هنجار ویژگی‌های بیوانرژیک بازیکنان نخبه و زبده مرد و زن بدمینتون ایران

ابراهیم متشرعی*، محمدرضا کردی**، احمد فرخی**، ولی اله کاشانی***

* کارشناس ارشد رفتار حرکتی دانشگاه تهران

** دانشیار دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران

*** دانشجوی دکتری دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۰۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۰۲

چکیده

هدف تحقیق حاضر، تدوین هنجار ویژگی‌های بیوانرژیک بازیکنان نخبه مرد و زن بدمینتون کشور به تفکیک جنسیت است. روش تحقیق حاضر توصیفی و از نوع پیمایشی هنجارساز است. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل تمامی بازیکنان مرد و زن نخبه و زبده بدمینتون ایران در سال۱۳۸۹، ۱۲۸ بازیکن نخبه و زبده شامل ۶۴ بازیکن نخبه و زبده مرد (با میانگین سن ۳/۴۰ ± ۱۹/۹۲سال، قد ۶/۱۳ ± ۵۳ /۱۷۶ سانتی‌متر، وزن ۶/۷۷ ± ۴۶ /۷۰ کیلوگرم و سابقه فعالیت رقابتی ۲/۶۸ ± ۹/۲۷ سال) و ۶۴ بازیکن نخبه و زبده زن (با میانگین سن۲/۴۴± ۰۰ /۱۷ سال، قد ۵/۸۷ ±۹۰ /۱۶۳ سانتی‌متر، وزن ۵/۷۵ ± ۵۶/۱۸ کیلوگرم و سابقه فعالیت رقابتی ۱/۵۵ ±۶/۲۷ سال) و نمونه آماری با جامعه آماری برابر بود. با توجه به ویژگی‌ها و نیازمندی‌های اختصاصی ورزش بدمینتون، توان هوازی، توان بی‌هوازی بی‌لاکتیک و توان بی‌هوازی با لاکتیک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. همچنین براساس توزیع نمرات به دست آمده، جدول‌های فراوانی و نقاط درصدی بازیکنان به تفکیک جنسیت، جهت تدوین هنجارهای مربوط، با استفاده از نرم‌افزار spss-۱۵ ترسیم شد و سپس براساس هنجار درصدی به دست آمده و براساس مقیاس رایج لیکرت، دسته‌بندی عملکرد بازیکنان صورت گرفت. همچنین از آزمون t یک نمونه‌ای جهت مقایسه ویژگی‌های بیوانرژیک بازیکنان نخبه و زبده کشور با بازیکنان نخبه جهانی استفاده شد. یافته‌های تحقیق نشان داد که میانگین توان هوازی بازیکنان مرد و زن نخبه و زبده بدمینتون ایران با مقادیر ۵۵/۱۶ و ۴۴/۰۵ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه به طور معنی‌داری از بازیکنان مرد و زن نخبه جهانی با مقادیر ۶۳ و ۵۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه پایین‌تر **($p < 0.01$) بود**. همچنین میانگین ارتفاع پرش سارجنت بازیکنان مرد و زن نخبه و زبده بدمینتون ایران با مقادیر ۶۳ و ۴۸ سانتی‌متر نسبت به بازیکنان مرد زن نخبه جهانی بدمینتون با مقادیر ۶۳ و ۵۶ سانتی‌متر به شکل معنی‌داری پایین‌تر **($p < 0.01$) اما توان بی‌هوازی با لاکتیک بازیکنان** مرد و زن نخبه و زبده بدمینتون کشور در وضعیت مناسبی قرار داشت. نتایج تحقیق بیانگر نیاز به توجه،

بازنگری و طراحی تمرینات اختصاصی در جهت توسعه و بهبود توان هوازی و بی‌هوازی بی‌لاکتیک در بین بازیکنان بدمینتون کشور است.

کلمات کلیدی: هنجار، ویژگی‌های بیوانرژیک، بازیکن نخبه بدمینتون.

مقدمه

امروزه، عملکرد مطلوب ورزشکاران نتیجهٔ ترکیبی از عوامل مختلف است. اغلب کارشناسان و صاحب‌نظران بر این باورند که بهره‌مندی از سه نوع آمادگی جسمانی، مهارتی (تکنیکی و تاکتیکی) و روانی و همچنین برخورداری از ویژگی‌های ژنتیکی، فیزیولوژیکی و بیومکانیکی از مهم‌ترین عوامل اجرای بهینه مهارت‌های ورزشی و دستیابی به سطوح بالای قهرمانی و کسب عناوین جهانی هستند (۱). بازیکنان نخبه[1] و زبده[2] بدمینتون به ترکیبی از سیستم‌های انرژی هوازی و بی‌هوازی نیازمندند و میزان درگیری هریک از این منابع به شدت و مدت زمان مسابقه بستگی دارد (۲–۵). از لحاظ ویژگی‌های اختصاصی، بدمینتون یک رشته هوازی با فعالیت‌های متناوب و انفجاری تکراری است که دارای فعالیت با شدت متوسط تا شدید کوتاه‌مدت ۵ تا ۱۵ ثانیه، و در ادامه زمان‌های استراحت ۱ تا ۲ برابر زمان فعالیت (۱۰ تا ۲۰ ثانیه) است که انرژی مورد نیاز، از منابع بی‌هوازی و به‌ویژه بی‌هوازی بدون لاکتات (فسفاژن) تأمین می‌شود، اما سیستم هوازی پیشرفته نیز باعث حفظ عملکرد صحیح و پرشدت بازیکنان در سرتاسر بازی بدمینتون می‌شود به طوری که محققان گزارش کرده‌اند حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد انرژی در بازی از منابع هوازی و ۳۰ درصد از منابع بی‌هوازی تأمین می‌شود (۴و ۵). در نتیجه با توجه به ماهیت هوازی ورزش بدمینتون و مدت زمان این بازی که گاهی تا ۸۰ دقیقه نیز (در فینال بازی‌های المپیک ۲۰۰۴) ادامه پیدا می‌کند و زمان‌های رالی با زمان ۵ تا ۱۵ ثانیه شامل فعالیت‌های پرشدت انفجاری، ویژگی‌های بیوانرژیکی[3] (توان هوازی[4]، توان بی‌هوازی[5] و به‌ویژه بی‌هوازی بدون لاکتیک) از عوامل تأثیرگذار در موفقیت بازیکنان بدمینتون محسوب می‌شود (۵ و ۶).

از مهم‌ترین ویژگی‌های بیوانرژیکی مؤثر در بازی بدمینتون توان هوازی یا حداکثر اکسیژن مصرفی است (۶). حداکثر اکسیژن مصرفی بازیکنان نخبه بدمینتون، مقادیر نسبتاً بالایی بوده و از ۵۵ تا ۷۳ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه متغیر است (۵–۸). در مطالعه‌ای که به‌وسیله لارسون (۱۹۹۹) دربارهٔ بازیکنان مرد نخبه بدمینتون انجام گرفت، اکسیژن مصرفی اندازه‌گیری شده در طول یک بازی انفرادی افزایش یافته و به ۸۶ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی رسید (۹). نتایج تحقیقات موسگارد (۲۰۰۵) نیز مقادیر ۸۰ تا ۱۰۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی را در طول مسابقه بیان می‌کند (۱۰). فاسینی و دال مونته (۱۹۹۶) هم

1. Elite players
2. Advanced players
3. Bioenergetics characteristic
4. Aerobic Power
5. Anaerobic Power

مقادیر ۶۰/۴ درصد و ۸۵ درصد را برای میانگین و حداکثر اکسیژن مصرفی در طول یک مسابقه گزارش کردند (۷). فاد و همکاران (۲۰۰۷) نیز در تحقیق جامع خود که دربارهٔ بازیکنان مرد و زن نخبه بین‌المللی و دارای رتبه‌های جهانی انجام دادند، میانگین اکسیژن مصرفی در طول بازی را در مردان ۵/۳ ± ۷۴/۴ درصد و در زنان ۷/۶ ± ۷۲/۶ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی گزارش کردند (۵).

در داخل کشور نیز، تحقیقات اندکی در مورد اکسیژن مصرفی بیشینه بازیکنان نخبه **و زبده** بدمینتون صورت گرفته است. فرخی (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای که در آن به بررسی وضع موجود و تدوین شاخص‌های استعدادیابی در بدمینتون پرداخت، توان هوازی بازیکنان مرد نخبه بدمینتون ایران را با استفاده از آزمون بروس ۳/۲۹ ± ۴۸/۹۳ میلی‌لیتر / کیلوگرم/ دقیقه گزارش کرد و به این نتیجه رسید که در قابلیت‌های حرکتی عامل توان هوازی از مهم‌ترین عوامل مرتبط با عملکرد موفقیت‌آمیز در رشته بدمینتون است (۱۱). جلالیان (۱۳۸۵) نیز در تحقیق خود به بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیک بازیکنان مرد تیم ملی بدمینتون ایران پرداخت و برای تعیین توان هوازی و اکسیژن مصرفی بیشینه از آزمون دویدن چند مرحله‌ای یا شاتل ران استفاده کرد. نتایج این تحقیق مقدار ۲/۰۹ ± ۵۰/۵ (میلی‌لیتر) دقیقه / کیلوگرم) را برای حداکثر اکسیژن مصرفی بازیکنان نخبه بدمینتون گزارش کرد، که در مقایسه با بازیکنان نخبه بدمینتون جهان (بازیکنان برتر قاره آفریقا و بازیکنان دانمارک)، به شکل معنی‌داری پایین‌تر بود. این تفاوت می‌تواند عاملی محدودکننده در میزان موفقیت بازیکنان بدمینتون ایران در برابر بازیکنان نخبه جهانی باشد (۱۲). در جمع‌بندی کلی، نتایج تحقیقات درباره اکسیژن مصرفی در بازیکنان، نشان‌دهنده شدت بالای بدمینتون در حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه در طول یک مسابقه است که معادل ۸۰ تا ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب می‌باشد (۵ و ۶).

علاوه بر نقش کلیدی توان هوازی در ورزش بدمینتون، بازیکنان بدمینتون باید توانایی تحمل فعالیت‌های بی‌هوازی را در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت، با شدت متوسط تا بالا و در سرتاسر مسابقه داشته باشند، چرا که رالی‌های با میانگین ۳ تا ۱۵ ثانیه در طول یک بازی بدمینتون ترکیبی از حرکات تکراری، توقف‌ها، تغییر جهت‌ها، انتظار برای دریافت توپ، دویدن‌ها و جهش‌ها برای اجرای ضربات قدرتمند از جمله اسمش می‌باشد. این نوع از فعالیت به طور عمده سیستم ATP-PC یا همان توان هوازی بدون لاکتیک را تحریک می‌کند. در طول یک رالی با میانگین ۱۰ ثانیه، سیستم فسفاژن پس از ۵ تا ۶ ثانیه تخلیه شده و در ادامه سیستم اسیدلاکتیک مسئول فراهم‌کردن انرژی موردنیاز است، اما در زمان‌های استراحت که ۱ تا ۲ برابر زمان فعالیت است، بازسازی ذخایر فسفاژن از طریق ATP سیستم هوازی انجام می‌گیرد و بازیکن برای رالی بعدی آماده می‌شود (۶و ۱۰). به عبارت دیگر، فسفات‌های پرانرژی که برای تولید انرژی آنی عضلات لازم هستند، در حین دوره‌های بازگشت به حالت اولیه بین رالی‌ها، توسط اکسیژن و بدون احتیاج به تبدیل‌شدن پیروات به لاکتات، جایگزین می‌شوند. در نتیجه هر چه توان هوازی بازیکن بالاتر باشد، جایگزینی فسفاژن مصرف شده بهترو سریع‌تر صورت می‌گیرد (۵).

از طرف دیگر، اجرای حرکات جهشی و پرشی در بدمینتون جزء جدایی‌ناپذیر این رشته بوده و بدون برخورداری از ظرفیت انفجاری و توان بی‌هوازی بالای بازیکنان، موفقیت در این رشته امکان‌پذیر نیست (۳). جلالیان (۱۳۸۵) از آزمون پرش عمودی (سارجنت) برای تعیین توان بی‌هوازی بدون اسیدلاکتیک بازیکنان مرد تیم ملی بدمینتون استفاده کرد. و میانگین ۴۴۶/۷۶ وات را برای بازیکنان نخبه بدمینتون ایران گزارش کرد که در مقایسه با ورزشکاران نخبه جهانی (بازیکنان نخبه قاره آفریقا و دانمارک) با مقدار ۸۶۵ وات، به شکل معنی‌داری پایین‌تر بود (۱۲). موسگارد (۱۹۹۶ و ۲۰۰۵) نتایج بازیکنان بین‌المللی و ملی بدمینتون دانمارک را در آزمون پرش عمودی سارجنت، ۵۲ تا ۶۲ سانتی‌متر برای زنان و ۶۵ تا ۷۵ سانتی‌متر برای مردان گزارش کرد (۶ و ۱۰) که به طور کاملاً معنی‌داری بهتر از نتایج بازیکنان تیم ملی ایران در تحقیق فرخی (۱۳۸۴) و جلالیان (۱۳۸۵) بود (۱۱ و ۱۲).

علاوه بر توان هوازی و توان بی‌هوازی بدون اسیدلاکتیک، تأمین انرژی از طریق دستگاه اسیدلاکتیک نقش عمده و تعیین‌کننده در برخی شرایط بازی بدمینتون و رالی‌های طولانی‌مدت به عهده دارد که امکان تولید و حفظ حرکات سرعتی مثل ضربات اسمش پرشی مکرر را در طول تمام مسابقه بدون از دست دادن توان و افت اجرای مهارت فراهم می‌سازد (۶ و ۱۳).

کابلو و همکاران (۲۰۰۴) میزان تجمع لاکتات در طول زمان بازی را در بین ۲۸ بازیکن نخبه مرد و زن با رنکینگ جهانی ۲/۲ ± ۳/۹ و فاد و همکاران (۲۰۰۷) این مقادیر را برای بازیکنان بین‌المللی ۱/۰ ± ۲/۴ میلی‌مول در لیتر گزارش کردند (۴ و ۵).به طور کلی، میانگین تجمع لاکتات در طول بازی بدمینتون بین ۳ تا ۶ میلی‌مول در لیتر است (۱). هرچند در طول رالی‌های طولانی و با شدت بالا و همچنین در تمرینات اختصاصی مانند شادو و مولتی شاتل، این میزان تا ۱۰ میلی‌مول در لیتر نیز افزایش پیدا می‌کند (۱ و ۸ و ۱۵ و ۱۶). از دلایل اصلی این افزایش، ارتباطی است که بین میانگین زمان کاری رالی‌ها و نسبت کار به استراحت با تجمع لاکتات وجود دارد. میانگین زمانی کاری ۳ تا ۱۵ ثانیه فعالیت با نسبت کار به استراحت ۱ به ۱ تا ۱ به ۲، سبب تجمع اندک اسیدلاکتیک و حذف این مقدار اندک در دوره‌های استراحت است. اما در رالی‌های طولانی‌مدت پرشدت ۱۵ ثانیه به بالا که نسبت کار به استراحت افزایش می‌یابد (۱ به ۰/۵)، نقش میوگلوبین که منبع اصلی ذخیره و انتقال اکسیژن در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شروع این فعالیت‌ها است، کمتر شده و دستگاه اسیدلاکتیک (گلیکولیز بی‌هوازی) بازسازی و تولید ATP را به عهده دارد و در نتیجه تجمع لاکتات افزایش می‌یابد (۲و۶و۱۵).

بدون شک بررسی و شناسایی هریک از ویژگی‌های بیوانرژیک ورزشکاران، نیازمند ارزشیابی عملکرد قهرمانان با بهره‌گیری از آزمون‌های استاندارد و تخصصی است. یک آزمون جامع و کامل، آزمونی است که علاوه بر روایی و پایایی قابل قبول، دارای هنجار (نرم) معتبر با توجه به ویژگی‌های سنی، جنسیتی، مهارتی و... باشد تا مبنا و اساس مناسبی، جهت مقایسه ورزشکاران فراهم نماید. نرم یا هنجار مقیاسی

است که از آن برای استانداردکردن قابلیت‌ها و توانایی‌های افراد در جمعیت‌های آماری استفاده می‌شود (۱۶). هنجاریابی آزمون‌های تخصصی جسمانی، مهارتی و روان‌شناختی بازیکنان نخبه و زبده ورزش کشور در برخی رشته‌های ورزشی از جمله فوتبال (۱۶) و کشتی (۱۷) مورد بررسی و توصیف قرار گرفته است و مقایسه نتایج این تحقیقات با بازیکنان نخبه جهانی اطلاعات مفیدی را برای مربیان و محققان در جهت شناسایی نقاط ضعف و قوت بازیکنان نخبه کشور و طراحی برنامه‌های تمرینی مناسب فراهم آورده است. اما تا به حال تحقیقی به تدوین هنجار برای ویژگی‌های بیوانرژیک بازیکنان نخبه بدمینتون کشور نپرداخته است، در حالی که اجرای آزمون‌های تخصصی و تدوین هنجار، بخشی از برنامه ارزیابی میزان اثربخشی تمرینات بازیکنان بدمینتون سطوح بالا در رده‌های بین‌المللی و جهانی است که نه تنها اطلاعات مفید را برای ورزشکاران فراهم می‌کند و آنان را قادر می‌سازد تا با مقایسه نمرات خود با اطلاعات به دست آمده از هنجارها، به نقاط قوت و ضعف خود پی ببرند، بلکه سبب می‌شود مربیان مطابق نیازمندی‌های ویژه ورزش بدمینتون به طراحی تمرینات پرداخته و ورزشکاران خود را ترغیب کنند تا با استفاده از این تمرینات به توسعه قابلیت‌های خود تا رسیدن به معیارهای مورد نظر اقدام کنند (۱). همچنین تدوین هنجار یک چهارچوب علمی و عملی قابل استناد در کشور جهت تفسیر نتایج خام به دست آمده از آزمون‌ها فراهم می‌آورد و می‌تواند گامی مؤثر جهت توسعه میزان اطلاعات مورد استفاده مربیان، بازیکنان و محققان ورزشی در رشته بدمینتون باشد. با وجود دلایلی که اهمیت و ضرورت انجام چنین تحقیقاتی را نشان می‌دهد و اینکه تاکنون هنجارهای ویژگی‌های بیوانرژیک برای بازیکنان نخبه **و زبده** بدمینتون کشور تدوین نشده است، این تحقیق بر آن بود که ضمن تدوین هنجار ویژگی‌های بیوانرژیک در بین بازیکنان نخبه **و زبده** بدمینتون، به این سؤالات نیز پاسخ دهد که: میزان ویژگی‌های بیوانرژیک بازیکنان مرد و زن نخبه **و زبده** بدمینتون کشور چه میزان بوده و از چه هنجاری برخوردار است؟ و بازیکنان نخبه **و زبده** بدمینتون کشور در مقایسه با بازیکنان نخبه جهانی در چه وضعیتی قرار دارند؟

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از طیف تحقیقات کاربردی، نوع توصیفی و روش پیمایشی هنجارساز[1] است. نمونه آماری این تحقیق شامل تمامی بازیکنان مرد (۱۵ نفر) و زن (نفر۱۵) بدمینتون تیم ملی جوانان و بزرگسالان کشور در سال ۱۳۸۹ بود. با توجه به تعریف بازیکن نخبه که شامل اعضای تیم‌های ملی یا بازیکنانی است که سابقه حضور در میادین بین‌المللی را داشته یا در رنکینگ سالانه فدراسیون جهانی رشته مربوطه حضور داشته باشند، (۱و ۴ و ۱۵ و ۱۸)، ۳۰ بازیکن مرد و زن عضو تیم ملی بازیکنان نخبه در نظر گرفته شدند. همچنین تمامی ۸۸ بازیکن مرد (۴۴ نفر) و زن (۴۴ نفر) بدمینتون عضو تیم-

1. normative Survey Research

های لیگ برتر بدمینتون، به‌عنوان بازیکنان زبده، بخش دیگری از آزمودنی‌های تحقیق را تشکیل دادند. در نتیجه نمونه آماری ۱۲۸ بازیکن مرد و زن نخبه و زبده بدمینتون کشور بود.
اطلاعات مربوط به ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی بازیکنان مرد و زن نخبه و زبده بدمینتون

شاخص آزمودنی‌ها	تعداد	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	سابقه فعالیت در رشته ورزشی بدمینتون(سال)	درصد چربی
مردان	۶۴	۱۹/۹۲ ± ۳/۴۰	۱۷۶/ ۵۳ ± ۶/۱۳	۷۰/ ۴۶ ± ۶/۷۷	۲/۶۸ ± ۹/۲۷	۱۴/۲ ± ۱/۵۹
زنان	۶۴	۱۷/ ۰۰ ±۲/۴۴	۱۶۳/ ۹۰± ۵/۸۷	۵۶/۱۸ ± ۵/۷۵	۱/۵۵ ± ۶/۲۷	۲۰/۷ ± ۳/۶

روش اجرا و آزمون‌ها

پس از هماهنگی‌های اولیه با مربیان تیم ملی و مسئولان فدراسیون بدمینتون، آزمون‌های مورد نظر دربارهٔ ۸۸ بازیکن (آزمودنی) مرد و زن زبده پژوهش (بازیکنان لیگ برتر) در فاصله یک هفته پس از پایان مسابقات لیگ برتر و ۳۰ بازیکن مرد و زن دعوت شده به اردوی تیم ملی (بازیکنان نخبه) در یک هفته قبل از آغاز مسابقات بین‌المللی دهه فجر که بار و فشار تمرینات کاهش یافته و به نظر می‌رسید بازیکنان در بالاترین میزان آمادگی خود به سر می‌بردند اجرا شد. همچنین جهت اطمینان از سلامت جسمانی و عدم آسیب دیدگی آزمودنی‌های تحقیق، پرسش‌نامه محقق‌ساخته در بین آزمودنی‌ها توزیع و تکمیل شد و بر اساس نتایج به دست آمده، هیچ‌کدام از آزمودنی‌ها آسیب‌دیدگی را که مانع حضور آن‌ها در فرایند تحقیق شود گزارش نکردند. در ارزیابی این ویژگی‌ها، از آزمون‌هایی که مشابه با الگوهای حرکتی بازی بدمینتون بوده و روایی و پایایی آن‌ها مورد تأیید قرار گرفته است استفاده شد. برای سنجش توان هوازی ($VO_{2\,max}$) از دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی[1] مدل k4b2 موجود در آکادمی ملی المپیک استفاده شد. این دستگاه از یک سیستم اندازه‌گیری که تغییرات گاز را در هر تنفس ارزیابی می‌کند تشکیل شده است که هم با ماسک و هم با قسمت لوله دهنی توانایی اجرای آزمون را دارد. این دستگاه شامل دو نوع قابل حمل و ثابت است (۱۹). تحقیقات مختلف روایی و پایایی بالای این دستگاه را در تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی و متغیرهای فیزیولوژیکی از جمله حداکثر اکسیژن مصرفی تأیید کرده‌اند (۱۹-۲۱). آزمودنی‌ها یک آزمون فزاینده را تا مرز واماندگی[2] روی نوارگردان[3] با سرعت اولیه ۶ کیلومتر در ساعت (۱.۶۶ متر در ثانیه) انجام دادند. میزان سرعت نوارگردان هر ۲ دقیقه به میزان ۲ کیلومتر در ساعت (۰.۵۵ متر در ثانیه) افزایش یافت تا زمانی‌که نمودار میزان اکسیژن مصرفی و ضربان قلب (V02/HR)ورزشکاران به فلات رسیده (جایی که دیگر

1 . gas analyzer
2 . Exhaustion
3 . Treadmill

افزایش ضربان قلب با افزایش اکسیژن مصرفی همراه نبود) یا اینکه آزمودنی به حداکثر ضربان قلب خود رسید یا نسبت تبادل تنفسی ۱/۱۵ یا بیشتر شد. آزمودنی‌ها حداکثر توان خود را به کار بردند و در هر لحظه و هنگام ایجاد خطر می‌توانستند آزمون فزاینده را قطع کنند (۵ و۱۴ و ۱۹).

از آزمون پرش عمودی (سارجنت) و بر اساس فرمول سایرز (۱۹۹۹) برای سنجش توان هوازی بدون لاکتیک استفاده شد (۲۲). موسگارد (۱۹۹۶ و ۲۰۰۵) و داونی (۲۰۰۳) این آزمون را برای بررسی قدرت انفجاری و توان هوازی بدون لاکتیک اندام تحتانی بازیکنان نخبه پیشنهاد کرده‌اند (۶ و ۱۰). نتایج تحقیقات اخیر نشان داده است که فرمول لوئیز از دقت کافی برای تخمین توان بی‌هوازی بدون لاکتیک در پرش عمودی برخوردار نیست و تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای (تا ۷۷ درصد) با پرش عمودی بر روی صفحه نیرو[1] دارد (۲۳ و ۲۴). فرمول‌های متفاوتی در سال‌های اخیر برای تعیین توان بی‌هوازی بدون لاکتیک از آزمون پرش عمودی ارائه شده است که به نظر می‌رسد دقیق‌ترین آن‌ها که نزدیک‌ترین نتایج را با صفحه نیرو داشته است، آزمون سایرز است که نسبت به نتایج صفحه نیرو تنها ۱ درصد اختلاف دارد (۲۲-۲۵). اوج توان بی‌هوازی در آزمون پرش عمودی توسط فرمول سایرز و همکاران (۱۹۹۹) محاسبه می‌گردد (۲۲):

اوج توان بی‌هوازی (وات) = (۶۰/۷ × ارتفاع پرش) + (۴۵/۳ × وزن بدن (kg)) - ۲۰۵۵

همچنین از آزمودن دویدن سرعت بی‌هوازی[2] (RAST) برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی با لاکتیک، استفاده شد. این آزمون شبیه آزمون معروف وینگیت است، اما برخلاف آن به صورت میدانی اجرا می‌شود. با اجرای آزمون میدانی RAST، حداکثر توان، حداقل توان، میانگین توان و شاخص خستگی آزمودنی‌ها محاسبه و برآورد شد. تحقیقات، همبستگی معنادار را بین حداقل، حداکثر و میانگین توان آزمون RAST با آزمون وینگیت نشان داده‌اند (r = ۰/۵۶ تا r = ۰/۹۴) که نشان‌دهنده معتبربودن این آزمون برای ارزیابی قابلیت‌های بی‌هوازی است. (۲۶ و ۲۷). محققین بسیاری از جمله داونی (۲۰۰۳) و موسگارد (۲۰۰۵) آزمون RAST را برای بررسی توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک بازیکنان بدمینتون پیشنهاد کرده‌اند، چرا که این آزمون شباهت زیادی با ویژگی‌های ساختار زمانی بدمینتون دارد. بازی بدمینتون دارای زمان‌های کاری با فعالیت پرشدت ۵ تا ۱۵ ثانیه و زمان‌های استراحت ۱ تا ۲ برابر زمان کاری است که مشابه پروتکل آزمون RAST است (۳ و ۱۰). در این آزمون (RAST) آزمودنی‌ها مسافت ۳۵ متر را با حداکثر سرعت و به تعداد ۶ مرتبه و با استراحت ۱۰ ثانیه بین هر تکرار دویدند و سپس با توجه به وزن ورزشکار و زمان به دست آمده از هر ۳۵ متر، توان هر تکرار با توجه به فرمول زیر به دست آمد :

$$\text{توان} = \frac{\text{وزن} \times (\text{مسافت})^2}{\text{زمان}^3}$$

1 . Force Plate
2 . Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST)

توان بیشینه یا حداکثر، توان حداقل، متوسط توان و شاخص خستگی نیز با توجه به دستورالعمل‌های مربوط به آزمون تعیین شد (۲۷).

آزمون کلموگروف اسمیرنوف جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها استفاده شد. براساس توزیع نمرات به دست آمده، جدول‌های فراوانی و نقاط درصدی بازیکنان به تفکیک جنسیت، جهت تدوین هنجارهای مربوطه ترسیم شد و سپس براساس هنجار درصدی به دست آمده و براساس مقیاس رایج لیکرت، عملکرد بازیکنان در طبقات خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب و عالی قرار گرفت. همچنین برای تعیین وضعیت هنجار بازیکنان نخبه بدمینتون و مقایسه با بازیکنان نخبه جهانی در هریک از ویژگی‌های بیوانرژیک، میانگین به دست آمده از نتایج آزمون‌های بازیکنان نخبه کشور از طریق آزمون t یک نمونه‌ای[1] با میانگین در دسترس تحقیقاتی که به بررسی این ویژگی‌های بیوانرژیک پرداخته بودند (از جمله: فاد (۲۰۰۷)(۵)، اندرسن (۲۰۰۷)(۳۴)، موسگارد (۱۹۹۶ و ۲۰۰۵)(۶ و ۱۰)، ماجومدار (۱۹۹۷)(۸) و لیز (۲۰۰۳)(۱)) مورد مقایسه قرار گرفت. شایان ذکر است که بر اساس اطلاعات محققین، تاکنون تحقیقی که به بررسی و تدوین هنجار ویژگی‌های بیوانرژیک بازیکنان نخبه بدمینتون پرداخته باشد انجام نشده است و تحقیقات انجام شده تنها به توصیف این ویژگی‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) در بازیکنان نخبه بدمینتون جهانی پرداخته‌اند. در نتیجه، در بخش مقایسه نتایج ویژگی‌های بیوانرژیک بازیکنان نخبه ملی با با بازیکنان جهانی، تنها میانگین‌ها و از طریق آزمون t یک نمونه‌ای مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

نتایج آزمون K-S نشان داد که توزیع نمرات در تمامی ویژگی‌های بیوانرژیک (توان هوازی، توان بی‌هوازی بدون اسیدلاکتیک و توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک) در بازیکنان نخبه مرد و زن بدمینتون طبیعی (نرمال) است ($p>0/05$).

نتایج هنجار توان هوازی (اکسیژن مصرفی بیشینه) بازیکنان نخبه **و زبده** مرد و زن بدمینتون که با استفاده از آزمون فزاینده (افزایش سرعت یا شیب دستگاه کارسنج) تا مرز خستگی و به‌وسیله دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت، در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

1 . One Sample T Test

جدول ۲. هنجار درصدی اکسیژن مصرفی بیشینه بازیکنان نخبه و زبده مرد و زن بدمینتون

شاخص	جنسیت	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	نقاط درصدی									
					۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	مرد	۶۴	۵۵/۱۶	۵/۳۴	۴۶/۱۰	۴۷/۷۸	۵۲/۴۶	۵۵/۸۵	۵۶/۶۵	۵۷/۱۱	۵۸/۷۸	۵۹/۴۳	۶۱/۱۷	۶۳/۴۵
	زن	۶۴	۴۴/۰۵	۳/۵۶	۳۸/۹۶	۴۳/۴۹	۴۴/۸۸	۴۵/۳۴	۴۶/۳۹	۴۷/۵۰	۴۸/۳۴	۴۹/۴۹	۵۰/۵۱	۵۱/۲۶

جدول ۳. طبقه‌بندی بازیکنان نخبه و زبده مرد و زن بدمینتون براساس نقاط درصد و نمره خام اکسیژن مصرفی بیشینه

شاخص	جنسیت	طبقه و رتبه درصدی				
		خیلی ضعیف(۲۰-۰)	ضعیف(۴۰-۲۱)	متوسط (۶۰-۴۱)	خوب(۸۰-۶۱)	عالی (۱۰۰-۸۱)
اکسیژن مصرفی بیشینه(میلی‌لیتر برکیلوگرم در دقیقه)	مرد	۴۷/۷۸ و کمتر	۵۵/۸۵-۴۷/۷۸	۵۷/۱۱ -۵۵/۸۶	۵۹/۴۳ - ۵۷/۱۲	۵۹/۴۴ به بالا
	زن	۴۳/۴۹ و کمتر	۴۵/۳۴-۴۳/۵۰	۴۷/۵۰ -۴۵/۳۵	۴۹/۴۹-۴۷/۵۱	۵۰/ ۴۹به بالا

نتایج هنجار توان بی‌هوازی بی‌لاکتیک بازیکنان نخبه **و زبده** مرد و زن بدمینتون که با استفاده از آزمون پرش سارجنت و فرمول سایرز و همکاران (۱۹۹۹) جهت تبدیل به اوج توان بی‌هوازی بی‌لاکتیک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت، در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است.

جدول ۴. هنجار درصدی توان بی‌هوازی بدون لاکتیک بازیکنان نخبه و زبده مرد و زن بدمینتون

شاخص	جنسیت	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	نقاط درصدی									
					۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
توان بی هوازی بی‌لاکتیک(وات)	مرد	۶۴	۴۹۷۱	۵۷۷	۴۱۰۹	۴۱۸۰	۴۷۶۲	۴۹۶۲/	۵۰۱۵	۵۱۳۴	۵۲۴۵	۵۵۹۶	۵۷۴۹	۵۸۹۵
	زن	۶۴	۲۸۲۰	۳۱۱	۲۳۵۱	۲۴۷۲	۲۶۵۵	۲۷۳۴	۲۸۳۴	۲۹۳۰	۲۹۷۷	۳۱۵۷	۳۲۷۴	۳۳۴۸

جدول ۵. طبقه‌بندی بازیکنان نخبه و زبده مرد و زن بدمینتون بر اساس نقاط درصدی توان بی‌هوازی بدون لاکتیک

شاخص	جنسیت	طبقه و رتبه درصدی				
		خیلی ضعیف(۲۰-۰)	ضعیف(۴۰-۲۱)	متوسط (۶۰-۴۱)	خوب(۸۰-۶۱)	عالی (۱۰۰-۸۱)
توان بی‌هوازی بی‌لاکتیک (وات)	مرد	۴۱۸۰ و کمتر	۴۱۸۱-۴۹۶۲	۴۹۶۳-۵۱۳۴	۵۱۳۵-۵۵۹۶	۵۵۹۷ به بالا
	زن	۲۴۷۲ و کمتر	۲۴۷۳-۲۷۳۴	۲۷۳۵-۲۹۳۰	۲۹۳۱-۳۱۵۷	۳۱۵۸ به بالا

در نهایت هنجار توانایی توان بی‌هوازی با لاکتیک بازیکنان نخبه **و زبده** مرد وزن بدمینتون، با استفاده از آزمون RAST و سپس استفاده از فرمول‌های مربوط به هر عامل مورد بررسی قرار گرفت که نتـایج آن در جداول ۶ تا ۸ نشان داده شده است.

جدول ۶. هنجاردرصدی توان بی‌هوازی با لاکتیک بازیکنان نخبه و زبده مرد بدمینتون

شاخص	عامل	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	نقاط درصدی									
					۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
توان بی هوازی بدون لاکتیک(وات)	حداکثرتوان (وات)	۶۴	۶۵۱/۹۲	۱۱۶/۳۳	۴۲۳	۵۸۷	۶۱۵	۶۴۷	۶۸۲	۷۱۶	۷۲۰	۷۵۵	۷۷۰	۷۷۷
	حداقل توان (وات)	۶۴	۳۶۶/۶۴	۸۵/۶۸	۲۲۸/۵	۲۷۲	۳۰۰/۵	۳۶۶	۳۹۵	۴۱۶	۴۲۳	۴۵۶	۴۶۴	۴۶۶
	متوسط توان (وات)	۶۴	۵۰۹/۲۸	۹۱/۰۹	۳۳۳	۴۱۰	۴۸۷	۵۳۰	۵۴۳	۵۵۲	۵۶۹	۵۷۹	۵۹۷	۶۱۴
	شاخص خستگی (وات بر ثانیه)	۶۴	۸/۶۸	۲/۷۹	۳/۶۴	۶/۸۷	۸/۰۳	۸/۵۰	۹/۱۸	۹/۴۵	۹/۹۳	۱۰/۸۲	۱۲/۲۰	۱۳/۱۰

جدول۷. هنجاردرصدی توان بی‌هوازی با لاکتیک بازیکنان نخبه و زبده زن بدمینتون

شاخص	عامل	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	نقاط درصدی									
					۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
توان بی هوازی بدون لاکتیک(وات)	حداکثرتوان (وات)	۶۴	۳۵۰/۴۵	۵۴/۳۷	۲۷۴/۶	۳۰۵/۸	۳۱۶/۶	۳۲۵/۴	۳۴۷	۳۵۸/۶	۳۶۸/۶	۴۱۴/۲	۴۴۲/۶	۴۴۴
	حداقل توان(وات)	۶۴	۲۲۸/۵۴	۳۲/۵۶	۱۹۴/۴	۲۰۱/۶	۲۰۶/۴	۲۰۸/۸	۲۰۹	۲۳۱/۸	۲۴۷/۴	۲۶۷/۸	۲۸۵/۸	۲۸۸
	متوسط توان(وات)	۶۴	۲۸۸/۸۱	۳۸/۳۲	۲۳۲/۲	۲۴۷	۲۶۳/۸	۲۸۵/۸	۲۹۱	۲۹۴	۳۰۸/۴	۳۲۷	۳۵۰/۶	۳۵۶
	شاخص خستگی(وات بر ثانیه)	۶۴	۳/۱۰	۱/۳۴	۱/۱۱	۱/۸۹	۲/۶	۲/۸۹	۳/۰۷	۳/۲۴	۳/۵۸	۳/۹۸	۵/۶۸	۶/۰۷

جدول ۸. طبقه‌بندی بازیکنان نخبه و زبده مرد و زن بدمینتون بر اساس نقاط درصدی توان بی‌هوازی با لاکتیک

شاخص اصلی	جنسیت	شاخص فرعی	طبقه و رتبه درصدی				
			خیلی ضعیف(۲۰-۰)	ضعیف(۴۰-۲۱)	متوسط (۶۰-۴۱)	خوب(۸۰-۶۱)	عالی (۱۰۰-۸۱)
توان بی هوازی با لاکتیک (وات)	مرد	**حداکثرتوان**	۵۸۷ و کمتر	۵۸۷/۱-۶۴۷	۶۴۷/۱-۷۱۶	۷۱۶/۱-۷۵۵	**۷۵۵/۱ به بالا**
		حداقل توان	۲۷۲ و کمتر	۲۷۲/۱-۳۶۶	۳۶۶/۱-۴۱۶	۴۱۶/۱-۴۵۶	**۴۵۶/۱ به بالا**
		متوسط توان	۴۱۰ و کمتر	۴۱۰/۱-۵۳۰	۵۳۰/۱-۵۵۲	۵۵۲/۱-۵۷۹	**۵۷۹/۱ به بالا**
		شاخص خستگی	۱۰/۸۳ به بالا	۹/۵-۱۰/۸۲	۸/۶-۹/۴	۶/۹-۸/۵	**۶/۸ و کمتر**
	زن	**حداکثرتوان**	۳۰۵/۸ و کمتر	۳۰۵/۹-۳۲۵/۴	۳۲۵/۵-۳۵۸/۶	۳۵۸/۷-۴۱۴/۲	**۴۱۴/۳ به بالا**
		حداقل توان	۲۰۱/۶ وکمتر	۲۰۱/۷-۲۰۸/۸	۲۰۸/۹-۲۳۱/۸	۲۳۱/۹-۲۶۷/۸	**۲۶۷/۹ به بالا**
		متوسط توان	۲۴۷ و کمتر	۲۴۷/۱-۲۸۵/۸	۲۸۵/۶-۲۹۴	۲۹۴/۱-۳۲۷	**۳۲۷/۱ به بالا**
		شاخص خستگی	**۳/۹۸ به بالا**	**۳/۲۵-۳/۹۷**	**۲/۸۰-۳/۲۴**	**۱/۹۰-۲/۷۹**	**۱/۸۹ و کمتر**

بحث و نتیجه‌گیری

اهمیت و نقش توسعه توانایی‌های زیست- حرکتی و ویژگی‌های بیوانرژیک در موفقیت بازیکن بدمینتون بر کسی پوشیده نیست و مؤید این امر، تحقیقات بسیار گسترده‌ای است که در چهار دهه اخیر توسط پژوهشگران کشورهای مختلف انجام شده است، اما هنجار مشخصی برای بازیکنان نخبه بدمینتون ایران و سایر کشورها وجود نداشته یا حداقل نتایج آن در مجلات علمی-پژوهشی ارائه نشده است. بیشتر تحقیقاتی که در زمینه هنجاریابی انجام شده است، در ارتباط با اجزای آمادگی جسمانی مرتبط با سلامتی در مردان و زنان سالم و غیرورزشکار (۲۸-۳۱) و جوانان و دانشجویان فعال (۳۲و ۳۳) است که موجب شده امکان مقایسه مستقیم نتایج تحقیق حاضر با مطالعات مشابه فراهم نباشد. با وجود این، حتی الامکان سعی شده تا یافته‌های مطالعه حاضر با سایر پژوهش‌هایی که به توصیف نیمرخ ویژگی‌های بیوانرژیک بازیکنان نخبه بدمینتون پرداخته‌اند مورد مقایسه قرار گیرد.

هدف از انجام این پژوهش، تدوین هنجار ویژگی‌های بیوانرژیک بازیکنان نخبه **و زبده** مرد و زن بدمینتون ایران و مقایسه با بازیکنان نخبه جهانی بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد میانگین مقادیر اکسیژن مصرفی بیشینه بازیکنان نخبه مرد ایران (۵۵/۱۶ میلی‌لیتر بر کیلوگرم) نسبت به بازیکنان نخبه جهانی که دارای میانگین اکسیژن مصرفی بیشینه ۵۵ تا ۶۴ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه می‌باشد پایین‌تر است (۶-۸). فاد (۲۰۰۷) و اندرسن (۲۰۰۷) میانگین اکسیژن مصرفی بیشینه بازیکنان **مرد** اروپایی با رنکینگ جهانی و بازیکنان نخبه دانمارک را به ترتیب ۶۱/۸ و ۶۳ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه گزارش کردند که نسبت به بازیکنان نخبه **و زبده** مرد بدمینتون ایران **به شکل معنی‌داری بالاتر** ($t(63) = -7.18, p < 0.01$) است (۵ و ۳۴). این بخش از یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج پژوهش جلالیان

(۱۳۸۵) هم‌راستا است. جلالیان هم تفاوت معنی‌داری ($p<0/05$) را در اکسیژن مصرفی بیشینه بازیکنان نخبه مرد بدمینتون ایران با بازیکنان نخبه جهانی گزارش کرد (۱۲). میانگین اکسیژن مصرفی بیشینه بازیکنان نخبه زن کشور (۴۴/۰۵ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه) هم در مقایسه با بازیکنان نخبه جهانی که دارای میانگین اکسیژن مصرفی ۵۰ تا ۶۳ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه می‌باشند، پایین‌تر بود (۲ و ۶ و ۹ و ۱۵). این مقادیر در تحقیق فاد (۲۰۰۷) در بازیکنان زن اروپایی با رنکینگ جهانی، ۵۰/۳ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه گزارش شد که نسبت به بازیکنان نخبه **و زبده** زن کشور در تحقیق حاضر به **شکل معنی‌داری بالاتر** ($\mathbf{t\ (63) = -6.22,\ p < 0.01}$) است (۵). با توجه به اینکه میانگین اکسیژن مصرفی در طول مسابقه بدمینتون بین ۶۰ تا ۹۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه گزارش شده است که نشان‌دهنده شدت بالای فعالیت در ورزش بدمینتون، است، ضعف بازیکنان نخبه بدمینتون ایران در این عامل می‌تواند تأثیر منفی به‌سزایی در عدم موفقیت آن‌ها در میادین بین‌المللی داشته باشد، چرا که توان هوازی بالا بازیکن را قادر می‌سازد تا در برابر شدت و مدت زمان بالای مسابقه استقامت داشته باشد (۵-۹) . علاوه بر این، توان هوازی بالا سبب افزایش آستانه لاکتات و میزان تحمل‌پذیری بازیکنان و در نتیجه بازگشت به حالت اولیه سریع‌تر و بهتر می‌گردد (۱ و ۶). موسگارد (۲۰۰۵) معتقد است با وجود اینکه به دلیل اجرای ضربات انفجاری اسمش، شروع‌های مجدد و شتابگیری سریع، تغییرجهت‌ها و جهش‌های انفجاری، منابع بی‌هوازی تا ۹۰ درصد مسئول تأمین انرژی عضلات هستند، این سیستم هوازی است که ۱۰۰ درصد پیش‌نیاز حفظ سیستم‌های انرژی در سرتاسر مسابقه است. این واقعیت، بیانگر چرایی نقش حیاتی اکسیژن مصرفی بیشینه در ورزش بدمینتون است (۱۰).

یکی از دلایل احتمالی ضعف بازیکنان نخبه **و زبده** بدمینتون کشور در توان هوازی، کم‌توجهی مربیان و ورزشکاران کشور به این عامل است. زیرا اصولاً بیشتر مربیان کشور بر این باورند که سیستم بی‌هوازی نقش اصلی را در تأمین انرژی بازیکنان در طول مسابقه، به دلیل فعالیت‌های کوتاه‌مدت شدید بازی بدمینتون، ایفا می‌کند (۳۵). اما این نکته را مدنظر قرار نداده‌اند که توان هوازی بالا سبب جایگزینی ذخایر فسفاژنی می‌شود که طبق نتایج تحقیقات اخیر تا ۸۰ درصد انرژی بازیکن را در طول مسابقه فراهم می‌کند و ظرفیت و توان هوازی پایین سبب تخلیه زودهنگام و عدم جایگزینی مناسب آن می‌گردد که منجر به درگیری هرچه بیشتر سیستم اسیدلاکتیک در تولید انرژی و در نتیجه خستگی سریع‌تر و در نهایت سبب افت عملکرد بازیکن می‌شود (۴ و ۵).

بازی بدمینتون ترکیبی از حرکات مجدد، توقف‌ها، تغییرجهت‌ها و جهش‌ها و پرش‌های انفجاری است که این نوع از فعالیت‌ها در سرتاسر بازی نیازمند توان و ظرفیت بی‌هوازی بدون لاکتیک مناسب و بالا است. موسگارد (۱۹۹۶) میانگین ارتفاع پرش سارجنت بازیکنان نخبه مرد بدمینتون دانمارک را ۷۵ سانتی‌متر و میانگین این شاخص در بازیکنان نخبه زن دانمارک را ۵۶ سانتی‌متر گزارش کرد که به **شکل معنی‌داری** نسبت به بازیکنان نخبه **و زبده** مرد ایران در تحقیق حاضر با میانگین ۶۳ سانتی‌متر (**t**

$(63) = -6.55, p < 0.01$ و نسبت به بازیکنان نخبه **و زبده** زن بدمینتون ایران در تحقیق حاضر با میانگین ۴۸ سانتی‌متر ($t(63) = -9.65, p < 0.01$) بالاتر است (۶). با توجه به نقش قدرت و توان عضلانی در اجرای پرش‌ها و جهش‌های انفجاری در بازی بدمینتون به نظر می‌رسد از عوامل احتمالی این تفاوت امتیاز، کمتربودن توده عضلانی در بازیکنان نخبه **و زبده** ایرانی نسبت به نخبه دانمارک باشد. جلالیان (۱۳۸۴) هم در مقایسه عضلانی پیکری بازیکنان تیم ملی بدمینتون ایران با بازیکنان نخبه بدمینتون جهان تفاوت معنی‌داری را ($p< ۰/۰۵$) مبنی بر کمتربودن توده عضلانی بازیکنان بدمینتون تیم ملی ایران گزارش کرد که مؤید این فرضیه است (۱۲). توان بی‌هوازی بدون لاکتیک به طور عمده متکی بر تأمین انرژی از طریق سیستم ATP-PC با همان فسفاژن است. در بازی بدمینتون هم با توجه به اینکه ۸۰ درصد زمان رالی‌ها کمتر از ۱۵ ثانیه است، فسفاژن دستگاه غالب برای فراهم کردن انرژی در طول بازی است. در نتیجه، پایین بودن ذخایر فسفاژن بدن و عضلات در بازیکنان نخبه بدمینتون و جایگزینی اندک آن‌ها در طول مسابقه سبب خستگی سریع بازیکنان و عدم توانایی تحمل فعالیت‌های پرشدت کوتاه‌مدت، به‌ویژه در زمان‌های پایانی و تأثیرگذار مسابقه می‌شود (۴ و ۵).

توان بی‌هوازی با لاکتیک که به طور عمده بر تأمین انرژی از طریق تولید اسیدلاکتیک تأکید دارد، نقش تعیین‌کننده‌ای در برخی رالی‌های طولانی‌مدت به عهده دارد. داونی (۲۰۰۳) و موسگارد (۲۰۰۵) در کتاب‌های خود تحت عنوان آمادگی جسمانی در بدمینتون و طراحی تمرینات مطابق با یافته‌های علمی در بدمینتون، آزمون RAST را به دلیل شباهت زیادی که با ویژگی‌های ساختار زمانی بدمینتون دارد، برای بررسی توان بی‌هوازی با لاکتیک پیشنهاد کرده‌اند (۳ و ۱۰). با این حال، برخی محققان دیگر مانند کابلو (۲۰۰۴)، فاد (۲۰۰۷) و دایاس (۱۹۹۵) که به ارزیابی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوانرژیکی بازیکنان بدمینتون پرداخته‌اند، به دلیل اینکه بر این باورند که سیستم اسیدلاکتیک نقش اندکی در تأمین انرژی در بازی بدمینتون دارد، علاقه چندانی به اندازه‌گیری توان بی‌هوازی با لاکتیک نشان نداده و بیشتر از روش مستقیم لاکتیک‌گیری از خون در پایان بازی شبیه‌سازی‌شده بدمینتون استفاده کرده‌اند (۴ و ۵ و ۱۴). اما در تحقیق حاضر به دلیل اینکه هدف محققان استفاده از آزمون میدانی ساده و در عین حال ویژه ساختار بازی بدمینتون برای بررسی توان بی‌هوازی با لاکتیک بوده است، آزمون RAST مورد استفاده قرار گرفت.

حداکثر، حداقل و متوسط توان بی‌هوازی با لاکتیک بازیکنان نخبه مرد بدمینتون ایران در تحقیق جلالیان (۱۳۸۴) به ترتیب ۴۶۶، ۳۷۳ و ۲۸۹ وات و شاخص خستگی برابر با ۴/۳۲ وات بر ثانیه گزارش شده است که در مقایسه با تحقیق حاضر در بازیکنان نخبه مرد، در تمامی ۴ شاخص، پایین‌تر است که نشان‌دهنده پیشرفت بازیکنان نخبه کشور در عامل توان بی‌هوازی با لاکتیک (البته به استثنای شاخص خستگی) طی ۵ سال فاصله بین این دو مطالعه است (۱۲). شاخص خستگی به طور کلی نشان‌دهنده تنزل و کاهش میزان توان بی‌هوازی ورزشکار است و پایین‌بودن مقادیر شاخص خستگی

بازیکنان نخبه مرد و زن بدمینتون کشور در تحقیق حاضر می‌تواند نشان‌دهنده کاهش و افت عملکرد بازیکنان بدمینتون در فعالیت‌های تکراری پرشدت باشد. همچنین سطوح پایین‌تر شاخص خستگی نشان‌دهنده توانایی بالاتر ورزشکار برای حفظ عملکرد توان بی‌هوازی در طول مسابقه است و شاخص‌های خستگی بالاتر از ۱۰ نیز نیازمند تمرین برای بهبود تحمل لاکتیک هستند (۲۷). این نتایج با یافته‌های فاد (۲۰۰۷) و کابلو (۲۰۰۴) همخوانی دارد (۴ و ۵). این تحقیقات و تحقیقات قبلی (موسگارد، ۱۹۹۶) میانگین تجمع لاکتیک را در طول بازی بدمینتون بین ۳ تا ۶ میلی‌مول در لیتر گزارش کرده‌اند که نشان‌دهنده سطح ثابت و نسبتاً اندک لاکتیک عضلات به علت برداشت لاکتیک از خون توسط کبد به عنوان یک سوبسترا و تبدیل آن به گلوکز است (۱و۶). دلیل اصلی این واقعیت با وجود شدت بالای فعالیت بدمینتون (۷۰ تا ۸۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه)، ارتباط بین زمان کاری و استراحت در رالی‌ها است. این نسبت در بدمینتون از ۱به ۱ تا ۱ به۲ متغیر است که سبب تجمع اندک اسیدلاکتیک و حذف این مقدار اندک در دوره‌های استراحت می‌شود. علاوه بر این، توان و ظرفیت هوازی بالا در بازیکنان نخبه بدمینتون، سبب تأخیر در افزایش لاکتات (آستانه لاکتات) و حذف سریع‌تر لاکتات و در نتیجه میزان تحمل‌پذیری بیشتر در بازیکنان نخبه بدمینتون می‌شود. همچنین، میانگین زمان کاری ۳ تا ۱۵ ثانیه و کمتر بودن زمان ۸۰ درصد از رالی‌ها از ۲۰ ثانیه، نشان‌دهنده نقش عمده سیستم فسفاژن و نقش اندک سیستم بی‌هوازی با لاکتیک، در تولید انرژی در سرتاسر بازی بدمینتون است (۱و۴و۵). اما با وجود نتایج بیشتر تحقیقات مبنی بر تجمع اندک لاکتات در مسابقه، نیازمندی‌های قابل ملاحظه‌ای برای تحمل تجمع اسیدلاکتیک بالا در برخی از رالی‌های پرشدت که طولانی‌تر از میانگین زمان رالی‌ها (تا ۴۰ ثانیه) می‌شود وجود دارد که منجر به افزایش نسبت کار به استراحت (۱ به ۰/۵) به‌ویژه در زمان‌های پایانی مسابقه می‌گردد (۱۰). در نتیجه به مربیان پیشنهاد می‌شود تمرینات بی‌هوازی با لاکتیک را نیز به شکل تمرینات اختصاصی مانند شادو و مولتی شاتل در برنامه‌های بدن‌سازی بازیکنان در نظر بگیرند.

میانگین و مقادیر هنجاری توان هوازی و بی‌هوازی بازیکنان نخبه بدمینتون کشور مقادیر نسبتاً ضعیفی بود که نیازمند توجه و بازنگری ویژه مربیان در این عوامل است تا بازیکنان نخبه کشور توانایی رقابت با بازیکنان نخبه جهانی را داشته باشند، چرا که ضعف در این عوامل بدون شک تأثیر مستقیمی در مهارت‌های تکنیکی و تاکتیکی بازیکنان خواهد گذاشت. همچنین به مربیان پیشنهاد می‌شود که تمرینات توان بی‌هوازی و تحمل لاکتات می‌تواند به شکل استفاده از الگوهای حرکتی ویژه بدمینتون در تمرینات شادو[1] (اجرای حرکات پا در زمین بدون توپ) و تمرینات مولتی شاتل[2] (اجرای ضربات،- حرکات در زمین با توپ‌های متعدد) اجرا گردد. وجود یک مربی بدن‌ساز و آشنا با الگوهای حرکتی اختصاصی ورزش بدمینتون، طراحی، اجرا و ارزیابی این تمرینات را تسهیل می‌نماید.

1. Shadow
2. Multi shuttle

در نهایت، هنجارهای ارائه شده در این پژوهش می‌توانند ابزاری انگیزشی و مناسب برای تشویق هرچه بیشتر بازیکنان بدمینتون به انجام تمرینات بیشتر و سخت‌تر در جهت رسیدن به سطوح عـالی، باشـند و بازیکنان بدمینتون را در سطوح مختلف مهارت و در سرتاسر کشور قادر سازند که بـا مقایسـه و تفسـیر نتایج خام خود در هریک از عوامل با این هنجارها، به وضعیت فعلی و نقاط ضعف و قـوت خـود پـی برده و میزان تأثیرگذاری تمرینات و پیشرفت خود را در دوره‌های آتی مورد ارزیابی قرار دهند. همچنین مربیان را قادر می‌سازد تا با طراحی تمرینات متناسب و اختصاصی برای هر فرد به توسعه قابلیـت‌هـای ورزشکاران خود اقدام کنند.

منابع

1. Lees, A. (2003). Science and the major racket sports: A review. (2003), J. Sports Sci21:707-732.
2. Chin M.K., Alison, SK. W., Raymond. C S., Oswald, T. S., Kurt, S, and Diana T, L. (1995). Sport specific fitness testing of elite badminton players. Br. J. Sports Med., Vol. 29, No. 3, pp. 153-157
3. Downey, J., David, B (2003).Get Fit for Badminton a practical guide to training for players and coaches. London: Pelham books
4. Cabello' D., Paulino, P., Adrian, L'", & Fernando, R. (2004). Temporal and Physiological Characteristics of Elite Women's and men's Singles Badminton. international journal of Applied Sports Science Vol. 16, No, 2, 1-12
5. Faude, O., Tim, M., Kinderman, Fr. and W. (2007). Physiological characteristics of Badminton match play". European Journal of Applied Physiology;, Vol. 100 Issue 4, p479-485, 7
6. Mosegaard, B., Fahrenhols, H., and Voigth, M. (1996). Physical testing of Danish elite players during and after the Danish Olympic Games 92 – project. In: L. Tindholdt (Ed).
7. Faccini, P. and Dalmonte, A. (1996). Physiologic demands of Badminton match play.The American Journal of Sports Medicine, 24(6):564 – 566
8. Majumdar, P., Khanna, G.L., MALIK, V., (1997). Physiological analysis to quantify training load in Badminton. British Journal of Sports Medicine, 31:342 - 345.
9. Larsson, B. (1999). Physical preparation for the Olympics 2000 and 2004: Endurance and testing. Paper delivered at the IBF World Coaches Conference,Copenhagen, Denmark
10. Mosegaard, Bi (2005)" Design of Training using Scientific Data - A Practical Approach as a National Coach. Japan Badminton Federation Secretariat leader

۱۱. فرخی، احمد. (۱۳۸۴). بررسی وضع موجود و تدوین شاخص های استعدادیابی در بدمینتون. طرح پژوهشی پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

۱۲. جلالیان، امین. (۱۳۸۴). بررسی و مقایسه ویژگی های فیزیولوژیک، پیکرسنجی و روانشناختی بازیکنان تیم ملی ایران و مقایسه با بازیکنان نخبه جهان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران.

۱۳. قراخانلو، رضا . کردی، محمدرضا و همکاران(۱۳۸۵).آزمونهای سنجش آمادگی جسمانی،مهارتی و روانی ورزشکاران نخبه رشته های مختلف ورزشی.انتشارات کمیته ملی المپیک. چاپ اول.

14. Dias, R. and Ghosh, A.K. (1995). Physiological evaluation of specific training in Badminton. In: T. Reilly; M. Hughes and A. Lees (Eds.), Science and Racket Sports (38 – 43). London: E and FN Spon
15. Hughes, M.G. (1995). Physiological demands of training in elite Badminton players. In: T. Reilly; M. Hughes and A. Lees (Eds.), Science and Racket Sports (38 – 43). London: E and FN Spon.

۱۶. علیزاده، حسین و فارسی، علیرضا. (۱۳۸۵). تهیه هنجار برای آزمونهای تخصصی جسمانی، مهارتی و روانشناختی بازیکنان تیم‌های ملی فوتبال ایران. طرح پژوهشی کمیته ملی المپیک .

۱۷. میرزایی، بهمن، احمد غفوری (۱۳۸۶). نیمرخ فیزیولوژیک کشتی گیران تیم ملی فرنگی بزرگسالان نشریه پژوهشنامه مازندران- شماره ۵.

18. Rowley, A.G., Landers,D.M(1995)."Does the iceberg profile discriminate between successful and less successful athletes?A Meta Analysis".journal of sport and exercise psychology,17:185-199
19. Duffield, R., Dawson, B., Pinnington, H.C., Wong, P. (2004). Accuracy and reliability of a Cosmed K4b2 portable gas analysis system. J Sci Med Sport. 2004 Mar;7(1):11-22
20. McLaughlin, J.E., King, G.A., Howley, E.T., Bassett, D.R., Ainsworth, B.E.(2001). Validation of the COSMED K4 b2 portable metabolic system. Int J Sports Med.; 22(4):280-4.
21. Hausswirth, C., Bigard, A.X., Le, C.(1997). The Cosmed K4b2 telemetry system as an accurate device for oxygen uptake measurements during exercise. Int J Sports Med. 1997 Aug; 18(6):449-53.
22. Sayers, S.P., Harackiewicz, D.V., Harman, E.A., Frykman, P.N. and Rosenstein, M.T.(1999).Cross-validation of three jump power equations. Medicine and Science in Sports and Exercise, 31:572-577.
23. Canavan, P.K. and Vescovi, J.D. (2004).Evaluation of power prediction equations: peak vertical jumping power in women. Medicine and Science in Sports and Exercise, 36(9):1589-1593.
24. Lara, A. A., Luis, M. A., Javier, J. (2006).Assessment of power output in jump tests for applicants to a sport science degree. journal of sport medicine and physical fitness,46-3-pp:419-424
25. Johnson, D.L., Bahamonde, R., (1996). Power output estimate in university athletes. Journal of Strength and Conditioning Research 10 (3), 161–166.

۲۶. قراخانلو، رضا. آقا علی نژاد،حمید.رستگار،مصیب.خازنی،علی(۱۳۸۷).بررسی همبستگی بین آزمون میدانی RAST و ۳۰۰ یارد رفت و برگشت با آزمون وینگیت در اندازه گیری توان بی هوازی بازیکنان فوتسال.نشریه المپیک،شماره ۴۴،ص ص:۹۹-۱۰۸.

۲۷. سیاهکوهیان،معرفت.کردی،محمدرضا.(۱۳۸۶).هنجار ملی آزمون دویدن سرعتی بی هوازی(RAST) برای افراد ۱۵ تا ۲۵ ساله ایرانی.نشریه پژوهش در علوم ورزشی،شماره شانزدهم،ص ص ۱۲-۲۴.

28. Brown, D.A. Miller, W.C. (2003). Normative data for strength and flexibility of women throughout life. Eur J Appl Physiol (1998) 78: 77 ± 82
29. Mclentosh, G., wison, L. (1998). Trunk and lower extremity muscle endurance: Normative Data for adults.journal of rehabilation outcome measurement, 2(4):20-39.
30. Araújo, C., Gil, S. (2008). Flexibility Assessment: Normative Values for Flexitest from 5 to 91 Years of Age. Arq Bras Cardiol 2008; 90(4): 257-263
31. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription.7 Th Edition. (2006). by American College of Sports Medicine... Lippincott Williams & Wilkins
32. Baumgartner, T.A., Derek, H., hyuk, C. (2004).Revised push up test norm for college students. Measurement in Physical Education and Exercise Science, 8(2).83-87.
33. Patterson, D.D., Patterson, D.F. (2004).Vertical jump and leg power norms for young adults. Measurement in Physical Education and Exercise Science,, 8(1), pp: 33-41
34. Andersen, L. L., Larsson. B., & Aagaard, P. (2007). Torque_velocity characteristics and contractile rate of force development in elite badminton players. European Journal of Sport Science7(3): 127_134

۳۵. مداحی،مرتضی(۱۳۸۳).آموزش مهارتهای بدمینتون ۲.انتشارات فدراسیون بدمینتون.چاپ اول.