



2024 (Autumn), 2 (3): 26-31

DOI: <https://doi.org/10.71702/eps.2024.1200655>

Research article

Journal of Physiology of Training and Sports Injuries

(PTSIJournal@gmail.com)

(zanjan.ptsijournal@iaui.ir)

<https://sanad.iaui.ir/journal/eps>

Received: 2024/9/5

Accepted: 2024/10/31

(ISSN: 3060 - 6306)

The effect of interval training combined with beta-alanine supplementation on physical fitness factors in male futsal players

Elham Fanaie¹, Elham Afshari Goshnizjani¹, Elham Eftekhari²

1. PhD student, Exercise Physiology, Sports Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.

2. Assistant Professor, Exercise Physiology, Sports Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran. (Corresponding Author). Email: e.eftekhari66@gmail.com

Abstract:

Futsal is a high-intensity interval sport that improves athlete performance through the use of specialized training programs and the consumption of appropriate nutritional supplements.

The present study aimed to compare the effects of interval training and beta-alanine supplementation on the physical fitness of futsal players. Forty people participated in this study. The subjects were randomly divided into two equal groups: high-intensity interval training with supplementation, and high-intensity interval training with placebo. Agility, aerobic power, and anaerobic power tests were administered to futsal players in the pre-test and post-test. The high-intensity interval training program consisted of 10 repetitions of one-minute running at 90% of maximum heart rate, with one minute of active rest (running or walking) between each run. Beta-alanine supplementation was 6 grams per day, taken 30 minutes before and immediately after exercise. One-way analysis of variance was used for between-group comparisons at a significance level of 0.05.

The results showed that aerobic power improved in the high-intensity interval training and beta-alanine supplement group compared to the interval training and placebo group. Peak anaerobic power was improved in the high-intensity interval training and beta-alanine supplement group compared to the interval training and placebo group. A significant decrease in running speed was observed in the high-intensity interval training and beta-alanine supplement group compared to the interval training and placebo group. Therefore, using a high-intensity interval training program due to its time efficiency can lead to improved physical and motor performance. In addition, combining interval training with beta-alanine supplementation can be more effective in affecting physical fitness.

Keywords: Interval training, physical fitness, beta-alanine, futsal.

How to Cite: Fanaie, E., Afshari Goshnizjani, E., Eftekhari, E. (2024). The effect of interval training combined with beta-alanine supplementation on physical fitness factors in male futsal players. Journal of Physiology of Training and Sports Injuries, 2(3):26-31. [Persian].





دوره ۲ - شماره ۳
پاییز ۱۴۰۳ - صص: ۲۶-۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۶/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۱۰
مقاله پژوهشی

تاثیر تمرین تناوبی همراه با مکمل بتا آلانین بر عوامل آمادگی جسمانی مردان فوتسالیست

الهام فنایی^۱، الهام افشاری گشنیزجانی^۱، الهام افتخاری^۲

۱. دانشجوی دکتری، فیزیولوژی ورزش، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.

۲. استادیار، فیزیولوژی ورزش، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.

(نویسنده مسئول) آدرس پست الکترونیک: e.eftekhari66@gmail.com

چکیده:

فوتسال، ورزشی تناوبی با شدت بالا است که با استفاده از برنامه های تمرینی تخصصی و مصرف مکمل های غذایی مناسب سبب بهبود عملکرد ورزشکار می شود.

پژوهش حاضر با هدف مقایسه تاثیر تمرین تناوبی و مکمل بتا آلانین بر آمادگی جسمانی بازیکنان فوتسال انجام شد. تعداد ۴۰ نفر در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی ها، به صورت تصادفی به دو گروه مساوی تمرین تناوبی با شدت بالا و مکمل، و تمرین تناوبی با شدت بالا و دارونما تقسیم شدند. آزمون های چابکی، توان هوازی، توان بی هوازی، در پیش آزمون و پس آزمون از بازیکنان فوتسال گرفته شد. برنامه تمرین تناوبی با شدت بالا شامل ۱۰ تکرار دویدن یک دقیقه ای با ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود که بین هر وهله دویدن یک دقیقه استراحت فعال (دویدن یا راه رفتن) لحاظ گردید. مکمل بتا آلانین به میزان شش گرم در روز بود که ۳۰ دقیقه قبل از تمرین و بلافاصله بعد از تمرین مصرف شد. از روش تحلیل واریانس یک راهه برای مقایسه بین گروهی در سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده شد. نتایج نشان داد که توان هوازی در گروه تمرین تناوبی با شدت بالا و مکمل بتا آلانین نسبت به گروه تمرین تناوبی و دارونما بهبود یافت. اوج توان بی هوازی در گروه تمرین تناوبی با شدت بالا و مکمل بتا آلانین نسبت به گروه تمرین تناوبی و دارونما بهبود یافت. کاهش سطح معنی داری در سرعت دویدن در گروه تمرین تناوبی با شدت بالا و مکمل بتا آلانین نسبت به گروه تمرین تناوبی و دارونما مشاهده شد. بنابراین، استفاده از برنامه تمرین تناوبی با شدت بالا به دلیل کارآمدی در زمان می تواند به بهبود عملکرد جسمانی و حرکتی منجر گردد. علاوه بر این، ترکیب تمرین تناوبی با مکمل بتا آلانین می تواند در اثر بخشی بر آمادگی جسمانی موثرتر باشد.

واژگان کلیدی: تمرین تناوبی، آمادگی جسمانی، بتا آلانین، فوتسال.

شیوه استناددهی: فنایی، الهام؛ افشاری گشنیزجانی، الهام؛ افتخاری قینانی، الهام. تاثیر تمرین تناوبی همراه با مکمل بتا آلانین بر عوامل آمادگی جسمانی مردان فوتسالیست. فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی، پاییز ۱۴۰۳، ۲(۳): ۲۶-۳۱.

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی؛ پاییز ۱۴۰۳، ۲(۳).



۱. مقدمه

سرعتی حداکثری دارد [۱۳]. هم چنین، این تغییرات، به دنبال تمرین تناوبی سرعتی در دوچرخه سواران نیز مشاهده گردید که مصرف بتاآلانین و تمرین تناوبی سرعتی سبب افزایش زمان رسیدن به خستگی در شدت های زیر بیشینه می گردد [۴].

با توجه به این که فوتسال، ورزشی با شدت بالا است، استفاده از برنامه های تمرینی مشابه با این رشته تمرینی بیانگر اصل ویژگی تمرین است که سازگاری های کوتاه و بلند مدت را به همراه دارد. این در حالی است که استفاده از مکمل های ورزشی از جمله بتاآلانین می تواند سازگاری های کسب شده را دو چندان نماید. با این حال، برتری این شیوه تمرینی همراه با مصرف مکمل بتاآلانین مورد مطالعه قرار نگرفته است و به نظر می رسد که علی رغم تاثیر مثبت؛ برتری این شیوه تمرینی می تواند برای مربیان و ورزشکاران در فصل آماده سازی تمرین بسیار مهم، کاربردی و موثر باشد.

۲. روش پژوهش

پژوهش نیمه تجربی و کاربردی حاضر با طرح پیش آزمون- پس آزمون و بدون گروه کنترل روی ۶۰ نفر از بازیکنان فوتسال شهر اصفهان به صورت در دسترس و هدفمند اجرا شد. تعداد ۴۰ نفر فوتسالیست به عنوان نمونه آماری، براساس معیارهای گزینش (جنسیت: مرد، شاخص توده بدنی: ۲۳-۲۸، عدم ابتلا به بیماری های قلبی و عدم ابتلا به اختلالات ارتوپدی)، انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه مساوی تمرین تناوبی با شدت بالا همراه با مصرف مکمل بتاآلانین و تمرین تناوبی بالا شدت بالا همراه با مصرف دارونما دسته بندی شدند.

۱.۲. اندازه گیری قد و وزن

از دستگاه قدسنج و ترازوی مارک سکا ساخت کشور آلمان برای اندازه گیری قد و وزن استفاده گردید. کلیه آزمون ها در صبح انجام شد. از آزمودنی تقاضا شد که با حداقل لباس مناسب و بدون کفش روی ترازو قرار بگیرد. وزن، به کیلوگرم با یک رقم اعشار ثبت شد. سپس از آزمودنی خواسته شد که بدون کفش روی دستگاه به صورت صاف و کاملاً کشیده بایستد، به طوری که وزن به طور مساوی روی هر دو پا تقسیم شده باشد و زبانه دستگاه قدسنج روی سر فرد ثابت و قد فرد به سانتیمتر ثبت گردید.

۲.۲. اندازه گیری چابکی

آزمون چابکی ایلینویز در فضایی به ابعاد ده در پنج متر اجرا شد. تعداد هشت کونز و کرنومتر برای اجرای این آزمون کافی بود. فاصله کونزها از یکدیگر (چهار کونز و وسط زمین) نیز ۳/۳ متر بود. فوتبالیست در ابتدا بایستی رو به جلو در روی زمین دراز بکشد (سر به سمت نقطه شروع) و با فرمان آزمونگر، سریعاً از جای خود بلند شده و از نقطه استارت و در مسیر حرکتی که مشخص شده بود، با حداکثر سرعت

روش های تمرینی مختلفی برای ارتقاء عملکرد ورزشکاران طراحی شده است. تمرین تناوبی با شدت بالا، از شیوه های تمرینی تقریباً مشابه با فوتسال است که در زمان کم، با سازگاری های چشمگیری همراه است [۲]. اجرای تمرین تناوبی با شدت بالا به دلیل شبیه سازی ورزش های توپی به ویژه فوتبال و فوتسال، سبب آماده سازی بهتر ورزشکار نسبت به تمرینات تناوبی می گردد [۲]. شیوه های مختلف تمرین تناوبی معرفی شده است که می تواند با وزن بدن، وزنه های آزاد، و در فرم های مختلف دویدن با شدت های مختلف اجرا گردد [۱]. این در حالی است که پژوهشگران، استفاده از این شیوه تمرین را برای بهبود شاخص های تندرستی نیز توصیه کرده اند [۵، ۱۲، ۱۷].

فوتسال، ورزشی با شدت بالا یا حداکثر است که انرژی بخش اعظم آن، از مسیرهای متابولیک بی هوازی تامین می شود. هم چنین، فوتسال، نیازمند بازیکنانی است که دارای قدرت عضلانی، چابکی، تعادل، انعطاف پذیری و استقامت عضلانی باشند. ورزش فوتسال، نوعی فعالیت ورزشی است که با شدت بالا انجام می شود و دارای حرکات های متناوب است که شامل دویدن های با حداکثر سرعت همراه با چابکی می باشد [۷]. در ارزیابی های مستقیم اکسیژن مصرفی نشان داده شده است که بازیکنان فوتسال باید بتوانند در شدت بین ۵۰ تا ۵۵ میلی لیتر بر کیلوگرم در هر دقیقه فعالیت نمایند. ظرفیت بیشینه بازیکنان فوتسال حرفه ای در مقابل فوتبالیست های حرفه ای به ترتیب ۶۲ و ۵۵ میلی لیتر بر کیلوگرم در هر دقیقه بود [۱۱] و در واقع، بازیکنان فوتسال در شدت های بالاتر از ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه رقابت می کنند [۹]. این یافته ها نشان داد که بازی فوتسال، نیازمند اجرای فعالیت هایی تناوبی با شدت بالا نظیر دویدن های سریع است [۶].

با توجه به سازگاری های تمرینات ورزشی؛ امروزه تقریباً بیشتر ورزشکاران از مکمل های ورزشی برای ارتقاء عملکرد ورزشی، جلوگیری از آسیب های عضلانی و ریکاوری سریع پس از تمرین استفاده می کنند که باعث می شود ورزشکار، در طول روز به دو یا سه جلسه تمرین بپردازد [۱۰، ۱۸]. بتاآلانین نوعی مکمل ورزشی است که در بین بیشتر ورزشکاران حرفه ای و غیر حرفه ای مرسوم است و پیش ساز مهم سنتز کارنوزین عضلانی است. کارنوزین عضلانی نوعی دی پپتید است که چندین نقش فیزیولوژیکی از جمله خاصیت ضد اکسایشی، تنظیم حساسیت کلسیم سلولی و نقش بافری در درون سلول های عضلانی را بر عهده دارد. با توجه به این که در فعالیت تناوبی شدید و حداکثری میزان رهایش یون هیدروژن از مسیرهای بی هوازی در بیشترین حالت خود می باشد، گزارش شده است که مکمل بتاآلانین در طول تمرین تناوبی با شدت بالا سبب افزایش کارنوزین و کاهش میزان خستگی عصبی عضلانی می شود که احتمالاً سهمی در افزایش عملکرد دوهای

کننده تکمیل گردید. شاخص های تن سنجی آزمون های چابکی، دوی سرعت ۴۰ متر، توان هوازی و بی هوازی و دوی سرعت تکراری قبل از شروع پروتکل تمرینی و در پایان به عنوان پیش آزمون و پس آزمون اندازه گیری گردید. شرکت کنندگان به صورت تصادفی به دو گروه مساوی تمرین تناوبی با شدت بالا همراه با مصرف مکمل و تمرین تناوبی با شدت بالا همراه با دارونما تقسیم شدند. برنامه تمرین به مدت شش هفته با تواتر سه جلسه در هفته اجرا شد. مصرف مکمل بتا آلانین به میزان شش گرم در روز بود. پس از پایان شش هفته تمرین و با ۴۸ ساعت استراحت، مجدداً آزمون های مورد نظر اجرا شد.

۷،۲ تجزیه و تحلیل داده ها

برای تجزیه و تحلیل داده ها از شاخص های آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد ویژگی های جمعیت شناختی گروه ها استفاده شد. طبیعی بودن توزیع داده ها با آزمون شاپیرو - ویلک و همگنی واریانس ها با آزمون لوین تأیید شد. از آزمون آنالیز واریانس یک راهه برای مقایسه بین گروهی و برای تعیین تغییرات درون گروهی از آزمون تی همبسته استفاده شد. در صورت معنی داری، از آزمون تعقیبی توکی استفاده گردید. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت ($P < 0.05$).

۳. یافته ها

میانگین و انحراف معیار شاخص های سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی ها به تفکیک دو گروه در جدول ۱ آمده است. نتایج جدول ۲ نشان داد که تغییرات درون گروهی متغیرهای پژوهش در هر دو گروه معنی دار بوده و در واقع، بهبود معناداری در سرعت دویدن، توان بی هوازی، توان هوازی و چابکی در هر دو گروه در مقایسه پیش آزمون و پس آزمون مشاهده شد. در بین گروه ها نیز تفاوت معنی دار مشاهده شد؛ به گونه ای که استفاده از مکمل بتا آلانین اثرات معنادار و چشمگیری بر چابکی، توان هوازی، توان بی هوازی و سرعت دویدن در مقایسه با دارونما داشته است.

جدول ۱. آمار توصیفی آزمودنی ها

متغیر	گروه تمرین و بتا آلانین	گروه تمرین و دارونما
سن (سال)	23/48±1/22	15/11±1/22
قد (سانتیمتر)	172/79±3/25	172/10±1/23
وزن (کیلوگرم)	66/06±2/23	68/35±4/42
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	22/15±2/13	22/93±2/10

شروع به دویدن کند. پس از گذشتن از میان کونزها و عبور از نقطه پایان، کرنومتر متوقف و زمان طی شده به عنوان رکورد ثبت شد.

۳،۲ اندازه گیری سرعت

برای اندازه گیری سرعت، از دوی سرعت ۴۰ متر استفاده شد. در مسیری تعیین شده، از فرد خواسته شد پس از شنیدن فرمان رو با حداکثر سرعت، مسافت ۴۰ متر را طی نماید. رکورد فرد به ثانیه ثبت شد. هر شرکت کننده بعد از سه دقیقه استراحت، آزمون را برای دو مرتبه با تمام توان اجرا کرد.

۴،۲ اندازه گیری توان بی هوازی

از آزمون بی هوازی رست برای تعیین توان بی هوازی استفاده شد. ابتدا، یک مسافت ۴۵ متری تعیین شد. پس از گرم کردن اولیه، مسافت ۴۵ متر برای شش مرتبه طی شد، که بین هر وهله به مدت ۱۰ ثانیه استراحت لحاظ گردید. پس از ثبت رکوردها به ثانیه، از طریق فرمول زیر، حداکثر توان بی هوازی محاسبه گردید.

$$\text{Power} = \text{Weight} \times 1225 + \text{Time} \times 3$$

۵،۲ اندازه گیری ظرفیت هوازی

برای اندازه گیری ظرفیت هوازی از آزمون شاتل ران استفاده شد. اجرای این آزمون، نیازمند یک مسیر ۲۰ متری با مخروط های مشخص است. آزمودنی با شنیدن اولین صدای بوق به سمت مانع روبرو می دود. آزمودنی، همزمان با شنیدن صدای بوق دوم، فاصله ۲۰ متری را طی کرده و این رفت و برگشت به صورت مداوم تکرار شد تا جایی که فرد به خستگی و واماندگی رسید. در دقیقه اول آزمون، این رفت و برگشت ها با سرعت هشت کیلومتر بر ساعت و در دقیقه دوم با سرعت نه کیلومتر بر ساعت بود. از دقیقه سوم به بعد نیم کیلومتر بر ساعت بر سرعت دویدن افزوده شد و تا پایان آزمون ادامه یافت؛ به طوری که آزمودنی دیگر نتوانست خود را همزمان با نواخته شدن آهنگ به فاصله سه متری خطوط نشانه برساند. چنانچه این اتفاق دوبار متوالی رخ می داد، آزمون پایان یافته تلقی می گردید. با استفاده از فرمول، اکسیژن مصرفی بیشینه فرد به میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه برآورد شد.

۶،۲ مراحل اجرایی پژوهش

فراخوانی توسط محقق از طریق فضای مجازی و باشگاه های فوتسال شهر اصفهان انجام شد. گزینش نهایی شرکت کنندگان براساس معیارهای ورود به پژوهش بود. درباره روش اجرای تمرین و چگونگی مصرف مکمل و نتایج و پیامدهای طرح پژوهشی اطلاعات کامل و کافی به شرکت کنندگان داده شد. پس از گزینش و اعلام همکاری، فرم رضایت نامه به هر یک از شرکت کنندگان داده شد که آن را مطالعه و امضاء کردند. پرسشنامه های مربوطه توسط شرکت

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه

متغیر	گروه	پیش آزمون M ± SD	پس آزمون M ± SD	درون گروهی	بین گروهی
چابکی	تمرین و مکمل	15/41±1/21	15/20±1/23	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
	تمرین و دارونما	15/62±0/98	15/47±0/63	۰/۰۰۲	
توان هوازی	تمرین و مکمل	49/41±1/20	55/12±1/02	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
	تمرین و دارونما	49/66±0/23	53/12±0/85	۰/۰۰۱	
توان بی هوازی	تمرین و مکمل	570/10±1/08	610/10±1/09	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
	تمرین و دارونما	555/23±0/82	572/14±0/36	۰/۰۰۳	
سرعت	تمرین و مکمل	7/07±1/01	6/11±1/10	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
	تمرین و دارونما	7/35±0/86	7/26±0/62	۰/۰۰۱	

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از شیوه های تمرین تناوبی با شدت بالا روشی کارآمد از نظر زمانی است که می تواند به بهبود عملکردهای جسمانی و حرکتی در بازیکنان فوتسالیست منجر شود. در حالی که استفاده از مکمل های بتا آلانین با تمرین تناوبی با شدت بالا می تواند به طرز قابل توجهی سبب بهبود عملکرد هوازی و بی هوازی شود.

بتا آلانین، یک اسید آمینه غیر ضروری است که با مکمل سازی ۶/۱ تا ۴/۶ گرم در روز می تواند ظرفیت کارنوزین درون سلولی را بالا ببرد که پیامد این تغییرات، بهبود ظرفیت بافر عضلانی است [۴]. چهار هفته تمرین تناوبی شدید به همراه مکمل دهی بتا آلانین شامل ۴/۲، ۶/۳، ۸/۴ گرم در روز بر عملکرد هوازی و بی هوازی و برخی عوامل خونی دختران بسکتبالیست اثر مثبت داشت [۸]. مکمل بتا آلانین به دنبال تمرینات سرعتی تناوبی، سبب افزایش ظرفیت کارنوزین و کاهش خستگی عضلانی شد که در بهبود عملکردهای سرعتی اثر گذار است. مصرف ۴/۶ گرم بتا آلانین برای مدت ۲۸ روز در افراد تمرین کرده، تاثیری روی محتوای کارنوزین و PH عضلانی طی فعالیت نداشت که مهم ترین علت آن، آمادگی بدنی بالای افراد شرکت کننده بوده است [۱۴]. استفاده از مکمل بتا آلانین سبب بهبود شدت تمرینات تناوبی سرعتی می شود و روشی مفید در مقایسه با عدم مصرف مکمل است. نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که استفاده از مکمل بتا آلانین همراه با تمرین تناوبی با شدت بالا در مقایسه با تمرین تناوبی با شدت بالا بدون مصرف مکمل بتا آلانین اثر بخشی بهتری بر ظرفیت هوازی و بی هوازی بازیکنان فوتسالیست دارد که می تواند ناشی از افزایش ظرفیت بافری باشد. این

نتایج نشان داد که مصرف شش گرم مکمل بتا آلانین در روز می تواند در بهبود عملکرد موثر باشد و سبب بهبود ظرفیت کارنوزین عضلات شود [۱۵]. از سوی دیگر، سازگاری های تمرین تناوبی با شدت بالا را نیز نباید نادیده گرفت. این شرایط، می تواند سبب به تاخیر انداختن خستگی در رقابت های ورزشی گردد [۱۶]. با این که عوامل متعددی در بروز مکانیزم های خستگی گزارش شده است، کارنوزین نقش مهمی در مکانیزم های ایجاد خستگی دارد. محققان افزایش ظرفیت خستگی ناشی از کارنوزین را نه تنها به دلیل ظرفیت بافری آن، بلکه به دلیل توانایی آن در بهبود حساسیت کلسیم میوفیبریلار پیشنهاد کردند [۳].

در راستای نتایج بدست آمده، توصیه می شود که برای بهبود ظرفیت هوازی و بی هوازی، از تمرین تناوبی با شدت بالا برای بازیکنان فوتسال استفاده شود. همچنین توصیه می شود که استفاده از مکمل بتا آلانین به میزان ۶ گرم در روز همراه با تمرین تناوبی با شدت بالا، به طرز قابل توجهی عملکرد هوازی و بی هوازی را بهبود می بخشد. بنابراین، استفاده از این مکمل در دوران آماده سازی مورد توجه مربیان باشد. همچنین به پژوهشگران دیگر توصیه می شود که اثرات کوتاه مدت و درازمدت انواع تمرینات تناوبی با شدت بالا و مصرف دوزهای متفاوت مکمل بتا آلانین را روی عملکرد جسمانی و مهارتی ورزشکاران مورد بررسی قرار دهند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام کردند که هیچ گونه تضاد منافی در پژوهش وجود ندارد.

منابع

- [1] Abdullah Karim Al-Shammari, Z., Banaeifar, A.A., Zafari, A., Arshadi, S. (2024). The interaction of interval training and whey protein on the ratio of testosterone to cortisol. *Journal of Physiology of Training and Sports Injuries*, 1(1):39-46. [Persian].
- [2] Alexandre, P., Cristiana M, P., Anna Paola, T.R., P. (2012). Female futsal players' profile and biochemical alterations through intermittent high-intensity exercise training. *Food and Nutrition Sciences*, 2012. 138-145.
- [3] Amin Ahmadi, R., Haghighi, A. H., Hamedinia, M. R. (2017). Effect of plyometric and sprint interval training programs on performance and some factors of physical fitness of teenager soccer players. *Journal of Applied Exercise Physiology*, 13(25), 197-210. doi: 10.22080/jaep.2017.1621. [Persian].
- [4] Bellinger, P. M., Minahan, C. L. (2016). Additive benefits of β -Alanine supplementation and sprint-interval training. *Med Sci Sports Exerc*, 48(12), 2417-2425.
- [5] Cassidy, S., Thoma, C., Houghton, D., Trenell, M. I. (2017). High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiometabolic health. *Diabetologia*, 60(1), 7-23.
- [6] Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology*, 590(5), 1077-1084.



[7] Jebavy, ... , Balšš, ... , Vomackova, ... , Szarzec, J., Stastny, P. (2020). The effect of traditional and stabilization-oriented exercises on deep stabilization system function in elite futsal players. *Sports*, 8(12).

[8] Krstrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Bangsbo, J. (2003). The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(4), 697-705.

[9] Laursen, P. B., Jenkins, D. G. (2012). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports medicine*, 32(1), 53-73.

[10] Mehrabi, M., Abedi, B., Khansooz, M. (2024). The Effects of acute consumption of BCAA,s on inflammatory and muscle damage indicators following intense resistance training session in girls professional athletes. *Journal of Physiology of Training and Sports Injuries*, 2(1):1-11. [Persian].

[11] Milioni, F., de Poli, R. A. B., Saunders, B., Gualano, B., da Rocha, A. L., Sanchez Ramos da Silva, A., Zagatto, A. M. 2019.. Effect of β -alanine supplementation during high-intensity interval training on repeated sprint ability performance and neuromuscular fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 127(6), 1599-1610.

[12] Nabavinejad, M.S. (2024). The effect of 8 weeks' moderate intensity interval training on body composition and cardiorespiratory endurance in obese teenage girl students. *Journal of Physiology of Training and Sports Injuries*, 2(1):50-55. [Persian].

[13] Roy, B. A. (2013). High-Intensity Interval Training: Efficient, Effective, and a Fun Way to Exercise: Brought to you by the American College of Sports Medicine www.acsm.org. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 17(3), 3-10

[14] Saunders, B., Elliott-Sale, K., Artioli, G. G., Swinton, P. A., Dolan, E., Roschel, H., Gualano, B. 2017.. β -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(8), 658-669.

[15] Sedighian Rad, M., Piri, M., Azarbayjani, M.A. (2013). The Effects of Short-Term High Intensity Interval Training (HIIT) on Aerobic Power in ID Futsal National Player. *Journal of Sport Bioscience Researches*, 3(10), 89-101. SID. <https://sid.ir/paper/240535/en>. [Persian].

[16] Torma, F., Gombos, Z., Jokai, M., Takeda, M., Mimura, T., Radak, Z. (2019). High intensity interval training and molecular adaptive response of skeletal muscle. *Sports Medicine and Health Science*, 1(1), 24-32.

[17] Vakili, J., Sari Sarraf, V., Khanvari, T. (2021). Effects of High-intensity Interval Training on Body Composition and Hormone Growth Agents in Overweight Adolescent Boys. *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 24(1), 136-149. [Persian].

[18] Zare, S., Emami, A.M., Tavakoli Kermani, A. (2024). The effect of seven weeks' intense interval training with caffeine supplementation on explosive power and agility in basketball players. *Journal of Physiology of Training and Sports Injuries*, 2(2):19-24. [Persian].