

대한민국 배드민턴 국가대표 후보팀의 성별 및 경기형태에 따른 신체적, 체력적 특성 분석

순천향대학교 스포츠의학과¹, 대한배드민턴협회²

채 정 훈¹ · 김 학 균²

Physical Fitness and Characteristic Analysis of Korean National Prospective Badminton Team Members Stratified by Gender and Game Type

Jung Hoon Chai¹, Hak-Kyun Kim²

¹Department of Sports Medicine, Soonchunhyang University, Asan, ²Badminton Korea Association, Seoul, Korea

Purpose: This study evaluated fitness levels of 47 athletes from the 2020 Korean National Prospective Badminton Team by gender and game type (singles or doubles).

Methods: Our physical fitness evaluation items included height and weight measurements, grip strength test, back strength test, 20-meter shuttle run test, side step test, standing long jump test, sit and reach test, back extension test, and standing on one leg with eyes closed test.

Results: Male singles players weighed significantly less than doubles players ($p=0.002$). However, there was no difference in height between both group. Male doubles players had significantly higher grip strength (right, $p=0.006$; left, $p=0.002$), back strength ($p=0.007$), and side step results ($p=0.029$) than did singles players, but male singles players performed significantly better on the 20-meter shuttle run ($p<0.01$). Male singles and doubles players did not differ significantly with respect to the results of the standing long jump, sit and reach, back extension, and standing one leg with eyes closed tests ($p>0.05$). Female singles and doubles players showed no significant difference in any physical fitness evaluation items ($p>0.05$).

Conclusion: Male doubles players were heavier than male singles players but showed superior strength and agility. Male singles players showed higher cardiopulmonary endurance levels compared with male doubles players. Female singles and doubles players showed no difference between all physical fitness characteristics. Further studies can use our methods of evaluating fitness in badminton players to provide coaches and players with quantitative indicators for optimal game type classification (singles or doubles) and help to devise winning game strategies.

Keywords: Athletes, Physical anthropology, Physical fitness testing, Racquet sports, Sex characteristics

Received: March 24, 2020 Revised: May 8, 2020 Accepted: May 9, 2020

Correspondence: Hak-Kyun Kim

Badminton Korea Association, Room 108, SK Handball Stadium, 424 Olympic-ro, Songpa-gu, Seoul 05540, Korea

Tel: +82-2-422-6173, Fax: +82-2-420-4270, E-mail: wjddkgkrbslove@hanmail.net

Copyright ©2020 The Korean Society of Sports Medicine

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

라켓 운동 중 배드민턴은 전 세계적으로 인기있는 실내 스포츠 종목으로, 세계배드민턴협회(Badminton World Federation)는 194개의 회원국이 가입되어 있으며, 선수들의 경기력 향상 및 청소년들의 스포츠 여가활동을 높이기 위한 홍보와 교육 등의 노력을 진행하고 있다¹.

배드민턴은 코트 내에서 셔틀콕의 움직임을 인지하여 빠르게 움직이는 신체의 능력이 요구되므로 순발력, 민첩성, 지구력 등의 다양한 체력 변인들이 필요시 되는 종목이다^{2,3}. 체력요소 외에도 선수들의 신체적 특성을 파악하여 전략을 구성하는 것은 경기의 승패를 좌우할 수도 있는 요인이므로 엘리트선수들의 주기적인 평가는 반드시 진행되어야 한다³. 특히, 국가대표 후보팀은 기량을 갈고 닦아 국가대표팀으로 선발되기 위한 노력 외에도, 부상 등의 이유로 국가대표선수가 경기 출전이 불가능할 때 대신할 수 있어야 하므로 주기적인 관리와 평가가 반드시 필요하다⁴.

국내에서는 배드민턴 후보팀의 뇌파검사를 통한 경쟁상태불안 등의 요소를 분석하여 심상훈련에 대한 필요성이 언급되기도 하였으며⁵, 훈련 혹은 시합장 환경에 따른 집중력강화훈련의 중요성이 보고되기도 하였다⁶. Sung 등⁷은 다양한 체력평가방법을 통해 선수들을 평가하여 국내에서는 처음으로 성별에 따른 단식과 복식의 특성을 비교한 바 있다. 그러나, 세부종목의 체력평가에 대한 차이가 주는 의미와 이유에 대해서 명확하게 제시되지 않은 한계점을 가지고 있었다.

국외에서는 배드민턴선수들의 수준별 혹은 세부종목별 경기 진행방식이나 기술에 대한 분석연구가 꾸준히 발표되고 있으며, 결과도 매번 다르게 나타나고 있다^{8,10}. 분석연구를 통해 알게된 정보를 이용하여 또 다른 전략을 만들고 훈련시키기에 당연히 결과는 다를 수 있을 것으로 보여진다. 그러므로, 국내에서도 선수들의 체력이나 심리의 평가 등은 훈련에 방해되지 않는 범위 내에서 계속적으로 모니터링 되어야 하고 감독과 코치진들에게 공유되어야 하겠다.

단식과 복식은 경기분석면에서도 전략이나 기술 등에서 차이가 존재하지만, 성별에 따른 차이도 나타나는데, Liddle과 O'Donoghue¹¹은 여자선수들에게 있어서 단식 및 복식은 경기진행 시간에 큰 차이가 없으나, 남자의 단식경기는 복식에 비해 상대적으로 셔틀콕의 이동이 지속되는 랠리와 경기 중간의 휴식 시간이 더 긴 것으로 보고한 바 있다. 그러나 이러한 경기분석연구를 통해 코치, 감독 및 선수들은 공략을 변경함으로써 기술이나 지속시간 등의 양상은 완전히 다르게 나타날 수 있다¹⁰. 그러므로 경기의 진행, 전술 및 선수들의 주요한 기술 등을 파악하기 위해서

라도 각 세부종목별 선수들의 특성을 파악하는 것은 선수들에게 있어서 좋은 결과를 가져오는데 중요한 역할을 할 것이다.

따라서, 본 연구는 기초체력평가를 실시하여 대한민국 배드민턴 후보팀의 체력 수준을 파악하고, 단식과 복식 및 성별에 따른 분류와 비교를 통해 선수들의 특성을 확인하고자 기획하였다. 또한, 기초체력평가의 정량적인 결과로서 선수들의 세부종목 선정에 있어 기초자료를 제공하고자 목적하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

연구참여자는 2020년 배드민턴 국가대표 후보팀으로 동계훈련 입소 첫날 선수들과 코치진 및 감독에게 실험 절차와 방법 등을 구체적으로 설명하여 동의와 자발적인 참여를 구하였다. 검사 인원은 남녀 선수 53명으로 후보팀 61명 중 부상으로 인해 검사가 어려운 8명을 제외시켰다. 연구의 결과는 우세성 손과 발의 효과를 배제하기 위해 우세성 손과 발이 오른쪽인 선수들을 선정하여 남자 25명, 여자 22명의 총 47명의 결과를 분석하였으며, 그룹은 남자단식(n=15, 16.8±0.6 years), 복식(n=10, 17.0±0.5 years), 여자 단식(n=10, 16.5±0.53 years), 복식(n=12, 16.5±0.7 years)로 분류되었다. 이 연구는 윤리위원회의 승인(IRB NO. 1040875-201710-BM-044)을 받아 진행되었다.

2. 측정 요인

측정은 선수들과 코치, 감독의 동의를 받아 진행하였고, 요인은 필드에서 검사가 용이한 방법으로 근력, 심폐지구력, 순발력, 민첩성, 유연성 및 평형성 등으로 구성하였으며, 세부 검사항목은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Fitness test section

Section	Subsection
Muscle strength	Grip strength (kg), back strength (kg)
Cardiorespiratory endurance	20-Meter shuttle run (total repetition number, reps)
Muscle power	Standing long jump (cm)
Agility	Side step test (repetition number, reps)
Flexibility	Sit and reach (cm) & back extension (cm)
Balance	One leg with eyes closed test (sec)

rep: repetitions.

3. 측정 방법

1) 근력

근력은 악력(grip strength)과 배근력(back strength)으로 나누어 검사를 실시하였다. 악력의 측정을 위해 악력계(T.K.K.5401; Takei, Tokyo, Japan)를 사용하였고, 피험자는 어깨너비의 편안한 보폭에서 양팔을 차렷 자세로 하고 손아귀의 힘만을 이용하여 당기도록 하였으며, 검사는 양쪽 손 모두 진행하였다. 배근력의 측정은 배근력계(T.K.K. 5402, Takei)를 사용하였고, 피험자는 배근력계의 발판에 올라서서 무릎과 팔을 펴고 배근력계의 손잡이가 무릎 위 10 cm에서 당길 수 있도록 하였다.

2) 심폐지구력

심폐지구력은 왕복달리기로서 20 m의 간격으로 고깔을 세워 왕복 직선구간을 표시하고, 정해진 출발 신호음에 맞춰서 20 m 구간을 달리게 하였다. 다음 신호가 울리기 전까지 반대편 고깔이 세워진 구간에서 대기하고, 다음 신호음에 따라서 다시 다음 편 구간으로 달리는 동작을 반복하여, 피험자가 포기할 때까지의 왕복횟수를 기록하였다.

3) 순발력

피험자는 출발선에 편안한 자세로 서서 외부의 지도 및 신호 없이 2회의 제자리 멀리뛰기를 실시하여 더 높게 나온 수치를 기록하였으며, 상체의 스윙동작이나 리듬 등을 제한하지 않았다.

4) 민첩성

피험자는 중앙선을 중심으로 양 발을 편한 상태로 벌려 사이드 스텝이 가능하도록 편한 자세를 취하도록 하였고, 중앙선을 중심으로 오른쪽과 왼쪽 120 cm 구간에도 선을 그어 피험자 및 검사자가 파울을 확인할 수 있도록 하였다. 신호와 함께 한쪽발이 오른쪽

혹은 왼쪽 선을 넘거나 닿도록 하고 다시 중앙선으로 돌아오는 동작을 오른쪽 왼쪽 번갈아가며 실시하게 하였으며, 20초간 진행하여 선을 넘어가는 횟수를 기록하였다.

5) 유연성

넙다리 뒤근육과 허리의 유연성을 평가하기 위해 피험자는 좌전굴 측정기(DW-782, Flexion Meter; DSI, Seoul, Korea)에 앉아서 무릎을 구부리지 않고 다리를 완전히 편 상태로 양손 끝으로 측정기를 천천히 밀어 약 1-2초간 유지된 최대 거리를 기록하였다. 체후굴은 체후굴계(T.K.K.1860, Takei)를 이용하였고, 피험자는 양손을 허리 뒤에 올린 채 엎드리고, 측정보조원이 양 발목을 잡아준 후 피험자가 상체를 최대로 위로 올려서 턱 끝선과 바닥까지의 직선거리를 측정하였다. 좌전굴과 체후굴 모두2회 반복 실시하였으며, 우수한 기록을 선택하였다.

6) 평형성

평형성의 측정은 눈감고 외발서기 방법으로 실시하였다. 피험자는 바닥에 X자로 표시된 부분에 한쪽발을 딛고 양팔을 벌리게 한 상태에서 눈을 감은 뒤 반대쪽 발끝을 무릎위까지 들게 하였다. 이때, 디딤발이 X자에서 벗어나거나 들었던 발이 바닥에 닿은 시점까지의 시간을 기록하였으며, 양쪽 발 모두를 측정하였다.

4. 자료 처리

측정을 통해 기록된 자료는 Microsoft Excel Program (Microsoft, Redmond, WA, USA)을 이용하여 입력하였으며, 데이터를 정리하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 단식과 복식 선수들의 측정결과는 통계프로그램 IBM SPSS ver. 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여 독립표본 t검정(independent t-test)을 실시하였으며, 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다.

Table 2. Physical characteristics

Variable	Height (cm)	p-value	Weight (kg)	p-value	BMI (kg/m ²)	p-value
Male		0.101		0.002**		0.006**
Double (n=10)	178.6±5.5		76.8±9.2		24.1±2.5	
Single (n=15)	175.0±4.9		65.6±7.2		21.4±1.9	
Female		0.578		0.98		0.633
Double (n=12)	167.5±5.0		62.6±5.6		22.3±1.2	
Single (n=10)	168.7±4.6		62.6±6.0		22.0±1.7	

Values are presented as mean±standard deviation.

BMI: body mass index.

**p<0.01.

Table 3. Men fitness test

Test	Double (n=10)	Single (n=15)	p-value
Grip strength (kg)			
Right	48.7±5.6	42.6±4.5	0.006**
Left	40.0±4.0	34.0±4.3	0.002**
Back strength (kg)	140.5±13.7	122.9±14.9	0.007**
20-Meter shuttle run (reps)	102.4±6.1	121.3±9.8	0.000**
Standing long jump (cm)	241.9±13.0	243.7±11.2	0.71
Side step (reps)	52.4±1.8	50.8±1.6	0.029*
Sit and reach (cm)	17.1±5.6	18.1±4.6	0.628
Back extension (cm)	54.6±11.0	51.3±5.4	0.405
Balance (sec)			
Right	32.4±24.8	30.5±17.9	0.826
Left	27.8±22.7	24.8±20.3	0.734

Values are presented as mean±standard deviation.

Rep: repetitions.

*p<0.05, **p<0.01.

결 과

이 연구의 결과는 Tables 2-4에 나타내었다. 단식과 복식 선수들의 신장 차이는 남녀 모두 차이가 없었다($p>0.05$). 체중은 남자 복식이 단식보다 유의하게 많이 나갔으며($p=0.005$), body mass index (BMI) 또한, 남자 복식이 단식보다 높은 것으로 나타났다($p=0.006$). 그러나, 여자선수들의 BMI는 단식과 복식 간의 차이가 없었다($p>0.05$).

오른쪽 왼쪽의 악력(right, $p=0.006$; left, $p=0.002$)과 배근력($p=0.007$) 및 사이드스텝($p=0.029$)은 남자 복식이 단식보다 유의하게 높게 나타났다. 반면, 20 m 왕복달리기는 남자 단식이 복식보다 높았으며($p<0.001$), 나머지 항목에 대해서는 남자 단식과 복식 간의 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 여자 단식과 복식에서는 체력평가항목 전체에서 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>0.05$).

고 찰

이 연구는 배드민턴 국가대표 후보팀 선수들을 대상으로 단식과 복식으로 분류하여, 체력평가를 통해 각 세부종목에는 어떤 특징이 있는지를 파악하고자 기획하였다. 또한, 감독 및 코치진이 단식과 복식선수를 나누는데 있어 정량적인 지표를 제시하고자 하였다. 이 연구의 결과에서 신체적 특성 중 체중과 BMI는 남자 단식이 복식보다 유의하게 가벼운 것으로 나타났다. 본 연구에서

Table 4. Women fitness test

Test	Double (n=12)	Single (n=10)	p-value
Grip strength (kg)			
Right	32.4±4.2	35.0±3.6	0.141
Left	26.2±3.9	28.2±3.6	0.234
Back strength (kg)	85.1±13.5	89.7±11.1	0.403
20-Meter shuttle run (reps)	85.7±16.9	96.4±9.9	0.08
Standing jump (cm)	198.1±11.5	194.9±14.2	0.567
Side step (reps)	44.8±2.4	45.3±2.5	0.603
Sit and reach (cm)	20.8±5.4	22.3±5.5	0.529
Back extension (cm)	56.4±9.2	57.7±5.8	0.696
Right	35.1±18.1	22.3±20.9	0.14
Left	23.4±14.2	22.9±15.1	0.932

Values are presented as mean±standard deviation.

20 m 왕복달리기는 심폐지구력을 평가하는 방법으로 사용되었는데¹², 20 m 왕복달리기는 남자 단식이 복식보다 높은 수준인 것을 확인할 수 있었다. 단식은 복식에 비해 랠리시간이 길고, 특히, 남자경기는 여자경기보다 좀 더 역동적이며, 셔틀콕이 이동이 매우 빠르다¹⁰. 또한, 단식은 공격 이후 신속히 수비가 가능한 위치로 이동해야 하므로 섬세한 스트로크 외에도 가볍고 빠른 발동작이 요구된다. 따라서, 복식선수들에 비해 상대적으로 높은 심폐지구력과 가벼운 체중을 유지하는 것이 더 유리할 수 있다. 단식선수들에게 있어서 긴 팔과 다리, 즉 신장이 길수록 공격과 수비로의 전환에 수월할 수 있으므로 신장도 단식이 복식보다 클 것으로 예상하였으나, 본 연구의 결과에서는 단식과 복식 선수들 간의 차이는 나타나지 않았다. 이는 연구에 참여한 피험자들의 연령이 성장시기인 것이 하나의 이유일 수 있고, 후보팀으로서 특징의 소수인원을 제외한 대부분의 선수들이 아직까지 세부종목에 대한 결정을 확실하게 하지 않은 것이 또 하나의 원인일 것으로 보인다. 따라서, 추후 연구에서는 이미 세부종목이 결정된 성인연령의 선수들을 나누어 분석해 볼 가치가 있겠다. 한편, 여자 선수들에서는 단식과 복식의 신체적 특성에는 유의한 차이가 없었다. 여자경기는 남자경기와 비교했을 때 상대적으로 랠리시간과 휴식시간이 짧고¹¹, 셔틀콕의 이동속도도 상대적으로 느린 특징을 가지며^{8,10}, 경기 중의 활동량 또한 적은 것으로 보고되고 있다¹³. 그러나, 여자선수들의 세부종목에 대한 연구는 부족한 실정이므로 여자선수들에게 있어서 세부종목에 따른 신체적 특성의 차이가 없는 결과에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보여진다.

악력과 배근력의 경우 남자 복식이 단식보다 더 높게 나타났다. 체중이 높을수록 근력이 강할 수 있으므로¹⁴, 당연한 결과라고

보여질 수 있겠으나 기술적인 측면에서 다르게 해석할 수 있다. 복식경기의 특징은 단식에 비해 샷(shot)의 수가 1.46배 많고¹¹, 속도가 더 빨리 이루어진다¹⁰. 빨라지는 샷에 의한 셔틀콕의 빠른 이동속도는 드라이브 혹은 빠른 드랍샷 동작을 유도하게 되는데, 복식경기에서 이러한 동작이 많이 관찰되는 것이 그 이유일 수 있다. 드라이브나 드랍샷은 빠르게 손목을 이용하는 스냅동작이 기본이 되지만, 빠른 속공을 위해서는 스트로크를 받쳐주는 허리의 힘과 배드민턴 그림을 낚아채는 손아귀의 힘이 반드시 필요하다. 이를 받쳐주기 위한 능력으로서 민첩성이 요구될 수 있는데, 본 연구의 결과에서 민첩성은 사이드스텝으로서 평가하였으며¹⁵, 복식(52.4±1.8회)이 단식(50.8±1.4회)보다 높게 나타났다. 즉, 복식 선수의 민첩성이 단식 선수보다 높게 나타난 결과는 민첩성이 빠른 속공을 유지하기 위한 필수적 체력임을 암시하고 있다. 따라서, 복식선수들의 악력과 배근력을 포함한 근력이 단식보다 우세한 이유는 체중이 많이 나가는 것 외에도 빠른 셔틀콕의 이동을 위해 강하게 때리는 드라이브 혹은 드랍샷과 같은 기술 동작이 영향을 미쳤을 것으로 예상하고 있다. 그러나 체중이 많이 나갈수록 근파워 혹은 근력이 강할 수 있다는 것¹⁴, 간과해서는 안되므로, 추후 연구에서는 악력을 체중으로 보정해보고 비교해볼 필요가 있겠다. 반면, 여자선수들의 단식과 복식은 남자 선수들과는 다르게 근력에서 유의한 차이가 없었는데, 체중에도 유의한 차이가 없었고, 남자경기보다는 상대적으로 덜 역동적인 경기 진행이 이유일 것으로 보고 있다. 이외의 순발력, 유연성, 평형성은 단식과 복식선수들 간의 차이는 남자, 여자에서 모두 유의한 차이는 나타나지 않았다.

결론적으로 복식에 비해 높은 심폐지구력과 가벼운 체중, 낮은 BMI는 남자 후보팀 단식선수들에게서 나타나는 특징적 요인이며, 남자 복식은 속공을 위한 체력으로 악력과 배근력 등의 향상 외에도 민첩성을 강화시킬 수 있는 훈련이 필요함을 알 수 있었다. 반면, 여자선수들에게 있어서 단식과 복식으로 나누는 기준은 신체적 특성과 체력적인 요소로 구분할 수 없었다. 후속 연구에서 배드민턴 선수들에게 특화된 체력검사를 개발하여 적용해본다면 여자선수들의 단식과 복식에 대한 특징도 찾을 수 있을 것이다. 본 연구에서는 선수들의 동계훈련기간의 평가를 통해 훈련 전 체력적 특성을 파악하고 분류해 보고자 하였으나, 훈련스케줄을 방해할 수 없었기에 검사방법이 다양하지 못했고, 부상 등의 이유로 후보팀 전원을 평가하지 못한 제한점을 가지고 있다. 또한, 신장 및 체중에 의한 BMI만을 산출하여 단순 비교만 진행했으므로 다음 연구에서는 체지방 및 체지방량 등의 신체구성 결과를 제시할 필요가 있겠다. 본 연구의 결과에서 악력과 배근력은 체중이 많이 나가는 복식이 단식보다 높게 나타났는데, 추후

연구에서는 악력과 배근력을 체중으로서 보정하여 분석해볼 필요도 있을 것이다. 다른 결과로 나타날 수 있고, 이는 복식선수들에게 있어서 체중을 늘리는 것 혹은 악력 및 배근력을 향상시키는 것에 대한 우선순위를 정할 수도 있을 것이다.

선수들의 평가 결과는 감독 및 코치진들이 선수들의 세부종목을 결정하는데 있어 정량적이면서도 객관적인 지표로 활용이 가능할 것이다. 뿐만 아니라 경기의 전술을 구상하거나 새로운 선수들을 발굴하고 영입하는데에도 도움을 줄 수 있을 것이라 예상된다. 따라서, 앞으로 진행될 동계 혹은 하계의 집체 훈련 시 시행되는 평가방법은 선수들의 특성을 고려해야 하며, 다양한 항목들로 구성하여 데이터를 구축할 필요가 있겠다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Jung Hoon Chai <https://orcid.org/0000-0002-9523-5827>

Hak-Kyun Kim <https://orcid.org/0000-0001-8600-558X>

References

1. Badminton World Federation. Badminton World Federation Website [Internet]. Kuala Lumpur: Badminton World Federation; 2020 [cited 2020 May 20]. Available from: <https://development.bwfbadminton.com/sport-science>.
2. Dong M, Lyu J, Hart T, Zhu Q. Should agility training for novice badminton players be physically or perceptually challenging? J Sports Med Phys Fitness 2019;59:2015-21.
3. Tomaszewski P, Keska A, Tkaczyk J, Nowicki D, Sienkiewicz-Dianzenza E. Somatic characteristics and motor fitness of elite and sub-elite Polish male badminton players. J Sports Med Phys Fitness 2018;58:1456-64.
4. Ooi CH, Tan A, Ahmad A, et al. Physiological characteristics of elite and sub-elite badminton players. J Sports Sci 2009; 27:1591-99.
5. Jung SH, Kim YN. The Candidate's national badminton training images in accordance with the applicable competitive state anxiety, psychological skills, differences in brainwave activity. J Coach Dev 2015;17:47-56.
6. Park JH, Oh HS, Kim JY. EEG activity and concentration in

- according to the environment in the national junior badminton athletes. *J Coach Dev* 2014;16:125-31.
7. Sung BJ, Cho KH, Sung ES. Comparison of fitness levels based on gender and single and double national badminton player candidate. *Korean J Meas Eval Phys Educ Sport Sci* 2016;18:1-11.
 8. Abian-vicen J, Castanedo A, Abian P, Sampedro J. Temporal and notational comparison of badminton matches between men's singles and women's singles Temporal and notational comparison of badminton matches between men's singles and women's singles. *Int J Perform Anal Sport* 2013;13:310-20.
 9. Abian P, Castanedo A, Feng XQ, Sampedro J, Abian-Vicen J. Notational comparison of men's singles badminton matches between Olympic Games in Beijing and London. *Int J Perform Anal Sport* 2014;14:42-53.
 10. Gawin W, Beyer C, Seidler M. A competition analysis of the single and double disciplines in world-class badminton. *Int J Perform Anal Sport* 2015;15:997-1006.
 11. Liddle, SD, O'Donoghue PG. Notational analysis of rallies in European circuit badminton. In: Lees A, Maynard I, Hughes M, Reilly T, eds. *Science and racket sports II*. London: E & FN Spon; 1998. p. 275-81.
 12. Kim NY, Kim JS, Park DH. Assessing agreement of various 20m PSRT' equations to estimate VO2max in the middle school girls. *Korean J Sport Sci* 2012;23:254-64.
 13. Cabello D, Padial P, Lees A, Rivas F. Temporal and physiological characteristics of elite women's and men's singles badminton. *Int J Appl Sport Sci* 2004;16:1-12.
 14. Ervin RB, Fryar CD, Wang CY, Miller IM, Ogden CL. Strength and body weight in US children and adolescents. *Pediatrics* 2014;134:e782-9.
 15. Kwon TW, Cho MS, Choi YC. A study on the standardization work for agility test. *Korea J Sports Sci* 2014;23:1465-72.