینه تاثیر مکمل HMB-FA بر شاخص‌های فیزیولوژیک - ریکاوری کشتی‌گیران گزارش‌های کافی وجود ندارد. با توجه به این که کشتی یک ورزش مقاومتی و برخوردی است، زمان بین مسابقات آن کوتاه بوده و نیاز به ریکاوری سریع دارد و همچنین با توجه به نقش هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک در مدت زمان ریکاوری و این که این مکمل با اثرات آنابولیکی و ضد کاتابولیکی خود می‌تواند موجب سرعت بخشیدن به ریکاوری ورزشکاران شود؛ بررسی تأثیر مکمل گیری کوتاه مدت HMB-FA در کشتی‌گیران به عنوان هدف مطالعه حاضر تعیین گردید. بر این اساس، فرض بر آن است که مکمل گیری HMB-FA پاسخ‌های هورمونی (شامل کورتیزول، IGF-1، و نسبت IGF-1/Cort و وضعیت ریکاوری درک شده کشتی‌گیران) را حین یک پروتکل شبیه سازی شده کشتی، بهبود بخشد.

#### روش تحقیق

**نحوه نمونه گیری:** این مطالعه یک کارآزمایی بالینی، دو سوکور کنترل شده با گروه دارونما است که به منظور بررسی تاثیر مکمل HMB-FA بر شاخص‌های هورمونی و وضعیت ریکاوری درک شده در کشتی‌گیران طراحی شده است. انداره نمونه برابر ۲۰ با اندازه اثر ۰/۹۰ و توان آزمون ۰/۸۰ توسط نرم افزار جی پاور<sup>۱۱</sup> تعیین شد. بدین ترتیب از بین کشتی‌گیران تمرین کرده داوطلب واجد شرایط شرکت در مطالعه (۱۶۰ نفر)، تعداد ۲۰ کشتی‌گیر بین ۲۶ - ۱۹ سال انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه مکمل-تمرین (۱۰ نفر) و دارونما-تمرین (۱۰ نفر) تقسیم شدند. داوطلبان دعوت شده از خانه کشتی امید نوروزی شهر شیراز با حداقل چهار سال سابقه تمرین منظم کشتی بودند و سابقه فعالیت در لیگ بزرگسالان و قهرمانان کشور داشتند. شرکت کنندگان سابقه مصرف الکل، کراتین، بتا آلانین، کافئین، اورنیتین، اسید آمینه‌های شاخه دار، کارنیتین و یا لوسین، آرژنین، تریپتوفان، و آنتی اکسیدان‌ها در شش ماهه قبل از تحقیق؛ و سابقه مصرف استروئیدهای آنابولیک<sup>۱۲</sup> یا پیش سازهای

نیز شناخته شده است) حاوی اسید چرب HMB، پلی دکستروز لایتیز<sup>۱</sup>، آب اسمز معکوس، طعم پرتقال، عامل دبترینگ عصاره استویا<sup>۲</sup>، سربات پتاسیم و کربنات پتاسیم می باشد (تینسلی<sup>۳</sup> و دیگران، ۲۰۱۸). به طور کلی هنگام استفاده از HMB-FA، سرعت جذب افزایش می یابد، به گونه ای که حداکثر غلظت پلاسمایی را حدود ۳۰ دقیقه پس از مصرف نشان می دهد. علاوه بر این، HMB-FA باعث افزایش غلظت HMB پلاسما، همراه با افزایش میزان پاک سازی پلاسما می شود. میزان جذب بیشتر، غلظت پلاسمایی و سرعت پاک سازی بیشتر؛ منجر به قابلیت دسترسی بیشتر HMB داخل عضلانی گردیده و در نتیجه، محرک بهتر و عملی تری برای ریکاوری بین مسابقات در کشتی‌گیران می باشد (سیلوا و دیگران، ۲۰۱۷).

مکانیزم عمل HMB شامل مهار تجزیه پروتئین و افزایش سنتز آن است (ویلسون<sup>۴</sup> و دیگران، ۲۰۱۳). به نظر می‌رسد HMB سنتز پروتئین عضله را از طریق روند فرانتزیمی mTORC1<sup>۵</sup> - آبشار سیگنال دهی که در هماهنگی فرآیند ترجمه پروتئین عضله دخیل است - تحریک می کند. علاوه بر این، HMB ممکن است اثرات آنتاگونیستی<sup>۶</sup> بر مسیر یوبیکوتین-پروتئوزوم<sup>۷</sup> (سیستم تجزیه کننده پروتئین‌های داخلی سلولی) داشته باشد. بر اساس شواهد، HMB تمایز سلولی، تکثیر سلولی و همجوشی سلولی<sup>۸</sup> را بهبود می‌بخشد (سیلوا و دیگران، ۲۰۱۷). از این رو، علاوه بر اثر آن بر مسیر یوبیکوتین-پروتئوزوم، HMB تخریب پروتئین عضله اسکلتی از طریق مهار فعالیت کاسپازها<sup>۹</sup> را نیز کاهش می دهد. تونند<sup>۱۰</sup> و دیگران در سال ۲۰۱۵، اثرات مکمل HMB-FA بر پاسخ اندوکروینی از جمله هورمون تستوسترون، هورمون رشد، IGF-1 و انسولین بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت بالا را ارزیابی کرده اند. آن‌ها بلافاصله بعد از تمرین مقاومتی، افزایش قابل توجهی در تستوسترون، هورمون رشد و انسولین پلاسما نشان دادند. هورمون رشد و انسولین ۳۰ دقیقه بعد از تمرین مقاومتی همچنان بالا باقی ماند. به اعتقاد محققین، مکمل HMB-FA پس از تمرین مقاومتی ممکن است پاسخ‌گذاری هورمون‌های آنابولیک از جمله هورمون رشد و IGF-1 را افزایش دهد. طبق سایر گزارش‌ها (ویلسون و دیگران، ۲۰۱۳a؛ ویلسون و دیگران، ۲۰۱۳b)، مکمل گیری کوتاه مدت HMB-FA شاخص وضعیت ریکاوری درک شده شرکت کنندگان را به طور قابل توجهی بهبود می بخشد؛ در حالی که تغییرات

1. Polydextrose Litesse®

2. Stevia Rebaudiana

3. Tinsley

4. Wilson

5. Mammalian/mechanistic target of rapamycin

complex 1

6. Antagonist

7. Ubiquitin-proteasome

8. Cellular fusion

9. Caspases

10. Townsend

11. G power

12. Anabolic steroids

اندازه مقابله کردن با یک کشتی گیر واقعی، تمرین کند. هنگام اجرا، کشتی گیر نزدیک سورتمه می ایستاد و نقطه نگهدارنده قرار گرفته در ارتفاع مناسب با میان تنه خود را می گرفت (نقطه نگهدارنده بر اساس الگوهای مهارتی به صورت مشابه در نظر گرفته شد). مرحله فعالیت اصلی، خود در چهار مرحله و سه بخش مداوم انجام گردید. الف) هل دادن سورتمه<sup>۴</sup> به مدت ۳۰ ثانیه: در این مرحله کشتی گیر به مدت ۳۰ ثانیه سورتمه را با تمام توان به جلو هل می داد. ب) اجرای حرکت یا مهارت: در این مرحله کشتی گیر با هم تیمی یا حریف خود به مدت ۱۵۰ ثانیه با سرعت و شدت تمام، حرکت دوخم درو<sup>۵</sup> را به تعداد ۲۰ تا ۲۵ بار تکرار می نمود. ج) مرحله استراحت: در این مرحله کشتی گیر ۲۰ ثانیه استراحت فعال داشت. مرحله دوم از فعالیت اصلی بر اساس سه بخش گفته شده ادامه یافت، با این تفاوت که در بخش ب، ۹۰ ثانیه با ۱۵ تا ۲۰ تکرار، حرکت اوج بند (حصیرمال)<sup>۶</sup> انجام شد؛ و در مرحله سوم از فعالیت اصلی، بخش ب، ۹۰ ثانیه با ۲۰ تا ۲۵ تکرار، حرکت درو<sup>۷</sup> اجرا گردید. در مرحله چهارم صرفاً بخش الف یا هل دادن سورتمه به مدت ۳۰ ثانیه با سرعت و قدرت تمام انجام شد (ایچمن<sup>۸</sup> و دیگران، ۲۰۱۷). هر کشتی گیر مرحله فعالیت اصلی که شامل چهار بخش بود را پنج بار تکرار کرد، به گونه ای که هر تکرار آن هشت دقیقه و ۳۰ ثانیه طول کشید. کل پروتکل اختصاصی بدون در نظر گرفتن زمان استراحت بین هر فعالیت اصلی، ۴۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول کشید؛ ضمن آن که گرم کردن ۱۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه و سرد کردن هم ۱۵ دقیقه به طول انجامید. زمان استراحت بین هر فعالیت اصلی ۳۰ دقیقه بود و بعد از هر فعالیت اصلی، کشتی گیران ۱۵ دقیقه به حالت درازکش استراحت کردند (شکل ۱). سپس مراحل خونگیری از کشتی گیران به عمل آمد. شدت فعالیت اصلی با ۹۰ الی ۱۰۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره بود. ناهار (ماکارونی) هم ساعت ۱۰ صبح صرف شد.

**نحوه خونگیری:** نمونه گیری خون در پنج مرحله شامل قبل از مصرف مکمل، بعد از مصرف مکمل و بلافاصله بعد از اولین، سومین و پنجمین تمرین اختصاصی کشتی (شکل ۱) صورت گرفت. در هر بار خون گیری، میزان پنج سانتی متر مکعب خون از سیاهرگ بازویی آزمودنی ها گرفته شد. نمونه های خونی جمع آوری شده به آزمایشگاه جهت اندازه گیری های مورد نظر انتقال یافت. نمونه های خونی در لوله های ژلدار حاوی ماده

هورمونی در طول سال قبل از اجرای پروتکل نداشتند. همه شرکت کنندگان از هدف، رویه ها و خطرات احتمالی مربوط به مطالعه کاملاً مطلع شدند و رضایت آگاهانه کتبی را امضا نمودند. این تحقیق بر اساس اظهار نامه جهانی پزشکی هلسینکی<sup>۱</sup> تدوین شد و در کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه علامه طباطبائی با شناسه اخلاق IR.ATU. REC.1398.010 ثبت گردید.

**نحوه مکمل دهی:** قبل از اجرای پروتکل اختصاصی کشتی، شرکت کنندگان مکمل HMB-FA را برای سه وعده در روز (ساعت ۱۲ شب، ۶ صبح و ۳۰ دقیقه قبل از پروتکل اختصاصی کشتی) - هر وعده یک گرم در قالب کپسول - به مدت یک شب و یک روز مصرف کردند. دارونما (پلاسیبو) نیز به مقدار یک گرم در روز با ترکیبی از شربت ذرت همراه با پرتقال و شیرین کننده های مواد غذایی در وعده های مشابه با گروه مکمل، به شرکت کنندگان داده شد (تینسلی و دیگران، ۲۰۱۸ و کوریا<sup>۲</sup> و دیگران، ۲۰۱۸).

**نحوه اجرای پروتکل اختصاصی کشتی:** پروتکل اختصاصی کشتی از ساعت ۱۲ تا ۱۶ هر روز در سالن کشتی با حضور کشتی گیران، مربیان و جمعی از علاقمندان به کشتی (به عنوان تماشاگر) برگزار شد. شرکت کنندگان در مطالعه، یک پروتکل اختصاصی کشتی با عنوان آزمون عملکرد بی هوازی کشتی دانشگاه مری<sup>۳</sup> (UMWAPT) را به شرح زیر انجام دادند. در مرحله گرم کردن (اول) دو دقیقه و ۵۵ ثانیه فعالیت دوییدن تا رسیدن به علامت مورد نظر و سپس پنج ثانیه دوییدن با حداکثر سرعت انجام شد. در ادامه با اجرای مدت دو دقیقه و ۵۵ ثانیه دوی نرم، پروتکل گرم کردن به اتمام رسید. هر کشتی گیر این پروتکل را سه بار تکرار کرد. بعد از سه مرحله گرم کردن، هر شرکت کننده به مدت یک دقیقه و ۵۵ ثانیه استراحت (غیر فعال) داشت. در مرحله فعالیت اصلی (دوم) برای انجام بخشی از فعالیت ها از یک سورتمه آموزشی مخصوص استفاده شد. سورتمه مسدود کننده یک قطعه از تجهیزات آموزشی است که برای کمک به کشتی گیران با تکنیک های مسدود کردن و توسعه قدرت مورد استفاده قرار می گیرد، معمولاً از فلز ساخته می شود، به خوبی با بالشتک پوشیده می شود، به طوری که به اندازه قد یک کشتی گیر است و می توان آن را در امتداد چمن هل داد. وزن سورتمه دو و نیم برابر وزن کشتی گیر است. بدین ترتیب ورزشکار در تعامل با سورتمه می تواند تمرین های قدرت نفوذ، مسدود کردن و مهارت های دیگر را به همان

1. Helsinki

2. Correia

3. University of Mary

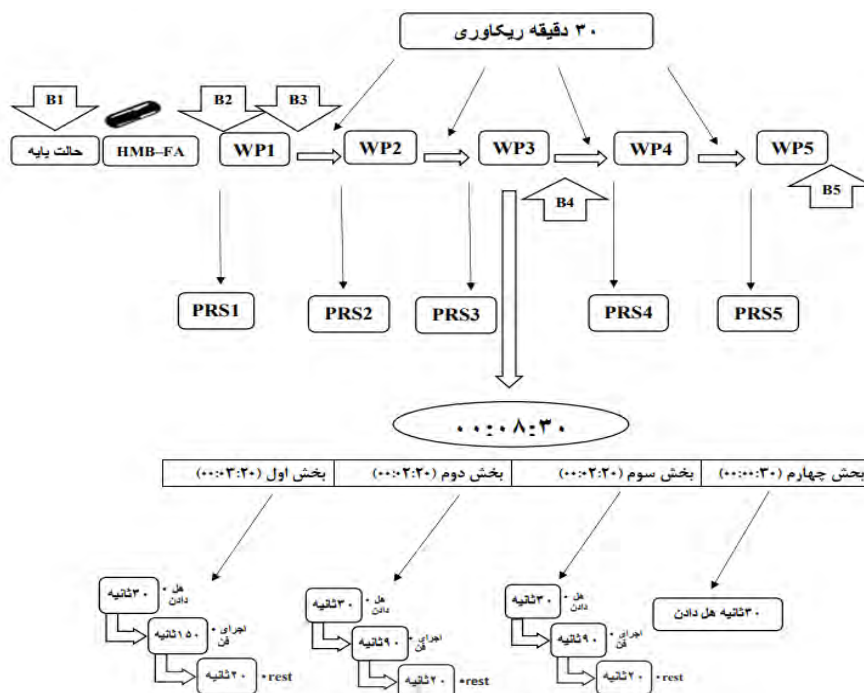
4. Football blocking sled

5. Drilled double legs

6. Drilling half nelsons

7. Drilling escapes

8. Eichmann



شکل ۱. پروتکل اختصاصی کشتی. WP1: اولین اجرای پروتکل اختصاصی کشتی، WP2: دومین اجرای پروتکل اختصاصی کشتی، WP3: سومین اجرای پروتکل اختصاصی کشتی، WP4: چهارمین اجرای پروتکل اختصاصی کشتی، WP5: پنجمین اجرای پروتکل اختصاصی کشتی، B1: خونگیری قبل از مصرف مکمل، B2: خونگیری بعد از مصرف مکمل، B3: خونگیری بعد از اولین تکرار پروتکل اختصاصی، B4: خونگیری بعد از سومین تکرار پروتکل اختصاصی، B5: خونگیری بعد از پنجمین تکرار پروتکل اختصاصی، PRS1: وضعیت ریکاوری قبل اولین پروتکل اختصاصی، PRS2: وضعیت ریکاوری قبل دومین پروتکل اختصاصی، PRS3: وضعیت ریکاوری قبل سومین پروتکل اختصاصی، PRS4: وضعیت ریکاوری قبل چهارمین پروتکل اختصاصی، PRS5: وضعیت ریکاوری قبل پنجمین پروتکل اختصاصی.

و دیگران، ۲۰۱۱). پرسشنامه PRS در سال ۱۹۹۸ توسط کنتا و هاسمن<sup>۶</sup> ابداع شد و در سال ۲۰۱۱ توسط لارنت و دیگران توسعه پیدا کرد. این مقیاس سطح ریکاوری بعد از تمرین شدید را در زمان های مختلف ریکاوری یا عملکرد ورزشی بعدی ارزیابی می کند. نمره PRS از مقادیر بین ۰ تا ۱۰ تشکیل شده است، به گونه ای که ریکاوری ۰-۲ بسیار ضعیف است و با افت عملکرد؛ ریکاوری ۴-۶ در حد متوسط و عملکرد مشابه؛ ریکاوری ۸-۱۰ به عنوان ریکاوری ادراک شده با افزایش مورد انتظار در عملکرد؛ در نظر گرفته می شود (سیکوروسکی<sup>۷</sup> و دیگران، ۲۰۱۳). در تحقیق حاضر، PRS بلافاصله قبل از اولین، دومین، سومین، چهارمین و پنجمین تکرار تمرین اختصاصی کشتی ارزیابی گردید (شکل ۱).

**ارزیابی وضعیت تغذیه ای:** ارزیابی تغذیه آزمودنی ها علاوه بر روش خودگزارشی و ثبت سه روزه رژیم غذایی، با استفاده از نرم افزار ردیاب پیشرفته تغذیه نسخه 0.2 apkpure انجام پذیرفت (کایزر<sup>۸</sup> و دیگران، ۲۰۲۰). انرژی مصرفی کل روزانه

فعال کننده انعقاد قرار داده شدند، به مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط نگهداری گردیدند و پس از آن، به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شده و سرم آن ها جدا گردید سپس نمونه ها با استفاده از کیت های ویژه هر متغیر و با روش الایزا<sup>۹</sup>، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

**تجزیه و تحلیل بیوشیمیایی:** کورتیزول سرم توسط کیت شرکت اینفینیتوم بایوتک<sup>۲</sup> (Ibt) ساخت آمریکا، با استفاده از روش رقابتی در طول موج ۴۵۰ نانومتر (با حساسیت ۲۰ نانو گرم/میلی لیتر) اندازه گیری شد. IGF-1 سرم هم توسط کیت شرکت باستر<sup>۳</sup> ساخت آمریکا، با استفاده از روش غیر رقابتی در طول موج ۴۵۰ نانومتر با دستگاه الایزا ریدر اورنس<sup>۴</sup> ساخت آمریکا (با حساسیت ۵۰ پیکو گرم/میلی لیتر) بررسی گردید.

**مقیاس وضعیت ریکاوری درک شده:** قبل از هر آزمون اختصاصی کشتی، برای ارزیابی شاخص وضعیت ریکاوری درک شده از مقیاس PRS استفاده گردید (لارنت<sup>۵</sup>

1. Elisa

2. Infinitum biotech

3. Boster

4. Awareness Elisa reader

5. Laurent

6. Kentta & Hassmen

7. Sikorski

8. Kaiser

مئانه، معده و روده آنها تخلیه شده بود (سلیمی آوانسر و دیگران، ۲۰۱۷).

**روش های 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 متغیرهای مورد ارزیابی گزارش شدند. سپس آزمون طبیعی بودن توزیع داده ها (آزمون کولموگروف - اسمیرنوف<sup>۱</sup>) انجام گرفت و با توجه به تایید آن، از آزمون تحلیل کوواریانس<sup>۲</sup> (ANCOVA) جهت بررسی میزان تغییرات بین گروهی؛ و از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر برای مقایسه متغیرها در دامنه های زمانی مختلف استفاده شد. از آزمون تعقیبی بونفرونی<sup>۳</sup> (یا آزمون دان<sup>۴</sup>) نیز جهت تشخیص تفاوت های درون گروهی (مقایسه زوجی) بهره برداری گردید. سطح معنی داری در کلیه موارد  $p < 0.05$  در نظر گرفته شد.

#### یافته ها

شاخص های فردی و دموگرافیک شرکت کنندگان در جدول ۱ توصیف شده است. همان طور که مشاهده می شود از نظر سن، قد، وزن بدن، حداکثر اکسیژن مصرفی، توده بدن بدون چربی یا درصد چربی بدن بین گروه ها اختلاف معنی داری در شرایط پایه وجود ندارد.

کشتی گیران برابر ۳۱۲۰ کیلوکالری مشتمل بر ۴۶۲ گرم کربوهیدرات، ۶۷ گرم چربی، و ۱۵۶ گرم پروتئین بود. لازم به توضیح است سهم هر یک از این منابع به ترتیب برای کربوهیدرات ۶۰ درصد، چربی ها ۲۰ درصد و پروتئین ها نیز ۲۰ درصد در نظر گرفته شد.

**اندازه گیری حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_2 \max$ )، شاخص های ترکیب بدنی و ضربان قلب استراحتی:** آزمون بروس<sup>۱</sup> بر روی دستگاه نوار گردان (مدت زمان رسیدگی به واماندگی) برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی مورد استفاده قرار گرفت. دوییدن تا رسیدن به واماندگی کامل ادامه یافت و سپس با قرار دادن مدت زمان تا واماندگی و تطبیق آن با نمودار  $VO_2 \max$  برآورد شد (میرزایی و دیگران، ۲۰۰۶). برای تعیین ضربان قلب در حالت استراحت از دستگاه ضربان سنج دیجیتالی (مدل Digimad, MBO ۱۶ ساخت انگلیس) استفاده شد (دشتی و دیگران، ۲۰۱۱). به علاوه، قد آزمودنی ها با قدسنج مدل سکا ساخت کشور آلمان با حساسیت یک میلی متر؛ وزن بدن با ترازوی دیجیتالی سکا با دقت ۰/۱ کیلوگرم؛ و درصد چربی بدن توسط دستگاه InBody-570 ساخت کشور کره جنوبی سنجش شد. تمام اندازه گیری ها در حالی انجام شد که آزمودنی ها از چهار ساعت قبل، از خوردن و آشامیدن خودداری کرده بودند و حتی الامکان

جدول ۱. توصیف و مقایسه شاخص های فردی کشتی گیران شرکت کننده در مطالعه

متغیرها	گروه مکمل - ورزش میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	گروه دارونما - ورزش میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	سطح معنی داری
سن (سال)	۲۴/۱۰ $\pm$ ۲/۸۴	۲۳/۷۰ $\pm$ ۲/۶۷	۰/۷۵
قد (سانتی متر)	۱۶۸ $\pm$ ۶	۱۷۴ $\pm$ ۲/۲۰	۰/۶۷
وزن (کیلوگرم)	۷۶/۹۰ $\pm$ ۱۲/۴۸	۷۸/۵۰ $\pm$ ۹/۵۸	۰/۵۶
چربی بدن (درصد)	۱۰/۸۸ $\pm$ ۱/۲۸	۱۰/۸۶ $\pm$ ۲/۰۵	۰/۹۷
$VO_2 \max$ (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	۶۰/۲۴ $\pm$ ۵/۱۳	۶۳/۳۸ $\pm$ ۴/۷۸	۰/۷۸
ضربان قلب استراحتی (ضربه/دقیقه)	۵۸/۵۰ $\pm$ ۳/۹۳	۵۷/۶۰ $\pm$ ۳/۶۵	۰/۴۵
BMI (کیلوگرم/متر مربع)	۲۳/۲۷ $\pm$ ۴/۱۷	۲۳/۷۸ $\pm$ ۴/۳۸	۰/۷۹
وضعیت ریکاوری درک شده مرحله ۱	۶/۱۰ $\pm$ ۱/۷۲	۴/۴۰ $\pm$ ۰/۵۱	۰/۱۰

گرم، دارونما - تمرین  $۶۷/۷۱ \pm ۲/۱۵$  گرم؛  $p = 0.077$ ) و پروتئین (مکمل - تمرین  $۱۵۵/۵۸ \pm ۲/۱۱$  گرم، دارونما - تمرین  $۱۵۶ \pm ۱/۴۶$  گرم؛  $p = 0.024$ ) مشابه بود و در طی پروتکل شبیه سازی شده کشتی در کشتی گیران تغییر معنی داری نداشت. آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر نشان داد که در گروه مکمل، پاسخ های هورمونی شامل

مکمل HMB-FA در طول تحقیق بخوبی قابل تحمل بود و اثر جانبی یا علایم جدیدی گزارش نگردید. همچنین، غذای مصرفی شامل کیفیت و کمیت و تعداد وعده های غذایی در هر دو گروه شرکت کننده شامل کربوهیدرات (گروه مکمل - تمرین  $۴۶۶/۷۵ \pm ۴/۵۱$  گرم، دارونما - تمرین  $۴۶۴/۵۵ \pm ۳/۶۵$  گرم؛  $p = 0.096$ )، چربی (گروه مکمل - تمرین  $۶۷/۷۸ \pm ۱/۸۴$

1. Bruce test  
2. Kolmogorov-Smirnov  
3. Analysis of covariance

4. Bonferroni  
5. Dunn

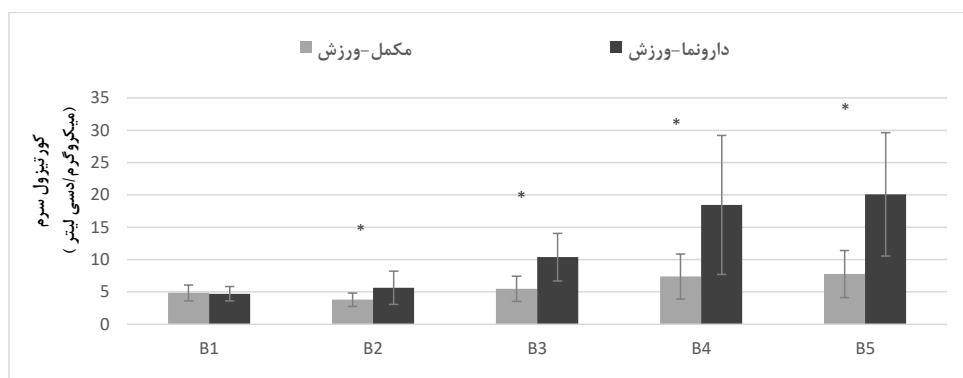
نسبت به گروه HMB-FA بعد از مصرف مکمل ( $p=0/006$ ) و بعد اولین ( $p=0/002$ )، سومین ( $p=0/008$ ) و پنجمین ( $p=0/002$ ) پروتکل اختصاصی کشتی؛ به طور معنی دار بالاتر بود. این در حالی بود که شرایط پایه (قبل از مصرف مکمل)، هر دو گروه از نظر متغیرهای مذکور همسان بودند ( $p \geq 0/05$ ) (جدول ۲ و شکل های ۲ تا ۴). به علاوه، در گروه مکمل در مراحل اولیه پروتکل شبیه سازی کشتی، امتیاز PRS به طور معنی داری بالاتر بود ( $p < 0/05$ )؛ اما با ادامه مراحل، امتیاز PRS کاهش کمتری را در مقایسه با گروه دارونما نشان داد. در گروه دارونما امتیاز PRS به طور معنی داری ( $p < 0/05$ ) کمتر از گروه مکمل بود (شکل ۵).

کورتیزول، IGF-1 و IGF-1/Cort در مراحل مختلف مطالعه شامل قبل از مصرف مکمل، بعد از مصرف مکمل، بلافاصله بعد از اولین، سومین و پنجمین تکرار تمرین اختصاصی کشتی در مقایسه با گروه دارونما، تغییرات معنی داری داشت (جدول ۲). مقادیر سرمی IGF-1 بعد از مصرف مکمل ( $p=0/001$ ) و بعد اولین ( $p=0/004$ )، سومین ( $p=0/004$ ) و پنجمین ( $p=0/001$ ) پروتکل اختصاصی کشتی در گروه HMB-FA نسبت به گروه دارونما بالاتر بود. به علاوه، شاخص IGF-1/Cort بعد از مصرف مکمل ( $p=0/001$ ) و بعد اولین ( $p=0/001$ )، سومین ( $p=0/003$ ) و پنجمین ( $p=0/001$ ) پروتکل اختصاصی کشتی در گروه HMB-FA نسبت به گروه دارونما؛ و مقادیر Cort سرمی در گروه دارونما

جدول ۲. توصیف و مقایسه تغییرات سرمی کورتیزول، IGF-1 و IGF-1/Cort دو گروه شرکت کننده در زمان های مختلف اجرای پروتکل شبیه سازی کشتی

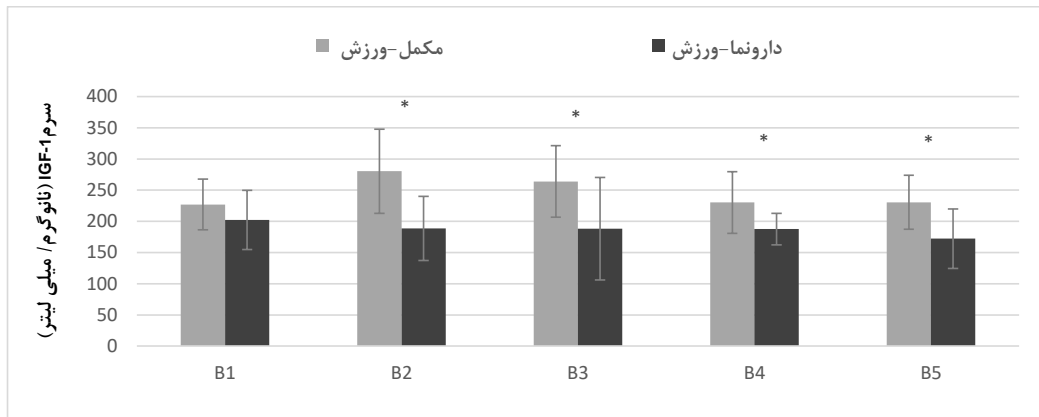
متغیرها	مراحل	گروه مکمل_ورزش میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	گروه دارونما_ورزش میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	سطح معنی داری
کورتیزول (میکروگرم/دسی لیتر)	B1	4/84 $\pm$ 1/23	4/71 $\pm$ 1/10	0/79
	B2	3/79 $\pm$ 1/04	5/62 $\pm$ 2/57	0/006*
	B3	5/48 $\pm$ 1/96	10/37 $\pm$ 3/69	0/002*
	B4	7/37 $\pm$ 3/48	18/45 $\pm$ 10/76	0/008*
	B5	7/76 $\pm$ 3/64	20/01 $\pm$ 9/55	0/002*
IGF-1 (نانوگرم/میلی لیتر)	B1	277/04 $\pm$ 40/78	202/37 $\pm$ 47/44	0/23
	B2	280/37 $\pm$ 67/46	188/65 $\pm$ 51/51	0/001*
	B3	264 $\pm$ 57/22	188/32 $\pm$ 82/26	0/004*
	B4	230/31 $\pm$ 49/41	187/72 $\pm$ 25/23	0/004*
	B5	230/64 $\pm$ 43/12	172/23 $\pm$ 47/52	0/01*
IGF-1/Cort	B1	4/89 $\pm$ 1/27	4/48 $\pm$ 1/47	0/51
	B2	7/83 $\pm$ 2/57	3/76 $\pm$ 1/47	0/001*
	B3	5/41 $\pm$ 2/15	1/99 $\pm$ 0/66	0/001*
	B4	4/02 $\pm$ 2/35	1/27 $\pm$ 0/55	0/003*
	B5	3/47 $\pm$ 1/61	0/99 $\pm$ 0/46	0/001*

\* نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه دارونما-ورزش در سطح  $p < 0/05$ . B1. خونگیری قبل از مصرف مکمل، B2. خونگیری بعد از مصرف مکمل، B3. خونگیری بعد از اولین تکرار پروتکل اختصاصی، B4. خونگیری بعد از سومین تکرار پروتکل اختصاصی، B5. خونگیری بعد از پنجمین تکرار پروتکل اختصاصی.

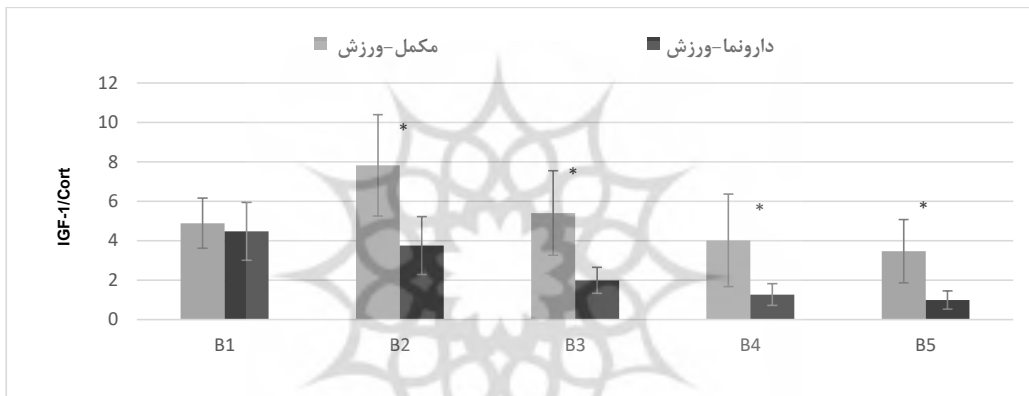


شکل ۲. مقایسه کورتیزول کشتی گیران دو گروه \* نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه دارونما-ورزش در سطح  $p < 0/05$ . B1= خونگیری قبل از مصرف مکمل، B2= خونگیری بعد از مصرف مکمل، B3= خونگیری بعد از اولین تکرار پروتکل اختصاصی، B4= خونگیری بعد از سومین تکرار پروتکل اختصاصی، B5= خونگیری بعد از پنجمین تکرار پروتکل اختصاصی.

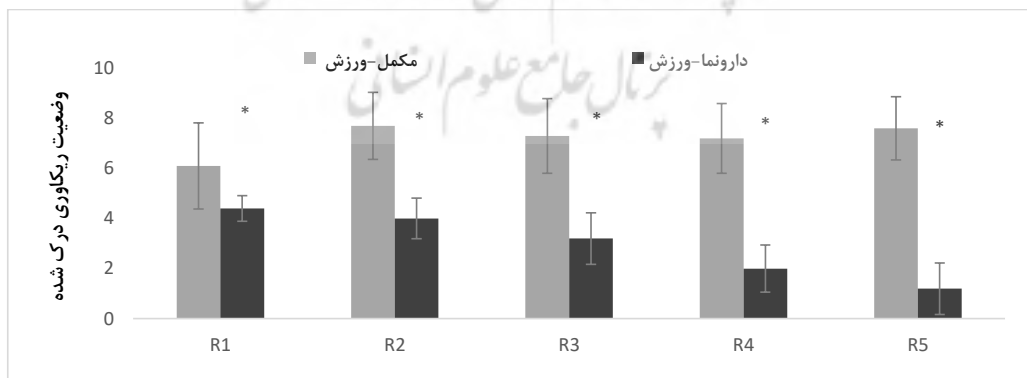




شکل ۳. مقایسه کشتی گیران دو گروه \* نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه دارونما-ورزش در سطح  $p < 0.05$ . B1 = خونگیری قبل از مصرف مکمل، B2 = خونگیری بعد از مصرف مکمل، B3 = خونگیری بعد از اولین تکرار پروتکل اختصاصی، B4 = خونگیری بعد از سومین تکرار پروتکل اختصاصی، B5 = خونگیری بعد از پنجمین تکرار پروتکل اختصاصی.



شکل ۴. مقایسه کشتی گیران دو گروه \* نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه دارونما-ورزش در سطح  $p < 0.05$ . B1 = خونگیری قبل از مصرف مکمل، B2 = خونگیری بعد از مصرف مکمل، B3 = خونگیری بعد از اولین تکرار پروتکل اختصاصی، B4 = خونگیری بعد از سومین تکرار پروتکل اختصاصی، B5 = خونگیری بعد از پنجمین تکرار پروتکل اختصاصی.



شکل ۵. مقایسه وضعیت ریکاوری درک شده کشتی گیران دو در زمان های مختلف اندازه گیری. \* نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه دارونما-ورزش در سطح  $p < 0.05$ . PRS: وضعیت ریکاوری درک شده (امتیاز ۱-۱۰)، R: ارزیابی PRS قبل از انجام تکرارهای تمرین اختصاصی کشتی.

## بحث

نتایج تحقیق حاضر تغییر معنی داری را در IGF-1، کورتیزول و IGF-1/Cort بعد از پروتکل اختصاصی کشتی، در کشتی‌گیران مصرف کننده مکمل HMB-FA نشان داد؛ بدین گونه که ریکاوری در کشتی‌گیران سرعت یافت و تعادل دو هورمون آنابولیک و کاتابولیک بهبود پیدا کرد؛ ضمن آن که مکمل مورد استفاده، افت PRS را کند نمود. مطالعات نشان داده اند که HMB منجر به تعادل مثبت خالص پروتئین عضله اسکلتی از طریق تحریک سنتز پروتئین و کاهش تجزیه پروتئین می شود (ویلسون و دیگران، ۲۰۱۳a). محور هورمون رشد و IGF-1 نقش کلیدی در تحریک سنتز پروتئین و یا تعادل سنتز پروتئین دارد، به گونه‌ای که HMB باعث تحریک سنتز پروتئین از طریق تغییر در فعالیت محوری این دو هورمون می شود (ویلسون و دیگران، ۲۰۱۳a؛ ویلسون و دیگران، ۲۰۱۳b). مطالعات نشان داده اند که HMB فسفوریلاسیون mTOR و اهداف پایین دست آن، کیناز S6 ریبوزومی<sup>۱</sup> (RS6K) و پروتئین-۱ متصل شده به عامل شروع یوکاریوتی<sup>۲</sup> (EBP1) را افزایش می دهد (ویلسون و دیگران، ۲۰۱۳a؛ ویلسون و دیگران، ۲۰۱۳b). در شرایط کاتابولیک، سطوح IGF-1 کاهش می یابد؛ وضعیتی که منجر به افت فعالیت موضعی IGF-1 می شود (همارکوئیست<sup>۳</sup> و دیگران، ۲۰۰۹). همسو با یافته های تحقیق حاضر، شیروانی و دیگران (۲۰۲۰) ضمن بررسی تأثیر دو هفته مکمل دهی HMB-FA با و بدون ورزش مقاومتی برون گرا بر بیان برخی ژن های گردش پروتئین عضلانی و غلظت سرمی آیریزین<sup>۴</sup> و IGF-1 در موش های نر، نشان دادند که اثر متقابل ورزش و HMB-FA باعث افزایش غلظت IGF-1 سرم می شود. همچنین چمن و دیگران (۲۰۲۰) نشان داده اند که تمرینات پیچیده همراه با مکمل گیری HMB، بیشترین تأثیر بر افزایش پاسخ های آنابولیک (اینترلوکین-۱۵)<sup>۵</sup> و کاهش پاسخ های کاتابولیک (کورتیزول) دارد. به علاوه، توزند و دیگران (۲۰۱۵) اثرات مکمل HMB-FA بر پاسخ های اندوکرینی (تستوسترون، هورمون رشد، IGF-1 و انسولین) را بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت بالا ارزیابی کرده و افزایش قابل توجه تستوسترون، هورمون رشد و انسولین پلاسما را بلافاصله بعد از تمرین مقاومتی گزارش کرده اند. هورمون رشد و انسولین ۳۰ دقیقه بعد از تمرین مقاومتی همچنان بالا باقی ماند؛ از این رو، می توان گفت که مکمل HMB-FA پس از تمرین مقاومتی، ممکن است پاسخ گذرای هورمون های آنابولیک از جمله هورمون رشد

و IGF-1 را افزایش دهد. اسدی و دیگران (۲۰۱۷) اثر مکمل HMB-FA را بر قدرت، توان و سازگاری های هورمونی به دنبال تمرین مقاومتی مورد مطالعه قرار داده و گزارش کرده اند که مکمل HMB-FA غلظت های هورمونی استراحتی را تغییر می دهد. در طول شش هفته، افزایش معنی داری در هورمون های رشد، IGF-1، قدرت، و توان عضلانی ایجاد شد. لاوری<sup>۶</sup> و دیگران (۲۰۱۶) با بررسی اثر ترکیبی سه گرم مکمل HMB-FA همراه با ۴۰۰ میلی گرم آدنوزین تری فسفات (ATP) در روز، در مردان تمرین کرده مقاومتی، نشان داده اند که مصرف HMB-FA/ATP در طول ۱۲ هفته، از افزایش غلظت کورتیزول در طول مدت تمرینات جلوگیری می نماید. در تحقیق حاضر افزایش معنی داری در غلظت IGF-1 و IGF-1/Cort و کاهش معنی داری در مقادیر کورتیزول سرم کشتی‌گیران در زمان های مختلف پروتکل شبیه سازی کشتی مشاهده گردید که حاکی از اهمیت و نقش موثر مکمل HMB-FA در فراهم سازی هورمون های سنتز پروتئین های عضلانی می باشد.

از سوی دیگر، در تحقیق حاضر امتیاز PRS کشتی‌گیران در گروه مکمل-ورزش به مراتب مطلوب تر از گروه ورزش-دارونما بود که نشان دهنده نقش HMB-FA در افزایش تحمل فشار کار و نیز بازگشت سریع تر کشتی‌گیر به شرایط شروع مسابقه بعدی می باشد. با این حال، ناهمسو با نتایج مطالعه حاضر، (ویلسون و دیگران، ۲۰۱۳a؛ ویلسون و دیگران، ۲۰۱۳b) دریافته اند که مکمل دهی کوتاه مدت HMB-FA (دو روز، سه گرم/روز) بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت بالا، تغییرات حادی در تستوسترون کل، تستوسترون آزاد و کورتیزول ایجاد نمی کند. همچنین، لاوری و دیگران در سال ۲۰۱۶، نیز اثر ترکیبی سه گرم HMB-FA در روز همراه با ۴۰۰ میلی گرم آدنوزین تری فسفات (ATP) را در مردان تمرین کرده مقاومتی بررسی کردند و گزارش نمودند که مکمل دهی HMB-FA/ATP در طی ۱۲ هفته مطالعه، از افزایش غلظت کورتیزول در طول مدت تمرینات جلوگیری نمود و این در حالی بود که هیچ گونه اثری بر تستوسترون کل نداشت. به علاوه، تیکسیرا<sup>۷</sup> و دیگران (۲۰۱۹) عنوان داشته اند که هشت هفته مکمل یاری HMB-FA تأثیر معنی داری بر سطوح هورمون کورتیزول مردان تمرین کرده ندارد. به نظر می رسد که دلیل اصلی این ناهمسویی عوامل متعددی همچون طول دوره مصرف مکمل، شدت تمرینات، نوع آزمودنی‌ها، الگوهای تمرینی، نوع و مدت فعالیت، سطح آمادگی جسمی آن ها

1. Ribosomal S6 kinase

4. Irisin

7. Teixeira

2. Eukaryotic initiation factor E-4binding protein-1

5. Interleukin 15

3. Hammarqvist

6. Lowery

بهبود عملکرد کشتی گیران است.

**نتیجه گیری:** در مطالعه حاضر که جزو محدود تحقیقات انجام شده در زمینه بررسی اثرات حاد مکمل HMB-FA در کشتی گیران است، مشخص گردید که دریافت این مکمل قبل از انجام یک پروتکل شبیه سازی شده کشتی، باعث بهبود پاسخ های هورمونی و افزایش PRS در کشتی گیران می شود. این یافته ها دال بر آن است که برای سرعت بخشیدن به ریکاوری بعد از تمرینات پر حجم و پر فشار کشتی، استفاده از مکمل HMB-FA می تواند مفید باشد.

#### تعارض منافع

نویسندگان تعارض منافی را گزارش نکرده اند.

#### قدردانی و تشکر

مطالعه حاضر حاصل پایان نامه دانشجویی کارشناسی ارشد در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه علامه طباطبایی (ره) تهران می باشد. از تمام افرادی که در این تحقیق همکاری کرده اند، تشکر و قدردانی به عمل می آید.

و برخی از عوامل فیزیولوژیکی و روانشناختی دیگر باشد. در مطالعه حاضر، در گروه دارونما - ورزش، کشتی گیران پس از انجام مراحل اختصاصی کشتی، افت قابل توجهی در PRS داشتند. با این حال، در گروه مکمل، این افت در وضعیت ریکاوری درک شده توسط مکمل HMB-FA نسبت به دارونما، به مراتب کمتر بود و کشتی گیران گروه مکمل - ورزش از PRS بالاتری برخوردار بودند. چنین نتیجه ای را ویلسون و دیگران (۲۰۱۳a) ضمن مکمل دهی کوتاه مدت HMB-FA (دو روز، هر روز سه گرم) بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت بالا گزارش نموده اند. ویلسون و دیگران (۲۰۱۳b) نیز در پژوهش دیگری این نتایج را تایید کردند. به نظر می رسد کاهش PRS در گروه دارونما بر اثر افزایش کورتیزول و کاهش IGF-1/Cort باشد. ترتیبیان و دیگران (۲۰۱۶) نیز گزارش نموده اند که مصرف زعفران باعث بهینه سازی تعادل اکسیدانی/آنتی اکسیدانی و کاهش استرس اکسیداتیو<sup>۱</sup> شده و ریکاوری را سرعت می بخشد. در پژوهش حاضر، شاخص PRS در گروه مکمل HMB-FA افزایش پیدا نمود که حاکی از نقش موثر این مکمل در

#### منابع

- Abdul Alizadeh, A., Mokhtari, H., Najibi, M., & Rashid Lamir, A. (2016). 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, May 12 2016. PESSO01\_323, 402.*
- Akbarnejad, A., Ravasi, A., Aminian Razavi, T., & Noor Mohammadi, I. (2006). The effect of taking glutamine and creatine supplements on the immune system and athletic performance of elite wrestlers after a period of acute weight loss. *Harakat, 27, 173- 188. [In Persian]*
- Amirsasan, R., & Hessaei, J. (2018). Effect of short term supplementation of two different doss of colostrum on cell damage indicators in male wrestlers. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 13(1), 21-30.*
- Anderson, L.J., Tamayose, J.M., & Garcia, J.M. (2018). Use of growth hormone, IGF-I, and insulin for anabolic purpose: pharmacological basis, methods of detection, and adverse effects. *Molecular and Cellular Endocrinology, 464, 65-74.*
- Anthony, T.G. (2016). Mechanisms of protein balance in skeletal muscle. *Domestic Animal Endocrinology, 56, S23-S32.*
- Asadi, A., Arazi, H., & Suzuki, K. (2017). Effects of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate-free acid supplementation on strength, power and hormonal adaptations following resistance training. *Nutrients, 9(12), 1316.*
- Assad, M., Zoghi, R., & Fashi, M. (2015). The effect of eight weeks of resistance training with HMB supplementation on hormonal changes and testosterone in non-athlete men. *Journal of Alborz University of Medical Sciences, 5(3), 193-187. [In Persian]*
- Bagherpoor goll, T., Amirsasan, R., & Hessaei, J. (2018). Effect of Short term supplementation of two different doses of Colostrum on cell damage indicators in male wrestlers. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 13(1), 21-30. [In Persian]*

- Branco, B.H.M., Fukuda, D.H., Andreato, L.V., da Silva Santos, J.F., Esteves, J. V.D.C., & Franchini, E. (2016). The effects of hyperbaric oxygen therapy on post-training recovery in Jiu-Jitsu athletes. *PLoS One*, 11(3), e0150517.
- Correia, A.L.M., de Lima, F.D., Bottaro, M., Vieira, A., da Fonseca, A.C., & Lima, R.M. (2018). Pre-exercise  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate free-acid supplementation improves work capacity recovery: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 999, 1-6.
- Dashti, M.H. (2011). The effect of programmed exercise on body compositions and heart rate of 11-13 years-old male students. *Zahedan Medical Sciences Research Journal (Tabib Sharq)*, 13, 40-43. [In Persian]
- Demirhan, B., Yaman, M., Cengiz, A., Saritas, N., & Günay, M. (2015). Comparison of ice massage versus cold-water immersion on muscle damage and DOMS levels of elite wrestlers. *The Anthropologist*, 19(1), 123-129.
- Eichmann, B., Kobes, J., Sherve, C., Aho, A., & Saghiv, M. (2017). The university of Mary wrestling anaerobic performance test: A new wrestling-specific Protocol. *International Journal of Wrestling Science*, 7(1-2), 15-20.
- Eryılmaz, S.K., Aslankeser, Z., Özdemir, Ç., Özgünen, K., & Kurdak, S. (2019). The effect of 30-m repeated sprint exercise on muscle damage indicators, serum insulin-like growth factor-1 and cortisol. *Biomedical Human Kinetics*, 11(1), 151-157.
- Fortes, L.S., Lira, H.A., Mendonça, L.C., Paes, P.P., Vianna, J.M., & Pérez, A.J. (2019). Effect of body weight reduction on stress and recovery among Brazilian Judokas. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17(1), 74-84.
- Hamedchaman, N., Tofighi, A., & Toloueiazar, J. (2020). Comparison of the effects of 8 weeks of complex training and HMB supplements on IL-15 levels, cortisol, and some physiological and functional variables of male basketball players. *Journal of Sport Biosciences*, 12(1), 31-51. [In Persian]
- Hammarqvist, F., Wennström, I., & Wernerman, J. (2009). Effects of growth hormone and insulin-like growth factor-1 on postoperative muscle and substrate metabolism. *Journal of Nutrition and Metabolism*, (2010), 1-9.
- 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.
- Kaiser, B. M., Stelzl, T., & Gedrich, K. (2020). Nutrition apps on focus: A qualitative assessment. *European Journal of Public Health Studies*, 3(1), 9-32.
- 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.
- Knowles, O.E., Aisbett, B., Main, L.C., Drinkwater, E.J., Orellana, L., & Lamon, S. (2019). Resistance training and skeletal muscle protein metabolism in Eumenorrhic Females: Implications for researchers and practitioners. *Sports Medicine*, 49, 1637-1650.
- Laurent, C.M., Green, J.M., Bishop, P.A., Sjøkvist, J., Schumacker, R.E., Richardson, M.T., & Curtner-Smith, M. (2011). A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(3), 620-628.
- 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.
- Maleki, B.H., Tartibian, B., Mooren, F.C., Nezhad, F.Y., & Yaseri, M. (2016). Saffron supplementation ameliorates oxidative damage to sperm DNA following a 16-week low-to-intensive cycling training in male road cyclists. *Journal of Functional Foods*, 21, 153-166.

- Martins, P., & Pedro, S. (2017). Motivational regulations and recovery in olympic wrestlers. *International Journal of Wrestling Science*, 7(1-2), 27-34.
- Melanorozi, A., & Hesar Kooshki, M. (2019). Evaluation of two methods of wrestling training on serum cortisol and testosterone levels in wrestlers. *Fifth National Conference on Sports Science and Physical Education*, Tehran Iran, March 11, 2019. Sportconf 05\_096. [In Persian]
- Mirzaei, B., Ghahremani Moghaddam, M., & Alizae Yousef Abadi, H. (2017). Analysis of energy systems in Greco-Roman and freestyle wrestlers who participated in the 2015 and 2016 world championships. *International Journal of Wrestling Science*, 7(1-2), 35-40. [In Persian]
- Mirzaei, B., Rahmani Nia, F., & Mehrabani, J. (2006). Determining the validity of Bruce and Conconi tests with gas analyzer method in estimating  $VO_2$  max of national team wrestlers. *Harkat*, 29, 111-122. [In Persian]
- Moore, D. . (2019). Maximizing post-exercise anabolism: the case for relative protein intakes. *Frontiers in Nutrition*, 6, (147) 1-40.
- Nikooie, R., Cheraghi, M., & Mohamadipour, F. (2017). Physiological determinants of wrestling success in elite Iranian senior and junior Greco-Roman wrestlers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(3), 219-226.
- Piskin, E., Bayraktaroglu, T., Yamaner, F., Gumus, M., & Tamer, K. (2013). Growth and pubertal development in adolescent male wrestlers. *In 15th European Congress of Endocrinology*, 58(6), 852-6.
- Qasem Nian, A.A., Noor Mohammadi, E., Azad, A. (2017). Evaluation of changes in insulin-like growth factor-1 (IGF-I), serum cortisol and performance of female wheelchair basketball players after 8 weeks of upper body strength training. *Journal of Medical Science Studies Journal of Urmia University of Medical Sciences*, 27(10), 836-847. [In Persian]
- Salimi Avansar, M. (2017). Effect of HIIT training on the levels of Omentin-1 and body composition characteristics in sedentary obese men. *Journal of Sport and Exercise Physiology*, 10(2), 59-68. [In Persian]
- Sahin, I. (2013). Recovery dynamics following specific wrestling exercise. *International Journal of Academic Research*, 5(4), 108-112.
- Saki, B., & Gaieni, A. (2012). The effect of short-term use of HMB on AST, ALT, AP and serum urea levels after one session of intense resistance exercise in non-athlete male students. *Journal of Isfahan Medical School*, 30 (190), 695-704.
- Sato, T., Ito, Y., & Nagasawa, T. (2013). Regulation of skeletal muscle protein degradation and synthesis by oral administration of lysine in rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 59(5), 412-419.
- Sharma, L., Hussain, M.E., & Verma, S. (2017). Effect of recovery modalities on blood lactate clearance. *Saudi Journal of Sports Medicine*, 17(2), 65.
- Sheikholeslami vatani, D., & Ahmadi, K. (2015). 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*, 10(1), 78 - 71.
- Shirvani, H., Rahmati-Ahmadabad, S., Kowsari, E., Fry, H., Kazemi, M., & Kaviani, M. (2020). Effects of 2-week HMB-FA supplementation with or without eccentric resistance exercise on expression of some genes related to muscle protein turnover and serum irisin and IGF-1 concentrations. *Gene*, 760(15), 145018.
- Sikorski, E.M., Wilson, J.M., Lowery, R.P., Joy, J.M., Laurent, C.M., Wilson, S.M., ... & Gilchrist, P. (2013). Changes in perceived recovery status scale following high-volume muscle damaging resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), 2079-2085.

- Silva, V.R., Belozo, F.L., Micheletti, T.O., Conrado, M., Stout, J.R., Pimentel, G.D., & Gonzalez, A.M. (2017).  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate free acid supplementation may improve recovery and muscle adaptations after resistance training: A systematic review. *Nutrition Research*, 45, 1-9.
- Tianlong, D., & Sim, Y.J. (2019). Effects of different recovery methods on postboxing sparring fatigue substances and stress hormones. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(2), 258.
- Tinsley, G.M., Givan, A.H., Graybeal, A.J., Villarreal, M.I., & Cross, A.G. (2018).  $\beta$ -Hydroxy  $\beta$ -methylbutyrate free acid alters cortisol responses, but not myofibrillar proteolysis, during a 24-h fast. *British Journal of Nutrition*, 119(5), 517-526.
- Teixeira, F.J., Matias, C.N., Monteiro, C.P., Valamatos, M.J., Reis, J.F., Tavares, F., ... & Phillips, S.M. (2019). Leucine metabolites do not enhance training-induced performance or muscle thickness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(1), 56-64.
- Townsend, J.R., Hoffman, J.R., Gonzalez, A.M., Jajtner, A.R., Boone, C.H., Robinson, E.H., & Stout, J.R. (2015). Effects of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate free acid ingestion and resistance exercise on the acute endocrine response. *International Journal of Endocrinology*, 2015, 1-7.
- Wilson, J.M., Fitschen, P.J., Campbell, B., Wilson, G.J., Zanchi, N., Taylor, L., ... Antonio, J. (2013a). International society of sports nutrition position stand: beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB). *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1), 6.
- Wilson, J.M., Lowery, R.P., Joy, J.M., Walters, J.A., Baier, S.M., Fuller, J.C., ... & Duncan, N.M. (2013b).  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate free acid reduces markers of exercise-induced muscle damage and improves recovery in resistance-trained men. *British Journal of Nutrition*, 110(3), 538-544.

