

Evaluation of intermittent protocol at incremental laboratory test in measuring physiological indices of soccer players

Atta Bahreini Nejad, Dariush Moflahi, Mehdi Abbaspour*

Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Original Article

Abstract

Purpose: Due to the intervals' nature of soccer, the aim of this study was to evaluate intermittent protocol of incremental laboratory test in measuring the physiological parameters of soccer players.

Methods: Eighteen young soccer players (Mean \pm SD; age 16.78 ± 0.78 years, weight 61.33 ± 9.44 kg, height 177 ± 6.75 Cm) voluntarily participated into two incremental laboratory tests (continuous and intermittent protocol) on the HP Cosmos Treadmill with 48-hour interval and then Bangesbo field test was performed. The subjects' cardiopulmonary parameters were measured by gas analyzer, metalyzer3b model, and blood lactate before and after the tests with lactometer Scout model. Statistical analysis was performed by ANOVA Repeated Measure, paired t-test and Pearson correlation coefficient at the significant level $P \leq 0.05$.

Results: There was no significant difference between the physiological factors of continuous and intermittent tests, but there was a significant difference between the distance at continuous and intermittent tests ($P = 0.031$). There was a significant positive relationship between the performance of the Bangesbo test with the maximum oxygen consumption ($r = 0.64$, $P = 0.011$) and distance ($r = 0.62$, $P = 0.018$) of the intermittent test.

Conclusion: The significant positive correlation between the maximum oxygen consumption of the intermittent test and the performance of the Bangesbo test, Higher distance in intermittent test and significant positive correlation between performance of Bangesbo test and distance of intermittent incremental test; It may be explained by the similarity of the intermittent test to the interval component of the playing soccer and this observing suggest to consider component of athlete's activity when defining the incremental test.

Keywords: Measurement, VO₂max, Performance, Lactate, Interval Exercise

How to cite this article: Bahreini Nejad A, Moflahi D, Abbaspour M. Evaluation of intermittent protocol at incremental laboratory test in measuring physiological indices of soccer players. Journal of Sport and Exercise Physiology 2022;15(1): 41-51

*Corresponding Author; E-mail: m.abbaspoor@uk.ac.ir
DOI: 10.52547/joeppa.15.2.41

Received: 29/03/2020

Revised:23/07/2021

Accepted: 28/07/2021

ارزیابی آزمون آزمایشگاهی فزاینده متناوب در سنجش شاخص‌های فیزیولوژیک بازیکنان فوتبال

عطا بحرینی نژاد، داریوش مفلحی، مهدی عباس‌پور*

دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

مقاله پژوهشی

چکیده

هدف: با توجه به ماهیت تناوبی بازی فوتبال، هدف پژوهش حاضر ارزیابی شیوه اجرای متناوب آزمون آزمایشگاهی فزاینده در سنجش شاخص‌های فیزیولوژیک بازیکنان فوتبال بود.

روش‌ها: ۱۸ فوتبالیست جوان (سن: $16/78 \pm 0/78$ سال، وزن: $61/33 \pm 9/44$ کیلوگرم، قد: $177 \pm 6/75$ سانتی‌متر) داوطلبانه در پژوهش شرکت نموده و دو آزمون فزاینده آزمایشگاهی با فاصله زمانی ۴۸ ساعت روی دستگاه نوار گردان HP Cosmos و سپس آزمون میدانی بانگسبو را اجرا کردند. عوامل قلبی-تنفسی آزمودنی‌ها توسط دستگاه گاز آنالایزر مدل metalyzer3b و لاکتات خون شرکت‌کنندگان قبل و بعد از آزمون‌ها با دستگاه لاکتومتر مدل Scout اندازه‌گیری شد. تحلیل آماری داده‌ها با آزمون‌های تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، تی زوجی و ضریب همبستگی پیرسون در سطح معناداری $p \geq 0/05$ انجام گردید.

نتایج: بین عوامل فیزیولوژیک آزمون‌های پیوسته و متناوب هیچ‌گونه تفاوت معناداری وجود نداشت؛ اما بین مسافت پیموده شده در دو آزمون تفاوت معنادار مشاهده گردید ($p=0/031$). عملکرد آزمون میدانی بانگسبو با اکسیژن مصرفی بیشینه آزمون فزاینده متناوب ارتباط مثبت معنادار نشان داد ($r=0/64$, $p=0/011$). بین عملکرد آزمون میدانی بانگسبو با عملکرد آزمون فزاینده متناوب، همبستگی مثبت معنادار وجود داشت ($p=0/018$, $r=0/62$).

نتیجه‌گیری: وجود همبستگی مثبت معنادار بین اکسیژن مصرفی بیشینه آزمون متناوب و عملکرد آزمون بانگسبو، بالاتر بودن مسافت پیموده شده در آزمون متناوب و همبستگی مثبت معنادار بین عملکرد آزمون میدانی بانگسبو با مسافت طی شده در آزمون فزاینده متناوب می‌تواند به علت مشابهت آزمون فزاینده متناوب با ماهیت تناوبی فعالیت فوتبال و دلیلی بر رعایت ماهیت فعالیت ورزشکار به هنگام تعریف آزمون فزاینده باشد.

واژه‌های کلیدی: اندازه‌گیری، اکسیژن مصرفی بیشینه، عملکرد، لاکتات، ورزش تناوبی

* نویسنده مسئول: رایانامه: m.abbaspor@uk.ac.ir

مقدمه

از دیدگاه علم تمرین بازی فوتبال، فعالیت با ماهیت تناوبی مشتمل بر مهارت‌های حرکتی متعددی از جمله دویدن، ضربه‌زدن، پریدن، تکل‌زدن است (۱). عملکرد در بازی فوتبال به عوامل متعدد فیزیکی (آنترپومتریک)، فیزیولوژیک، تکنیکی و تاکتیکی وابسته است (۲). مسافت پیموده شده یک بازیکن فوتبال در هر مسابقه حدود ۱۰ تا ۱۳ کیلومتر است که البته بخش عمده آن شامل پیاده‌روی و فعالیت با شدت پایین است. در لابلای فعالیت‌های با شدت پایین، فعالیت‌های با شدت بالا و نیازمند شتاب، تغییر جهت، پرش، تکل و مهارت‌های تکنیکی ویژه فوتبال، وجود دارد (۳). وجود فعالیت‌های با شدت بیشینه نه تنها هیجان‌انگیزترین لحظات در بازی فوتبال بلکه تعیین‌کننده‌ترین فعالیت‌ها نیز هستند (۴).

در آزمون آزمایشگاهی فزاینده (Laboratory incremental exercise test) ضمن افزایش پلکانی شدت فعالیت، ورزشکار از حالت استراحت به وضعیت واماندگی (Exhaustion) می‌رسد و متغیرهای فیزیولوژیک متعددی مانند اکسیژن مصرفی بیشینه به عنوان شاخص بیشینه و آستانه بی‌هواری به عنوان شاخص زیر بیشینه از جمله عوامل مستخرج از این آزمون‌ها هستند. برای مریبان دستیابی به اطلاعات عینی برای شناخت وضعیت فیزیولوژیک بازیکنان فوتبال در انتخاب تیم و اهداف تمرینی اهمیت مضاعف دارد. آزمون‌های ورزشی اعم از میدانی یا آزمایشگاهی (Field or Laboratory Test) به طور مشترک در محیط‌های میدانی و آزمایشگاهی اطلاعات مهمی را برای مریبان فراهم می‌آورند اما هر دو روش به لحاظ داشتن روایی درونی و روایی بیرونی همواره مورد سؤال واقع شده‌اند. در حال حاضر توان هواری (VO_{2max}) بازیکنان فوتبال در آزمایشگاه‌های فیزیولوژی ورزش با استفاده از نوارگردان یا دوچرخه کارسنج به طور مستقیم ارزیابی می‌شود. روش‌های غیرمستقیم برآورد ظرفیت هواری نیز وجود دارند که معمولاً آزمون‌های میدانی مانند یو-یو، بانگسبو و یا هاف (Yo-Yo, Bangsbo and Hoff Test) شامل چندین شاتل رفت و برگشت بر روی یک فاصله معین یا طی نمودن مسیری دارای تنوع حرکت با سرعت‌های بالا و پایین مشابه شرایط ویژه فوتبال از جمله آن‌ها می‌باشد. در روش‌های آزمایشگاهی نیز با اندازه‌گیری مستقیم تغییرات گازهای

تنفسی با دویدن روی نوارگردان با سرعت فزاینده و رسیدن فرد به واماندگی شاخص‌های استاندارد متعددی برای ارزیابی توان هواری از جمله اکسیژن مصرفی بیشینه به دست می‌آید (۵). سطوح بالای اکسیژن مصرفی بیشینه (۵۸ تا ۶۵ میلی لیتر بر دقیقه در کیلوگرم) در بازیکنان جوان فوتبال گزارش شده است (۲) و اکسیژن مصرفی بیشینه با مؤلفه‌هایی مانند مسافت طی شده، دویدن با سرعت بیشینه در مسافت‌های کوتاه و توانایی بازیافت از سرعت بیشینه در حداقل زمان ممکن، همبستگی بالایی دارد (۶). یکی دیگر از عواملی که در آزمون‌های فزاینده و میدانی در این پژوهش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، لاکتات پایانی است که معمولاً سه دقیقه پس از رسیدن فرد به واماندگی و اتمام آزمون اندازه‌گیری می‌شود. زمانی که شدت فعالیت از حد آستانه بی‌هواری فراتر می‌رود تجمع لاکتات شروع می‌شود. وقتی اسیدلاکتیک یون هیدروژن آزاد می‌کند، ترکیب باقی‌مانده با سدیم یا پتاسیم ترکیب شده و لاکتات را تشکیل می‌دهد (۷). به بیان دیگر اگر پیروات تولیدی از میزان پیروات ورودی به میتوکندری‌ها فراتر رود، پیروات به لاکتات تبدیل شده و در بار کاری فراتر از آستانه بی‌هواری، میزان تجمع اسید لاکتیک خون به طور ناگهانی افزایش می‌یابد (۸).

تاکنون پژوهش‌های متعددی به منظور سنجش توانایی‌های فیزیولوژیک بازیکنان فوتبال انجام شده است. سال ۲۰۰۹ در پژوهشی کاپلان (۹) به منظور ارزیابی عوامل چابکی و سرعت دویدن در بازیکنان حرفه‌ای و مبتدی و همچنین ارزیابی چابکی و شتاب در بازی با توجه به پست بازیکن در زمین به ارزیابی بازیکنان با آزمون شاتل‌ران در مستطیلی به ابعاد ۱۰×۵ روی زمین فوتبال در فصل مسابقات پرداخت. نتایج پژوهش نشان داد: تفاوت‌های بین میانگین امتیازات در حرفه‌ای‌ها و مبتدی‌ها معنادار بود، اما تفاوت‌های بین میانگین امتیازات بر اساس پست بازیکنان در بازی معنادار نبود. همچنین نمره عملکرد چابکی و سرعت بازیکنان فوتبال حرفه‌ای از بازیکنان مبتدی بالاتر بود. در پژوهشی دیگر ویلیامز و همکاران (۱۰) به منظور ارزیابی سرعت و استقامت بازیکنان فوتبال آزمون میدانی (آزمون سرعت و استقامت در بازی‌های توپی) را طراحی و دو مرتبه اجرا نمودند. در طی آزمون‌ها ضربان قلب بیشینه و VO_{2max} آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد و آزمون‌ها در یک

دوره ۱۰ روزه انجام گرفت. برنامه تمرینی در بازه زمانی ۹۰ دقیقه‌ای شامل الگوهای حرکتی، نیازهای فیزیکی (حجم و شدت)، مسافت، میزان افزایش ضربان قلب و الگوی فعالیت هوازی شبیه بازی فوتبال بود. طبق گزارش پژوهش بین نتایج دو مرحله تفاوت معناداری وجود نداشت و نتایج به دست آمده نشان داد آزمون اعتبار و پایایی بالایی در سنجش عوامل مورد نظر را دارد. در پژوهشی دیگر برادلی و همکاران (۱۱) با تهیه نسخه‌های بیشینه و زیربیشینه آزمون استقامتی تناوبی یو-یو به ارزیابی عملکرد بازیکنان در مسابقه پرداخته و تفاوت‌های عملکردی بین بازیکنان در پست‌های مختلف را اندازه‌گیری نمودند. در این پژوهش ارتباطی معنادار بین نتایج آزمون یو-یو و مسافت پیموده شده در تمرین با شدت بالا مشاهده شد. به طور خلاصه این مطالعه نشان داد که نتایج آزمون یو-یو قابلیت تعمیم داشته و می‌تواند برای تعیین ظرفیت عملکردی بازیکنان در تمرینات شدید استفاده شود و آزمون مزبور ابزاری دقیق در تعیین ظرفیت عملکردی بازیکنان در پست‌های مختلف بازی است. در پژوهشی دیگر لپینسکا و ویژگی‌های آنروپومتریک و نتایج حاصل از بازی یک به یک بازیکنان فوتبال را توسط کارشناسان با ابزار Gpai (Game performance assessment instrument) مورد ارزیابی قرار داد. در این پژوهش برای میزان مؤثر بودن در بازی توسط سه کارشناس به بازیکنان امتیاز داده شد. در ادامه ظرفیت هوازی و بی‌هوازی، سرعت حرکت، قدرت انفجاری اندام تحتانی، زمان عکس‌العمل و تعادل هر کدام با استفاده از آزمون و ابزار مربوطه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون‌های آزمایشگاهی و میدانی به امتیاز تبدیل شد و یافته‌های پژوهش نشان داد: بین نتایج بازی یک به یک و آزمون‌های آزمایشگاهی همبستگی معناداری وجود دارد ولی بین نتایج آزمون مؤثر بودن در بازی با سایر آزمون‌ها همبستگی مشاهده نگردید. نتیجه‌گیری نهایی محقق از پژوهش این بود که آزمون‌ها می‌توانند به طور معناداری کارایی (عملکرد) بازیکنان را پیش‌بینی کنند (۱۲). پژوهش زاگانو^{۱۳} نیز (۱۳) برای تعیین ارتباط بین مسافت طی شده در آزمون میدانی هاف با عوامل فیزیولوژیک مانند اکسیژن مصرفی بیشینه روی ۲۵ بازیکن حرفه‌ای فوتبال کشور برزیل در رده سنی ۲۰ سال انجام گرفت. در پژوهش مزبور میانگین اکسیژن مصرفی بیشینه

آزمودنی‌ها ۵۴/۱ میلی لیتر در دقیقه بازا هر کیلوگرم وزن بدن، میانگین مسافت پیموده شده در آزمون هاف $1442/4 \pm 30$ متر و بین اکسیژن مصرفی بیشینه حاصله از آزمون فزاینده پیوسته با مسافت پیموده شده آزمون رست همبستگی معنادار گزارش گردید. مطالعه‌ی میدانی آلونسو^{۱۴} (۲۰۱۷) نیز با هدف ارزیابی همبستگی بین میزان مسافت پیموده شده (عملکرد) حین بازی فوتبال (اندازه‌گیری با GPS) و آزمون میدانی یو-یو در فواصل ۱۰ و ۳۰ متر به منظور سنجش توان بی‌هوازی انجام شد که همبستگی بالای $r=0/873$ بین داده‌های دو آزمون نشان داد که آزمون مزبور قابلیت سنجش عملکرد بازیکنان فوتبال را دارد (۱۴). در پژوهشی دیگر پریک (۲۰۱۷) با استفاده از چهار آزمون بالک، بروس، آستراند و ریمینگ به ارزیابی VO_{2max} در ۱۶ بازیکن حرفه‌ای فوتبال پرداخت. آزمون بروس و بالک روی نوارگردان و آزمون آستراند و ریمینگ روی دوچرخه کارسج انجام گردیدند و VO_{2max} آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه گازآنالایزور اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تفاوت معناداری بین اکسیژن مصرفی بیشینه حاصله از آزمون‌های چهارگانه وجود ندارد (۱۵). مرور بیشینه پژوهش نشان می‌دهد، علیرغم پیشینه غنی پژوهش‌ها و آزمون‌های به کار گرفته شده در زمینه فیزیولوژی فوتبال اکثر پژوهش‌ها آزمون‌های میدانی را به کار گرفته‌اند و در صورت استفاده از آزمون آزمایشگاهی کمتر پژوهشی به رعایت ماهیت تناوبی ورزش فوتبال در طراحی آزمون پرداخته است. آزمون‌های فزاینده (فزاینده پیوسته: Continuous Incremental test و فزاینده متناوب: Intermittent Incremental test) روش‌های استاندارد برای دستیابی به عوامل فیزیولوژیکی بیشینه و زیر بیشینه مانند VO_{2max} ، تغییرات لاکتات و ضربان قلب آستانه و... می‌باشند. برنامه آزمون‌های فزاینده ممکن است پیوسته طراحی شوند که در این صورت آزمودنی در بین مراحل یا پله‌ها هیچ‌گونه استراحتی ندارد یا اینکه برنامه تمرینی، تناوبی طراحی شوند که آزمودنی در بین پله‌ها استراحت دارد. نهایتاً در هر دو نوع آزمون، آزمودنی آنقدر فعالیت را ادامه می‌دهد تا به واماندگی برسد. نکته کلیدی در پژوهش‌های علمی برای ارزیابی عملکرد، نوع آزمون فزاینده مورد استفاده است. برنامه آزمون‌های فزاینده در اساس و مبنا مانند بار کاری اولیه، میزان افزایش سرعت در هر مرحله، طول مراحل و...

همواره توسط پژوهشگران اصلاح می‌شوند و بارکاری پیشینه حاصل از آزمون‌های مزبور می‌تواند متغیرهای فیزیولوژیک را برای اهداف متنوع علوم ورزشی فراهم آورد (۱۶). آزمون میدانی بانگسبو مشابه شرایط فوتبال بر پایه تناوب‌های فعالیت شدید و استراحت‌های فعال در بازه‌های زمانی ۱۰ و ۱۵ ثانیه طراحی شده و مورد استفاده مریان تیم‌های مطرح دنیا قرار گرفته است (۱۷). علیرغم گستردگی پژوهش‌های انجام شده و تنوع آزمون‌های به کار گرفته شده (به ویژه آزمون‌های میدانی) روش‌شناسی قابل توجه در اکثر پژوهش‌های سنجش عملکرد، نوع آزمون فراینده به کار گرفته شده است. نحوه افزایش شدت فعالیت در آزمون‌های مزبور بصورت پیوسته و یکنواخت بوده حال آنکه با توجه به ماهیت تناوبی بازی فوتبال به نظر می‌رسد رعایت تناوب در افزایش شدت فعالیت حین آزمون آزمایشگاهی فراینده ضروری است. بنا بر پیشینه پژوهش‌های انجام شده در زمینه آزمون‌های آزمایشگاهی و میدانی رشته ورزشی فوتبال، هدف پژوهش حاضر ارزیابی آزمون‌های آزمایشگاهی فراینده پیوسته و متناوب و بررسی ارتباط نتایج آن‌ها با عملکرد آزمون میدانی بانگسبو در بازیکنان جوان فوتبال بود.

روش پژوهش

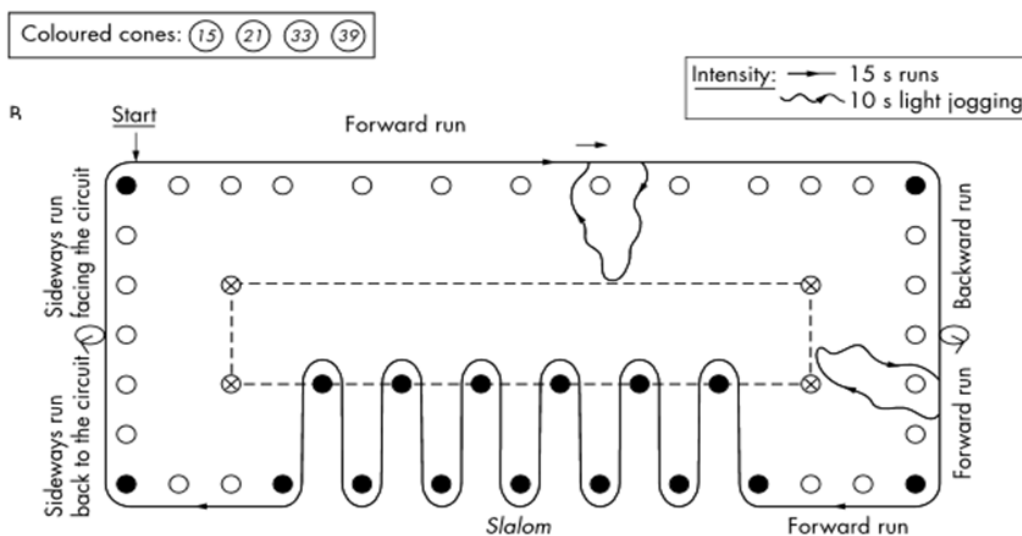
نمونه‌های پژوهش: روش پژوهش حاضر از نوع توصیفی و به شیوه همبستگی بود. آزمودنی‌ها: ۱۸ نفر از بازیکنان فوتبال رده سنی جوانان باشگاه مس کرمان با ویژگی‌های آنتروپومتریک؛ سن: $16/78 \pm 0/78$ سال، وزن: $61/33 \pm 9/44$ کیلوگرم و قد: $177 \pm 6/75$ سانتی‌متر بودند که با روش نمونه‌گیری در دسترس پس از اطلاع از محتوای آزمون‌ها به صورت داوطلبانه و با دادن رضایت‌نامه کتبی و تکمیل پرسشنامه سلامت در پژوهش شرکت نمودند.

روش اجرای پژوهش: از بازیکنان خواسته شد روز قبل از اجرای آزمون‌ها، تمرین سنگین نداشته باشند؛ شب قبل از انجام آزمون‌ها خواب و استراحت کافی داشته؛ از مصرف هرگونه مکمل در ایام انجام آزمون‌ها پرهیز کرده و صبح روز مراجعه به آزمایشگاه مصرف نوشیدنی -کافئینی نداشته باشند. پس از برگزاری یک جلسه آشناسازی با محتوی و مراحل پژوهش، آزمودنی‌ها دو آزمون فراینده آزمایشگاهی پیوسته و

رعایت پیش فرض‌های استفاده از آزمون‌های آماری پارامتری (کلموگروف اسمیرنوف برای آزمون توزیع طبیعی و آزمون لوین جهت بررسی همگنی واریانس داده‌ها استفاده گردید) و اجرای آزمون‌های تی زوجی برای مقایسه نتایج دو آزمون فزاینده پیوسته و متناوب، تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی LSD برای مقایسه لاکتات آزمون‌ها در سه مرحله آزمون پیوسته، متناوب و بانگسیو و ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی ارتباط بین متغیرها، با نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ در سطح معناداری $p \leq 0.05$ انجام گردید.

فعالیت شدید و ۱۰ ثانیه استراحت فعال است. آزمون با صدای سوت از نقطه شروع، آزمون را آغاز کرده و با سرعت بیشینه به مدت ۱۵ ثانیه مسیر را با توجه به نوع حرکت طی نموده و با اتمام زمان ۱۵ ثانیه به مدت ۱۰ ثانیه فعالیت سبک انجام می‌داد و دوباره این سیکل را تکرار کرده تا زمان ۱۶/۵ دقیقه به پایان برسد. هر دور کامل مسیر آزمون ۶۰ متر بود و در پایان کل مسافت طی شده بر مبنای تعداد دورهای طی شده به عنوان عملکرد آزمون ثبت می‌گردید.

تحلیل آماری: تحلیل آماری داده‌های پژوهش با



شکل ۱. روش اجرای آزمون میدانی بانگسیو

نتایج

مثبت معنادار نشان داده شد ($r=0.64, p=0.011$). بین میزان مسافت طی شده در آزمون میدانی بانگسیو و آزمون فزاینده متناوب نیز همبستگی مثبت معنادار وجود داشت. ($r=0.62, p=0.018$)

خلاصه نتایج توصیفی حاصل از انجام آزمون‌ها در جداول شماره یک و دو آورده شده است. مطابق شکل های ۲ و ۳ فقط بین عملکرد آزمون میدانی بانگسیو با اکسیژن مصرفی بیشینه آزمون فزاینده متناوب رابطه

جدول ۱. خلاصه نتایج شاخص‌های قلبی و تنفسی پژوهش

متغیر	VO ₂ max	تهویه دقیقه‌ای	بیشینه تعداد تنفس	ضربان قلب بیشینه	درصد ضربان قلب
آزمون	میلی لیتر/دقیقه.کیلوگرم	لیتر/دقیقه	(تعداد در دقیقه)	(ضربه در دقیقه)	آستانه
فزاینده پیوسته	62 ± 5/87	153/24 ± 4	10 ± 77	10 ± 193	86/63 ± 6/16
فزاینده متناوب	62/27 ± 6/76	152/27 ± 5	9 ± 81	8 ± 194	85/23 ± 6/34

جدول ۲. شاخص‌های عملکردی، لاکتات پایانی و ضربان قلب بیشینه آزمودنی‌ها در سه آزمون

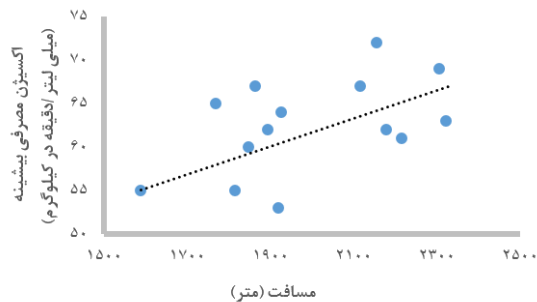
متغیر	آزمون	فزاینده پیوسته	فزاینده متناوب	میدانی بانگسبو	سطح معناداری
مسافت پیموده شده (متر)**	۲۵۷۷/۷۸ ± ۴۴۰/۰۲	۳۰۸۹/۶۰ ± ۸۶۴/۶۵	۲۰۱۰/۶۲ ± ۲۲۱/۳۹	۰/۰۰۱	
لاکتات پایانی (میلی‌مول/لیتر)*	۹/۴ ± ۲/۷۰	±۱۰۲/۷	۷/۹ ± ۲/۱۳	۰/۰۱	
ضربان قلب بیشینه (ضربه در دقیقه)**	۱۰±۱۹۳	۸±۱۹۴	۷±۱۷۴	۰/۰۰۱	

** تفاوت معنادار بین هر سه گروه وجود داشت.

** تفاوت معنادار بین دو گروه پیوسته با بانگسبو و متناوب با بانگسبو

* تفاوت معنادار فقط بین آزمون متناوب و بانگسبو

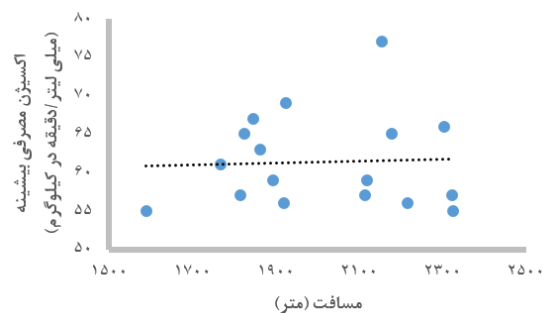
و بانگسبو وجود داشت ($p=0/005$). نتایج تی زوجی نشان داد بین عوامل قلبی-تنفسی دو آزمون پیوسته و متناوب هیچ‌گونه تفاوت معناداری وجود ندارد اما بین مسافت پیموده شده دو آزمون فزاینده پیوسته و متناوب تفاوت معنادار مشاهده گردید ($p=0/031$). در پایان نیز ضربان قلب آستانه بی‌هواری در آزمون پیوسته در ۸۶٪ و در آزمون متناوب در ۸۵٪ ضربان قلب بیشینه مشاهده گردید.



شکل ۳. همبستگی بین اکسیژن مصرفی بیشینه آزمون فزاینده متناوب با عملکرد آزمون بانگسبو

مشابهت ماهیت در دو نوع آزمون و به علت رعایت اصل ویژگی در آزمون فزاینده متناوب، باشد. به لحاظ سنجش شاخص فیزیولوژیک VO_2max نتایج پژوهش حاضر مشابه با پژوهش‌های کم‌ری و داسیلو و کم‌تراز میزان گزارش شده پژوهش مک‌میلان و بیشتر از میزان گزارش شده پژوهش کابرا بود. نتایج پژوهش کم‌ری (۱۷) نشان داده است که میانگین اکسیژن مصرفی بیشینه در آزمون آزمایشگاهی بازیکنان فوتبال ۶۱/۱ میلی‌لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه بوده است که در پژوهش اخیر این میزان در آزمون آزمایشگاهی ۶۲ میلی‌لیتر بر دقیقه در کیلوگرم مشاهده گردید. سیگلر

با اجرای آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و تعقیبی LSD تفاوت معنادار بین مسافت پیموده شده سه آزمون به صورت دو به دو مشاهده گردید ($p=0/001$). بین ضربان قلب دو آزمون فزاینده تفاوت وجود نداشت اما ضربان قلب بیشینه آزمون بانگسبو با ضربان قلب هر دو آزمون فزاینده پیوسته و متناوب تفاوت معنادار داشت ($p=0/0001$). در خصوص لاکتات، فقط تفاوت معنادار بین لاکتات پایانی آزمون متناوب



شکل ۲. همبستگی بین اکسیژن مصرفی بیشینه آزمون فزاینده پیوسته با عملکرد آزمون بانگسبو

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به ماهیت تناوبی فعالیت‌ها در بازی فوتبال هدف پژوهش حاضر ارزیابی روش اجرای متناوب آزمون آزمایشگاهی فزاینده در سنجش شاخص‌های فیزیولوژیک بازیکنان فوتبال بود. یافته‌های پژوهش بیانگر ارزیابی یکسان عوامل فیزیولوژیک آزمون‌های پیوسته و متناوب بود. نتایج مطالعه همبستگی‌ها نشان‌دهنده ارتباط مثبت معنادار عملکرد آزمون میدانی بانگسبو با مسافت پیموده شده در آزمون فزاینده متناوب و ارتباط معنادار عملکرد میدانی بانگسبو با VO_2max ثبت شده در آزمون فزاینده متناوب بود. دلیل این یافته‌ها می‌تواند

در نوع برنامه فزاینده بکار گرفته شده از جمله آن هاست؛ هر چند که توجه فیزیولوژیک این تفاوت‌ها نیازمند پژوهش‌های بیشتر در این زمینه است.

در پژوهش اخیر بین اکسیژن مصرفی بیشینه حاصله در آزمون آزمایشگاهی فزاینده پیوسته با عملکرد آزمون میدانی، همبستگی یافت نشد ولی ارتباط معنادار بین عملکرد میدانی بانگسبو با $VO_2\max$ ثبت شده در آزمون فزاینده متناوب وجود داشت. در پژوهش کابرا همبستگی نسبتاً پایینی ($r=0/44$) بین اکسیژن مصرفی بیشینه در آزمون فزاینده پیوسته با عملکرد آزمون میدانی گزارش شده است که از این بابت نتایج دو پژوهش هم‌راستا نیستند. در مقایسه با پژوهش انجام شده توسط توماس در سال ۲۰۰۵ اکسیژن مصرفی بیشینه به دست آمده در آزمون فزاینده متناوب در مقایسه با آزمون فزاینده پیوسته بیشتر بوده و میزان همبستگی دو آزمون ($r=0/79$) گزارش شده است که میزان ضریب همبستگی مشاهده شده بیش‌تر از پژوهش حاضر می‌باشد. همبستگی پائین پژوهش حاضر احتمالاً می‌تواند با افزایش حجم نمونه افزایش یابد. عدم همبستگی بین نتایج آزمون پیوسته و عملکرد از یک طرف و وجود رابطه بین آزمون متناوب و عملکرد میدانی از طرف دیگر، بیانگر ضرورت رعایت ماهیت تناوبی بازی فوتبال در طراحی آزمون‌های آزمایشگاهی می‌باشد. علی‌رغم مشکل توجیه علمی و منطقی هم‌زمان شباهت‌ها و تفاوت‌های پژوهش‌های متعدد؛ توجه به عملکرد میدانی می‌تواند ضمن قابل مقایسه‌تر کردن نتایج پژوهش‌ها از لحاظ کاربردی‌تر شدن پژوهش‌ها نیز کمک‌کننده باشد.

میانگین لاکتات پایانی آزمودنی‌های پژوهش کمری در آزمون آزمایشگاهی فزاینده پیوسته $11/6$ میلی مول بر لیتر بوده است که این میزان در پژوهش اخیر $9/4$ میلی مول بر لیتر مشاهده گردید. دلیل این تفاوت می‌تواند در نوع برنامه‌های اجرا شده و یا تفاوت در میزان آمادگی آزمودنی‌ها باشد. از نظر مقایسه مسافت طی شده نیز در آزمون میدانی میانگین مسافت طی شده توسط آزمودنی‌های پژوهش کمری $1830/9$ متر بوده که کمتر از مسافت طی شده در پژوهش اخیر می‌باشد و نشان‌دهنده کارایی بالاتر بازیکنان پژوهش حاضر است؛ چرا که با اکسیژن مصرفی برابر مسافت بیشتری را پیموده‌اند. همچنین میزان تجمع لاکتات در انتهای آزمون فزاینده متناوب پژوهش توماس بیشتر از میزان

در آزمون آزمایشگاهی میزان اکسیژن مصرفی بیشینه را $58/3$ میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه گزارش نموده است که کمتر از میزان مشاهده شده در پژوهش حاضر می‌باشد؛ در صورتی که هاف (۱۸) میزان اکسیژن مصرفی بیشینه را در آزمون آزمایشگاهی فزاینده پیوسته $67/8$ میلی لیتر بر دقیقه در کیلوگرم، در آزمون میدانی در بیلینگ $62/2$ میلی لیتر بر دقیقه در کیلوگرم و در بازی فوتبال در قالب گروه کوچک $57/3$ میلی لیتر بر دقیقه در کیلوگرم گزارش نموده است. در گزارش پژوهش مزبور آمده است که اکسیژن مصرفی بیشینه طی آزمون روی تردمیل با میزان ثبت شده در آزمون در بیلینگ تفاوت معناداری داشته است. از نظر مقایسه نتایج پژوهش مزبور با پژوهش حاضر، اکسیژن مصرفی بیشینه طی آزمون فزاینده پیوسته، بالاتر از میانگین اکسیژن مصرفی بیشینه حاصله طی آزمون فزاینده پیوسته پژوهش حاضر می‌باشد. داسیلو (۱۹) در آزمون آزمایشگاهی فزاینده متناوب میانگین اکسیژن مصرفی بیشینه را $59/1$ میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه گزارش نموده است که تفاوت اندکی با پژوهش حاضر دارد. کابرا نیز (۲) اکسیژن مصرفی بیشینه در آزمون میدانی و آزمایشگاهی را به ترتیب $54/9 \pm 6/6$ و $55/5 \pm 4/2$ میلی لیتر در دقیقه کیلوگرم وزن بدن گزارش نموده است و تفاوت معناداری بین اکسیژن مصرفی بیشینه حاصل از هر دو نوع آزمون وجود داشته است که در هر دو مورد از اکسیژن مصرفی بیشینه بازیکنان فوتبال پژوهش حاضر کمتر می‌باشد. در پژوهش ژیگاس (۲۰) با آزمون فزاینده پیوسته میزان اکسیژن مصرفی بیشینه را $53/8$ گزارش شده است که از پژوهش اخیر کمتر می‌باشد. با وجود نتایج مشابه و متفاوت گزارش شده نکته‌ای که نباید از نظر دور داشت این است که ضمن توجه به وجود تفاوت‌های مشاهده شده بین $VO_2\max$ پژوهش‌های پیشین و پژوهش حاضر به عملکرد بازیکنان نیز توجه شود و قطعاً بازیکنی که با $VO_2\max$ برابر و یا کمتر مسافت بیشتری دویده است کارایی بهتری داشته است که این کارایی بهتر می‌تواند به آمادگی بی‌هوازی بهتر ورزشکار بازگردد که در بخش تغییرات و تفاوت‌های لاکتات پایانی بازیکنان بدان پرداخته خواهد شد. دلایل متعددی نیز برای توجیه تفاوت‌های شاخص‌های فیزیولوژیک مانند $VO_2\max$ گزارش شده می‌تواند پیشنهاد شود که تفاوت‌های فردی بین آزمودنی‌های پژوهش‌های مختلف، تفاوت

عملکرد بازیکنان فوتبال در سطح لیگ‌های اروپایی پرداخته است؛ میانگین مسافت پیموده شده (عملکرد) بازیکنان در آزمون میدانی بانگسبو را 2231 ± 294 متر گزارش نموده است که مسافت طی شده توسط بازیکنان پژوهش حاضر کمتر از بازیکنان لیگ اروپا می‌باشد. نتایج پژوهش برادلی (۱۱) نیز مسافت طی شده در آزمون میدانی $2603/45$ متر گزارش گردیده است که در مقایسه با بازیکنان جوان پژوهش حاضر متر بیشتر است و در مجموع نتایج نشان می‌دهند بازیکنان جوان انگلیسی آماده‌تر هستند. همچنین میانگین لاکتات پایانی در آزمون میدانی آن پژوهش $10/9 \pm 5/2$ میلی‌مول در لیتر بوده است؛ در حالی که در این پژوهش میانگین لاکتات پایانی آزمون میدانی $7/43 \pm 1/37$ میلی‌مول در لیتر می‌باشد که شاید یکی از دلایل تفاوت مسافت پیموده شده بیشتر بازیکنان لیگ اروپایی باشد و بر اساس این تفاوت می‌توان گفت بازیکنان پژوهش حاضر میزان تحمل لاکتات کمتر و در مجموع عملکرد ضعیف‌تری، داشته‌اند. در خصوص مقایسه زمان بروز آستانه بی‌هوایی پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌ها نیز می‌توان به نتایج پژوهش کاساجو (۲۳) اشاره نمود که میانگین اکسیژن مصرفی بیشینه در بازیکنان فوتبال $5/3 \pm 4/5$ میلی‌لیتر گزارش نموده و نشان داده است که ضربان قلب آستانه در 84% ضربان قلب بیشینه اتفاق افتاده است. در پژوهش حاضر ضربان قلب آستانه در آزمون متناوب مشابه آزمون پیوسته بدون تفاوت معنادار و با یک درصد اختلاف در حدود 85% ضربان قلب بیشینه رخ داده است که این تفاوت اندک می‌تواند به تفاوت در روش تعیین آستانه‌ها برگردد و در مجموع بیانگر وقوع آستانه بی‌هوایی در درصد مشابهی از ضربان قلب بیشینه می‌باشد. این مشابهت می‌تواند در طراحی تمرین و به ویژه تمرینات آستانه بی‌هوایی مورد استفاده مربیان و ورزشکاران قرار گیرد. بالاتر بودن مسافت پیموده شده در آزمون متناوب مهم‌ترین تفاوت مشاهده شده بین نتایج دو آزمون فرایند بود که دلیل آن می‌تواند مشابهت بیشتر آزمون فرایند متناوب با ماهیت تناوبی فعالیت بازیکنان فوتبال در شرایط واقعی بازی فوتبال باشد و به نظر می‌رسد همین مشابهت موجب همبستگی مثبت معنادار بین عملکرد آزمون میدانی بانگسبو با مسافت طی شده در آزمون فرایند متناوب باشد. یافته دیگر

لاکتات پایانی آزمون فرایند متناوب این پژوهش می‌باشد. مانند پژوهش اخیر در پژوهش توماس نیز تفاوت معناداری بین لاکتات پایانی آزمون میدانی و آزمون فرایند متناوب یافت نشده است. این یافته می‌تواند بدلیل ماهیت یکسان آزمون‌های فرایند تناوبی و آزمون‌های میدانی ویژه فوتبال باشد. لاکتات گزارش شده در پژوهش سانتوز و همکاران (۲۱)، بالاتر از پژوهش حاضر و در مورد VO_2max کمتر از یافته‌های پژوهش حاضر می‌باشد. در پژوهش سانتوز بین اکسیژن مصرفی بیشینه و لاکتات پایانی در بازیکنان پست‌های مختلف بازی همبستگی معنادار گزارش نشده است. اگر چه نوع روابط مورد مطالعه با یکدیگر متفاوت است، اما در پژوهش اخیر نیز همبستگی معناداری بین لاکتات پایانی و اکسیژن مصرفی بیشینه آزمون‌های آزمایشگاهی فرایند پیوسته و متناوب یافت نشد که از این نظر نتایج دو پژوهش مشابه هستند. عدم رابطه معنادار مشاهده شده - علی‌رغم اذعان به پیچیدگی‌های سوخت و ساز انرژی از مسیرهای هوازی و بی-هوازی - می‌تواند به دلیل مسیرهای جداگانه سوخت و ساز انرژی هوازی از بی‌هوازی باشد؛ چرا که لاکتات پایانی بیانگر میزان درگیری مسیر بی‌هوازی و VO_2max بیانگر ظرفیت هوازی بازیکنان می‌باشد. این یافته اهمیت توجه مربیان و بازیکنان فوتبال به تقویت همزمان هر دو مسیر هوازی و بی‌هوازی در تأمین انرژی بازیکنان حین فوتبال می‌باشد. در پژوهش گونر (۲۲) میانگین لاکتات پایانی بازیکنان در آزمون آزمایشگاهی فرایند پیوسته پس از رسیدن به واماندگی $7/01 \pm 0/86$ میلی‌مول در لیتر بوده است که کمتر از میزان پژوهش حاضر است. همچنین در آزمون میدانی میزان لاکتات پایانی $7/43 \pm 1/37$ میلی‌مول در لیتر گزارش شده است که تقریباً برابر با میزان مشاهده شده در پژوهش اخیر می‌باشد. از مقایسه نتایج چنین به نظر می‌رسد که آزمودنی‌های پژوهش گونر از آمادگی فیزیولوژیک بالاتری برخوردار بوده‌اند به طوری که در مقایسه با آزمون میدانی، این تفاوت در آزمون آزمایشگاهی واضح‌تر است. به نظر می‌رسد تفاوت‌ها در خصوص لاکتات به مراتب بیشتر از تفاوت‌های VO_2max می‌باشد و پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری در خصوص تغییرات لاکتات متعاقب آزمون‌های فرایند متناوب و پیوسته صورت گیرد. در پژوهش رامپینی و همکاران (۵) که به ارزیابی

- 2005;35(6):501-36.
5. Rampinini E, Sassi A, Morelli A, Mazzoni S, Fanchini M, Coutts AJ. Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2009;34(6):1048-54.
 6. Rezg R, El-Fazaa S, Gharbi N, Mornagui B. Bisphenol A and human chronic diseases: current evidences, possible mechanisms, and future perspectives. *Environment international*. 2014;64:83-90.
 7. Barbosa LF, de Souza MR, Caritá RA, Caputo F, Denadai BS, Greco CC. Maximal lactate steady-state independent of recovery period during intermittent protocol. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(12):3385-90.
 8. Greco CC, Barbosa LF, Caritá RAC, Denadai BS. Is maximal lactate steady state during intermittent cycling different for active compared with passive recovery? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2012;37(6):1147-52.
 9. Kaplan T, Erkmen N, Taskin H. The evaluation of the running speed and agility performance in professional and amateur soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(3):774-8.
 10. Williams JD, Abt G, Kilding AE. Ball-sport endurance and sprint test (BEAST90): validity and reliability of a 90-minute soccer performance test. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(12):3209-18.
 11. Bradley PS, Mohr M, Bendiksen M, Randers M, Flindt M, Barnes C, et al. Sub-maximal and maximal Yo-Yo intermittent endurance test level 2: heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. *European Journal of Applied Physiology*. 2011;111(6):969-78.
 12. LIPIŃSKA P, SZWARC A. Laboratory tests and game performance of young soccer players. *Trends in Sport Sciences*. 2016;23(1).
 13. Zagatto AM, Miyagi WE, Brisola GMP, Milioni F, da Silva ASR, Santiago PRP, et al. Correlation between Hoff test performance, body composition and aerobic and anaerobic fitness in professional soccer players. *Sport Sciences for Health*. 2015;11(1):73-9.
 14. Alonso L, Silva L, Paulucio D, Pompeu F, Bezerra L, Lima V, et al. Field Tests vs. Post Game GPS Data in Young Soccer Player Team. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2017;20(1).
 15. Peric R, Nikolovski Z. Validation of four indirect VO₂max laboratory prediction tests in the case of soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*. 2017;17(2):608.
 16. Bentley DJ, Newell J, Bishop D. Incremental exercise test design and analysis. *Sports medicine*. 2007;37(7):575-86.
- پژوهش که وجود همبستگی مثبت معنادار بین اکسیژن مصرفی بیشینه ثبت شده در آزمون فزاینده متناوب و عملکرد آزمون میدانی بانگسبو بود که این یافته نیز می تواند دلیلی دیگر بر رعایت ماهیت فعالیت ورزشکار به هنگام تعریف آزمون فزاینده باشد. صرف وجود مشابهت یا تفاوت در میزان شاخص های فیزیولوژیک آزمون ها نمی توان به بررسی نتایج آن ها پرداخت و وجود رابطه بین این شاخص ها با عملکرد میدانی آزمودنی ها اگر نگوئیم مهمتر ولی کاربردی تر است. برای این اساس وجود رابطه معنادار بین نتایج آزمون فزاینده متناوب (اعم از VO₂max یا مسافت پیموده شده) با عملکرد میدانی آزمون بانگسبو نکته مهمی است که می تواند مبنایی برای پژوهش های آینده باشد. پژوهش های بیشتری در خصوص پیش بینی عملکرد بازیکنان فوتبال بر اساس آزمون های میدانی یا آزمایشگاهی و فزاینده متناوب یا پیوسته بایستی صورت گیرد تا مربیان و بازیکنان بهتر بتوانند از نتایج آزمون های ورزشی در سنجش وضعیت فیزیولوژیک بازیکنان استفاده نمایند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مدیریت باشگاه صنعت مس کرمان و به ویژه از مربیان و بازیکنان شرکت کننده در پژوهش حاضر سپاسگزاری می گردد. پژوهش حاضر به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد و با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام گردید.

منابع

1. Buchheit M, Modunotti M, Stafford K, Gregson W, Di Salvo V. Match running performance in professional soccer players: effect of match status and goal difference. *Sport Perform Sci Rep*. 2018;1(21):1-3.
2. Cabrera Hernández MA, Tafur Tascon LJ, Cohen DD, García-Corzo SA, Quiñonez Sánchez A, Povea Combariza C, et al. Concordance between the indirect VO₂max value estimated through the distance in Yo-Yo intermittent recovery test level 1 and the direct measurement during a treadmill protocol test in elite youth soccer players. 2018.
3. Jemni M, Prince MS, Baker JS. Assessing Cardiorespiratory Fitness of Soccer Players: Is Test Specificity the Issue?—A Review. *Sports Medicine-Open*. 2018;4(1):28.
4. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer. *Sports medicine*.

21. Santos-Silva PR, Pedrinelli A, Greve JMDA. Blood lactate and oxygen consumption in soccer players: comparison between different positions on the field. *MedicalExpress*. 2017;4(1).
22. Kunduracioglu B, Guner R, Ulkar B, Erdogan A. Can heart rate values obtained from laboratory and field lactate tests be used interchangeably to prescribe exercise intensity for soccer players? *Advances in therapy*. 2007;24(4):890-902.
23. Casajus JA, Castagna C. Aerobic fitness and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages. *Journal of science and medicine in sport*. 2007;10(6):382-9.
17. Chamari K, Hachana Y, Ahmed Y, Galy O, Sghaier F, Chatard J, et al. Field and laboratory testing in young elite soccer players. *British journal of sports medicine*. 2004;38(2):191-6.
18. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British journal of sports medicine*. 2005;39(5):273-7.
19. da Silva JF, Nakamura FY, Carminatti LJ, Dittrich N, Cetolin T, Guglielmo LGA. The effect of two generic aerobic interval training methods on laboratory and field test performance in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(6):1666-72.
20. Ziogas GG, Patras KN, Stergiou N, Georgoulis AD. Velocity at lactate threshold and running economy must also be considered along with maximal oxygen uptake when testing elite soccer players during preseason. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(2):414-9.