

## Original Article

## Designing the basketball specific anaerobic capacity test (BSACT) based on the 30-second lower-body wingate test

Pooya Firoozian<sup>✉</sup>, Mehrdad Fathei<sup>\*</sup>, Seyyed Reza Attar Zade Hosseini<sup>✉</sup>

Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad.

### Abstract

**Background and Purpose:** Anaerobic capacity and power play a significant role in executing sport-specific movement patterns and meeting the physiological demands of basketball players during competition. Numerous laboratory tests are available to assess these capabilities, but field tests seem to have greater practical applicability. The aim of this study was to design and evaluate the validity, reliability, and objectivity of the Basketball-Specific Anaerobic Capacity Test (BSACT) based on the 30-second Lower-Body Wingate test.

**Materials and Methods:** In this study the participants consisted of 30 young semi-professional basketball players (age,  $17.17 \pm 1.00$  years; BMI,  $22.61 \pm 2.10$  kg/m<sup>2</sup>). After designing the new test based on previous research and the opinions of experienced and expert basketball coaches, incorporating the physiological demands and basketball-specific movement patterns, including forward, backward, and lateral movements, shooting, lay-ups, dribbling, direction changes, and accelerations, aligned with the frequency and intensity of their occurrence in actual games, the test was piloted several times. Following the pilot implementations, the participants completed the 30-second Wingate test (criterion measure) and the BSACT (predictive measure) over four days with a 72-hour interval between sessions. On the first day, the criterion test was administered; on the second and third days, the predictive test was performed by the first tester; and on the fourth day, the predictive test was conducted by the second tester. Peak, average, and minimum power and fatigue index for the Wingate test were measured using the Monark ergometer, while in the new test, these parameters were measured using a stopwatch for timing and the anaerobic power by using the RAST. Post-exercise heart rate in both tests was recorded using a Polar heart rate monitor. After confirming the normality of data distribution using the Shapiro-Wilk test, Pearson's correlation coefficient was employed to assess validity, while ICC and Bland-Altman plots were used to determine reliability and objectivity. Statistical analyses were performed using SPSS version 27 and GraphPad version 10, with a significance level set at  $p \leq 0.05$ .

**Results:** The results demonstrated a very strong significant correlation for validity between the two tests in peak power ( $r=0.811$ ), average power ( $r=0.828$ ), and minimum power ( $r=0.758$ ), as well as a strong significant correlation in heart rate ( $r=0.623$ ,  $P<0.001$ ). However, a moderate significant correlation was

\* Corresponding Author's E-mail: Mfathei@um.ac.ir

<https://doi.org/10.48308/joeppa.2025.238058.1325>

Received: 24/12/2024

Revised: 24/01/2025

Accepted: 29/01/2025



Copyright: © 2025 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/>.

observed in the fatigue index ( $r=0.469$ ,  $P=0.009$ ). Regarding reliability, significant correlations were found between two repetitions of the BSACT conducted by the same tester for peak power ( $ICC=0.960$ ), Average power ( $ICC=0.981$ ), minimum power ( $ICC=0.984$ ), fatigue index ( $ICC=0.799$ ), and heart rate ( $ICC=0.937$ ,  $P<0.05$ ). Similarly, significant correlations were observed for objectivity between the results of two testers in peak power ( $ICC=0.957$ ), mean power ( $ICC=0.970$ ), minimum power ( $ICC=0.964$ ), fatigue index ( $ICC=0.801$ ), and heart rate ( $ICC=0.616$ ,  $P<0.05$ ). Moreover, the Bland-Altman plot for evaluating the reliability and objectivity of the BSACT test demonstrated that, for all variables, the mean bias (mean of the differences) was close to zero. The distribution of data points was centered around the line representing the mean of the differences, with most points falling within the 95% confidence limits, indicating acceptable agreement between measurements.

**Conclusions:** The findings suggest that the BSACT is a valid and reliable field test for measuring anaerobic capacity in young semi-professional basketball players. Therefore, basketball and strength coaches can utilize BSACT for initial assessment and continuous monitoring of players' anaerobic capacity, as well as for identifying well-prepared and elite individuals.

**Keywords:** Basketball, Anaerobic capacity Test, Wingate, Validity, Reliability

**How to cite this article:** Firoozian P, Fathei M, Attarzadeh Hoseini S.R. Designing the basketball specific anaerobic capacity test (BSACT) based on the 30-second lower-body wingate test. J Sport Exerc Physiol. 2025;18(2):49-68.

## طراحی آزمون جدید ظرفیت بی‌هوازی ویژه بسکتبال (BSACT) بر مبنای آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه پایین‌تنه

پویا فیروزیان<sup>۱</sup>، مهرداد فتحی\*<sup>۲</sup>، سید رضا عطارزاده حسینی<sup>۳</sup>

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** ظرفیت و توان بی‌هوازی در اجرای الگوهای حرکتی ویژه و پاسخ به نیازمندی‌های فیزیولوژیکی بازیکنان در مسابقه بسکتبال، اهمیت زیادی دارد. آزمون‌های متعدد آزمایشگاهی برای تعیین این قابلیت وجود دارند، اما به‌نظر می‌رسد آزمون‌های میدانی کاربرد بیشتری داشته باشند. هدف پژوهش حاضر، طراحی و اعتباریابی آزمون ظرفیت بی‌هوازی ویژه بسکتبال (BSACT) بر مبنای آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه پایین‌تنه بود.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش کاربردی به روش همبستگی، آزمودنی‌ها شامل ۳۰ نفر از بازیکنان جوان نیمه‌حرفه‌ای بسکتبال (سن  $17/17 \pm 1/0$  سال، شاخص توده بدنی  $22/61 \pm 2/10$  کیلوگرم بر متر مربع) بودند. ابتدا آزمون جدید بر پایه پیشینه پژوهش و نظرهای مربیان متخصص و باتجربه بسکتبال، با استفاده از نیازمندی‌های فیزیولوژیکی و الگوهای حرکتی ویژه بسکتبال، از جمله حرکات رو به جلو، عقب و به پهلو، شوت، لی‌آپ، دریبل، تغییر جهت و شتاب‌گیری، به تناسب تکرار و شدت رخداد در مسابقه واقعی طراحی و سپس چندین بار به‌صورت آزمایشی اجرا شد. سپس از آزمودنی‌ها طی چهار روز با فاصله ۷۲ ساعت، آزمون‌های وینگیت ۳۰ ثانیه (ملاک) و BSACT (پیش‌بین)، گرفته شد. به‌طوری‌که روز اول آزمون ملاک، روزهای دوم و سوم آزمون پیش‌بین توسط آزمون‌گیرنده اول و روز چهارم آزمون پیش‌بین توسط آزمون‌گیرنده دوم اجرا شد. توان اوج، توان میانگین، توان کمینه و نمایه خستگی آزمون وینگیت با نرم‌افزار دوچرخه کارسنج مونارک و در آزمون جدید با استفاده از کرومتر زمان‌گیری و با فرمول‌های توان بی‌هوازی آزمون رست، محاسبه شد. ضربان قلب در هر دو آزمون با دستگاه ضربان‌سنج پولار ثبت شد. پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک، از ضریب همبستگی پیرسون به‌منظور تعیین روایی و از ضریب همسانی درونی و نمودار بلاند-آلتمن برای تعیین پایایی و عینیت آزمون جدید استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۷ و گراف‌پد نسخه ۱۰ و در سطح معناداری آماری  $P \leq 0/05$  انجام شد.

**نتایج:** نتایج نشان داد که در بررسی روایی، بین توان اوج ( $r=0/811$ )، توان میانگین ( $r=0/828$ ) و توان کمینه ( $r=0/758$ ) دو آزمون همبستگی بسیار قوی معنادار و در ضربان قلب ( $r=0/623$ )، همبستگی قوی معناداری وجود دارد ( $p < 0/001$ )، اما در نمایه خستگی ( $r=0/469$ ،  $P=0/009$ ) همبستگی معنادار متوسطی دیده شد. در بررسی پایایی، بین توان اوج ( $ICC=0/960$ )، توان میانگین ( $ICC=0/981$ )، توان کمینه ( $ICC=0/984$ )، نمایه خستگی ( $ICC=0/799$ ) و ضربان قلب ( $ICC=0/937$ ) پس از دو بار اجرای BSACT توسط یک آزمون‌گیرنده، همبستگی معناداری دیده شد ( $P < 0/05$ ). همچنین در بررسی عینیت، بین توان اوج ( $ICC=0/957$ )، توان میانگین ( $ICC=0/970$ )، توان کمینه ( $ICC=0/964$ )، نمایه خستگی ( $ICC=0/801$ ) و ضربان قلب ( $ICC=0/616$ ) توسط دو آزمون‌گیرنده، همبستگی معناداری دیده شد ( $p < 0/05$ ). افزون بر این، نمودار بلاند-آلتمن برای ارزیابی پایایی و عینیت آزمون BSACT نشان داد که در همه متغیرها، سوگیری میانگین (میانگین اختلاف‌ها) نزدیک به صفر بود. توزیع نقاط

\* رایانامه نویسنده مسئول: Mfathei@um.ac.ir

حول خط میانگین اختلافها متمرکز بود و بیشتر نقاط در حدود اطمینان ۹۵ درصد قرار داشتند، که نشان دهنده توافق قابل قبول بین اندازه گیری هاست.

**نتیجه گیری:** به نظر می رسد آزمون میدانی جدید BSACT، آزمونی کاربردی، معتبر و قابل اطمینان برای اندازه گیری ظرفیت بی هوازی بازیکنان جوان و نیمه حرفه ای بسکتبال است. بنابراین، مربیان بسکتبال و بدنسازی می توانند از این آزمون به منظور ارزیابی اولیه و پایش مستمر ظرفیت بی هوازی بازیکنان و شناسایی افراد آماده و برتر، استفاده کنند.

**واژه های کلیدی:** بسکتبال، آزمون ظرفیت بی هوازی، وینگیت، روایی، پایایی

**نحوه استناد به این مقاله:** فیروزیان پ، فتحی م، عطارزاده حسینی س.ر. طراحی آزمون جدید ظرفیت بی هوازی ویژه بسکتبال (BSACT) بر مبنای آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه پایین تنه. نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۴۰:۱۸؛ ۴۹-۶۸.

## مقدمه

رشته ورزشی بسکتبال که یکی از محبوب‌ترین رشته‌های ورزشی است، در طول سال‌ها تکامل، تحولات چشمگیری را تجربه کرده است و قوانین مختلفی معرفی، اصلاح یا حذف شده‌اند (1,2). یکی از نمونه‌های برجسته این تغییرات، اجرای قانون ۲۴ ثانیه است. این قانون تیم‌ها را ملزم می‌کند تا در هر بار حمله، در مدت زمان ۲۴ ثانیه اقدام به شوت‌زنی کنند. از این‌رو سرعت و شدت بازی افزایش یافته است (3,4). این تغییر در مقررات بازی بسکتبال، نه تنها جذابیت و سرعت بازی را افزایش داده، بلکه بر راهبردهای تمرینی بازیکنان و نیازهای فیزیولوژیکی آن‌ها نیز تأثیر گذاشته است. به همین دلیل، نیاز به فنون پیشرفته تمرینی، ابزارهای ارزیابی و پایش مستمر آن‌ها با تمرکز بر ظرفیت بی‌هوازی برای بهبود عملکرد ورزشی، به‌طور بارزی احساس می‌شود (5-9).

در طول یک مسابقه رسمی بسکتبال، هر بازیکن به‌طور متوسط مسافتی بین پنج تا شش کیلومتر را با حرکات متناوب و با شدت‌های متغیر، طی می‌کند و بیش از ۱۰۰۰ بار (حدود ۱۷-۲۰ بار در هر دقیقه) در الگوی حرکتی و شدت فعالیت خود تغییر ایجاد می‌کند. این در حالی است که ۴۰ درصد از آن‌ها شامل حرکت به جلو و عقب و ۲۰ درصد به‌صورت جانبی است (4,10,11). این حرکات به‌طور متوسط هر سه ثانیه یک بار انجام می‌شوند و در مسابقات بسکتبال مردان بزرگسال، برخی حرکات هریک تا دو ثانیه یک بار رخ می‌دهند (12-15). افزون بر این، بازیکنان ممکن است تا بیش از ۱۵ درصد از زمان بازی را، در ضربان قلب بیش از ۱۶۵ ضربه در دقیقه فعالیت کنند، که نشان‌دهنده شدت فعالیت بالا و فشار بالای قلبی-عروقی است (15). همچنین هر بازیکن در هر بازی، به‌طور متوسط ۴۰ تا ۵۰ پرش انجام می‌دهد تا توپ را مالک شود یا آن را وارد سبد کند و اغلب این پرش‌ها را با

حرکات دیگری در موقعیت‌های مختلف بازی ترکیب می‌کند (4,8,10,16,17).

بنابراین، با توجه به اهمیت فعالیت‌های متناوب شدید و سبک (10,18,19)، دوییدن‌های مکرر (8,20,21)، توان انفجاری و پرش‌های مکرر (8,20)، چابکی (13) و با توجه به اصل اختصاصی بودن و ویژگی تمرین (22,23)، نقش برجسته ظرفیت بی‌هوازی و دستگاه تأمین انرژی بی‌هوازی، در عملکرد بازیکنان بسکتبال در یک مسابقه رسمی، کاملاً مشهود است (21,23,24). از این‌رو عملکرد بهینه بازیکنان بسکتبال، نیازمند توجه ویژه به برنامه‌های تمرینی، اندازه‌گیری، سنجش و پایش این قابلیت بدنی توسط مربیان بسکتبال و مربیان بدنسازی است (25). برای اندازه‌گیری، ارزیابی و سنجش مؤثر ظرفیت بی‌هوازی بازیکنان، استفاده از آزمون‌هایی که بتوانند این قابلیت را بر اساس نیازهای منحصربه‌فرد یک مسابقه بسکتبال، به‌دقت اندازه‌گیری و پیشرفت بازیکنان در برنامه‌های تمرینی را پایش کنند، ضروری است (3). این آزمون‌ها برای درک جامعی از پیشرفت عملکرد بازیکنان، به‌ویژه ورزشکاران جوان، بسیار حیاتی‌اند و به مربیان این امکان را می‌دهند که رشد آن‌ها را در مراحل مختلف تمرینات و فصل رقابت، بررسی کنند (17,26).

اگرچه آزمون‌های آمادگی بدنی به‌طور گسترده در رشته‌های ورزشی مختلف استفاده می‌شوند (1,2)، اما کاربرد آن‌ها برای بازیکنان بسکتبال محدود است (3). هدف آزمون‌های ارزیابی باید شبیه‌سازی حرکات واقعی بازیکنان در بازی و در نظر گرفتن نیازهای فیزیولوژیکی خاص این ورزش باشد (1,27). در حال حاضر، برخی از آزمون‌هایی که به‌صورت میدانی برای ارزیابی این قابلیت در رشته بسکتبال استفاده می‌شوند، شامل آزمون‌های رست<sup>۱</sup>، لاین دریل<sup>۲</sup> و بست<sup>۳</sup> هستند (28-30)، که به‌طور مشخصی شبیه‌ساز جامعی از الگوهای حرکتی و

بی‌هوازی در بازیکنان رشته بسکتبال است.

### روش پژوهش

**نمونه‌های پژوهش:** این پژوهش که از نظر هدف کاربردی و به روش همبستگی بود، به منظور طراحی و بررسی روایی، پایایی و عینیت آزمون جدید ظرفیت بی‌هوازی ویژه بسکتبال انجام شد. آزمودنی‌های پژوهش، ۳۰ نفر از بازیکنان بسکتبال نیمه حرفه‌ای لیگ جوانان و امید کشور، در ابتدای فصل و پیش از آغاز مسابقات، با سن  $17/17 \pm 1/0$  سال، قد ایستاده  $184/8 \pm 3/0$  سانتی‌متر، شاخص توده بدنی  $22/61 \pm 2/1$  کیلوگرم بر متر مربع و درصد چربی  $12/82 \pm 3/92$  بودند که به روش در دسترس انتخاب شدند. ملاک‌های ورود به پژوهش شامل سلامت کامل آزمودنی‌ها، داشتن دست‌کم پنج سال پیشینه فعالیت رقابتی در رشته بسکتبال، داشتن دست‌کم سه سال پیشینه حضور در لیگ‌های استان یا کشور، حضور در تمرینات و مسابقات فصل جاری، نداشتن پیشینه مصرف دخانیات و داروهای وابسته و عدم دریافت مواد نیروزا از سه روز پیش از پژوهش بود. همچنین رژیم غذایی همه آزمودنی‌ها سه روز پیش از هر آزمون‌گیری، یکسان بود (محل اسکان و رژیم غذایی آزمودنی‌ها تحت کنترل دقیق پژوهشگر بود). همه جنبه‌های این پژوهش مطابق با اصول اساسی بیانیه هلسینکی و پس از اخذ تأییدیه کمیته اخلاق زیستی دانشگاه فردوسی مشهد با کد اخلاق IR.UM.REC.1403.061 انجام شد.

**روش اجرای پژوهش:** ابتدا نیازمندی‌های فیزیولوژیکی و الگوهای حرکتی ویژه بازیکنان در مسابقه بسکتبال بر پایه پیشینه پژوهش و ۱۸ فیلم مسابقه واقعی بسکتبال بررسی و با مشورت مربیان بسکتبال متخصص (چهار مربی درجه یک و شش مربی درجه دو با دست‌کم مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد علوم ورزشی) و باتجربه (دست‌کم ۱۰ سال پیشینه

نیازهای فیزیولوژیکی در یک مسابقه رسمی بسکتبال نیستند. در واقع با وجود پژوهش‌های مختلف در این زمینه، هرچند اندک، آزمون مناسبی برای ارزیابی توان بی‌هوازی ویژه بسکتبال، تقریباً یا وجود ندارد و یا در آزمون‌های موجود توجه کمتری به شبیه‌سازی دقیق این الگوهای حرکتی و نیازهای فیزیولوژیکی شده است. از طرفی، آزمون آزمایشگاهی وینگیت ۳۰ ثانیه برای اندام تحتانی، که همواره به عنوان معیار ارزیابی ظرفیت بی‌هوازی ورزشکاران رشته‌های مختلف استفاده می‌شود، با اینکه توان اوج، توان میانگین، توان کمینه و نمایه خستگی را محاسبه می‌کند، اما دارای محدودیت‌های مختلفی از جمله الگوی حرکتی، برای بازیکنان بسکتبال است (31,32). به عبارتی، دسترسی محدود به ابزارهای مورد نیاز آزمون وینگیت در باشگاه‌های بسکتبال، تفاوت در الگوی حرکتی آزمون وینگیت با حرکات رشته بسکتبال و الگوی حرکتی ثابت این آزمون (32)، فقدان مرحله ذخیره و آزادسازی انرژی الاستیک در این آزمون درحالی‌که در حرکات بسکتبال رایج است (33)، همچنین هزینه بالای تأمین و نگهداری ابزارهای آزمون‌های آزمایشگاهی و محدودیت دسترسی اغلب مربیان و ورزشکاران به مراکز این آزمون‌ها، نیاز به طراحی و اعتباریابی آزمونی اختصاصی، برای اندازه‌گیری ظرفیت بی‌هوازی ویژه بسکتبال را برجسته می‌کند. شایان ذکر است که سه ویژگی مهم یک آزمون معتبر و قابل اطمینان، روایی<sup>۴</sup> به معنای اندازه‌گیری آنچه مدنظر آزمون‌گیرنده است، پایایی<sup>۵</sup> به معنای ثبات در تکرار نتایج و قابلیت اطمینان به آزمون و عینیت<sup>۶</sup> به معنای پایایی در نتایج آزمون در آزمون‌گیری توسط افراد مختلف است.

بنابراین، هدف اصلی این پژوهش طراحی و بررسی روایی، پایایی و عینیت آزمون جدیدی با توجه به الگوهای حرکتی و دوره‌های کار و استراحت خاص و نیازهای فیزیولوژیک این رشته برای اندازه‌گیری ظرفیت

مریگری باشگاهی)، آزمون جدید ظرفیت بی‌هوازی ویژهٔ بسکتبال طراحی شد. سپس فراخوان آزمودنی‌ها انجام شد. پس از فراخوان آزمودنی‌ها، توجیه کامل آن‌ها، تکمیل پرسشنامهٔ اطلاعات فردی و پزشکی، برگهٔ رضایت‌نامهٔ آگاهانهٔ شرکت در پژوهش توسط آزمودنی‌ها و ولی قانونی (پدر/قیم) افراد زیر سن قانونی، پرسشنامهٔ آمادگی برای فعالیت بدنی<sup>۷</sup> و ویرایش سال ۲۰۲۴ توسط کالج آمریکایی پزشکی ورزشی<sup>۸</sup> در چهار روز مختلف با فاصلهٔ ۷۲ ساعت، آزمون‌های ملاک و پیش‌بین توسط آن‌ها اجرا و نتایج ثبت شد. به‌طوری‌که در روز اول آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه پایین‌تنه، روز دوم و سوم آزمون جدید BSACT توسط آزمون‌گیرندهٔ اول و در روز چهارم آزمون جدید BSACT توسط آزمون‌گیرندهٔ دوم اجرا شد (جدول ۱).

## جدول ۱. طرحوارهٔ پژوهش

| مرحله | عنوان                                                                                                        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱     | فراخوان: دعوت از افراد و شناسایی بازیکنان واجد شرایط بر پایهٔ معیارهای ورود به پژوهش                         |
| ۲     | توجیه آزمودنی‌ها: آگاه‌سازی و توضیح کامل دربارهٔ آزمون‌ها و خطرهای احتمالی و مراحل اجرای پژوهش               |
| ۳     | پذیرش و جمع‌آوری اطلاعات: رضایت‌نامه، مشخصات فردی و پزشکی، پرسشنامهٔ آمادگی برای فعالیت بدنی                 |
| ۴     | اندازه‌گیری اندازه‌های آنتروپومتریک: وزن، قد ایستاده، درصد چربی و تودهٔ عضلهٔ اسکلتی                         |
| ۵     | اجرای آزمایشی: آشناسازی آزمودنی‌ها با نحوهٔ حرکات و آزمون‌های وینگیت (ملاک) و BSACT و اجرای آزمایشی آزمون‌ها |
| ۶     | اجرای آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه پایین‌تنه به‌عنوان آزمون ملاک آزمایشگاهی                                         |
| ۷     | اجرای بار اول آزمون طراحی‌شده توسط آزمون‌گیرندهٔ اول (بررسی روایی)                                           |
| ۸     | اجرای بار دوم آزمون طراحی‌شده توسط آزمون‌گیرندهٔ اول (بررسی پایایی)                                          |
| ۹     | اجرای بار سوم آزمون طراحی‌شده توسط آزمون‌گیرندهٔ دوم (بررسی عینیت)                                           |
| ۱۰    | آنالیز آماری، تحلیل و بررسی نتایج                                                                            |

## اندازه‌گیری اندازه‌های آنتروپومتریک:

اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک به‌منظور ارزیابی وضعیت پیکری آزمودنی‌ها انجام شد. این اندازه‌گیری‌ها شامل قد ایستاده، وزن بدن، درصد چربی و تودهٔ عضلهٔ اسکلتی بدن بودند که به‌ترتیب به‌وسیلهٔ قدسنج سکا<sup>۹</sup> ساخت آلمان با دقت 0/01 متر، ترازوی دیجیتال سکا ساخت آلمان با دقت 0/1 کیلوگرم و دستگاه ترکیب بدن مدل اینبادی<sup>۱۰</sup> ۷۲۰ ساخت کرهٔ جنوبی و با استفاده از روش بیوالکتریکال ایمپدانس<sup>۱۱</sup>، ارزیابی شدند.

**آزمون ملاک آزمایشگاهی:** آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه پایین‌تنه، به‌عنوان آزمون ملاک آزمایشگاهی این

پژوهش انتخاب شد. آزمودنی‌ها پس از گرم کردن استاندارد به مدت ۱۰ دقیقه، آزمون وینگیت را روی چرخ کارسنج مونارک<sup>۱۲</sup> مدل ۸۶۴ ساخت سوئد اجرا کردند. پیش از اجرای آزمون، ارتفاع صندلی چرخ با طول اندام تحتانی آزمودنی‌ها (زاویهٔ مفصل زانو ۱۷۰ تا ۱۷۵ درجه) و میزان بار مورد نیاز هر فرد برابر ۷۵ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، تنظیم شد. آزمون بی‌هوازی وینگیت با کمترین مقاومت ۶۰ دور در دقیقه آغاز شد. با دستور شروع، مقاومت به‌صورت ناگهانی اعمال شد و همزمان نرم‌افزار آغاز به محاسبه و ثبت متغیرها کرد. در طول آزمون، ورزشکاران به‌صورت

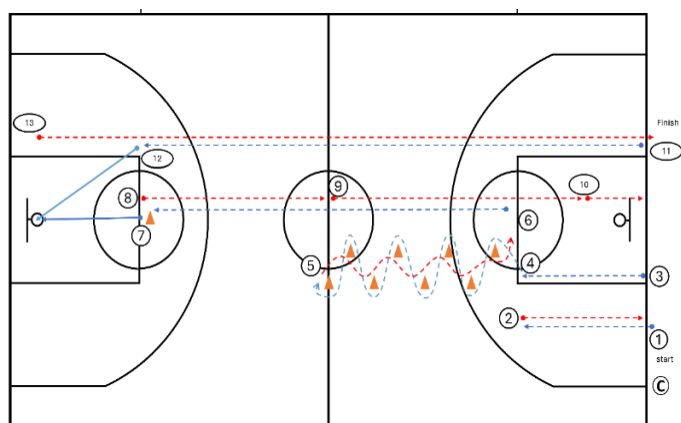
شفاهی برای تلاش همه جانبه تشویق شدند. متغیرهایی که در این آزمون اندازه گیری شد شامل توان بی هوازی اوج<sup>۱۳</sup> (PP)، بالاترین توان مکانیکی تولید شده در بین دوره های پنج ثانیه ای، توان متوسط<sup>۱۴</sup> (AP)؛ میانگین برای دوره ۳۰ ثانیه ای، توان کمینه<sup>۱۵</sup> (MP)؛ کمترین توان مکانیکی تولید شده در بین دوره های پنج ثانیه ای، نمایه خستگی<sup>۱۶</sup> (FI) و ضربان قلب<sup>۱۷</sup> (HR) بلافاصله پس از اجرا (با استفاده از ضربان سنج پلار<sup>۱۸</sup> ساخت فنلاند) بودند (31,34).

**آزمون طراحی شده میدانی:** هدف از طراحی این آزمون، اندازه گیری ظرفیت بی هوازی بازیکنان بسکتبال در وضعیتی مشابه با مسابقه بود. بنابراین، نخست آزمون های مشابه، انواع الگوهای حرکتی مورد استفاده بازیکنان و نیازمندی های فیزیولوژیکی ویژه بسکتبال در مسابقه رسمی، بر پایه پیشینه پژوهش و ۱۸ فیلم مسابقه رسمی بسکتبال، بررسی شد. بر پایه الگوهای حرکتی (حرکات رو به جلو، پهلو و رو به عقب، کاهش

و افزایش شتاب، پرش، تعداد و زوایای تغییر جهت با و بدون توپ و مسافت طی شده) و نیازمندی های فیزیولوژیکی (شدت فعالیت در هنگام کار و استراحت) مسابقات رسمی بسکتبال، آزمون جدید BSACT طراحی شد و چند بار به صورت آزمایشی اجرا، فیلم برداری و روایی محتوای آن توسط متخصصان تأیید شد. مراحل این آزمون در هر روز آزمون گیری، شامل انجام دور اول، ۹۰ ثانیه استراحت، دور دوم، ۹۰ ثانیه استراحت و دور سوم، بود. نحوه استراحت آزمودنی بر پایه شدت های بازیافت، فعالیت سبک و متوسط در مسابقه واقعی، ۳۰ ثانیه ایستادن، ۳۰ ثانیه راه رفتن و ۳۰ ثانیه نرم دویدن بود. همچنین نحوه مسیر حرکت و اجرای هر دور آزمون BSACT شامل ۱۳ مرحله بود که به ترتیب در شکل ۱ و جدول ۲ ارائه شده است. شکل ۱، نمایانگر مسیر اجرای آزمون جدید (BSACT)، در زمین استاندارد بسکتبال است. مراحل اجرای این آزمون مطابق با جدول ۲ است.

جدول ۲. نحوه اجرای هر دور آزمون جدید طراحی شده BSACT

| مرحله | نحوه اجرا                                                                               | مسافت (متر) |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| ۱     | شروع آزمون با سوت مربی به صورت حرکت به پهلو از پشت خط انتهایی (پشت به سبد) تا خط پناستی | ۵/۸         |
| ۲     | حرکت به پهلو در جهت بازگشت تا خط انتهایی بدون چرخش بدن                                  | ۵/۸         |
| ۳     | برداشتن توپ از روی صندلی و دویدن همراه دریل سرعتی تا مخروط اول                          | ۵/۸         |
| ۴     | عبور همراه دریل از بین مخروط ها از جهت بیرونی هر مخروط (چرخش ۱۳۵°)                      | ۹/۲         |
| ۵     | عبور همراه دریل از بین مخروط ها از جهت داخلی هر مخروط (چرخش ۴۵°)                        | ۹/۲         |
| ۶     | دویدن و دریل زدن مستقیم (دریل سرعتی) تا بعد کله قندی مقابل                              | ۱۵          |
| ۷     | توقف سریع و پرتاب توپ به سمت سبد از پشت خط پرتاب آزاد                                   | -           |
| ۸     | دویدن خطی به پشت تا خط نیمه زمین                                                        | ۹/۲         |
| ۹     | چرخش ۱۸۰° و دویدن مستقیم تا خط انتهایی زمین                                             | ۱۲          |
| ۱۰    | کاهش سرعت و توقف                                                                        | ۳           |
| ۱۱    | برداشتن توپ از روی صندلی و دویدن مستقیم همراه با دریل تا سبد زمین مقابل                 | ۲۵          |
| ۱۲    | اجرای حرکت سه گام روی سبد و فرود                                                        | ۳           |
| ۱۳    | چرخش ۱۸۰° و دویدن مستقیم و عبور از خط انتهایی زمین (خط شروع آزمون)                      | ۲۸          |
|       | مجموع مسافت طی شده در هر دور اجرا                                                       | ۱۳۱         |



شکل ۱. مسیر اجرای آزمون جدید میدانی

شاپیروویلیک<sup>۱۹</sup>، از ضریب همبستگی پیرسون<sup>۲۰</sup> به منظور بررسی و تعیین روایی به روش روایی ملاکی و از ضریب همسانی درونی<sup>۲۱</sup> و نمودار بلاند-آلتمن<sup>۲۲</sup> برای بررسی و تعیین پایایی و عینیت آزمون جدید استفاده شد. همچنین به منظور تحلیل همبستگی‌ها از جدول ضرایب همبستگی هاپکینز استفاده شد (36). تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۷ و GraphPad Prism نسخه ۱۰ و با بهره‌گیری از آمار توصیفی و استنباطی انجام گرفت. حدود اطمینان ۹۵٪<sup>۲۳</sup> (CI 95%) و سطح معناداری آماری  $P < 0/05$  در نظر گرفته شد.

### نتایج

در جدول ۳ اطلاعات توصیفی مربوط به سن و اندازه‌های تن‌سنجی آزمودنی‌های پژوهش، گزارش شده است.

جدول ۳. اطلاعات توصیفی سن و نشانگرهای تن‌سنجی آزمودنی‌ها

| متغیرهای اندازه‌گیری شده             | کمینه  | بیشینه | میانگین | انحراف استاندارد |
|--------------------------------------|--------|--------|---------|------------------|
| سن (سال)                             | 16     | 20     | 17/17   | 1/00             |
| قد (سانتی‌متر)                       | 171/00 | 210/00 | 184/33  | 8/08             |
| شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع) | 17/00  | 26/20  | 22/61   | 2/10             |
| چربی بدن (درصد)                      | 4/30   | 19/70  | 12/82   | 3/92             |
| توده عضله اسکلتی (کیلوگرم)           | 26/90  | 47/50  | 37/98   | 4/07             |

پس از ثبت نصاب زمانی، توان اوج، توان کمینه و نمایه خستگی در آزمون میدانی BSACT، با استفاده از فرمول‌های زیر که به منظور محاسبه توان و ظرفیت بی‌هوازی در آزمون رست استفاده می‌شود، محاسبه شد (29,31,35):

$$MP (watt) = \frac{(d^2 \times w)}{(t_{max})^3}$$

$$PP (watt) = \frac{(d^2 \times w)}{(t_{min})^3}$$

$$FI (\%) = \frac{(PP - MP)}{PP} \times 100$$

مسافت طی شده (d) برابر با ۱۳۱ متر، وزن آزمودنی (w) با واحد کیلوگرم و بالاترین و پایین‌ترین زمان نصاب ثبت شده (t) با واحد ثانیه است.

**تحلیل آماری:** پس از اطمینان از وضعیت توزیع طبیعی داده‌های متغیرهای آماری با استفاده از فرمول

در جدول‌های ۴ و ۵، نتایج متغیرهای اندازه‌گیری شده، به تفکیک آزمون‌های وینگیت ۳۰ ثانیه پایین تنه (ملاک) و BSACT (پیش‌بین)، گزارش شده است. بر پایه آزمون شاپیروویلک، همه متغیرهای این پژوهش دارای توزیع طبیعی‌اند (جدول ۶).  
جدول ۴. آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی متغیرهای آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه پایین تنه (ملاک)

| متغیر                      | کمینه  | بیشینه | میانگین | انحراف استاندارد |
|----------------------------|--------|--------|---------|------------------|
| توان اوج (وات)             | 481/60 | 805/20 | 647/91  | 87/02            |
| توان میانگین (وات)         | 357/13 | 613/13 | 488/82  | 66/47            |
| توان کمینه (وات)           | 132/38 | 389/12 | 285/58  | 60/10            |
| نمایه خستگی (درصد)         | 47/22  | 68/43  | 54/73   | 5/02             |
| ضربان قلب (تعداد در دقیقه) | 168    | 200    | 183/60  | 8/65             |

جدول ۵. آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی متغیرهای آزمون جدید طراحی شده ظرفیت بی‌هوازی ویژه بسکتبال

| آزمون                        | متغیرهای اندازه‌گیری شده   | کمینه | بیشینه | میانگین | انحراف استاندارد |
|------------------------------|----------------------------|-------|--------|---------|------------------|
| روز اول اجرای آزمون<br>BSACT | توان اوج (وات)             | 10/34 | 18/78  | 14/92   | 2/24             |
|                              | توان میانگین (وات)         | 9/81  | 17/28  | 13/70   | 2/05             |
|                              | توان کمینه (وات)           | 9/27  | 16/34  | 12/48   | 1/95             |
|                              | نمایه خستگی (درصد)         | 8/15  | 26/24  | 16/20   | 5/34             |
|                              | ضربان قلب (تعداد در دقیقه) | 180   | 205    | 193/43  | 6/45             |
| روز دوم اجرای آزمون<br>BSACT | توان اوج (وات)             | 10/59 | 19/46  | 15/35   | 2/35             |
|                              | توان میانگین (وات)         | 9/98  | 17/58  | 13/95   | 2/12             |
|                              | توان کمینه (وات)           | 9/16  | 16/43  | 12/54   | 1/99             |
|                              | نمایه خستگی (درصد)         | 6/60  | 28/67  | 18/13   | 5/57             |
|                              | ضربان قلب (تعداد در دقیقه) | 177   | 203    | 192/97  | 6/38             |
| روز سوم اجرای آزمون<br>BSACT | توان اوج (وات)             | 10/76 | 19/00  | 15/29   | 2/17             |
|                              | توان میانگین (وات)         | 10/22 | 17/40  | 13/94   | 1/97             |
|                              | توان کمینه (وات)           | 9/33  | 16/69  | 12/59   | 1/87             |
|                              | نمایه خستگی (درصد)         | 7/17  | 28/14  | 17/53   | 5/58             |
|                              | ضربان قلب (تعداد در دقیقه) | 175   | 200    | 189/70  | 6/11             |

جدول ۶. نتایج آزمون شاپیروویلیک برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها

| اجرای سوم<br>BSACT |         | اجرای دوم<br>BSACT |         | اجرای اول<br>BSACT |         | آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه پایین تنه |         | متغیر        |
|--------------------|---------|--------------------|---------|--------------------|---------|---------------------------------|---------|--------------|
| آماره              | مقدار P | آماره              | مقدار P | آماره              | مقدار P | آماره                           | مقدار P |              |
| 0/724              | 0/976   | 0/731              | 0/977   | 0/781              | 0/978   | 0/473                           | 0/967   | توان اوج     |
| 0/686              | 0/975   | 0/633              | 0/973   | 0/780              | 0/978   | 0/776                           | 0/978   | توان میانگین |
| 0/608              | 0/972   | 0/414              | 0/965   | 0/746              | 0/977   | 0/833                           | 0/980   | توان کمینه   |
| 0/192              | 0/952   | 0/147              | 0/948   | 0/165              | 0/950   | 0/060                           | 0/932   | نمایه خستگی  |
| 0/300              | 0/959   | 0/494              | 0/968   | 0/763              | 0/978   | 0/131                           | 0/932   | ضربان قلب    |

بسیار قوی، بین شاخص ضربان قلب بلافاصله پس از اجرا دو آزمون همبستگی معنادار قوی و بین متغیر نمایه خستگی دو آزمون، همبستگی متوسط معناداری ( $P=0/009$ ,  $r=0/469$ ) دیده شد (جدول ۷).

بنابر نتایج آزمون همبستگی پیرسون، به‌منظور بررسی روایی آزمون طراحی‌شده BSACT، بین همه متغیرهای دو آزمون ملاک و پیش‌بین، همبستگی معناداری دیده شد. به‌طوری‌که بین نشانگرهای توان بی‌هوازی (اوج، میانگین و کمینه) همبستگی معنادار

جدول ۷. ضرایب همبستگی پیرسون بین متغیرهای آزمون‌های وینگیت ۳۰ ثانیه (ملاک) و BSACT (پیش‌بین)

| مقدار معناداری | ضریب همبستگی پیرسون | تعداد | متغیر                      |
|----------------|---------------------|-------|----------------------------|
| $< 0/001^*$    | 0/811               | 30    | توان اوج (وات)             |
| $< 0/001^*$    | 0/828               | 30    | توان میانگین (وات)         |
| $< 0/001^*$    | 0/758               | 30    | توان کمینه (وات)           |
| 0/009*         | 0/469               | 30    | نمایه خستگی (درصد)         |
| $< 0/001^*$    | 0/623               | 30    | ضربان قلب (تعداد در دقیقه) |

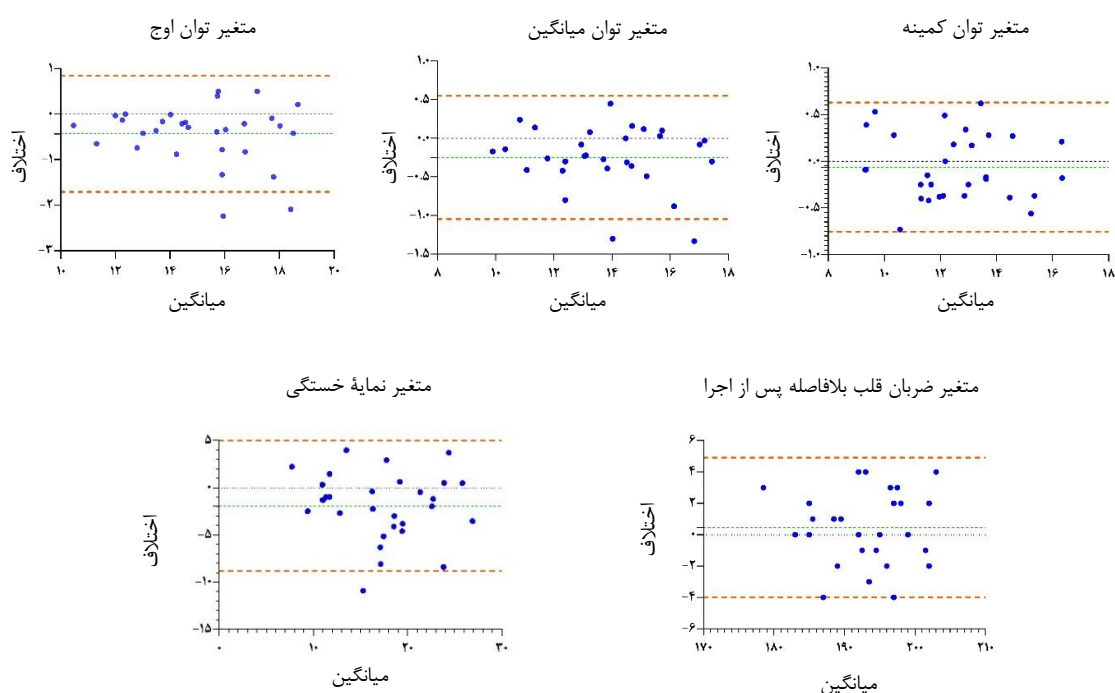
\* همبستگی معنادار ( $P < 0/05$ )

بصری نمودار بلاند-آلتمن به‌منظور بررسی توافق میان نتایج این دو اجرا از آزمون طراحی‌شده، با توجه به نزدیک بودن سوگیری میانگین‌ها به صفر و پراکندگی نتایج نزدیک صفر، توافق قابل قبولی بین نتایج دو اجرا دیده شد (شکل ۲).

بنابر نتایج آزمون همسانی درونی، به‌منظور بررسی پایایی آزمون طراحی‌شده BSACT، بین نشانگرهای توان بی‌هوازی (اوج، میانگین و کمینه)، نمایه خستگی و ضربان قلب بلافاصله پس از اجرا دو آزمون، همبستگی معناداری دیده شد (جدول ۸). همچنین در بررسی

جدول ۸. ضرایب همسانی درونی بین متغیرهای اجرای روز اول و دوم BSACT توسط یک گروه آزمون گیرنده

| متغیر                      | تعداد | ضریب همسانی درونی (ICC) | فاصله اطمینان ۹۵٪ | مقدار معناداری |
|----------------------------|-------|-------------------------|-------------------|----------------|
| توان اوج (وات)             | 30    | 0/960                   | 0/918 – 0/981     | $< 0/05^*$     |
| توان میانگین (وات)         | 30    | 0/981                   | 0/960 – 0/991     | $< 0/05^*$     |
| توان کمینه (وات)           | 30    | 0/984                   | 0/967 – 0/992     | $< 0/05^*$     |
| نمایه خستگی (درصد)         | 30    | 0/799                   | 0/619 – 0/899     | $< 0/05^*$     |
| ضربان قلب (تعداد در دقیقه) | 30    | 0/937                   | 0/873 – 0/970     | $< 0/05^*$     |

\* همبستگی معنادار ( $P < 0/05$ )

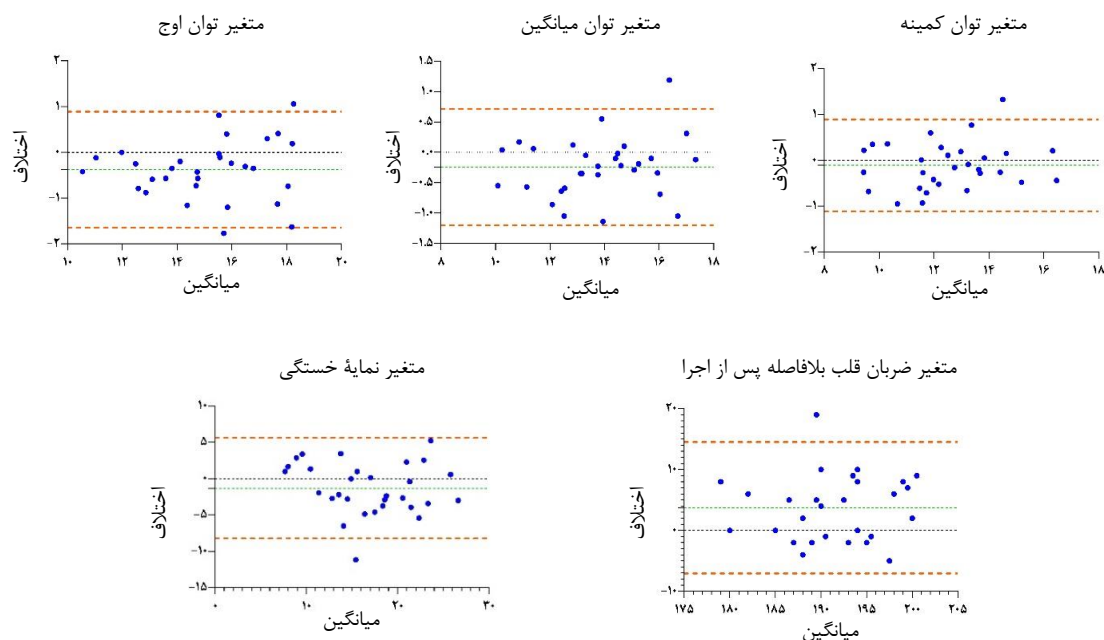
شکل ۲. نمایش توافقی بین نتایج متغیرهای دو اجرای اول و دوم BSACT با استفاده از نمودار بلاند-آلتمن

۹). همچنین در بررسی بصری نمودار بلاند-آلتمن جهت بررسی توافقی میان نتایج این دو اجرا از آزمون طراحی شده، با توجه به نزدیک بودن سوگیری میانگین‌ها به صفر و پراکندگی نتایج نزدیک صفر، توافق قابل قبولی بین نتایج دو اجرا دیده شد (شکل ۳).

بنابر نتایج آزمون همسانی درونی، به منظور بررسی پایایی آزمون گیرندگان یا عینیت آزمون طراحی شده BSACT، بین نشانگرهای توان بی‌هوازی (اوج، میانگین و کمینه)، نمایه خستگی و ضربان قلب بلافاصله پس از اجرا دو آزمون، همبستگی معناداری دیده شد (جدول

جدول ۹. ضرایب همسانی درونی بین متغیرهای اجرای روز اول و سوم BSACT توسط دو گروه آزمون‌گیرنده

| متغیر                      | تعداد | ضریب همسانی درونی (ICC) | فاصله اطمینان ۹۵٪ | مقدار معناداری |
|----------------------------|-------|-------------------------|-------------------|----------------|
| توان اوج (وات)             | 30    | 0/957                   | 0/912 – 0/979     | < 0/05*        |
| توان میانگین (وات)         | 30    | 0/970                   | 0/938 – 0/986     | < 0/05*        |
| توان کمینه (وات)           | 30    | 0/964                   | 0/926 – 0/983     | < 0/05*        |
| نمایه خستگی (درصد)         | 30    | 0/801                   | 0/623 – 0/900     | < 0/05*        |
| ضربان قلب (تعداد در دقیقه) | 30    | 0/616                   | 0/334 – 0/797     | < 0/05*        |

\* همبستگی معنادار ( $P < 0/05$ )

شکل ۳. نمایش توافق بین نتایج متغیرهای دو اجرای اول و سوم BSACT با استفاده از نمودار بلاند-آلتمن

### بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف طراحی و بررسی روایی، پایایی و عینیت آزمون جدید ظرفیت بی‌هوازی ویژه بسکتبال (BSACT) بر مبنای آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه پایین‌تنه انجام گرفت. بدین ترتیب در بررسی روایی آزمون طراحی‌شده، نتایج حاصل از بررسی همبستگی متغیرهای فیزیولوژیکی آزمون‌های وینگیت به‌عنوان آزمون مرجع (ملاک) و BSACT (پیش‌بین)، نشان می‌دهد که میزان همبستگی بین متغیرهای دو آزمون

در شاخص توان اوج ( $P < 0/001$ ,  $r = 0/811$ )، توان میانگین ( $P < 0/001$ ,  $r = 0/828$ )، توان کمینه ( $r = 0/758$ )، بسیار قوی و در متغیرهای ضربان قلب بلافاصله پس از اجرا ( $P < 0/001$ ,  $r = 0/623$ ) و نمایه خستگی ( $P = 0/009$ ,  $r = 0/469$ ) به ترتیب همبستگی قوی و متوسط معناداری دیده می‌شود. در واقع، اعتباریابی آزمون BSACT نشان داد که این آزمون از اعتبار بالایی برای ارزیابی ظرفیت بی‌هوازی ویژه بازیکنان بسکتبال برخوردار است. شاید چنین

همبستگی معناداری بین نشانگرهای موردنظر به دلیل به‌کارگیری عضلات مشابه پایین‌تنه و دستگاه تأمین انرژی کم و بیش مشابه دو آزمون ملاک و پیش‌بین است. همچنین نتایج آزمون میزان درک فشار بزرگ و ضربان قلب بازیکنان در انتهای آزمون، حاکی از آن است که فشار فیزیولوژیکی آزمون جدید طراحی‌شده نزدیک به شرایط واقعی مسابقه و به معنای فعالیت بی‌هوازی شدید (مشابه شدت آزمون وینگیت) است (37,38). افزون بر این الگوهای حرکتی و رعایت نسبت‌های کار و استراحت مطابق با مسابقه بسکتبال در این آزمون، شرایط را به آنچه بازیکنان برای بهبود عملکرد نیاز دارند، نزدیک کرده است. همراستا با نتایج پژوهش پابیران و همکاران (۱۳۹۴) در خصوص وجود همبستگی معنادار بین توان اوج، میانگین و کمینه آزمون BAST با آزمون وینگیت که به‌ترتیب همبستگی متوسط، قوی و متوسطی گزارش شد. اما بر خلاف پژوهش حاضر، آن‌ها همبستگی معناداری بین نمایه خستگی دو آزمون مشاهده نکردند. آن‌ها دلیل وجود همبستگی بین نشانگرهای توان بی‌هوازی و ضربان قلب را وجود تشابه در استفاده از گروه‌های ماهیچه‌ای مشابه پایین‌تنه و دستگاه تأمین انرژی مشابه بین دو آزمون دانستند. افزون بر این، آن‌ها دلیل نبود همبستگی قوی بین توان اوج و توان کمینه و نبود همبستگی معنادار بین نمایه خستگی دو آزمون را، تفاوت در نوع و مدت زمان فعالیت انجام‌گرفته در طی اجرای دو آزمون، گزارش کردند (29). با این همه، در پژوهش مذکور، آزمون میدانی طراحی‌شده (BAST)، از نظر تعداد اجرای الگوهای حرکتی ویژه به نسبت مسابقه بسکتبال، مقدار دقیق و نوع فعالیت در زمان استراحت و مسافت‌های طی‌شده با هر الگوی حرکتی، بر پایه پیشینه پژوهش، با نیازمندی بازیکنان بسکتبال فاصله دارد. همچنین در پژوهش مشابه دیگری، باکر و همکاران (۱۹۹۳) در پژوهش خود همبستگی معناداری

را بین توان بی‌هوازی در آزمون وینگیت پایین‌تنه و آزمون ۴۰ متر رفت و برگشت به‌دست آوردند (39). به‌ترتیب، پیوسته و منقطع بودن آزمون‌های وینگیت ۳۰ ثانیه پایین‌تنه و آزمون BSACT در تحقیق حاضر، می‌تواند یکی از دلایل نبود همبستگی بسیار قوی یا قوی (وجود همبستگی متوسط) در نمایه خستگی باشد، که تا حدودی بر دستگاه‌های انرژی درگیر مؤثر است. از طرفی آزمون وینگیت بدون تحمل وزن بدن است، اما در آزمون BSACT علاوه بر تحمل وزن بدن که می‌تواند بر سوخت‌وساز ورزشکار تأثیر بگذارد، الگوهای حرکتی ویژه بسکتبال نیز با نسبت‌های نزدیک به مسابقه واقعی، اجرا می‌شوند (39-41). مطابق با یافته‌های بررسی همبستگی آزمون‌های میدانی توان بی‌هوازی و وینگیت، میزان و نوع استراحت معین‌شده بین هر اجرا در آزمون جدید طراحی‌شده می‌تواند در بروز خستگی متفاوت با آزمون وینگیت، مؤثر باشد. در نتیجه زمان بروز خستگی می‌تواند بر پایه نوع فعالیت ورزشی انجام‌شده، متفاوت باشد (42,43). بنابراین، با توجه به بالا بودن میزان همبستگی نشانگرهای توان اوج، توان میانگین، توان کمینه، ضربان قلب پس از اجرا و همبستگی متوسط در نمایه خستگی بین دو آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه و آزمون BSACT، می‌توان گفت که احتمالاً این آزمون، آزمونی معتبر برای اندازه‌گیری این نشانگرها در بازیکنان جوان و نیمه‌حرفه‌ای بسکتبال است. شایان ذکر است که در آزمون BSACT به‌دلیل نحوه طراحی آن، نصاب ثبت‌شده (زمان اجرای هر دور) از آزمون میدانی، نزدیک به هم بوده و همه متغیرهای وابسته به ظرفیت بی‌هوازی از لحاظ کمی در مقایسه با آزمون وینگیت پایین‌ترند. این مسئله مرتبط با طولانی‌تر شدن زمان اجرای هر دور و نقش مؤثر زمان در فرمول محاسبات توان بی‌هوازی است (29). در مقابل، این نتایج با یافته‌های رستگار و همکاران (۱۳۸۴) در خصوص وجود همبستگی معنادار بین توان اوج ( $r=0/43$ )، کمینه ( $r=-0/43$ ) و میانگین

( $r=-0/63$ ) به دست آمده در آزمون رست و آزمون ۳۰۰ یارد رفت و برگشت همسو نیست. علت این موضوع شاید مربوط به زمان بندی فعالیت و استراحت و همچنین الگوی حرکتی متفاوت دو آزمون استفاده شده در این بررسی هاست (44). در پژوهش حاضر، در شاخص ضربان قلب بلافاصله پس از اجرای دو آزمون وینگیت و آزمون جدید طراحی شده، نتایج نزدیک به ضربان قلب بیشینه آزمودنی بود و همبستگی قوی ای بین نتایج دو آزمون دیده شد. از آنجایی که برای برآورد شدت فعالیت بدنی از شاخص ضربان قلب استفاده می شود و کم و بیش هرچه شدت فعالیت ورزشی بیشتر شود، ضربان قلب نیز افزایش می یابد، به نظر می رسد آزمودنی ها در همه اجراها با شدت نزدیک به بیشینه آزمون را اجرا کرده اند. نتایج آزمون درک فشار بزرگ نیز حاکی از آن است که آزمودنی ها با نهایت توان آزمون ها را اجرا کرده اند. در این بین شایان ذکر است که هرچند آستانه فعالیت های بی هوازی در افراد متفاوت است، اما همواره به فعالیت هایی که در سطحی بالاتر از ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره و در مدت زمان کوتاهی اجرا شوند، فعالیت بی هوازی اطلاق می شود (45). در بررسی مشابهی، حبیبی و همکاران (۱۳۹۵) نیز در بررسی همبستگی ضربان قلب پس از اجرای کشتی گیران در آزمون های وینگیت بالاتنه و آزمون توان بی هوازی ویژه کشتی گیران، همبستگی بالایی ( $r=0/705$ ) را مشاهده کردند (43). با این همه، شیرازی و همکاران (۱۳۸۵) همبستگی معناداری را در ضربان قلب پس از اجرای آزمون های رست و وینگیت، مشاهده نکردند (46).

در بررسی پایایی، نتایج این پژوهش نشان می دهد که بین توان اوج ( $r=0/960$ )، توان میانگین ( $r=0/981$ )، توان کمینه ( $r=0/984$ )، نمایه خستگی ( $r=0/799$ ) و ضربان قلب پس از اجرا ( $r=0/937$ ) در دو بار اجرای آزمون جدید طراحی شده توسط یک گروه

آزمون گیرنده، آزمون طراحی شده BSACT، ضریب همسانی درونی بالا و معنادار بوده و این آزمون به اندازه لازم قابل اطمینان است. در تحقیقی با روش مشابه، یوسفی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی پایایی آزمون طراحی شده خود، پس از دو بار اجرای آزمون توسط یک گروه آزمون گیرنده، همبستگی مثبت، قوی و معناداری را در نشانگرهای توان اوج ( $r=0/755$ )، میانگین ( $r=0/781$ )، کمینه ( $r=0/645$ ) و نمایه خستگی ( $r=0/645$ ) مشاهده کردند و نتیجه گرفتند که آزمون طراحی شده آن ها می تواند قابل اطمینان و دارای پایایی کافی باشد (29).

در بررسی عینیت، نتایج این پژوهش نشان داد که بین توان اوج ( $r=0/957$ )، توان میانگین ( $r=0/970$ )، توان کمینه ( $r=0/964$ )، نمایه خستگی ( $r=0/801$ ) و ضربان قلب پس از اجرا ( $r=0/616$ ) در دو بار اجرای آزمون میدانی جدید توسط دو گروه آزمون گیرنده، آزمون طراحی شده BSACT دارای ضریب همسانی درونی بالا و معناداری و عینیت لازم و کافی است. هرچند در متغیر ضربان قلب پس از اجرا، میزان عینیت کمتری مشاهده می شود که می تواند به دلیل اثر تفاوت در میزان اضطراب، استرس یادگیری و خواب آزمودنی ها طی آزمون گیری های پایایی هنگام این پژوهش باشد. در تحقیقی با روش مشابه، یوسفی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی عینیت آزمون طراحی شده پس از دو بار اجرا توسط دو گروه آزمون گیرنده، بین نشانگرهای توان اوج ( $r=0/755$ )، توان میانگین ( $r=0/935$ )، توان کمینه ( $r=0/751$ ) و نمایه خستگی ( $r=0/789$ ) همبستگی مثبت، قوی و معناداری را مشاهده کردند و نتیجه گرفتند که آزمون طراحی شده آن ها، می تواند دارای عینیت کافی باشد (۷). همچنین نتایج نمودار بلاند-آلتمن در بررسی پایایی و عینیت آزمون جدید (BSACT)، نشان داد که میانگین تفاوت بین نتایج دو اجرا در نشانگرهای مختلف، نزدیک به صفر است، که

بیانگر توافق کلی مناسب بین اجرای اول و دوم آزمون جدید در بررسی پایایی و توافق کلی مناسب در اجرای دوم و سوم آزمون جدید در بررسی عینیت است. حدود توافق برخی شاخص‌ها نشان‌دهنده مقداری پراکندگی در تفاوت‌هاست. با این همه، پراکندگی تصادفی نقاط اطراف خط میانگین تفاوت بین نتایج دو آزمون، حاکی از نبود خطای سیستماتیک و نظام‌مند است. بر اساس این نتایج، آزمون جدید می‌تواند برای ارزیابی میدانی توان بی‌هوازی استفاده شود. بنابراین، آزمون طراحی‌شده BSACT، با توجه به داشتن روایی، پایایی و عینیت کافی، ابزار میدانی معتبری برای اندازه‌گیری نشانگرهای مرتبط با توان و ظرفیت بی‌هوازی بازیکنان بسکتبال جوان نیمه‌حرفه‌ای است.

افزون بر این، در این پژوهش محدودیت‌های موجود می‌تواند نیاز به توجه به آن‌ها در پژوهش‌های آینده را نمایان کند. از جمله اینکه این پژوهش روی بازیکنان مرد متمرکز بود، که ممکن است نتایج را با توجه به تفاوت‌های جنسیتی، برای بازیکنان زن بسکتبال محدود کند. بنابراین، پژوهش‌های آینده می‌تواند به‌منظور بررسی روایی و پایایی آزمون BSACT، با آزمودنی‌های زن انجام شود. همچنین در این پژوهش از بازیکنان نیمه‌حرفه‌ای رده سنی جوانان و امید حاضر در لیگ‌های کشور در این رده سنی استفاده شد. پژوهش‌های آینده می‌توانند اثر تفاوت‌های سنی و سطح فنی بازیکنان را بر نتایج این آزمون ارزیابی کنند. افزون بر این، آزمون‌گیری‌ها در شرایط محیطی معینی (دما و رطوبت) انجام گرفت. با اینکه ممکن است محیط‌هایی را که بازیکنان بسکتبال در آن بسکتبال بازی می‌کنند، مانند مسابقات بسکتبال در فضای باز، به علت تفاوت در دما و رطوبت، نتایجی همچون این پژوهش را منعکس نکند. از این رو تغییرات در دما، رطوبت، نوع فضای برگزاری، جنسیت و سطح مهارتی آزمودنی‌ها، ممکن است بر عملکرد آزمودنی‌ها و نتایج آزمون در شرایط

مختلف تأثیر بگذارد. با این همه، افزون بر همه محدودیت‌های پژوهش، این پژوهش به‌طور چشمگیری به حوزه علوم ورزشی و ارزیابی آمادگی بدنی بازیکنان بسکتبال کمک می‌کند و به‌نظر می‌رسد که آزمون BSACT دارای اعتبار، پایایی و عینیت لازم برای استفاده به‌عنوان یک آزمون میدانی مناسب و کاربردی در اندازه‌گیری قابلیت توان بی‌هوازی بازیکنان جوان و نیمه‌حرفه‌ای بسکتبال است. هرچند محدودیت‌های موجود، زمینه‌هایی را برای پژوهش‌های آینده و بهبود در ارزیابی ظرفیت بی‌هوازی ویژه بازیکنان بسکتبال، برجسته می‌کند.

بر پایه نتایج پژوهش حاضر، آزمون میدانی جدید ظرفیت بی‌هوازی ویژه بسکتبال (BSACT)، می‌تواند آزمونی کاربردی، معتبر و قابل اطمینان، برای اندازه‌گیری ظرفیت بی‌هوازی بازیکنان جوان و نیمه‌حرفه‌ای بسکتبال و جایگزینی با آزمون‌های آزمایشگاهی و پرهزینه اندازه‌گیری ظرفیت بی‌هوازی باشد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که مربیان بدنسازی و بسکتبال می‌توانند از این آزمون برای ارزیابی و پایش مستمر ظرفیت بی‌هوازی ویژه بازیکنان جوان و نیمه‌حرفه‌ای بسکتبال، تدوین و اصلاح برنامه تمرینات طول فصل، ارتقای عملکرد و انتخاب افراد برتر، استفاده کنند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد است. از همه افرادی که در انجام پژوهش حاضر همکاری کردند، به‌ویژه استادان و مسئولان دانشکده علوم ورزشی دانشگاه فردوسی و آزمودنی‌ها، تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین صمیمانه آرزوی شادی روح استاد ارجمند جناب آقای پروفیسور سیدرضا عطارزاده حسینی را که در مراحل پایانی این پژوهش به دیار حق نائل شدند، از خداوند منان خواستاریم.

3. Delextrat A, Cohen D. Physiological Testing of Basketball Players: Toward a Standard Evaluation of Anaerobic Fitness. *J Strength Cond Res*. 2008 Jul;22(4):1066–72.

### حمایت مالی

پژوهش حاضر، حامی مالی ندارد.

4. Ben Abdelkrim N, El Fazaa S, El Ati J. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Br J Sports Med*. 2007 Feb;41(2):69–75; discussion 75.

### مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در طراحی، اجرا، تحلیل یافته‌ها و نگارش مقاله مشارکت داشتند.

5. Eliakim A. Improving Anaerobic Fitness in Young Basketball Players: Plyometric vs. Specific Sprint Training. *J Athl Enhanc*. 2014;03(03).

### تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

6. Arede J, Vaz R, Franceschi A, Gonzalo-Skok O, Leite N. Effects of a combined strength and conditioning training program on physical abilities in adolescent male basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019 Aug;59(8):1298–305.

### پی‌نوشت‌ها

7. Ciacci S, Bartolomei S. The effects of two different explosive strength training programs on vertical jump performance in basketball. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018 Oct;58(10):1375–82.

8. Petway AJ, Freitas TT, Calleja-González J, Medina Leal D, Alcaraz PE. Training load and match-play demands in basketball based on competition level: A systematic review. *Balsalobre-Fernández C, editor. PLoS One*. 2020 Mar 5;15(3):e0229212.

9. Castillo D, Raya-González J, Scanlan AT, Sánchez-Díaz S, Lozano D, Yanci J. The influence of physical fitness attributes on external demands during simulated basketball matches in youth players according to age category. *Physiol Behav*. 2021 May;233:113354.

- <sup>1</sup> Repeated Anaerobic Sprint Test (RAST)
- <sup>2</sup> Line Drill (LD)
- <sup>3</sup> Basketball Anaerobic Specific Test (BAST)
- <sup>4</sup> Validity
- <sup>5</sup> Reliability
- <sup>6</sup> Objectivity
- <sup>7</sup> Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)
- <sup>8</sup> American College of Sports Medicine (ACSM)
- <sup>9</sup> Seca
- <sup>10</sup> InBody
- <sup>11</sup> Bioelectrical Impedance
- <sup>12</sup> Monark E894
- <sup>13</sup> Peak Anaerobic Power Output (PP)
- <sup>14</sup> Average Anaerobic Power Output (AP)
- <sup>15</sup> Minimum Anaerobic Power Output (MP)
- <sup>16</sup> Fatigue Index (FI)
- <sup>17</sup> Heart Rate (HR)
- <sup>18</sup> Polar Hear Rate
- <sup>19</sup> Shapiro-Wilk
- <sup>20</sup> Pearson Correlation Coefficient
- <sup>21</sup> Internal Consistency Coefficient (ICC)
- <sup>22</sup> Bland-Altman Plot
- <sup>23</sup> 95% Confidence Interval

### منابع

1. Gottlieb R, Shalom A, Calleja-Gonzalez J. Physiology of Basketball – Field Tests. Review Article. *J Hum Kinet*. 2021 Jan 30;77:159–67.
2. Gál-Potytöndy A, Petró B, Czétényi A, Négyesi J, Nagatomi R, Kiss RM. Collection and Advice on Basketball Field Tests—A Literature Review. *Appl Sci*. 2021 Sep 23;11(19):8855.

10. McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, McKenna MJ. The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci.* 1995 Oct;13(5):387–97.
11. Stojanović E, Stojiljković N, Scanlan AT, Dalbo VJ, Berkemans DM, Milanović Z. The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sport Med.* 2018 Jan 16;48(1):111–35.
12. Scanlan AT, Dascombe BJ, Kidcaff AP, Peucker JL, Dalbo VJ. Gender-Specific Activity Demands Experienced During Semiprofessional Basketball Game Play. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015 Jul;10(5):618–25.
13. Sekulic D, Pehar M, Krolo A, Spasic M, Uljevic O, Calleja-González J, et al. Evaluation of Basketball-Specific Agility: Applicability of Preplanned and Nonplanned Agility Performances for Differentiating Playing Positions and Playing Levels. *J strength Cond Res.* 2017 Aug;31(8):2278–88.
14. Sugiyama T, Maco S, Kurihara T, Kanehisa H, Isaka T. Change of Direction Speed Tests in Basketball Players: A Brief Review of Test Varieties and Recent Trends. *Front Sport Act living.* 2021;3:645350.
15. Drinkwater EJ, Pyne DB, McKenna MJ. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Med.* 2008;38(7):565–78.
16. Scanlan A, Dascombe B, Reaburn P. A comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. *J Sports Sci.* 2011 Aug;29(11):1153–60.
17. Pojskić H, Šeparović V, Muratović M, Užičanin E. The relationship between physical fitness and shooting accuracy of professional basketball players. *Mot Rev Educ Física.* 2014 Dec;20(4):408–17.
18. García F, Vázquez-Guerrero J, Castellano J, Casals M, Schelling X. Differences in Physical Demands between Game Quarters and Playing Positions on Professional Basketball Players during Official Competition. *J Sports Sci Med.* 2020 Jun;19(2):256–63.
19. Edwards T, Spiteri T, Piggott B, Bonhotal J, Haff GG, Joyce C. Monitoring and Managing Fatigue in Basketball. *Sports.* 2018 Feb 27;6(1):19.
20. Figueira B, Gonçalves B, Abade E, Paulauskas R, Masiulis N, Kamarauskas P, et al. Repeated Sprint Ability in Elite Basketball Players: The Effects of 10 × 30 m Vs. 20 × 15 m Exercise Protocols on Physiological Variables and Sprint Performance. *J Hum Kinet.* 2021 Jan 30;77:181–9.
21. Russell JL, McLean BD, Stolp S, Strack D, Coutts AJ. Quantifying Training and Game Demands of a National Basketball Association Season. *Front Psychol.* 2021;12:793216.
22. Baechle TR, Earle RW, (U.S.) NS& CA. Essentials of Strength Training and Conditioning. Human Kinetics; 2000.
23. Simenz CJ, Dugan CA, Ebben WP. Strength and Conditioning Practices of National Basketball Association Strength and Conditioning Coaches. *J Strength Cond Res.* 2005;19(3):495.
24. Russell JL, McLean BD, Impellizzeri FM,

- Strack DS, Coutts AJ. Measuring Physical Demands in Basketball: An Explorative Systematic Review of Practices. *Sport Med*. 2021 Jan 5;51(1):81–112.
25. Heishman AD, Daub BD, Miller RM, Freitas EDS, Bembem MG. Monitoring External Training Loads and Neuromuscular Performance for Division I Basketball Players over the Preseason. *J Sports Sci Med*. 2020 Mar;19(1):204–12.
26. Mancha-Triguero D, García-Rubio J, Calleja-González J, Ibáñez SJ. Physical fitness in basketball players: a systematic review. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019 Oct;59(9).
27. Currell K, Jeukendrup AE. Validity, Reliability and Sensitivity of Measures of Sporting Performance. *Sport Med*. 2008;38(4):297–316.
28. de Araujo GG, de Barros Manchado-Gobatto F, Papoti M, Camargo BHF, Gobatto CA. Anaerobic and aerobic performances in elite basketball players. *J Hum Kinet*. 2014 Sep 29;42:137–47.
29. pabiran mohsen, Rajabi H, Yousefi M. Designing the Specific Anaerobic Power Test for Basketball. 2015;7(27):31–44.
30. Carvalho HM, Coelho e Silva MJ, Figueiredo AJ, Gonçalves CE, Castagna C, Philippaerts RM, et al. Cross-Validation and Reliability of the Line-Drill Test of Anaerobic Performance in Basketball Players 14–16 Years. *J Strength Cond Res*. 2011 Apr;25(4):1113–9.
31. Bar-Or O. The Wingate Anaerobic Test. *Sport Med*. 1987;4(6):381–94.
32. HOFFMAN JR, EPSTEIN S, EINBINDER M, WEINSTEIN Y. A Comparison Between the Wingate Anaerobic Power Test to Both Vertical Jump and Line Drill Tests in Basketball Players. *J Strength Cond Res*. 2000 Aug;14(3):261–4.
33. LaMonte MJ, Mckinnex JT, Quinn SM, Bainbridge CN, Eisenman PA. Comparison of Physical and Physiological Variables for Female College Basketball Players. *J Strength Cond Res*. 1999;13:264–70.
34. Francis K. Methods of anaerobic power assessment (a statistical program for the IBM PC). *Phys Ther*. 1987 Feb;67(2):270–5.
35. Fatouros IG, Laparidis K, Kambas A, Chatzinikolaou A, Techlikidou E, Katrabasas I, et al. Validity and reliability of the single-trial line drill test of anaerobic power in basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2011 Mar;51(1):33–41.
36. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. *Med Sci Sport Exerc* [ ]. 2009 Jan;41(1):3–12.
37. Ben Abdelkrim N, Castagna C, Jabri I, Battikh T, El Fazaa S, Ati J El. Activity Profile and Physiological Requirements of Junior Elite Basketball Players in Relation to Aerobic-Anaerobic Fitness. *J Strength Cond Res*. 2010 Sep;24(9):2330–42.
38. Burgess D, Naughton G, Hopkins W. Draft-camp predictors of subsequent career success in the Australian Football League. *J Sci Med Sport*. 2012 Nov;15(6):561–7.
39. Baker J, Ramsbottom R, Hazeldine R. Maximal shuttle running over 40 m as a measure of anaerobic performance. *Br J*

- Sports Med. 1993 Dec;27(4):228–32.
40. Klapcińska B, Iskra J, Poprzecki S, Grzesiok K. The effects of sprint (300 m) running on plasma lactate, uric acid, creatine kinase and lactate dehydrogenase in competitive hurdlers and untrained men. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001 Sep;41(3):306–11.
  41. Gharakhanlou R, Agha-Alinejad H, Rostgar M. Correlation between RAST and 300-yard shuttle test with Wingate in measuring anaerobic power of futsal players. *olympic*. 2008;44(16):99–109.
  42. Agha-Alinejad H, Gharakhanlou R, Yousefvand S. Estimation of anaerobic power using a new zigzag jumping test named Tarbiat Modares Anaerobic Test (TMAT). *Olympic*. 2008;42(16):97–108.
  43. Habibi H, Dehkordi M, Rajabi H, Rezaei R. Designing an upper-body anaerobic power test for wrestling. *Res Sport Med Technol (Motor Sport Sci)*. 2013;
  44. Saberi A, Rajabi H, Mohammadnia M. Validity and reliability assessment of anaerobic power tests based on Repeated Agility Anaerobic Test (RAAT) and Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST) in estimating anaerobic power of physically active students. *J Mot Sport Sci*. 2009;14(7):51–60.
  45. Wilmore JH, Costill DL, Gleim GW. *Physiology of Sport and Exercise*. Vol. 27, *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1995. p. 792.
  46. Shirazi A, Rajabi H, Agha-Alinejad H. Validity assessment of some physiological variables of the Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST) and Wingate test in futsal national team players. *Olympic*. 2009;48(17):41–50.