Sport Medicine Studies **Volume 13, No 29, 2021, Page 115-132**

Research Paper

Prediction of Badminton Change of Direction Ability Using Principal Component Analysis

A. Farjad Pezeshk[1], S. Ilbeigi[2], M. Yousefi[3], A. R Sayyarfard[4]

1. Department of sport sciences, faculty of physical education and sport sciences, University of Birjand, Birjand, Iran (Corresponding Author)
2,3. Department of sport sciences, faculty of physical education and sport sciences, University of Birjand, Birjand, Iran
4. Department of physical education and Sport Sciences, University of Birjand

Received Date: 2021/04/25 **Accepted Date: 2021/09/15**

Abstract

The aim of this study was to badminton change of direction ability using Principal The aim of this study was to investigate badminton change of direction ability using principal component analysis (PCA). Forty-three professional badminton players were selected for this quasi-experimental study. Peak and average power, vertical and horizontal jump, ergo jump, agility and, anthropometric variables were used to predict the badminton change of direction ability. The results showed that the highest factor loading was related to the Wingate mean power (0.93). Moreover, multiple regression indicated that horizontal jump was the best predictor for mean power and along with simple evolutionary multiobjective optimizer (SEMO) and weight could be a good predictor of mean power. The result of the current study suggested the mean power and field tests including long jump, SEMO and body mass were the best predictors for the ability to change the direction of badminton players.

Key words: Badminton, Change of Direction, Power, Explosive Strength, Agility

1. Email: abbas.farjad@birjand.ac.ir
2. Email: saeed.ilb@gmail.com
3. Email: mohammadyousefi2008@gmail.com
4. Email: sayarfar@yahoo.com

Introduction

Badminton can be considered the fastest sport in the world that is played in 13*6 m court. Because of this nature of badminton, players require a range of ability including agility, explosive strength and power (1). It is indicated that in addition to the rapid change in the direction and agility, strength-power development is an important parameter for athletes to achieve higher velocity over short-distance. Therefore, it seems that both power and agility are closely interlinked. Moreover, researchers have suggested that leg power is an essential factor that can predict the competitive level of players. It has been demonstrated that in elite badminton players, the explosive strength with absolute vertical countermovement jump (CMJ) power is significantly greater than that in sub-elite athletes. Therefore, elite players than sub-elite ones have higher power. However, methodological factors such as sample size, quality of players, way of assessment, and method of analysis affect the discrepancy between these results (2). The aim of this study was to investigate badminton change of direction (COD) ability using principal component analysis (PCA).

Methods

In this study, the factor analysis and correlation design were used to classify and reduce the prediction of badminton COD in high-level badminton players. Forty-three elite badminton players were selected for this quasi-experimental study. The mean age, weight and height of players were 24.9 ± 3.8 years, 86kg and 178.7 ± 6.4 cm, respectively. In the present study, the Wingate test was used to assess the anaerobic power of the lower limb. Before the test, the subjects warmed up using three short-distance sprints and got a five-second countdown to start the test, then they tried to pedal as fast as they could do on the Wingate test. After starting, the test weight (75% body weight) dropped, and the participants continued to pedal for 30 seconds with their maximum power. The data were simultaneously collected using an Ergometer during 30 seconds, and the peak and average power/body mass were calculated, too. The players performed vertical and horizontal jumps via arm swing and bending the knee. Vertical jump was done on the Ergo jump mat. Moreover, flight time and horizontal jump werrre measured using tape from the starting line to the contact point. Three trials were measured for each test, and the best performance was recorded. After the warming-up, the players tried to perform repeated jumps as fast as possible on the Ergo jump mat. This mat consisted of a timer. This timer started when the feet of the subjects left the mat and stopped when they landed. The players tried to hop on the mat as fast as possible during 60 seconds. The number of hops was counted and reported based on the Ergo jump. Badminton-specific agility and simple evolutionary multiobjective optimizer **(**SEMO) tests were used in the current study to assess the agility. Badminton-specific agility tests included sideway agility tests

requiring rapid sideways shuffling and four-corner agility requiring fast forward and diagonal movement. Both tests were performed on the badminton court while players facing the net. All anthropometric measurements were done based on the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) instructions. For statistical analysis, the mean and standard deviation were used as descriptive statistics. Moreover, the PCA was applied to categorize the determinant predictor of badminton performance mentioned in the previous study.

Results

The result of descriptive statistics included average, standard deviation, minimum, maximum, and coefficient of variation of jumping, agility, Wingate and anthropometry variables are presented in Table 1.

Table 1. The result of descriptive statistics of variables

Items	Mean	Std	Min	Max	CV%
Vertical Jump (cm)	51.8571	9.26723	39.00	85.00	17.87
Long Jump (cm)	232.8571	20.97917	196.00	300.00	9
Repetition Sideway (s)	16.9993	1.50123	13.68	20.28	8.83
SEMO (s)	11.9271	.92687	10.28	14.25	7.77
Corner Agility (s)	32.7531	3.56652	23.62	41.34	10.88
Ergo Jump (s)	11.2619	1.88356	8.30	16.00	16.72
Ergo Jump air (s)	18.1333	1.95419	13.30	21.30	10.77
Ergo Jump (no)	38.7619	5.18821	25.00	45.00	13.38
Thigh GR (mm)	51.6381	4.31463	45.00	62.50	8.35
Thigh GL (mm)	51.0524	3.97009	44.50	61.50	7.77
Leg GR (mm)	36.8286	2.94455	30.50	43.00	7.99
Leg GL (mm)	36.9714	2.77254	31.00	43.00	7.49
Peak Power (W)	601.4786	95.60608	268.40	832.00	15.89
Peak Power (kg)	8.8845	1.51391	4.47	13.42	17.03
Avg Power (W)	431.4085	67.41736	221.00	553.90	15.62
Avg Power (kg)	6.3522	.91960	3.68	8.93	14.47
Ankle Breadth (mm)	5.5190	2.73453	.00	7.40	49.54
Knee Breadth (mm)	7.9286	3.91945	.00	11.00	49.43
Weight (kg)	68.3143	8.02650	59.50	93.10	11.74

The result of the four extracted PCs explains 82% of data variances presented in Table 2. Variables of each PC with their factor loading are shown in table 3. Figure 1 represents variables related to PC1 (30.83% data variances) with factor loading higher than 0.8. The results of PCA demonstrated that variables related to power and explosive strength (long jump) and two agility tests (SEMO and Sideway agility) were put in PC1 (30.83% data variances), and anthropometric variables including girth and weight were placed in PC2 (23.2% data variances). The highest factor loading was related to the Wingate mean power (0.93).

Discussion

The aim of this study was to investigate badminton COD ability using PCA. Based on the PCA, the power, explosive strength, as well as agility and its related parameters except for Ergo jump results, are good predictors of COD, and anthropometric parameters including thigh and leg girth and weight are in the next level. The factor loading of each PC represented that the normalized mean power of the Wingate test had a higher factor loading than all CODs related to parameters (0.93). In addition, peak power and long jump were put in PC1 with lower factor loading, which is in agreement with those of previous researchers who have stated that leg power is a factor that can predict the competitive level of players so that the high-level players indicate higher power compared to low-level players (3,4). Furthermore, it is suggested that strength-power development is an essential factor for badminton athletes to achieve higher velocities over short-distances. Moreover, previous researchers reported a moderate relationship between badminton performance parameters and leg explosive strength. The multiple regression was used to find the best predictors of mean power (as best predictors of COD with the highest factor loading in PC1). Peak power, long jump, SEMO, sideway agility, leg as well as tight girth and weight were considered as inputs for multiple regression. Multiple regression indicated that standing long jump was the best predictor for mean power ($r2=0.55$, SEM=0.62). This finding is in agreement with that of R who has stated that there is a moderate correlation between COD and horizontal jump ($r =0.55$). This study emphasized that the mean power could be as some best determinates for badminton players, especially the COD ability. Therefore, after training season or screening player situations, measuring mean power is one of the best ways to evaluate badminton player ability. Furthermore, in the ongoing study study, some simple field tests as long jump, SEMO and weight were presented in the form of the regression model to replace with Wingate test, which may not be available for all players.

Keywords: Badminton, Change of Direction, Power, Explosive Strength, Agility

References

1. Paterson S, McMaster DT, and Cronin J. Assessing change of direction ability in badminton athletes. *Strength and Conditioning Journal* 38: 18-30, 2016.
2. Loturco I, D'Angelo RA, Fernandes V, Gil S, Kobal R, Abad CCC, Kitamura K, and Nakamura FY. Relationship between sprint ability and loaded/unloaded jump tests in elite sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29: 758-764, 2015.

3. Argus CK, Gill ND, and Keogh JW. Characterization of the differences in strength and power between different levels of competition in rugby union athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26: 2698-2704, 2012.
4. Baker D. A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15: 198-209, 2001.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مطالعات طب ورزشی دوره ۱۳، شماره ۲۹، بهار و تابستان ۱۴۰۰. صص ۱۳۲-۱۱۵

مقالهٔ پژوهشی

پیش بینی قابلیت‌های تغییر جهت بدمینتون با استفاده از آنالیز اجزای اصلی

عباس فرجاد پزشک [۱]، سعید ایل بیگی [۲]، محمد یوسفی [۳]، احمدرضا سیارفرد [۴]

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران (نویسنده مسئول)

۳،۲. گروه علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی دانشگاه بیرجند

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۰۶/۲۴

چکیده

این مطالعه با هدف پیش‌بینی قابلیت تغییر جهت در بدمینتون با استفاده از تجزیه‌وتحلیل اجزای اصلی انجام شده است. ۴۳ بازیکن حرفه‌ای بدمینتون برای این مطالعهٔ نیمه‌آزمایشگاهی انتخاب شدند. حداکثر و متوسط توان، پرش عمودی و افقی، پرش ارگو، چابکی و برخی از متغیرهای آنتروپومتریک به‌عنوان پیش‌بینی-کننده‌های توانایی تغییر جهت استفاده شدند. نتایج نشان داد بیشترین بار عاملی به میانگین توان وینگیت (۰/۹۳) متعلق است. رگرسیون چندمتغیره نیز نشان داد پرش افقی بهترین پیش‌بینی‌کنندهٔ میانگین توان است و در کنار سمو و وزن می‌تواند پیش‌بین خوبی برای میانگین توان باشد. نتیجهٔ این مطالعه نشان داد میانگین توان بهترین پیش‌بین برای توانایی تغییر جهت بدمینتون بازان است و آزمون‌های میدانی شامل پرش طول، آزمون سمو و وزن، بهترین آزمون‌های میدانی برای توانایی تغییر جهت بازیکن بدمینتون است.

واژگان کلیدی: بدمینتون، تغییر جهت، توان، قدرت انفجاری، چابکی

1. Email: abbas.farjad@birjand.ac.ir
2. Email: saeed.ilb@gmail.com
3. Email: mohammadyousefi2008@gmail.com
4. Email: sayarfar@yahoo.com

مقدمه

بدمینتون می‌تواند جزء سریع‌ترین ورزش‌های جهان در نظر گرفته شود که در زمینی به ابعاد ۱۳×۶ متر بازی می‌شود. به دلیل این ماهیت بدمینتون، بازیکنان به طیفی وسیع از توانایی‌ها شامل چابکی، قدرت انفجاری و توان نیاز دارند (۱). گفته شده است توانایی تغییر جهت و توانایی حرکت سریع بهترین پیش‌بینی‌کنندهٔ توانایی بدمینتون است و مربی باید توجه بیشتری به بهبود این پارامترها داشته باشد (۲). بااین‌حال، بین توانایی تغییر جهت با آزمون‌های آمادگی جسمانی همبستگی زیادی گزارش شده و بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند بین برخی از این پارامترها، مانند قدرت، توان، سرعت و چابکی ارتباط وجود دارد (۷-۲). از آنجا که بین فاکتورهای مختلف آمادگی جسمانی با توانایی تغییر جهت ارتباط وجود دارد، انتخاب متغیر اصلی تعیین‌کنندهٔ توانایی تغییر جهت چالش برانگیز می‌شود؛ بنابراین به نظر می‌رسد برای تشریح این روابط به روشی دیگر نیاز است. شایان ذکر است، در کنار توانایی تغییر جهت سریع و چابکی که پیش‌بینی‌کننده‌های ضروری در بدمینتون به شمار می‌روند (۲)، قدرت و توان نیز همبستگی منفی زیادی با قابلیت دستیابی به سرعت بیشتر در فواصل کوتاه دارند (۸). بنابراین، به نظر می‌رسد هم توان و هم چابکی را می‌توان کاملاً مرتبط به هم دانست، به‌طوری که بدمینتون‌بازهایی که قدرت و توان بیشتری دارند، چابکی و قابلیت تغییر جهت بهتری دارند. علاوه بر این پژوهشگران پیشنهاد کرده‌اند، توان پا (اندام تحتانی) عاملی ضروری است که می‌تواند سطح رقابتی بازیکنان را پیش‌بینی کند، به‌طوری که بازیکنان نخبه، در مقایسه با به بازیکنان غیرنخبه توان بیشتری از خود نشان می‌دهند (۹،۱۰). علاوه بر این، نشان داده شده که در بازیکنان نخبهٔ بدمینتون، قدرت انفجاری با قدرت مطلق عمودی بسیار بیشتر از ورزشکاران غیرنخبه است (۱۰). از سوی دیگر، مشخص شده که برخی از پارامترهای آنتروپومتریک مانند قد و وزن مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های آنتروپومتریک بازیکنان بدمینتون هستند (۷،۱۱،۱۲). ئو[1] و همکاران (۱۲) پیشنهاد کردند که محیط و پهنای اندام در کنار وزن، پیش‌بینی‌کننده‌های خوبی برای سطح مهارت در بازیکنان به شمار می‌روند؛ بنابراین، به نظر می‌رسد قدرت، چابکی و سرعت در کنار پارامترهای آنتروپومتریک می‌تواند مهم‌ترین پارامترهای اصلی در بازیکنان بدمینتون در نظر گرفته شود و بیشتر توانایی‌های توانایی تغییر جهت را مشخص کند.

تجزیه‌وتحلیل اجزای اصلی (PCA[2]) روشی تحلیل عاملی است که برای کاهش داده‌ها و استخراج الگوهای قوی داده‌ها استفاده می‌شود. تاکنون، پژوهشگران سعی کردند از PCA برای بررسی توانایی تغییر جهت در بازیکنان بدمینتون استفاده کنند (۱۳،۱۴،۱۵). بااین‌حال در مطالعات قبلی سطح

1. Ooi
2. Principle Component Analysis

مهارتی آزمودنی‌ها پایین بود و از آزمون‌های میدانی ساده و محدود استفاده شده بود که این موارد می‌تواند سبب اختلاف نظر درمطالعات پیشین باشد. بنابراین، مطالعهٔ حاضر به دنبال برطرف کردن محدودیت‌های مطالعات قبلی و کنترل موارد مذکور است. پژوهش‌های قبلی نشان داد چابکی (۲،۱۶،۱۷،۱۸)، قدرت انفجاری پا (۱۲،۱۶،۱۷) و پارامترهای آنتروپومتری (۱۱،۱۲) از جمله مهم‌ترین پارامترها برای بازیکنان نخبه بدمینتون محسوب می‌شوند (۱،۷). بنابراین، این پارامترها گزینه‌های تعیین‌کنندهٔ توانایی تغییر جهت بدمینتون در نظر گرفته شدند. در این مطالعه از بازیکنان نخبهٔ بدمینتون در سطح باشگاهی و ملی و همچنین از تحلیل عاملی برای کاهش و طبقه‌بندی داده‌ها استفاده شد. هدف از این مطالعه پیش‌بینی قابلیت تغییر جهت در بازیکنان بدمینتون با استفاده از تجزیه‌وتحلیل اجزای اصلی بود.

روش پژوهش

این مطالعه از نوع نیمه‌آزمایشگاهی با طرح همبستگی و مدل تحلیل عاملی و رگرسیونی بود که در آن بازیکنان نخبهٔ بدمینتون شهرستان مشهد که دست‌کم پنج سال سابقهٔ باشگاه داشتند، به کار گرفته شدند. ۴۳ بازیکن نخبهٔ بدمینتون برای این مطالعهٔ نیمه‌تجربی انتخاب شدند. میانگین (انحراف استاندارد) سن، وزن و قد بازیکنان به ترتیب (سن: ۳/۸±۲۴/۹ سال، قد: ۶/۴ ± ۱۷۸ سانتی‌متر و جرم بدن ۱۳± ۸۶) بود. همهٔ افراد در مورد هدف این مطالعه و نحوهٔ اجرای آن آگاه شدند و پس از کسب آگاهی، فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در آزمون را امضا کردند.

ابزارهای مورداستفاده در این مطالعه عبارت بودند از: دوچرخهٔ کارسنج وینگیت، دستگاه بوسکو ارگوجامپ، کورنومتر، کولیس و متر نواری. تمام آزمون‌ها طی دو روز انجام شدند به این صورت که آزمون‌های پرش عمودی، چابکی سمو و وینگیت در روز اول و اندازه‌گیری های آنتروپومتریک، پرش طول، آزمون اختصاصی چابکی شامل دو جانبی و چهار گوشه و آزمون پرش بوسکو ارگو نیز در روز دوم اجرا شدند. بین آزمون‌های شدیدتر، ۱۰ دقیقه و بین آزمون‌های کم‌شدت، پنج دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. علاوه بر این، آزمون‌های پرش طول و پرش عمودی برای ارزیابی قدرت انفجاری اندام تحتانی در سه تکرار ثبت (سه دقیقه استراحت بین تکرارها) و بیشترین رکورد ذخیره شد. آزمون دوچرخه وینگیت در ۳۰ ثانیه و با مقاومتی به میزان ۷/۵ درصد وزن بدن و آزمون پرش ارگو به مدت ۶۰ ثانیه روی تشک پرش ارگو انجام شد. برای ارزیابی چابکی نیز از آزمون‌های چهار گوشه، دو جانبی و سمو استفاده شد. در نهایت، محیط ران و ساق و پهنای زانو و مچ پا به‌عنوان شاخص‌های آنتروپومتری اندازه‌گیری شدند. قبل از هر آزمون، افراد با پروتکل مطالعه آشنا شدند و تمام دستورالعمل‌ها نیز توضیح داده شد. قبل از شروع آزمایش، افراد هر روز تمرینات عمومی گرم کردن (۱۵ دقیقه) را با

تردمیل انجام می‌دادند. تمرینات مخصوص گرم کردن اندام تحتانی شامل کشش پویا و حرکات جهشی برای اندام تحتانی (۱۰ دقیقه) نیز انجام می‌شد.

در این مطالعه، از آزمون وینگیت برای ارزیابی توان بی‌هوازی اندام تحتانی استفاده شد (۱۹). قبل از آزمایش، فرد با استفاده از سه دو سرعت با فاصلهٔ کوتاه بدنش را گرم می‌کرد و پس از دریافت شمارش معکوس پنج ثانیه‌ای برای شروع آزمایش، تلاش می‌کرد تا با حداکثر سرعت ممکن در آزمون وینگیت پدال بزند. پس از شروع، وزنه آزمون (۷/۵ درصد وزن بدن) اعمال می‌شود و فرد به مدت ۳۰ ثانیه با حداکثر قدرت خود به پدال زدن ادامه می‌داد. یک ارگومتر هم‌زمان در طول ۳۰ ثانیه داده‌ها را جمع‌آوری می‌کرد و اوج قدرت و قدرت متوسط نسبت به جرم بدن جمع‌آوری شد.

آزمودنی‌ها پرش عمودی و طول را با استفاده از تاب دادن بازو و خم شدن زانو انجام دادند. پرش عمودی روی تشک ارگوجامپ انجام شد و زمان پرواز و پرش افقی نیز با استفاده از نوار از خط شروع تا نقطهٔ تماس اندازه‌گیری شد. سه تکرار برای هر آزمون انجام و بهترین عملکرد ثبت شد.

برای آزمون ارگوجامپ پس از گرم کردن، افراد سعی می‌کنند پرش‌های متوالی را با حداکثر سرعت ممکن روی تشک ارگو انجام دهند. این تشک شامل تایمری متصل به حس‌گری حساس به ضربه است. این تایمر زمانی شروع می‌شود که پای افراد از تشک جدا شود و زمانی که فرد فرود می‌آید، متوقف می‌شود. فرد تلاش می‌کند تا با نهایت سرعت در ۶۰ ثانیه به سرعت بالا بپرد. تعداد پرش‌ها شمرده و به‌وسیلهٔ تشک ارگو گزارش می‌شوند (۲۰).

دو آزمون چابکی اختصاصی بدمینتون و آزمون سمو[1] برای ارزیابی چابکی در این مطالعه استفاده شدند. آزمون‌های چابکی اختصاصی بدمینتون شامل آزمون دوی جانبی و آزمون چهارگوشه‌اند که هر کدام قابلیت خاصی را اندازه‌گیری می‌کنند. هر دو آزمون در زمین بدمینتون انجام شدند، در حالی که بازیکنان رو به تور قرار داشتند. در هر دو آزمون اختصاصی، بازیکنان با حالت آماده در مرکز زمین و رو به تور قرار گرفتند. پس از شروع آزمون، افراد حرکتشان از موقعیت شروع انجام دادند. برای آزمون دوی جانبی، افراد باید ۱۰ بار به سرعت عرض زمین را طی کنند. برای آزمون چابکی چهارگوشه، افراد باید ۱۶ بار دور چهارگوشهٔ زمین بدوند (۱۲). آزمون چابکی سمو یکی از آزمون‌های محبوب برای ارزیابی تغییر جهت بازیکنان بدمینتون است؛ زیرا مشابه بازی بدمینتون شامل تغییر جهت‌های سریع در جهات مختلف است (۷).

تمام اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری بر اساس دستورالعمل استاندارد انجام شد (۲۱). به این ترتیب از نوار اندازه‌گیری استاندارد و کالیپر برای اندازه‌گیری محیط و پهنا استفاده شد. دور ران عمود بر محور طولی ران در سطح میانی ران اندازه‌گیری شد. دور ساق پا در حداکثر حجم عضله و عمود بر محور

1. SEMO

طولی پا اندازه‌گیری شد. پهنای زانو در فاصله بین اپی کندیل خارجی و داخلی استخوان ران و پهنای مچ پا در فاصله میان قوزک‌های خارجی و داخلی مچ پا اندازه‌گیری شد (۲۱).

برای توصیف داده‌ها از میانگین و انحراف معیار و برای طبقه‌بندی پیش‌بین‌های عملکرد بدمینتون از PCA استفاده شد. برای تعیین تعداد مؤلفه‌های اصلی استخراجی نیز معیار کایزر گاتمن توسط PCA اعمال (۱۴) و از چرخش وریمکس برای چرخش ماتریس استفاده شد. به‌منظور تفسیر مقدار ویژهٔ بزرگ‌تر و بار عاملی بیشتر از ۰/۸ حفظ شد و در نهایت رگرسیون چندمتغیره با روش گام‌به‌گام نیز برای انتخاب پیش‌بینی‌کننده‌های بالاترین بار عاملی در PC1 استفاده شد.

یافته‌ها

نتیجهٔ آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، حداقل، حداکثر و ضریب تغییرات پرش عمودی، پرش طول، سه آزمون چابکی، نتایج آزمون وینگیت شامل توان میانگین و بیشینهٔ نرمال‌شده و نرمال-نشده و متغیرهای آنتروپومتریکی شامل قد، وزن، محیط و پهنای اندام‌ها در جدول شمارهٔ ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ - آمار توصیفی متغیرهای بدمینتون بازان

موارد	میانگین	انحراف استاندارد	کمترین	بیشترین	CV%
پرش عمودی (cm)	۵۱/۸۵	۹/۲۶	۳۹/۰۰	۸۵/۰۰	۱۷/۸۷
پرش طول (cm)	۲۳۲/۸۵	۲۰/۹۱	۱۹۶/۰۰	۳۰۰/۰۰	۹
تکرار دوی جانبی (s)	۱۶/۹۹	۱/۵۰	۱۳/۶۸	۲۰/۲۸	۸/۸۳
سمو (s)	۱۱/۹۲	۰/۹۲	۱۰/۲۸	۱۴/۲۵	۷/۷۷
چابکی گوشه (s)	۳۲/۷۵	۳/۵۶	۲۳/۶۲	۴۱/۳۴	۱۰/۸۸
پرش ارگو (s)	۱۱/۲۶	۱/۸۸	۸/۳۰	۱۶/۰۰	۱۶/۷۲
پرواز پرش ارگو (s)	۱۸/۱۳	۱/۹۵	۱۳/۳۰	۲۱/۳۰	۱۰/۷۷
پرش ارگو (n)	۳۸/۷۶	۵/۱۸	۲۵/۰۰	۴۵/۰۰	۱۳/۳۸
محیط ران راست (cm)	۵۱/۶۳	۴/۳۱	۴۵/۰۰	۶۲/۵۰	۸/۳۵
محیط ران چپ (cm)	۵۱/۰۵	۳/۹۷۰	۴۴/۵۰	۶۱/۵۰	۷/۷۷
محیط ساق راست (cm)	۳۶/۸۲	۲/۹۴	۳۰/۵۰	۴۳/۰۰	۷/۹۹
محیط ساق چپ (cm)	۳۶/۹۷	۲/۷۷	۳۱/۰۰	۴۳/۰۰	۷/۴۹
حداکثر توان (W)	۶۰۱/۴۷	۹۵/۶۰	۲۶۸/۴۰	۸۳۲/۰۰	۱۵/۸۹
حداکثر توان (W/kg)	۸/۸۸۴۵	۱/۵۱	۴/۴۷	۱۳/۴۲	۱۷/۰۳

ادامهٔ جدول ۱ - آمار توصیفی متغیرهای بدمینتون بازان

موارد	میانگین	انحراف استاندارد	کمترین	بیشترین	CV%
میانگین توان (W)	۴۳۱/۴۰	۶۷/۴۱	۲۲۱/۰۰	۵۵۳/۹۰	۱۵/۶۲
میانگین توان (W/kg)	۶/۳۵	۰/۹۱	۳/۶۸	۸/۹۳	۱۴/۴۷
عرض مچ (cm)	۵/۵۱	۲/۷۳	۰/۰۰	۷/۴۰	۴۹/۵۴
عرض زانو (cm)	۷/۹۲	۳/۹۱	۰/۰۰	۱۱/۰۰	۴۹/۴۳
وزن (kg)	۶۸/۳۱	۸/۰۲	۵۹/۵۰	۹۳/۱۰	۱۱/۷۴

پیش از اجرای تجزیه‌وتحلیل اجزای اصلی ابتدا همبستگی بین کلیهٔ متغیرهایی که باید وارد PCA می‌شدند، محاسبه شد. نتایج ضرایب همبستگی نشان داد بین آزمون‌های پرش ارگوجامپ-پرواز ارگوجامپ، محیط ران راست-محیط ران چپ، محیط ساق راست-محیط ساق چپ، عرض زانو-عرض مچ پا همبستگی زیادی وجود دارد (بیش از ۰/۹). بنابراین، متغیرهای پرواز ارگوجامپ، محیط ران و ساق سمت چپ و همچنین عرض مچ پا از ورود به PCA منع شدند.

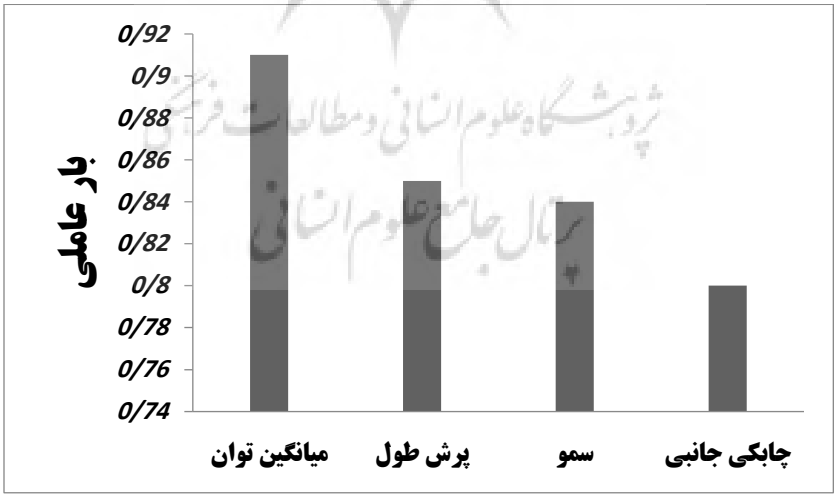
نتیجهٔ چهار PC استخراج شده حاوی ۸۲ درصد از واریانس داده‌ها در جدول شمارهٔ ۲ ارائه شده است. متغیرهای هر PC با بار عاملی آن‌ها نیز در جدول شمارهٔ ۳ نشان داده شده است. در شکل ۱، متغیرها متعلق به PC1 (۳۹ درصد واریانس داده‌ها) با بار عاملی بیشتر از ۰/۸ است. نتایج PCA نشان داد متغیرهای متعلق به توان و قدرت انفجاری (پرش طول) و دو آزمون چابکی (سمو و دوی جانبی) در PC1 (۳۹ درصد داده‌ها واریانس داده‌ها) قرار داده شده است، و متغیرهای آنتروپومتریک از جمله محیط و وزن در PC2 (۲۰ درصد واریانس داده‌ها) قرار گرفتند. بیشترین بار عاملی متعلق به میانگین توان‌آزمون وینگیت (۰/۹۱) است.

جدول ۲- چهار PC استخراج‌شده از PCA با درصد واریانس هرکدام

مؤلفه	مجموع مجذورات بارهای عاملی		
	مجموع	%واریانس	جمع واریانس‌ها%
۱	۶/۲۴	۳۹/۲	۳۹/۲
۲	۳/۵۱	۱۹/۷۵	۵۸/۹۶
۳	۱/۵۳	۱۲/۲۴	۷۱/۴۲
۴	۱/۰۱	۱۰/۰۶	۸۲/۳۰

جدول ۳- بار عاملی چهار PC استخراج‌شده از PCA (بار عاملی بیشتر از ۰/۸ مشخص شده است)

متغیرها	بار عاملی			
	PC1	PC2	PC3	PC4
پرش عمودی	۰/۷۹	۰/۳۲	۰/۱۲	۰/۰۳۴
پرش طول ایستاده	۰/۸۵	۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۰۳۴
دو جانبی	-۰/۸۰	۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۰۴۱
چابکی چهارگوشه	۰/۷۸۵	۰/۰۲۴	۰/۰۰۳	۰/۱۴۴
پرش ارگو	۰/۰۲۱	۰/۱۴۵	۰/۰۰۴	۰/۹۵۲
تعداد پرش ارگو	۰/۶۶	۰/۱۰۸	۰/۰۴	۰/۶۷
محیط ران راست	۰/۰۶۳	۰/۸۵۷	۰/۰۳۱	۰/۲۷۲
محیط ساق راست	۰/۰۴۲	۰/۹۱۸	۰/۰۸	۰/۰۱۵
حداکثر توان	۰/۵۲۱	۰/۲۵۰	۰/۷۲	۰/۲۴
توان بیشینهٔ نرمال‌شده	۰/۷۴	۰/۲۷۰	۰/۴۹	۰/۲۳
میانگین توان	۰/۵۵	۰/۶۲۵	۰/۴۴	۰/۰۳
میانگین توان نرمال‌شده	۰/۹۱	۰/۰۷۷	-۰/۲۳	-۰/۰۳۶
عرض زانو	۰/۰۱۲	۰/۱۷۱	۰/۸۱	۰/۱۳۵
وزن	۰/۳۳	۰/۸۰۱	۰/۳۵۵	۰/۰۰۵
سمو	۰/۸۴۶	۰/۰۵۴	۰/۰۱	۰/۰۶۸



شکل ۱- متغیرهای PC1 و بارهای عاملی آن‌ها (بیشتر ا ز ۰/۸)

نتایج رگرسیون چندمتغیره با روش‌های گام‌به‌گام برای متغیر وابسته (توان متوسط) و متغیر مستقل (پیش‌بینی‌کننده‌ها) در جدول شمارهٔ ۴ ارائه شده است. علاوه بر این، مدل‌ها و پیش‌بینی‌کننده‌های رگرسیون‌ها نیز در جدول شمارهٔ ۴ ارائه شده است. بر اساس رگرسیون چندمتغیره، پرش طول، سمو، و وزن بهترین پیش‌بینی‌کننده‌های میانگین توان‌اند (R^2= ۰/۷۰۶).

جدول ۴- نتایج رگرسیون چندمتغیره با روش‌های گام‌به‌گام برای متغیرهای وابسته (میانگین توان) و مستقل (پیش‌بینی‌کننده‌ها)

مدل	R	R^2	R^2 تعدیل‌شده	خطای استاندارد تخمین
۱	۰/۷۴۴a	۰/۵۵۴	۰/۵۴۳	۰/۶۲۱۷۸
۲	۰/۸۳۴b	۰/۶۹۵	۰/۶۸۰	۰/۵۲۰۵۱
۳	۰/۸۵۳	۰/۷۲۸	۰/۷۰۶	۰/۴۹
پیش‌بین‌ها				
۱. پرش طول				
۲. پرش طول و سمو				
۳. پرش طول، سمو و وزن				

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه تعیین پیش‌بین‌های قابلیت تغییر جهت در بدمینتون با استفاده از تجزیه‌وتحلیل اجزای اصلی بود. بسیاری از مطالعات بر تعیین پیش‌بین‌های تغییر جهت در بدمینتون و ارزیابی رابطه بین این متغیر با چابکی، سرعت، پرش، توان و پارامترهای آنتروپومتری متمرکز بوده‌اند (۷-۱). با توجه به نتایج مطالعات مذکور چابکی، قدرت انفجاری پا و پارامترهای آنتروپومتری به عنوان نامزدهای تعیین‌کننده توانایی تغییر جهت بدمینتون انتخاب شدند. علاوه بر این، PCA برای طبقه‌بندی پیش-بینی‌کننده‌های تعیین‌کنندهٔ عملکرد بدمینتون استفاده شد. بر اساس PCA، توان، قدرت انفجاری و همچنین چابکی و پارامترهای مرتبط آن به‌جز نتایج پرش ارگو، پیش‌بینی‌کننده‌های خوبی برای توانایی تغییر جهت‌اند. PCA نشان داد میانگین توان نرمال‌شدهٔ آزمون وینگیت، در مقایسه با تمام پارامترهای مرتبط با توانایی تغییر جهت، دارای بار عاملی بیشتری است (۰/۹۱). آزمون‌های پرش طول، سمو و چابکی جانبی نیز با بار عاملی کمتر در PC1 قرار داشتند. این یافته در توافق با پژوهشگران قبلی است که اعتقاد داشتند قدرت و توان اندام تحتانی می‌تواند سطح رقابتی بازیکنان را پیش‌بینی کند و بازیکنان سطح بالا، در مقایسه با بازیکنان سطح پایین‌تر، توان بیشتری دارند (۹، ۱۰). علاوه بر این، پیشنهاد شده که در بدمینتون‌بازان قدرت-توان، پارامتری حیاتی برای دستیابی به

سرعت بیشتر در طول فواصل کوتاه است (۸،۱۶)، همچنین پژوهشگران قبلی گزارش کردند بین پارامترهای عملکرد بدمینتون و قدرت انفجاری اندام تحتانی رابطهٔ متوسطی وجود دارد (۲۲،۲۳). این رابطه می‌تواند منطقی باشد؛ زیرا در بیشتر حرکات خاص بدمینتون در حین ضربه، مانند اسپلیت استپ و پرش قبل از ضربه، توان بسیار مهم است (۱). اسپلیت استپ همان گام کشی در بدمینتون است که فرد را برای ضربه آماده می‌کند (۱). توانایی اسپلیت استپ اجازه می‌دهد تا بازیکن بدمینتون ساده‌تر و سریع‌تر تغییر جهت دهد. پرش قبل از ضربه نیز شایع‌ترین راه برای حرکت بدن به جلو در حین ضربه زدن است. توان و قدرت انفجاری بیشتر به بازیکنان بدمینتون کمک می‌کند تا در زمان ضربه هرچه سریع‌تر شتاب بگیرند (۲۶-۲۴). از این رو به دلیل این نیازهای بازیکن بدمینتون، تعجب‌آور نیست که توان اندام تحتانی مهم‌ترین پارامتر بر اساس نتایج PCA است.

نتایج PCA همچنین نشان داد پارامترهای چابکی (سمو و دوی جانبی) با بار عاملی کمتر از قدرت، در PC1 قرار گرفتند و متغیرهای پیش‌بین بعدی برای بدمینتون‌اند. به دلیل طبیعت بدمینتون، که به واکنش سریع در سراسر زمین نیاز دارد، به نظر می‌رسد چابکی در بدمینتون برای حفظ تعادل در هنگام حرکت سریع به سمت توپ ضروری است. از سوی دیگر، چابکی و تغییر جهت سریع نیازمند قدرت عضلات پاست (۲۷،۲۸) و این توانایی‌ها با هم مرتبط‌اند. یانگ و همکاران (۲۸) نیز نشان دادند توانایی تغییر جهت نیازمند داشتن قدرت و توان عضلانی است. این نتیجه در توافق با دیگر پژوهشگرانی است که معتقدند توانایی تغییر جهت نیازمند چابکی و قدرت عضلات پا است (۲۸). از این رو می‌توان نتیجه گرفت که بعد از توان و قدرت انفجاری، چابکی بسیار مرتبط با توان و قدرت انفجاری است و می‌تواند پیش‌بین خوبی برای توانایی تغییر جهت در بدمینتون باشد.

از آنجا که میانگین توان بهترین پیش‌بین برای بدمینتون انتخاب شد و با توجه به آزمایشگاهی بودن این متغیر نیاز به استفاده از آزمون‌های ساده‌تر میدانی حس می‌شود که بتوانند عملکرد بدمینتون‌باز را پیش‌بینی کنند. از این رو از رگرسیون‌های چندمتغیره برای تشخیص بهترین پیش‌بینی‌کنندهٔ میانگین توان استفاده شد. توان بیشینه، پرش طول، سمو، چابکی دو جانبی، محیط و پهنای پا و وزن ورودی رگرسیون چندمتغیره بررسی شدند (متغیرهایی با بار عاملی بیشتر در PCA). رگرسیون چندمتغیره نشان داد پرش طول ایستاده، بهترین پیش‌بین قدرت متوسط است (R2 = ۰/۵۵، SEM =۰/۶۲). بر اساس نتیجهٔ رگرسیون، بهترین مدل برای پیش‌بینی میانگین توان، مدل پرش طول ایستاده، سمو و وزن است (معادلهٔ ۱).

معادلهٔ اول:

میانگین توان = ۴/۷۵۶ + (۰/۰۲۴×پرش طول ایستاده)+(سمو× ۰/۴۷۳-) + (۰/۰۲۳×وزن)

این یافته با یافته‌های صالاج و همکاران هم‌خوانی دارد (۲۹) که معتقدند توانایی پرش به همراه توانایی دو سرعت تعیین‌کننده‌های بهتری برای توانایی تغییر جهت به شمار می‌روند. این مدل با متغیرهای ورودی پرش طول، چابکی و وزن می‌تواند توان متوسط با ضریب تعیین خوب (= ۰/۷۳r2، SEE =۰/۴۹) پیش‌بینی کند. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، میانگین توان عاملی مهم برای دستیابی به سرعت بیشتر در مسافت‌های کوتاه برای ورزشکاران بدمینتون است (۸) و PCA آن را بهترین پیش-بینی‌کننده با بیشترین بار عاملی (۰/۹۱) تشخیص داد. میانگین توان با آزمون وینگیت اندازه‌گیری شده و به دوچرخهٔ وینگیت نیاز دارد که شاید برای همه در دسترس نباشد. بنابراین، از آزمون میدانی ساده‌تر، به‌عنوان ورودی استفاده شد تا جایگزین نتیجهٔ آزمون وینگیت شود. اهمیت این مدل استفاده از تنها آزمون‌های میدانی است که جزء پارامترهای مهم PCA بودند و می‌توانند در سطحی قابل قبول میانگین توان را به‌عنوان مهم‌ترین آزمون آزمایشگاهی برای پیش‌بینی توانایی تغییر جهت پیش‌بینی کنند.

نتایج این مطالعه نشان داد میانگین توان بهترین پیش‌بین عملکرد برای بازیکنان بدمینتون است، به‌ویژه توانایی تغییر جهت در بدمینتون که بسیار تعیین‌کننده است. بنابراین، بعد از فصل تمرین یا غربال‌گری وضعیت‌های بازیکن، اندازه‌گیری میانگین توان‌یکی از بهترین روش‌ها برای ارزیابی توانایی بازیکن بدمینتون است. در این مطالعه، همچنین برخی آزمون‌های میدانی ساده مانند پرش طول، سمو و وزن در قالب مدل رگرسیون برای جایگزینی با آزمون وینگیت ارائه شده است که ممکن است برای همهٔ بازیکنان در دسترس نباشد.

نتایج این پژوهش به بدمینتون‌بازان نخبهٔ باشگاهی مربوط می‌شود و مقایسهٔ نتایج با بدمینتون‌بازان عادی می‌تواند جوانب بیشتری از کار را روشن کند. از این رو، بررسی نشدن هم‌زمان بدمینتون‌بازان نخبه و آماتور از محدودیت‌های این مطالعه به شمار می‌رود که می‌تواند موضوع مطالعات آینده باشد.

تشکر و قدردانی

از تمام کسانی که در انجام این مطالعه مارا یاری کردند تشکر و قدردانی می‌کنیم.

منابع

1. Paterson S, McMaster DT, and Cronin J. Assessing change of direction ability in badminton athletes. *Strength and Conditioning Journal* 38: 18-30, 2016.
2. Middleton G, Bishop D, Smith C, and Gee T. Effectiveness of a low-frequency sports-specific resistance and plyometric training programme: The case of an elite junior badminton player. *International Journal of Coaching Science* 10: 25-34, 2016.
3. Alcock A and Cable NT. A comparison of singles and doubles badminton: heart rate response, player profiles and game characteristics. *International Journal of Performance Analysis in Sport* 9: 228-237, 2009.
4. Andersen LL, Larsson B, Overgaard H, and Aagaard P. Torque–velocity characteristics and contractile rate of force development in elite badminton players. *European Journal of Sport Science* 7: 127-134, 2007.۴
5. AYDOGMUS M, ARSLANOGLU E, and SENEL O. Analysis of badminton competitions in 2012 London Olympics. *Turkish Journal of Sport and Exercise* 16: 55-60, 2014.
6. Enoka RM. *Neuromechanics of human movement.* Human kinetics, 2008.
7. Jeyaraman R, District E, and Nadu T. Prediction of playing ability in badminton from selected anthropometrical physical and physiological characteristics among inter collegiate players. *Int J Adv Innov Res* 2: 11, 2012.
8. Loturco I, D'Angelo RA, Fernandes V, Gil S, Kobal R, Abad CCC, Kitamura K, and Nakamura FY. Relationship between sprint ability and loaded/unloaded jump tests in elite sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29: 758-764, 2015.
9. Argus CK, Gill ND, and Keogh JW. Characterization of the differences in strength and power between different levels of competition in rugby union athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26: 2698-2704, 2012.
10. Baker D. A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15: 198-209, 2001.
11. CRONIN J, McNAIR P, and MARSHALL R. Lunge performance and its determinants. *Journal of sports sciences* 21: 49-57, 2003.
12. Ooi CH, Tan A, Ahmad A, Kwong KW, Sompong R, Mohd Ghazali KA, Liew SL, Chai WJ, and Thompson MW. Physiological characteristics of elite and sub-elite badminton players. *Journal of sports sciences* 27: 1591-1599, 2009.
13. Ghosh AK. Heart Rate and Blood Lactate Responses during Execution of Some Specific Strokes in Badminton Drills. *International Journal of Applied Sports Sciences* 20, 2008.
14. Makhter R, Hume P, Zakaria AZ, Mohd A, Razali M, Png W, and Aziz A. Absolute size characteristics differences between 'best'and 'rest'world badminton players. Presented at Sport for all conference, Malaysia, 2008.
15. Nunnally JC. *Psychometric theory 3E.* Tata McGraw-Hill Education, 1994.
16. Hughes M and Bopf G. Relationships between performance in jump tests and speed tests in elite badminton players. *Journal of Sports Sciences* 23: 194-195, 2005.
17. Hughes MG and Cosgrove M. PHYSIOLOGICAL DEMANDS OF BADMINTON. *Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: Volume I–Sport Testing: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide*: 214, 2006.

18. Tiwari L, Rai V, and Srinet S. Relationship of selected motor fitness components with the performance of badminton player. *Asian J Phys Educ Comput Sci Sports* 5: 88-91, 2011.
19. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test an update on methodology, reliability and validity. *Sports medicine* 4: 381-394, 1987.
20. Bosco C, Luhtanen P, and Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology* 50: 273-282, 1983.
21. Marfell-Jones MJ, Stewart A, and De Ridder J. *International standards for anthropometric assessment.* 2012.
22. Castillo-Rodríguez A, Fernández-García JC, Chinchilla-Minguet JL, and Carnero EÁ. Relationship between muscular strength and sprints with changes of direction. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26: 725-732, 2012.
23. Sheppard JM and Young WB. Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of sports sciences* 24: 919-932, 2006.
24. Kuntze G, Mansfield N, and Sellers W. A biomechanical analysis of common lunge tasks in badminton. *Journal of sports sciences* 28: 183-191, 2010.
25. Reilly T, Secher N, Snell P, and Williams C. Physiology of sports: An overview. *Physiology of sports*: 465-485, 1990.
26. Smith N and Lees A. 21 An ergonomic evaluation of the shoe-surface interface in badminton. *Science and racket sports*: 121, 1995.
27. Váczi M, Tihanyi J, Hortobágyi T, Rácz L, Csende Z, Costa A, and Pucsok J. Mechanical, Biochemical, and Electromyographic Responses to Short-Term Eccentric–Concentric Knee Extensor Training in Humans. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25: 922-932, 2011.
28. Young W, Hawken M, and McDonald L. Relationship between speed, agility and strength qualities in Australian Rules football. *Strength Cond Coach* 4: 3-6, 1996.
29. Salaj S and Markovic G. Specificity of jumping, sprinting, and quick change-of-direction motor abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25: 1249-1255, 2011.

ارجاع‌دهی

فرجادپزشک عباس، ایل‌بیگی سعید، یوسفی محمد، سیارفرد احمدرضا. پیش‌بینی قابلیت‌های تغییر جهت بدمینتون با استفاده از آنالیز اجزای اصلی. مطالعات طب ورزشی. بهار و تابستان ۱۴۰۰؛ ۱۳(۲۹)، ۳۲-۱۱۵.
شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/SMJ.2021.10351.1487

Farjad Pezeshk A, Ilbeigi S, Yousefi M, Sayyarfard A. R. Prediction of Badminton Change of Direction Ability Using Principle Component Analysis. Sport Medicine Studies. Spring & Summer 2021; 13 (29): 115-32. (Persian). Doi: 10.22089/SMJ.2021.10351.1487