JSEP

Journal of Sport and Exercise Physiology
2023, 16(2): 94-104

Original Article

Comparison of the effect of Tabata training on soft and hard surfaces on left ventricular structure and function and some physical fitness factors in elite beach soccer players

Hamed Mohamadi Bazneshin, Arsalan Damirchi*, Hamid Arazi

Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Abstract

Background and Purpose: Repeated exercise on sand may lead to overreaching due to higher energy costs than hard surfaces. Therefore, it will be necessary to create variety in training. Tabata training is a type of high-intensity interval training (HIIT), which has been reported to improve some physical fitness factors in team sport players. However, no research has been done regarding its effects on the fitness of beach soccer players. Thus, the aim of the present study was to compare the effect of six weeks of Tabata training on indoor hardcourt vs. sand on some physical fitness factors and the structure and function of the left ventricle in elite beach soccer players.

Materials and Methods: Sixteen players from one of the Iran Premier Beach Soccer League teams were randomly divided into two equal groups including the sand group and the indoor group. Except for the type of training surface, other training variables were similar between the groups. Each exercise set was performed for 4 min (20 s exercise: 10 s rest). The protocol was performed in three sessions a week and the duration of each session was 34 to 39 minutes (7 to 8 sets). Cardiac variables (two-dimensional echocardiography) and physical fitness factors were measured at 72 h and 48 h, before and after the training period respectively. Moreover, the food consumed by the players on the test days was similar. The analysis of covariance (ANCOVA) test was used to determine the differences between the groups at $P<0.05$.

Results: The increase in stroke volume (SV; $P<0.001$) and the left ventricular end-diastolic volume ($P=0.003$), and the decrease in the relative left ventricular posterior wall thickness ($P=0.042$) were significantly higher in the sand group than in the indoor group. Except for peak anaerobic power in the indoor group ($P=0.604$), the improvement observed in other physical fitness factors was significant in both groups ($P<0.05$). However, no significant difference was observed between the groups in in terms of relative VO2max ($P=0.58$), peak ($P=0.134$), minimum ($P=0.913$), and average ($P=0.50$) anaerobic power, explosive power ($P=0.702$), 30-m sprint ($P=0.23$) and agility ($P=0.884$).

Conclusion: Compared to indoor hardcourt, it seems that six weeks of Tabata training on sand increases the SV of elite beach soccer players through a greater venous return to the heart. However, no difference was observed between training on sand or indoor hardcourt in terms of aerobic power, anaerobic power parameters, explosive power, speed of movement, and agility performance. Therefore, the use of Tabata training protocol on a standard indoor hardcourt is recommended to create a variety of conditioning programs for beach soccer players or in situations where there is no access to a sand surface.

Keywords: Aerobic Fitness, Anaerobic Power, Sprint, Agility, Sand

How to cite this article: Mohamadi Bazneshin H, Damirchi A, Arazi H. Comparison of the effect of Tabata training on soft and hard surfaces on left ventricular structure and function, and physical fitness in elite beach soccer players. J Sport Exerc Physiol. 2023; 16(2): 94-104.

*Corresponding Author's E-mail: damirchi@guilan.ac.ir
https://doi.org/10.48308/joeppa.2023.103588
Received: 11/02/2023 Revised: 02/05/2023 Accepted: 10/05/2023

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی
۱۴۰۲/ دوره ۱۶/ شماره ۲/ صفحه‌های ۹۴-۱۰۴

مقاله پژوهشی

مقایسهٔ اثر تمرینات تاباتا روی سطوح نرم و سخت بر ساختار و عملکرد بطن چپ و برخی عوامل آمادگی جسمانی بازیکنان زبدهٔ فوتبال ساحلی

حامد محمدی بازنشین، ارسلان دمیرچی*، حمید اراضی

گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکیده

زمینه و هدف: تمرین مداوم روی ماسه به‌دلیل هزینهٔ انرژی بیشتر نسبت به سطوح سخت ممکن است به تمرین‌زدگی منجر شود. بنابراین ایجاد تنوع در تمرینات ضروری خواهد بود. تمرینات تاباتا نوعی از تمرینات تناوبی با شدت بالاست که تأثیر آن بر بهبود برخی عوامل آمادگی جسمانی بازیکنان رشته‌های تیمی گزارش شده است. با این همه، پژوهشی دربارهٔ تأثیر آن بر آمادگی بازیکنان فوتبال ساحلی انجام نگرفته است. در نتیجه، هدف پژوهش حاضر مقایسهٔ اثر شش هفته تمرینات تاباتا روی کفپوش سالنی نسبت به ماسه بر برخی عوامل آمادگی جسمانی و ساختار و عملکرد بطن چپ فوتبالیست‌های ساحلی زبده بود.

مواد و روش‌ها: ۱۶ بازیکن از یکی از تیم‌های لیگ برتری کشور به‌طور تصادفی به دو گروه مساوی شامل گروه ماسه و سالن تقسیم شدند. به‌جز جنس زمین تمرین، سایر متغیرهای تمرینی بین دو گروه مشابه بود. هر نوبت تمرینی به مدت چهار دقیقه (۲۰ ثانیه فعالیت:۱۰ ثانیه استراحت) انجام گرفت. تمرینات سه جلسه در هفته انجام گرفت و مدت هر جلسه ۳۴ تا ۳۹ دقیقه (هفت تا هشت ست) بود. شاخص‌های قلبی (اکوکاردیوگرافی دوبعدی) و عوامل آمادگی جسمانی، به‌ترتیب ۷۲ ساعت و ۴۸ ساعت پیش و پس از دورهٔ تمرینی اندازه‌گیری شدند. همچنین غذای مصرفی بازیکنان در روزهای انجام آزمون، مشابه بود. از آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی در سطح P<۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج: افزایش حجم ضربه‌ای (SV؛ P<۰/۰۰۱) و حجم پایان دیاستولی بطن چپ (P=۰/۰۰۳) و کاهش ضخامت نسبی دیوارهٔ خلفی بطن چپ (P=۰/۰۴۲) در گروه ماسه به‌طور معناداری بیشتر از گروه سالن بود. به‌جز توان بی‌هوازی اوج در گروه سالن (P=۰/۶۰۴)، بهبود مشاهده‌شده در سایر عوامل آمادگی جسمانی هر دو گروه معنادار بود (P<۰/۰۵). با این همه، از نظر مقادیر نسبی VO۲max (P=۰/۵۸)، توان بی‌هوازی اوج (P=۰/۱۳۴)، کمینه (P=۰/۹۱۳) و متوسط (P=۰/۵)، توان انفجاری (P=۰/۷۰۲)، دوی سرعت ۳۰ متر (P=۰/۲۳) و چابکی (P=۰/۸۸۴) تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد شش هفته تمرینات تاباتا روی ماسه نسبت به کفپوش سالنی موجب افزایش بیشتر SV بازیکنان زبدهٔ فوتبال ساحلی از طریق بازگشت بیشتر خون وریدی به قلب می‌شود. با این همه، از نظر توان هوازی، شاخص‌های توان بی‌هوازی، توان انفجاری، سرعت حرکت و عملکرد چابکی، تفاوتی بین انجام تمرینات روی ماسه یا کفپوش سالنی مشاهده نشد. در نتیجه، استفاده از شیوهٔ تمرینات تاباتا روی کفپوش سالنی استاندارد برای ایجاد تنوع در برنامهٔ آماده‌سازی بازیکنان فوتبال ساحلی یا در شرایطی که به سطح ماسه دسترسی وجود ندارد، توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آمادگی هوازی، توان بی‌هوازی، سرعت، چابکی، سطح ماسه.

نحوه استناد به این مقاله: محمدی بازنشین ح، دمیرچی ا، اراضی ح. مقایسهٔ اثر تمرینات تاباتا روی سطوح نرم و سخت بر ساختار و عملکرد بطن چپ و برخی عوامل آمادگی جسمانی بازیکنان زبدهٔ فوتبال ساحلی. نشریهٔ فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۴۰۲؛۱۶(۲):۹۴-۱۰۴.

* رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول: damirchi@guilan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۲ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۰

مقدمه

تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) که به‌عنوان یکی از روش‌های تمرینی نسبتاً جدید مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است، شامل وهله‌های کوتاه تکراری از فعالیت شدید با فواصل استراحتی بین هر وهله است (۱). در سال ۱۹۹۶، تاباتا و همکاران نوعی از تمرینات HIIT چهاردقیقه‌ای را معرفی کردند که نسبت به تمرینات با شدت متوسط یک‌ساعته، تأثیرات مشابه یا حتی بیشتری بر آمادگی هوازی و بی‌هوازی مردان جوان داشت (۲). برنامهٔ ارائه‌شده توسط این تیم پژوهشی شامل چهار دقیقه انجام مداوم وهله‌های ۲۰ ثانیه‌ای از تمرینات با شدت ۱۷۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه (VO2max) بود که ۱۰ ثانیه استراحت بین این وهله‌های فعالیت شدید در نظر گرفته شده بود. این شیوهٔ تمرینی در مقایسه با تمرینات با شدت ۷۰ درصد VO2max موجب بهبود مشابهی در آمادگی هوازی شد و ظرفیت بی‌هوازی را نیز به مقدار ۲۸ درصد بیشتر افزایش داد (۲). پس از گزارش این نتایج، سرمربی تیم اسکیت سرعت ژاپن استفاده از این شیوهٔ تمرینی را تحت عنوان شیوهٔ «تمرینات تاباتا» برای آماده‌سازی ورزشکاران خود آغاز کرد. امروزه استفاده از تمرینات تاباتا در پروژه‌های پژوهشی و همچنین توسط عموم مردم در حال گسترش است، ولی به پژوهش‌های بیشتری برای شناخت جنبه‌های گوناگون این تمرینات نیاز است.

بر اساس نتایج پژوهش‌ها استفاده از تمرینات HIIT در دورهٔ آماده‌سازی ورزشکاران رشته‌های تیمی نظیر فوتبال می‌تواند به بهبود بیشتر برخی عوامل آمادگی جسمانی فوتبالیست‌ها منجر شود (۳) و در مقایسه با تمرینات سنتی فوتبال، بهبود مشابهی را در استقامت این ورزشکاران ایجاد کند (۴). فوتبال ساحلی یکی از رشته‌های تیمی است که در سال‌های اخیر به‌دلیل درخشش تیم ملی ایران در رقابت‌های آسیایی و جهانی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، ولی پژوهش‌های اندکی روی فوتبالیست‌های ساحلی انجام گرفته است و اطلاعات کمی دربارهٔ جنبه‌های فیزیولوژیکی این رشتهٔ ورزشی وجود دارد. بر اساس نتایج بررسی‌ها در حدود ۶۰ درصد از زمان بازی، بازیکنان با بیش از ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینهٔ (HRmax) خود در حال فعالیت هستند. بر همین اساس، فوتبال ساحلی به‌عنوان یک رشتهٔ ورزشی تناوبی با شدت بالا در نظر گرفته می‌شود که نیازهای انرژی بالایی دارد و دستگاه بی‌هوازی در تأمین نیازهای انرژی آن از اهمیت زیادی برخوردار است. به‌طور متوسط، یک بازیکن فوتبال ساحلی مسافتی در حدود ۱۰۰ متر را در هر دقیقه از بازی طی می‌کند. سرعت زیاد و نسبت فعالیت به استراحت برابر ۸۴ به ۶۰ ثانیه (۱/۴ دقیقه فعالیت در برابر یک دقیقه استراحت) نشان‌دهندهٔ آن است که این رشتهٔ ورزشی از شدت بالایی برخوردار است (۵،۶). با توجه به اصل ویژگی تمرین، باید از تمریناتی برای آماده‌سازی فوتبالیست‌های ساحلی استفاده شود که مطابق با نیازمندی‌های ویژهٔ این رشتهٔ ورزشی تدوین و جهت‌گیری شده باشد. به‌نظر می‌رسد تمرینات تاباتا می‌تواند گزینهٔ مناسبی در این باره باشد، ولی تاکنون پژوهشی دربارهٔ بررسی اثربخشی این نوع تمرینات HIIT بر عوامل آمادگی جسمانی فوتبالیست‌های ساحلی انجام نگرفته است.

از جمله سازگاری‌هایی که در ارتباط با تمرینات HIIT مطرح شده، بهبود ساختار و عملکرد قلبی و ظرفیت هوازی ورزشی است (۷). با توجه به ظرفیت تمرینات HIIT در بهبود VO2max بازیکنان فوتبال (۸-۱۰)، بخشی از این افزایش در توان هوازی بازیکنان می‌تواند به‌دلیل تغییرات ساختار و عملکرد قلبی باشد؛ چراکه نتایج پژوهش‌ها نشان داده است تمرینات HIIT می‌تواند در مقایسه با تمرینات تداومی با شدت متوسط، سازگاری‌های قلبی مشابه و حتی بیشتری را هم در ورزشکاران استقامتی (۱۱) و هم در افراد سالم تمرین‌نکرده (۱۲) ایجاد کند. به‌طور معمول، حجم کلی تمرین در شیوه‌های HIIT کمتر از تمرینات تداومی است و در نتیجه، از نظر مدت هر جلسهٔ تمرین، جایگزینی کارامد برای این نوع تمرینات محسوب می‌شود (۱۲). با این همه، برخلاف پژوهش‌های فراوانی که تأثیرات ناشی از تمرینات مداوم طولانی‌مدت را بر سازگاری‌های قلبی ورزشکاران و سایر جمعیت‌ها بررسی کرده‌اند (۱۲)، اطلاعات محدودی دربارهٔ تأثیر تمرینات HIIT و به‌ویژه، تمرینات تاباتا بر ورزشکاران رشته‌های تیمی وجود دارد. در نتیجه، بررسی تأثیرات احتمالی تمرینات HIIT بر ساختار و عملکرد قلب بازیکنان رشتهٔ فوتبال ساحلی، به‌عنوان یک رشتهٔ ورزشی با ویژگی اجرای فعالیت‌های تناوبی شدید، می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد.

در خصوص روند ایجاد سازگاری در ورزشکاران، جنس

زمین تمرین، عامل دیگری است که می‌تواند بر کیفیت دورهٔ تمرینات آماده‌سازی مؤثر باشد (۱۳- ۱۶). انجام تمرینات و بازی‌های مداوم روی ماسه و صرف انرژی بیشتر به‌دلیل کار مکانیکی بیشتر، شاید سازگاری‌هایی را در بازیکنان فوتبال ساحلی توسعه می‌دهد که به‌دلیل ثبات کمتر سطح ماسه نسبت به سطوح سخت‌تر است (۱۷). در مقایسه با سطوح سخت‌تر، مصرف انرژی حین یک فعالیت مشابه در ماسه به‌مراتب بیشتر است که در پژوهش‌های گوناگون از ۱/۳ تا ۲/۷ برابر گزارش شده است (۱۶- ۱۸). در نتیجه، فعالیت در ماسه می‌تواند از طریق جذب ضربه و فشار موجب به‌کارگیری واحدهای حرکتی بیشتر و در نتیجه، فشار بیشتر نسبت به سطوح سخت شود (۱۶، ۱۷). در این زمینه ایجاد تنوع در تمرینات از مهم‌ترین اصول تمرین در جهت جلوگیری از یکنواختی دورهٔ آماده‌سازی و دلزدگی بازیکنان و در نتیجه، پیشگیری از بروز بیش‌تمرینی در بازیکنان فوتبال ساحلی محسوب می‌شود. ازاین‌رو تمرین بر سطوح سخت‌تر می‌تواند یکی از راهکارهای در دسترس و ساده برای ایجاد تنوع در برنامهٔ آماده‌سازی بازیکنان فوتبال ساحلی تلقی شود (۱۹). با این همه، تاکنون پژوهشی بر روی بازیکنان فوتبال ساحلی به‌منظور مقایسهٔ اثربخشی تمرینات بر سطوحی سخت‌تر از ماسه که بازیکنان ثبات بیشتری را در زمان تمرین تجربه می‌کنند، انجام نگرفته است. بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی و مقایسهٔ اثر یک دوره تمرینات تاباتا روی کفپوش سالنی نسبت به ماسه بر ساختار و عملکرد بطن چپ و برخی عوامل آمادگی جسمانی فوتبالیست‌های ساحلی زبده بود. افزون‌بر اهمیت نتایج این پژوهش در مورد ایجاد تنوع در تمرینات به‌عنوان یکی از اصول تمرین، جنبهٔ دیگری که اهمیت این پژوهش را دوچندان می‌کند، توجه به این موضوع است که دسترسی به سطح ماسه برای انجام تمرینات منظم ممکن است همه روزه برای تمامی بازیکنان در تمام فصول سال امکان‌پذیر نباشد، ازاین‌رو معرفی شیوهٔ تمرین روی سطوح در دسترسی که بتواند کارایی مناسبی دربارهٔ بهبود عوامل آمادگی و فیزیولوژیکی بازیکنان داشته باشد، پیام کاربردی مهمی در حیطهٔ علم تمرین خواهد داشت.

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. جامعهٔ آماری پژوهش، بازیکنان فوتبال ساحلی استان گیلان بودند که ۱۶ نفر از آن‌ها به‌صورت نمونهٔ در دسترس با سابقهٔ دست‌کم چهار سال حضور در لیگ‌های برتر جوانان و بزرگسالان از بازیکنان تیم لیگ برتری شاهین خزر رودسر در این پژوهش شرکت کردند (جدول ۱). همهٔ بازیکنان در خارج از فصل مسابقات قرار داشتند و به‌طور منظم در دو تا سه جلسه تمرین هفتگی شامل کار با توپ و تمرینات مقاومتی شرکت کردند. نداشتن مصدومیت اثرگذار بر عملکرد، عدم ابتلا به بیماری و انجام آزمایش کرونا پیش از حضور در تمرینات، اصلی‌ترین معیارهای انتخاب بازیکنان بود. اطلاعات لازم دربارهٔ اهداف و روند اجرای پژوهش در اختیار بازیکنان قرار گرفت و همهٔ آنها برگهٔ رضایت‌نامهٔ آگاهانه را امضا کردند. شایان ذکر است که طرح پژوهش حاضر به تأیید کمیتهٔ اخلاق در پژوهش دانشگاه گیلان با شناسهٔ IR.GUILAN.REC.1400.037 رسید.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی بازیکنان فوتبال ساحلی

متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد
سن (سال)	۲۳/۲۵	۲/۵۳
قد (سانتی‌متر)	۱۷۷/۴۷	۶/۱
وزن (کیلوگرم)	۷۵/۹۴	۶/۵
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۴/۱	۱/۴۱

روش اجرای پژوهش: بازیکنان انتخاب‌شده به‌صورت تصادفی به دو گروه مساوی شامل تمرینات تاباتا روی ماسه (گروه ماسه، هشت نفر) و تمرینات تاباتا روی کفپوش سالنی (گروه سالن، هشت نفر) تقسیم شدند. تمام متغیرهای تمرینی بین دو گروه مشابه بود، به‌جز اینکه گروه ماسه تمرینات خود را روی ماسهٔ ساحلی و گروه سالن تمرینات خود را داخل سالن و روی کفپوش استاندارد مسابقات فوتسال انجام دادند. از همهٔ بازیکنان خواسته شد رژیم غذایی معمول خود را طی دورهٔ تمرینات تغییر ندهند. همچنین صبحانه (دو کف دست نان بربری، یک قوطی کبریت پنیر، دو عدد گردو، دو قاشق مرباخوری عسل و دو عدد تخم‌مرغ) و ناهار (یک عدد سینهٔ مرغ متوسط و ۱۲ قاشق برنج) بازیکنان در روزهای انجام آزمون‌های آمادگی جسمانی مشابه بود. دورهٔ تمرینی صبح‌ها انجام گرفت و ساعت اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشابه بود. شیوهٔ تمرینات شامل سه جلسه در هفته اجرای حرکات تمرینی منتخب به مدت شش هفته بر اساس روش پیشنهادی تاباتا و همکاران (۱۹۹۶) بود (۲)؛ به این صورت که هر نوبت تمرینی به مدت چهار دقیقه و به‌صورت ۲۰ ثانیه فعالیت و ۱۰ ثانیه استراحت (نسبت کار به استراحت دو به یک) انجام گرفت. هر نوبت شامل دو حرکت تمرینی بود که در هشت تکرار به‌صورت یکی در میان اجرا شد و استراحت بین نوبت‌ها یک دقیقه در نظر گرفته شد. مدت جلسهٔ تمرینی طی دورهٔ پژوهش ۳۴ تا ۳۹ دقیقه بود که بر اساس زمان یک بازی رسمی فوتبال ساحلی در حالت عادی (۳۶ دقیقه) و در صورت کشیده شدن بازی به وقت اضافه (۳۹ دقیقه) تعیین شد. پیش از آغاز دورهٔ تمرین، بازیکنان طی یک جلسه به‌طور کامل با تمرینات و شاخص ۲۰ امتیازی درک فشار بورگ (RPE-20) آشنا شدند. جزئیات بیشتر شیوهٔ تمرینی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. شیوهٔ تمرینات تاباتا در پژوهش حاضر

هفته	حرکات تمرینی هر نوبت	مدت هر جلسه	شدت (RPE-20)
۲-۱	۱. دویدن رو به جلو و عقب (Forward and Backward Running) + لمس پاشنه‌ها (Heel Touch Crunch) ۲. اسکوات پا باز (Sumo Squat) + پلانک با باز و بسته کردن پاها (Plank Jacks) ۳. پرش پهلو از روی مانع (Lateral Barrier Jump) + انقباض شکم و ضربه زدن (Flutter Kicks) ۴. دویدن سریع در جا (Sprint)+ لانج با پرش (Jumping Lunges) ۵. اسکوات با پرش و چرخش (Squat Jump with Rotation) + از حالت نشستن روی دو زانو رفتن به اسکوات (Knee to Squat) ۶. بورپی با پرش رو به جلو (Burpee whit Long Jump) + دراز و نشست و رساندن دست‌ها به پنجه پا (Toe Touches Sit up) ۷. دویدن از پهلو (Side to Side Shuffles) + کرانچ متقاطع (Cross-Crunches)	۳۴ دقیقه	۱۸-۱۷
۴-۳	نوبت‌های ۱ تا ۷ مشابه حرکات تمرینی هفته ۱-۲ ۸. پروانه دست‌ها روبه‌رو باز و بسته (Seal Jack) + لمس سرشانه (Shoulder tap)	۳۹ دقیقه	۲۰-۱۹
۶-۵	حرکات تمرینی مشابه با هفته ۱-۲	۳۴ دقیقه	۲۰-۱۹

RPE-20: شاخص ۲۰ امتیازی درک فشار بورگ

روش‌های آزمایشگاهی: همهٔ اندازه‌گیری‌های انجام‌گرفته در پژوهش حاضر در شرایط مشابه بین دو گروه صورت گرفت. متغیرهای قلبی ۷۲ ساعت پیش و پس از دورهٔ تمرینی توسط پزشک متخصص قلب و عروق با استفاده از دستگاه اکوکاردیوگراف داپلر (Philips Affiniti۵۰، ساخت هلند) در اتاق مخصوص و در حالت استراحتی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری، ورزشکار به پهلوی چپ روی تخت دراز کشید و در این وضعیت، مناسب‌ترین تصویر از بطن چپ در وضعیت استراحتی طی دوره‌های سیستول و دیاستول انتخاب شد. همچنین تودهٔ بطن چپ به روش دوبعدی محاسبه شد. اندازه‌گیری‌های عوامل آمادگی جسمانی

۴۸ ساعت پیش و پس از دورهٔ تمرینی، در دو نوبت صبح و عصر و روی کفپوش سالنی انجام گرفت. آزمون‌های پرش طول، سرعت، چابکی و RAST (توان بی‌هوازی) در نوبت صبح و آزمون شاتل‌ران (آزمون بیپ) برای سنجش توان هوازی در نوبت عصر انجام گرفت. آزمون شاتل‌ران یک آزمون چندمرحله‌ای رفت و برگشت در مسیر ۲۰ متری بر اساس ضرباهنگ مشخص است. پس از تکمیل آزمون، مقادیر VO2max با استفاده از جدول ارائه‌شده توسط رامسباتوم و همکاران (۱۹۸۸) محاسبه شد (۲۰). متغیرهای توان بی‌هوازی با لاکتیک شامل توان اوج، کمینه و متوسط با استفاده از رکوردهای ثبت‌شده از بازیکنان در آزمون RAST محاسبه شد. این آزمون شامل شش تکرار از دویدن با حداکثر سرعت در مسافت ۳۵ متری است که بین هر تکرار استراحت ده‌ثانیه‌ای وجود دارد. آزمون پرش طول درجا به‌منظور ارزیابی توان انفجاری عضلات پایین‌تنهٔ آزمودنی‌ها استفاده شد و رکورد آنان بر حسب سانتی‌متر ثبت شد. سرعت حرکت و چابکی، به‌ترتیب با استفاده از آزمون‌های دوی ۳۰ متر و چابکی T و بر حسب ثانیه اندازه‌گیری شد.

تحلیل آماری: در ابتدا، طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک تعیین شد. آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) برای بررسی تفاوت‌های مشاهده‌شده بین تغییرات هر متغیر از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون (مقادیر پیش‌آزمون - مقادیر پس‌آزمون = تغییرات) بین دو گروه استفاده شد و مقادیر پیش‌آزمون به‌عنوان کوواریانس قرار گرفت. همچنین آزمون t وابسته برای مشخص کردن تفاوت‌های درون‌گروهی استفاده شد. تمام مراحل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ انجام گرفت و سطح معناداری آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی: پس از حذف اثر مقادیر پیش‌آزمون (به‌عنوان کوواریانس در آزمون ANCOVA)، از نظر تغییرات مشاهده‌شده در توان هوازی (P=۰/۵۸)، توان بی‌هوازی اوج (P=۰/۱۳۴)، کمینه (P=۰/۹۱۳) و متوسط (P=۰/۵)، و رکوردهای پرش افقی (P=۰/۷۰۲)، دوی سرعت ۳۰ متر (P=۰/۲۳) و چابکی (P=۰/۸۸۴) تفاوت معناداری بین گروه‌های پژوهش مشاهده نشد (جدول ۳). با این همه، بر اساس نتایج آزمون آماری t وابسته برای مقایسهٔ تغییرات درون‌گروهی، به‌جز عدم بهبود معنادار توان بی‌هوازی اوج در گروه سالن (P=۰/۶۰۴)، سایر تغییرات مشاهده‌شده در عوامل فیزیولوژیکی و عملکردی بازیکنان هر دو گروه پس از دورهٔ شش‌هفته‌ای تمرینات تاباتا از نظر آماری معنادار بود (P<۰/۰۵).

جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای فیزیولوژیکی و عملکردی در گروه‌های پژوهش

متغیرها	گروه ماسه		گروه سالن	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
VO2max (mL/kg/min)	۵۴/۱۲ ± ۳/۷	۶۶/۵ ± ۵/۴ ***	۵۴/۱۳ ± ۳/۷	۶۵/۷ ± ۲/۳ ***
توان بی‌هوازی اوج (وات)	۸۳۶/۵ ± ۱۵۱/۳۴	۹۴۱ ± ۱۳۵/۶۳ *	۸۶۲/۱۷ ± ۱۳۸/۶	۸۸۲ ± ۹۲/۴۱
توان بی‌هوازی کمینه (وات)	۵۲۴/۳۳ ± ۹۰/۳۵	۵۹۷ ± ۸۵/۴ ***	۵۰۶ ± ۴۳/۶	۵۷۷/۷ ± ۶۵/۶۳ *
توان بی‌هوازی متوسط (وات)	۶۶۷/۱۷ ± ۱۱۹/۲	۷۵۹/۵ ± ۱۰۶/۵۶ *	۶۳۸/۳۳ ± ۷۱/۷۸	۷۱۵/۱۷ ± ۷۰/۷۸ *
پرش افقی (سانتی‌متر)	۲۳۳/۶۷ ± ۱۱/۲۷	۲۵۵ ± ۱۱/۱۲ **	۲۲۶/۶۷ ± ۵/۶	۲۴۷/۶۸ ± ۷/۴ ***
دوی ۳۰ متر (ثانیه)	۴/۲۴ ± ۰/۱۲	۴/۰۴ ± ۰/۱ **	۴/۲۲ ± ۰/۰۸	۴/۰۸ ± ۰/۰۶ **
چابکی T (ثانیه)	۱۰/۴ ± ۰/۴۳	۹/۵ ± ۰/۴۳ ***	۱۰/۴ ± ۰/۳	۹/۵ ± ۰/۳۱ ***

تفاوت معنادار پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، * در سطح P<۰/۰۰۱؛ ** در سطح P<۰/۰۱؛ * در سطح P<۰/۰۵**

شاخص‌های ساختاری و عملکردی بطن چپ: نتایج آزمون ANCOVA نشان داد که با حذف اثر مقادیر پیش‌آزمون (به‌عنوان کوواریانس)، از نظر تغییرات مشاهده‌شده در شاخص تودهٔ بطن چپ (LVMI؛ P=۰/۵۶۸)، ضخامت دیواره خلفی بطن چپ (PW؛ P=۰/۲۸۸)، حجم پایان سیستولی بطن چپ (LVESV؛

P=۰/۵۶۲) کسر کوتاه‌شدگی (FS؛ P=۰/۸۴۹)، و کسر تزریقی بطن چپ (EF؛ P=۰/۱۶۷) تفاوت معناداری بین گروه‌های پژوهش مشاهده نشد. با این همه، افزایش حجم ضربه‌ای (SV؛ P<۰/۰۰۱) و حجم پایان دیاستولی بطن چپ (LVEDV؛ P=۰/۰۰۳) و کاهش ضخامت نسبی دیوارۀ خلفی بطن چپ (RWT؛ P=۰/۰۴۲) در گروه ماسه به‌طور معناداری بیشتر از گروه سالن بود (جدول ۴). همچنین مقایسۀ تغییرات درون‌گروهی با استفاده از آزمون t وابسته نشان داد، به‌جز عدم تغییر معنادار شاخص RWT گروه‌های پژوهش پس از دورۀ تمرین نسبت به مقادیر پیش از دوره (P>۰/۰۵)، سایر تغییرات مشاهده‌شده در شاخص‌های ساختاری و عملکردی بازیکنان هر دو گروه از نظر آماری معنادار بود (P<۰/۰۵).

جدول ۴. میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های ساختاری و عملکردی بطن چپ در گروه‌های پژوهش

متغیرها	گروه ماسه		گروه سالن	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
LVMI (g/m^2)	۷۳/۰۴ ± ۴/۱۵	۸۸/۳۲ ± ۶/۴ ***	۶۹/۱۱ ± ۳/۰۴	۸۰/۸۷ ± ۶/۸۲ **
RWT (g/m^2)	۰/۳۰۰ ± ۰/۰۱۴	۰/۲۹۰ ± ۰/۰۰۹ †	۰/۳۰۰ ± ۰/۰۱۸	۰/۳۰۲ ± ۰/۰۱۳
PW(mm)	۷/۷ ± ۰/۵	۸ ± ۰/۳۵ *	۷/۶۱ ± ۰/۵۲	۸/۱ ± ۰/۴ **
LVEDV (mL)	۱۰۴/۵۳ ± ۱۴/۴	۱۱۴/۱۵ ± ۱۱/۲۵ ***††	۱۰۲/۷۷ ± ۱۱/۴۵	۱۰۸/۴ ± ۱۰/۱۵ **
LVESV (mL)	۳۳/۲ ± ۳/۱۵	۳۰/۱۳ ± ۴/۵ *	۳۱/۱۳ ± ۲/۲	۲۸/۴۳ ± ۲/۹ *
SV (mL)	۷۱/۳۳ ± ۱۳/۷	۸۴/۰۲ ± ۹/۶۳ ***†††	۷۱/۶۳ ± ۱۱/۷۸	۷۹/۹۵ ± ۸/۶ **
FS (٪)	۳۷/۶ ± ۲/۵۲	۴۰/۴۵ ± ۳/۸ *	۳۹/۹ ± ۱/۴	۴۲/۶۳ ± ۱/۵ *
EF (٪)	۶۷/۴ ± ۳/۶۲	۷۳/۱۵ ± ۳/۰۲ **	۶۹/۸۳ ± ۳/۱	۷۳/۳۳ ± ۱/۷۵ **

LVMI: شاخص تودۀ بطن چپ؛ RWT: ضخامت نسبی دیوارۀ خلفی بطن چپ؛ PW: ضخامت دیوارۀ خلفی بطن چپ؛ LVEDV: حجم پایان دیاستولی بطن چپ؛ LVESV: حجم پایان سیستولی بطن چپ؛ SV: حجم ضربه‌ای بطن چپ؛ FS: کسر کوتاه‌شدگی؛ EF: کسر تزریقی. تفاوت معنادار پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، * در سطح P<۰/۰۰۱؛ ** در سطح P<۰/۰۱؛ * در سطح P<۰/۰۵. تفاوت معنادار گروه ماسه نسبت به سالن، ††† در سطح P<۰/۰۰۱؛ †† در سطح P<۰/۰۱؛ † در سطح P<۰/۰۵.**

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، اثر شش هفته تمرینات تاباتا روی کفپوش سالنی نسبت به ماسه بر ساختار و عملکرد بطن چپ و برخی عوامل آمادگی جسمانی فوتبالیست‌های ساحلی زبده مقایسه شد. نتایج نشان داد تمرینات در هر دو گروه موجب بهبود شاخص‌های ساختاری و عملکردی بطن چپ، به‌جز RWT شد. با این همه، افزایش SV (۱۹/۴ در مقابل ۱۲/۴ درصد) و LVEDV (۹/۷ در مقابل ۵/۶ درصد) و همچنین کاهش RWT در گروه ماسه به‌طور معناداری بیشتر از گروه سالن بود.

دسته‌بندی ارائه‌شده برای مورفولوژی بطن چپ عبارت است از وضعیت طبیعی (RWT<۰/۴۲ و LVMI≤۱۱۵ گرم در مترمربع)، هیپرتروفی کانسنتریک (RWT ≥۰/۴۲ و LVMI >۱۱۵گرم در مترمربع)، و هیپرتروفی اکسنتریک (RWT <۰/۴۲و LVMI >۱۱۵ گرم در مترمربع) (۲۱). بر اساس این دسته‌بندی، مورفولوژی بازیکنان هر دو گروه در محدودۀ طبیعی قرار داشت و از این نظر تفاوتی بین دو گروه مشاهده نشد. همچنین یافته‌های حاضر پیشنهاد می‌کند تمرینات تاباتا روی ماسه یا کفپوش سالنی تأثیری بر مورفولوژی بطن چپ نداشت و با وجود کاهش معنادار ۳/۲ درصدی RWT در گروه ماسه نسبت به گروه سالن، این تغییرات در محدودۀ هیپرتروفی اکسنتریک نبود. با توجه به اینکه از نظر کاهش LVESV در پایان دورۀ تمرینات، تفاوت معناداری بین گروه ماسه (۹/۵ درصد) و سالن (۸/۷ درصد) مشاهده نشد، ولی مقادیر LVEDV گروه ماسه به‌طور معناداری بیشتر از گروه سالن بود. در نتیجه، به‌نظر می‌رسد انجام تمرینات تاباتا در ماسه توانسته موجب بازگشت خون وریدی بیشتر به قلب در مرحلۀ دیاستول شود و از این طریق، SV بطن چپ را افزایش داده که این اثر در مقایسه با انجام تمرینات مشابه روی کفپوش سالنی بیشتر بوده است. این یافته‌ها پیشنهاد می‌کند یک دورۀ شش‌هفته‌ای

تمرینات تاباتا روی ماسه در مقایسه با سطح سخت‌تر مانند کفپوش سالنی ممکن است بتواند تأثیرات مثبتی بر SV، اغلب از طریق افزایش بازگشت وریدی داشته باشد. شاید بتوان بخشی از دلایل یافته‌های حاضر را به کار مکانیکی بالاتر طی اجرای فعالیت در ماسه نسبت داد؛ چراکه نشان داده شده وضعیت بی‌ثباتی روی ماسه می‌تواند شدت‌های تمرینی بالاتری را در مقایسه با سطوح سخت‌تر ایجاد کند. در سرعت مشابه، دویدن روی ماسه به ۱/۱۵ برابر کار مکانیکی بیشتر و ۱/۴ برابر هزینهٔ انرژی بیشتر نسبت به سطوح سخت‌تر نیاز دارد (۱۷). افزون‌بر این، بر اساس معادلهٔ EF (SV / LVEDV) به‌نظر می‌رسد بالاتر بودن SV پس از دورهٔ تمرینات در گروه ماسه نسبت به گروه سالن، فقط به‌علت بهبود عملکرد دیاستولی بطن چپ نبوده است. در این باره، نتایج حاضر نشان داد که میانگین بهبود مقادیر FS گروه ماسه نسبت به گروه سالن بیشتر بود (۸/۶ در مقابل ۵/۱ درصد). بر اساس معادلهٔ ((LVEDD/(LVESD - LVEDD) FS معرف درصد تغییرات قطر بطن چپ و شاخصی از عملکرد سیستولی آن است و بالاتر بودن آن ممکن است بخشی از افزایش بیشتر SV در گروه ماسه پس از دورهٔ تمرینات را از طریق بهبود نسبی قدرت انقباض عضلهٔ بطن چپ طی دورهٔ سیستول توجیه کند؛ هرچند تفاوت مشاهده‌شده در FS دو گروه از نظر آماری معنادار نبود. این یافته‌ها با نتایج شیخلووند و همکاران (۲۰۲۲) همسوست. این پژوهشگران نشان دادند مقادیر SV (در حدود ۱۲ درصد)، LVEDV (در حدود ۹/۵ درصد) و EF (در حدود پنج درصد) ورزشکاران مرد رشتهٔ قایق‌رانی کایاک پس از هشت هفته تمرینات HIIT به شکل معناداری افزایش پیدا کرد (۲۲).

در پژوهش حاضر، شش هفته تمرینات تاباتا، هم روی کفپوش سالنی (۲۱/۶ درصد) و هم روی ماسه (۲۳ درصد)، موجب بهبود معنادار مقادیر VO۲max بازیکنان شد. تغییرات مشاهده‌شده در ساختار و عملکرد سیستولی و دیاستولی بطن چپ بازیکنان دو گروه، به‌ویژه بهبود SV، می‌تواند دلیل بخشی از این افزایش در شاخص توان هوازی باشد. ولی با وجود بالاتر بودن مقادیر SV گروه ماسه نسبت به سالن، از نظر افزایش مشاهده‌شده در VO2max پس از دورهٔ تمرین، تفاوتی بین دو گروه دیده نشد. این موضوع نشان می‌دهد که بهبود شاخص توان هوازی بازیکنان در پژوهش حاضر، فقط به‌دلیل افزایش SV و سایر شاخص‌های قلبی نبوده و شاید سازوکارهای دیگری نیز در این تغییرات نقش داشته‌اند که از آن جمله می‌توان به افزایش ظرفیت اکسایشی و بافری عضله، سازگاری‌های میتوکندریایی و سایر تغییرات بیوشیمیایی اشاره کرد (۲۳). با توجه به عدم اندازه‌گیری متغیرهای ذکرشده در پژوهش حاضر، انجام پژوهش‌های آینده می‌توانند به درک سازوکارهای احتمالی مرتبط با این متغیرها در اثر تمرینات تاباتا کمک کند.

همسو با یافته‌های حاضر، سایر پژوهش‌ها نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. تاباتا و همکاران (۱۹۹۶) اثر شش هفته تمرینات تاباتا را بررسی کردند و نشان دادند مقادیر نسبی VO2max پس از دورهٔ تمرین به‌طور معناداری به اندازهٔ هفت میلی‌لیتر در کیلوگرم در دقیقه افزایش پیدا کرد (۲). همچنین صفانیا و همکاران (۲۰۱۱) و ایمپلیزری و همکاران (۲۰۰۶ و ۲۰۰۸) با بررسی اثر یک دوره تمرینات HIIT روی بازیکنان فوتبال گزارش کردند انجام این نوع تمرینات موجب افزایش معنادار VO2max شد (۸- ۱۰). افزون‌بر این، اسپرلیچ و همکاران (۲۰۱۱) و هلگرود و همکاران (۲۰۰۱)، هفت تا ۱۱ درصد بهبود در VO2max را پس از پنج تا هشت هفته تمرینات HIIT در بازیکنان فوتبال گزارش کردند (۲۴، ۲۵).

در مقابل، برخی پژوهشگران نتایج ناهمسویی را گزارش کرده‌اند. برای نمونه بینی و همکاران (۲۰۱۴) با مقایسهٔ سطوح ماسه و چمن نشان دادند بهبود مقادیر نسبی VO2max گروه ماسه پس از دورهٔ تمرین بیشتر از گروه چمن بود (۲۶). این تفاوت در نتایج می‌تواند به‌دلیل مدت طولانی‌تر دورهٔ تمرینی پژوهش مذکور نسبت به پژوهش حاضر (هشت هفته نسبت به شش هفته) و همچنین تفاوت در جنسیت آزمودنی‌ها (زنان ورزشکار در مقابل بازیکنان مرد پژوهش حاضر) باشد. برای نمونه در پژوهشی پس از مقایسهٔ اثر تمرینات HIIT بین زنان و مردان تمرین‌کرده، پژوهشگران نتیجه گرفتند که باید شیوه‌های HIIT ویژهٔ زنان و مردان طراحی شود، زیرا تفاوت‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی بین آن‌ها می‌تواند بر عملکرد ورزشی در محیط‌های دنیای واقعی اثر بگذارد (۲۷).

در پژوهش حاضر، شاخص‌های گوناگون توان بی‌هوازی شامل توان اوج، کمینه و متوسط (آزمون RAST) و توان انفجاری (آزمون پرش افقی) بازیکنان هر دو گروه

پس از دورهٔ شش‌هفته‌ای تمرینات به‌طور معناداری افزایش یافت و از این نظر تفاوت معناداری بین سطح ماسه و کفپوش سالنی مشاهده نشد. بهبود توان بی‌هوازی در آزمون RAST پس از یک دوره تمرینات HIIT در سایر پژوهش‌ها نیز تأیید شده است. صفانیا و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند شش هفته تمرینات HIIT با شدت ۷۰ تا ۹۵ درصد HRmax توان اوج و متوسط فوتبالیست‌های جوان را به‌طور معناداری افزایش داد (۸). اراضی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند اجرای تمرینات HIIT به مدت شش هفته اثر معناداری بر توان کمینه و متوسط فوتبالیست‌های زن داشت (۲۳). همچنین افیون و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند اجرای تمرینات عملکردی به روش تاباتا موجب بهبود معنادار رکورد پرش افقی بازیکنان جوان فوتبال شد (۲۸). با توجه به ماهیت تمرینات تاباتا به‌عنوان نوعی از تمرینات HIIT که شامل ۲۰ ثانیه اجرای فعالیت شدید و ۱۰ ثانیه استراحت بین این وهله‌هاست، سازوکارهای احتمالی برای افزایش شاخص‌های بی‌هوازی پس از این تمرینات می‌تواند مربوط به درگیری دستگاه‌های فسفاژن و گلیکولیز بی‌هوازی در طول وهله‌های تمرین باشد که به سازگاری آنزیم‌های بی‌هوازی منجر شده است (۲۹). در همین زمینه ترمبلی و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند ۱۶ هفته تمرینات HIIT به‌طور معناداری سبب افزایش سطوح آنزیم فسفو فروکتو کیناز (PFK)، به‌عنوان یک آنزیم اصلی و مهم محدودکنندهٔ سرعت در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی، می‌شود (۳۰). پژوهش‌های بعدی نشان داد دوره‌های کوتاه‌تر تمرینات HIIT نظیر هفت هفته (۳۱) نیز می‌تواند مقادیر PFK عضلانی را افزایش دهد.

از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر که از اهمیت زیادی در رشته‌های تیمی برخوردار است، بهبود رکورد دوی ۳۰ متر (کاهش ۴/۷ درصدی در گروه ماسه و ۳/۳ درصدی در گروه سالن) و چابکی (کاهش ۸/۵ درصدی در گروه ماسه و ۸/۴ درصدی در گروه سالن) بازیکنان هر دو گروه نسبت به مقادیر پیش‌آزمون بود. همسو با یافته‌های حاضر، اسپرلیچ و همکاران (۲۰۱۱) بهبود رکورد سرعت ۳۰ متر بازیکنان نوجوان فوتبال را پس از پنج هفته تمرینات HIIT با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد HRmax گزارش کردند (۲۴). بینی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند هشت هفته تمرینات HIIT موجب بهبود معنادار رکورد چابکی و سرعت ۲۰ متر در ورزشکاران زن شد و از این نظر تفاوتی بین سطوح ماسه و چمن دیده نشد (۲۶). در پژوهشی دیگر، بهبود عملکرد چابکی فوتبالیست‌های جوان پس از تمرینات تاباتا به مدت هشت هفته مشخص شد (۲۸). نشان داده شده است که خاصیت جذب ضربه توسط ماسه می‌تواند سرعت بیشینه و عملکرد چابکی را محدود کند (۱۸، ۲۸). از طرفی، هزینهٔ انرژی (۱/۳ تا ۲/۷ برابر) و نیازهای متابولیکی (۱/۱ برابر) انجام کارهای سرعتی روی ماسه بیشتر از سطوح سخت است (۱۶، ۱۸). در نتیجه، انتظار می‌رفت همین بالاتر بودن نیازهای متابولیکی و تحریک عضلانی بیشتر (۱/۱۵ برابر) تمرین روی ماسه نسبت به سطوح سخت‌تر (۱۷) نظیر کفپوش سالنی به شکل‌گیری محرک‌های قوی‌تری برای سازگاری‌های عضلانی و در نتیجه، بهبود بیشتر سرعت حرکت و چابکی بازیکنان منجر شود. با این همه، یافته‌های حاضر نشان داد شش هفته اجرای تمرینات HIIT به روش تاباتا به‌خودی‌خود می‌تواند تأثیرات مثبتی بر این دو عامل مهم داشته باشد و این اثر مستقل از جنس زمین تمرین است. شاید دوره‌های طولانی‌تری از تمرینات (بیشتر از شش هفته) نیاز باشد تا بتوان دربارهٔ تفاوت تأثیر تمرینات تاباتا روی ماسه و کفپوش سالنی بر رکوردهای سرعت و چابکی نتیجه‌گیری دقیق‌تری ارائه کرد.

در مجموع، یافته‌های حاضر نشان داد شش هفته تمرینات تاباتا روی ماسه نسبت به کفپوش سالنی ممکن است مقادیر SV بازیکنان زبدهٔ فوتبال ساحلی را به‌طور معناداری افزایش دهد که شاید دلیل اصلی آن بازگشت بیشتر خون وریدی به قلب بوده است. بنابراین به‌نظر می‌رسد انجام این نوع تمرینات روی ماسه سازگاری‌های ساختاری و عملکردی مطلوب‌تری را در بطن چپ این بازیکنان ایجاد کرده است. با این همه، از نظر مقادیر نسبی VO2max، شاخص‌های توان بی‌هوازی، توان انفجاری، سرعت حرکت و عملکرد چابکی، تفاوتی بین انجام تمرینات روی ماسه یا کفپوش سالنی مشاهده نشد. در نتیجه، شاید بتوان از شیوهٔ تمرینات تاباتا روی کفپوش سالنی استاندارد برای ایجاد تنوع در برنامهٔ آماده‌سازی بازیکنان یا در شرایطی که به سطح ماسه دسترسی وجود ندارد، استفاده کرد. انجام پژوهش‌های بیشتر با دوره‌های طولانی‌تر از شش هفته نیاز است تا نتایج حاضر را تأیید کند و سازگاری‌های

ناشی از انجام طولانی‌مدت تمرینات تاباتا روی سطوح گوناگون ارزیابی شود.

تشکر و قدردانی

از همهٔ بازیکنان و مربیان محترمی که صمیمانه ما را در اجرای این پژوهش همراهی کردند، سپاسگزاریم.

حامی/ حامیان مالی

این مقاله حاصل رسالهٔ دکتری دانشگاه گیلان است و حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طرح موضوع، مفاهیم و مقدمات مشارکت داشته‌اند. فرایند میدانی شامل انتخاب آزمودنی‌ها، جمع‌آوری و دسته‌بندی داده‌ها و همچنین تحلیل داده‌ها و نگارش متن اولیهٔ مقاله و اصلاحات خواسته‌شده، توسط نویسندهٔ اول انجام گرفت. بازبینی و بررسی محتوای مقاله توسط نویسندگان دوم و سوم صورت گرفت.

تعارض منافع

هیچ تعارض منافعی وجود ندارد.

منابع

1. Rami M, Azimpour M, Khoramipour K. The effect of 8 weeks of High Intensity Interval Training on the Levels of Wnt and NF-κB proteins in the heart tissue of male Wistar rats with type 2 diabetes. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2022;15(4):19-30.
2. Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO2max. Med Sci Sports Exerc. 1996;28(10):1327-30.
3. Dupont G, Akakpo K, Berthoin S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. J Strength Cond Res. 2004;18(3):584-9.
4. Howard N, Stavrianeas S. In-season high-intensity interval training improves conditioning in high school soccer players. Int J Exerc Sci. 2017;10(5):713.
5. Scarfone R, Tessitore A, Minganti C, Ferragina A, Capranica L, Ammendolia A, editors. Match demands of beach soccer: a case study. Book of abstracts of 14th Annual Congress of the European College of Sport Science; 2009.
6. Castellano J, Casamichana D. Heart rate and motion analysis by GPS in beach soccer. J Sports Sci Med. 2010;9(1):98.
7. Gaeini A, Javidi M, Kordi M, Soleimani M, Fallahi A. The effect of 8 weeks of high intensity interval training on mir-29 gene family expression and cardiac hypertrophy of healthy male rats. J Adv Med Biomed Res. 2015;23(99):14-24.
8. Safania AM, Alizadeh R, Nourshahi M. A comparison of small-side games and interval training on same selected physical fitness factors in amateur soccer players. Journal of Social Sciences. 2011;7(3):349.
9. Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Iaia F, et al. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. International Journal of Sports Medicine. 2006;27(06):483-92.
10. Impellizzeri FM, Rampinini E, Maffiuletti NA, Castagna C, Bizzini M, Wisluff U. Effects of aerobic training on the exercise-induced decline in short-passing ability in junior soccer players. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2008;33(6):1192-8.
11. Mahjoub H, Le Blanc O, Paquette M, Imhoff S, Labrecque L, Drapeau A, et al. Cardiac remodeling after six weeks of high-intensity interval training to exhaustion in endurance-trained men. American Journal of Physiology-Heart Circulatory Physiology. 2019;317(4):H685-H94.
12. Esfandiari S, Sasson Z, Goodman JM. Short-term high-intensity interval and continuous moderate-intensity training improve maximal aerobic power and diastolic filling during exercise. European Journal of Applied Physiology. 2014;114:331-43.
13. Mohamadpanah M, Hoseininejad SE, Salari Esker F. Effect of Surface Type on Impact Force, Loading Rate, and Free Moment during Stance Phase of Running. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021;10(2):234-45.
14. Binnie MJ, Dawson B, Arnot MA, Pinnington H, Landers G, Peeling P. Effect of sand versus grass training surfaces during an 8-week pre-season conditioning programme in team sport athletes. Journal of sports sciences. 2014;32(11):1001-12.
15. Binnie MJ, Peeling P, Pinnington H, Landers G, Dawson B. Effect of surface-specific training on 20-m sprint performance on sand and grass surfaces. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013;27(12):3515-20.

16. Rokhsati S, Salimi Avansar A, Ebrahim K, Ahmadizad S. Comparing the effect of six weeks of specific volleyball training on hard and soft surfaces on anaerobic power, vertical jump, agility and fat percentage of volleyball players. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2014;7(1):1005-12. (In Persian)
17. Zamparo P, Perini R, Orizio C, Sacher M, Ferretti G. The energy cost of walking or running on sand. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1992;65(2):183-7.
18. Gaudino P, Gaudino C, Alberti G, Minetti AE. Biomechanics and predicted energetics of sprinting on sand: hints for soccer training. Journal of Science and Medicine in Sport. 2013;16(3):271-5.
19. Rago V, Rebelo AN, Pizzuto F, Barreira D. Small-sided soccer games on sand are more physically demanding but less technically specific compared to games on artificial turf. The Journal of sports medicine and physical fitness. 2016;58(4):385-91.
20. Ramsbottom R, Brewer J, Williams C. A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. British Journal of Sports Medicine. 1988;22(4):141-4.
21. Slankamenac J, Milovancev A, Klasnja A, Gavrilovic T, Sekulic D, Kesic MG, et al. Echocardiographic Characterization of Left Heart Morphology and Function in Highly Trained Male Judo Athletes. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(14):8842.
22. Sheykhlouvand M, Arazi H, Astorino TA, Suzuki K. Effects of a New Form of Resistance-Type High-Intensity Interval Training on Cardiac Structure, Hemodynamics, and Physiological and Performance Adaptations in Well-Trained Kayak Sprint Athletes. Frontiers in Physiology. 2022;13.
23. Arazi H, Keihaniyan A, EatemadyBoroujeni A, Oftade A, Takhsha S, Asadi A, et al. Effects of heart rate vs. Speed-based high intensity interval training on aerobic and anaerobic capacity of female soccer players. Sports. 2017;5(3):57.
24. Sperlich B, De Marйes M, Koehler K, Linville J, Holmberg HC, Mester J. Effects of 5 weeks of high-intensity interval training vs. volume training in 14-year-old soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research. 2011;25(5):1271-8.
25. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. Med Sci Sports Exerc. 2001;33(11):1925-31.
26. Binnie MJ, Dawson B, Arnot MA, Pinnington H, Landers G, Peeling P. Effect of sand versus grass training surfaces during an 8-week pre-season conditioning programme in team sport athletes. Journal of sports sciences. 2014;32(11):1001-12.
27. Schmitz B, Niehues H, Thorwesten L, Klose A, Krьger M, Brand S-M. Sex Differences in High-Intensity Interval Training—Are HIIT Protocols Interchangeable Between Females and Males? Frontiers in Physiology. 2020;11.
28. Afyon YA, Mülazimoğlu O, Зelikbilek S, Kalafat З. The effect of Tabata training program on physical and motoric characteristics of soccer players. Progress in Nutrition. 2021;23(S2):e2021255-e.
29. Boutcher SH. High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. Journal of Obesity. 2011;2011:868305.
30. Tremblay A, Simoneau J-A, Bouchard C. Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. Metabolism. 1994;43(7):814-8.
31. MacDougall JD, Hicks AL, MacDonald JR, McKelvie RS, Green HJ, Smith KM. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. Journal of Applied Physiology. 1998;84(6):2138-42.