

Original Article

Effects of 12 Weeks of Clubbell and Stepbox Circuit Training on Physical Fitness, Badminton Skills, and Fatigue in Male Badminton Club Members Aged 20-30s

Kyou-Min Lee and Man-Gyoon Lee*

Kyung Hee University

Article Info

Received 2024. 09. 25.

Revised 2024. 12. 16.

Accepted 2024. 12. 26.

Correspondence*

Man-Gyoon Lee

mlee@khu.ac.kr

Key Words

Badminton, Physical fitness,
Clubbell, Stepbox, Fatigue

PURPOSE This study investigated the effects of 12 weeks of clubbell and stepbox training on physical fitness, badminton skills, and fatigue in male badminton, grade A (top grade) club members aged 20–30s, with over 5 years' experience. **METHODS** Participants in a training group (TR: $n=15$) engaged in 12 weeks of clubbell and stepbox circuit training involving maximum 8–12 reps of clubbell exercises and stepbox exercises at over 77% of HRmax for 50–55 min/sessions three times a week. Participants in a control group (CON: $n=15$) maintained their normal lifestyle pattern during the same intervention period. Dependent variables were measured and compared using repeated measures two-way ANOVA. **RESULTS** The main results were as follows: 1) The groups showed no significant differences in body composition. 2) Regarding physical fitness, $VO_2\max$, relative peak power, relative average power, grip strength, push ups, repeated jump squats, SSPT (seated single-arm shot-put test), 10 m sprint, and hexagon agility increased significantly in the TR, while push ups decreased significantly in the CON. 3) As for badminton skills, forehand clear accuracy, badminton agility, badminton endurance, and smash speed increased significantly in the TR. Forehand clear accuracy decreased significantly in the CON, but badminton agility and smash speed increased significantly. 4) The groups showed no significant differences in fatigue. **CONCLUSIONS** In male badminton club members aged 20–30s, 12 weeks of clubbell and stepbox circuit training effectively improved physical fitness and badminton skills. However, lack of any improvement in body composition and fatigue warranted further research in these areas.

서론

배드민턴은 평균 8초의 랠리와 15초의 휴식을 1:2 비율로 반복하는 종목으로, 약 6 m의 좁은 공간에서 가속, 감속 및 방향 전환을 폭발적으로 수행하며, 이를 위해 다양한 체력 요소와 유·무산소 시스템의 동시 발달이 필요하다(Phomsoupha & Laffaye, 2015).

경기력이 우수한 배드민턴 선수는 비우수 선수에 비하여 상대적으로 더 우수한 체력을 보유하고 있는 것으로 확인된다. 이와 관련된 연구를 살펴보면 프랑스 국가대표 선수의 경우 일반 선수보다 근력, 무산소성 능력 및 최대산소섭취량($VO_2\max$)이 더 우수했으며

(Phomsoupha et al., 2018), 터키 청소년 국가대표 선수가 아마추어 선수보다 근력 및 민첩성이 더 뛰어났다(Güçlüöver et al., 2012).

배드민턴 경기력을 극대화시키기 위해서는 높은 체력뿐만 아니라 경기 중 피로도를 최소화하는 것도 중요하다. 연속적인 스매시는 배드민턴 선수의 근피로를 상당히 높은 수준으로 유발하며, 근피로가 높게 발생하면 선수의 기술 정확도가 크게 감소된다(Davey et al., 2002). 또한 배드민턴 경기 중 풋워크(foot-work)를 위해 반복되는 런지 동작이 하체의 근손상을 유발하는데(Nadzalan et al. 2018), 이는 스매시의 정확도에 영향을 미치는 부드럽고 기술적인 풋워크를 불가능하게 만들어 배드민턴 경기력에 악영향을 미칠 수 있다(Lin et al., 2023).

이상과 같이 우수한 배드민턴 경기력을 위해서는 직·간접적으로 다양한 요소가 필요하지만, 배드민턴 동호인이 이와 같은 요소를 개별적으로 집중 훈련하는 것은 공간과 시간의 제약으로 인하여 매우 어

© 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.

려우며, 자칫하면 한쪽으로 편향된 훈련으로 부상 위험이 높아질 수 있어(Minh & Do Minh, 2019) 배드민턴 경기력과 관련된 다양한 요소를 동시에 발달시킬 수 있는 훈련 방법이 필요한 실정이다.

클럽벨(clubbell)은 무게가 있는 쇠막대기 형태의 운동 도구로서 배드민턴과 같은 오버-숄더 동작(over-shoulder motion) 스포츠 선수의 다양한 요소를 동시에 발달시킬 수 있다고 보고되었다(Walter et al., 2019). 이와 관련하여 Nabia & Elbadry(2016)는 8주간 주 3회의 클럽벨 운동을 통하여 투창 선수의 앉아메디신볼던지기, 악력 및 투창기록이 향상되었다고 보고한 바 있다. 그러나 클럽벨 운동을 배드민턴 선수 또는 동호인을 대상으로 처치한 연구는 국내·외에서 매우 부족한 실정이고, 유·무산소 능력이 복합적으로 필요한 배드민턴의 특성상 클럽벨 운동만을 단독 처치하는 것은 무리가 있을 것으로 판단된다.

클럽벨 운동과 함께 처치할 수 있는 운동으로 스텝박스 운동이 있다. 이는 심폐지구력 발달을 위한 유산소성 운동(Kwon et al., 2008)과 민첩성(Guo et al., 2021), 스피드(Darussalam et al., 2023), 그리고 순발력-지구력(Mosey, 2011) 발달을 위한 플라리오메트릭 운동으로 사용될 수 있어 다양한 목적으로 동시에 활용이 가능하지만, 대부분의 선행 연구가 한 가지 목적에 집중하였고 동작의 다양성이 부족하다.

이를 보완하여 동작의 다양성을 확보할 수 있는 방식으로는 고강도 순환운동(high intensity circuit training: HICT) 형태가 있다. 이를 통하여 상대적으로 짧은 운동 시간 동안 유산소성 기능과 근력의 동시 발달이 가능하다(Klika & Jordan, 2013). 그러나 배드민턴 선수에게 HICT를 처치한 Gokulkrishnan(2018) 및 Nugroho et al.(2021)의 연구를 살펴보면 운동 처치에 대한 설명이 부족하며, 종속 변인의 타당도가 떨어져 후속 연구가 필요한 실정이다.

따라서 이 연구에서는 12주간 클럽벨과 스텝박스 운동을 적용한 HICT 처치가 남성 배드민턴 동호인의 체력, 배드민턴 수행능력 및 피로도에 미치는 영향을 규명하고자 하였으며, 이를 통하여 배드민턴 동호인이 공간과 시간의 제약을 받지 않고 다양한 요소를 발달시키는 데 적합한 프로그램을 제시하고자 하였다.

연구방법

연구 대상자

이 연구의 대상자는 20~30대 남성 배드민턴 동호인 30명으로, 운동 집단(training group: TR)과 통제집단(control group: CON)에 15명씩 단순 무선 배정하였다. 연구 대상으로 포함하기 위하여 1) 배드민턴 동호회 경력 5년 이상인 자, 2) 배드민턴 20~30대 A조에 소속된 자, 그리고 3) 점프 및 방향전환 움직임에 제한이 없는 자의 기준을 적용하였다.

Jang et al.(2017)의 배드민턴 스매시 속도를 참고하여 G*Power 3.1(Faul et al., 2009) 프로그램을 통해 효과 크기 0.32, 유의수준(α) 5% 및 검정력(β) 80%를 적용하여 연구 대상자의 수를 산출한 결과 22명이었으며, 탈락률을 고려하여 총 30명의 대상자를 모집하였다.

이 연구를 진행하기 전 K대학교 생명윤리위원회의 승인(KHGRB-22-572)을 받았으며, 연구 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>에 제시된 바와 같다.

Table 1. Characteristics of participants (Mean \pm SD)

Variables	Groups	TR (n=15)	CON (n=15)	<i>p</i>
Age (yrs)		27.00 \pm 3.27	27.14 \pm 3.57	.947
Career (yrs)		9.33 \pm 3.44	9.53 \pm 4.32	.818
Height (cm)		172.80 \pm 4.95	174.43 \pm 6.34	.450
Weight (kg)		71.09 \pm 6.41	74.93 \pm 6.08	.204
BMI (kg/m ²)		23.86 \pm 1.93	24.91 \pm 2.09	.192
SM (kg)		33.87 \pm 3.22	34.87 \pm 3.40	.396
Fat mass (kg)		11.85 \pm 4.03	13.97 \pm 4.94	.232
%BF (%)		16.53 \pm 4.70	18.16 \pm 5.28	.387

TR: Training group; CON: Control group; BMI: Body mass index; SM: Skeletal muscle mass; %BF: Percent body fat.

측정 항목과 방법

모든 대상자는 G도에 위치한 C운동센터에 1회 방문하여 체력 검사에 참여하였고, 최소 48시간 후 K대학교 배드민턴장에 1회 방문하여 배드민턴 수행능력 및 피로도 측정에 참여하였다.

C운동센터에서 진행한 체력 검사는 모든 대상자를 검사자 1명이 측정하였으며, 이후 K대학교 배드민턴장에서 진행한 배드민턴 수행능력 및 피로도 검사는 사전검사와 사후검사, 그리고 각 측정 요소별로 모두 동일한 검사자를 배치하였다. 또한 대상자별 사전검사와 사후검사의 검사 시간을 동일하게 진행하였다.

배드민턴 수행능력 검사 시 모든 대상자는 본인이 평소 사용하던 배드민턴화, 라켓, 거트 종류, 거트 장력, 그리고 유니폼을 착용하도록 하였고, 검사 도중 교체할 수 없도록 하였으며, 사전 및 사후검사에 반드시 동일한 장비를 사용하도록 하였다. 각 대상자는 검사 장소 방문 전 4시간 공복을 유지하였으며, 48시간 이전부터 음주 및 과격한 운동을 피하고, 7시간 이상 숙면을 취한 상태에서 검사 장소에 방문하였다.

1) 체격과 신체구성

신장을 수동식 신장계(Samhwa, 한국)로 측정하였고, 체중, 골격근량, 체지방량 및 체지방률은 신체구성측정기(Inbody 570, ㈜인바디, 한국)로 측정하였다. 체질량지수(body mass index: BMI)는 체중(kg)을 신장 제곱(m²)으로 나누어 산출하였다.

2) 체력

유산소성 능력을 측정하기 위하여 YMCA 스텝테스트를 실시하였고, 무산소성 능력을 측정하기 위하여 자전거 에르고미터(Ergomic 828 E, Monark, 스웨덴)를 이용하여 30초간 체중 \times 0.085 kp에서 윙게이트 검사를 실시하였다.

근력을 측정하기 위하여 악력계(GRIP-D 5401, TAKEI, 일본)를 이용한 악력 검사를 실시하여 주축의 상대악력을 산출하였다. 근지구력을 측정하기 위하여 2초에 1회 실시하는 최대 횡수의 팔굽혀펴기와 2분간 최대 횡수의 반복점프스쿼트를 실시하였다. 순발력을 측정하기 위하여 주축의 SSPT(seated single-arm shot-put test)와 서전트점프측정기(TKK 5406, TAKEI, 일본)를 이용한 서전트점프를

실시하였다. 스피드를 측정하기 위하여 10 m 달리기, 민첩성을 측정하기 위하여 헥사곤민첩성 검사를 실시하였다.

이상에서 기술한 변인은 모두 배드민턴 선수(Wong et al., 2019; Ko et al., 2021) 및 오버-숄더 동작 스포츠 선수(Borms & Cools, 2018)에게 사용되었거나, 타당도와 신뢰도가 검증된 검사이다.

3) 배드민턴 수행능력

배드민턴 수행능력을 측정하기 위하여 선수 출신의 현역 배드민턴 코치를 섭외하여 검사 전 목표 위치로 정확하게 셔틀콕을 보낼 수 있는지 검증하였으며, 아래에서 기술한 변인은 모두 배드민턴 선수에게 사용되었거나, 타당도와 신뢰도가 검증된 검사이다. 12회의 포핸드 클리어를 정해진 구역에 타구하는 포핸드클리어정확도 검사(Hidayat et al., 2022), 앞뒤·좌우 총 4곳에 각 4개씩 총 16개의 셔틀콕을 최대한 빠르게 라켓으로 터치하는 배드민턴민첩성 검사(Loureiro et al., 2016), 컴퓨터 프로그램을 통하여 무작위로 설정되는 코트 위의 과녁을 라켓으로 터치하여 자의적인 탈진 수준까지 검사를 진행하는 배드민턴지구력 검사(Madsen et al., 2016), 그리고 최대심박수의 90% 이상에 도달해야 하는 최대 노력의 10회 점프스매시를 통한 스매시속도 검사(Jang et al., 2017)를 실시하였다. 검사 간 휴식시간을 2분으로 통제하였고, 모든 대상자가 동일한 순서로 검사에 참여하였다.

4) 피로도

Pi(inorganic phosphate)와 CPK(creatine phosphokinase)의 분석을 위하여 안정 시와 배드민턴 수행능력 검사 후 즉시 대상자가 의자에 앉도록 하여 1분 이내에 주사기를 이용하여 임상 경험이 풍부한 임상병리사가 전완정중정맥에서 6 mL를 채혈하여 항응고제 처리가 되지 않은 튜브에 넣어 3,500 rpm에서 10분간 원심분리를 실시한 후 혈청을 채취하여 -70°C에서 급속 냉동시켜 보관하였고, 이를 G 의료재단에 의뢰하여 분석을 실시하였다.

처치 방법

TR의 대상자는 12주간 주 3회, 준비운동 10분, 본 운동 30~35분 및 정리운동 10분으로 총 50~55분간 클럽벨·스텝박스 순환운동을 실시하였다. 클럽벨 운동 동작은 Choi & Lee(2022)를, 스텝박스 운동 동작은 Nugroho et al.(2021)을 참고하였다.

클럽벨 운동 동작은 첫째 날에 headcast와 two-hand arm cast, 둘째 날에 rotation headcast와 two-hand shield cast, 그리고 셋째 날에 double arm cast와 two-hand mill을 실시하였다. 클럽벨 운동강도는 15 lbs로 시작하였지만, Park et al.(2019)이 제시한 HICT의 저항성운동 강도인 1 RM 80%에 상응하는 무게를 선정하기 위하여 동작별 최대 8~12회 반복 가능한 무게로 설정하였고, 13회 이상 동작 수행이 가능한 경우, 다음 세트부터 무게를 5 lbs씩 증가하였다.

스텝박스 운동 동작은 첫째 날에 jumping jack, 둘째 날에 shuffle, 그리고 셋째 날에 alternative push off를 실시하였다. 스텝박스 운동강도는 심박수 측정계(H10, Polar, 핀란드)와 15 cm 스텝박스를 사용하여 대상자가 동작 직후 고강도에 해당하는 최대심박수 77% 이상(Eickhoff-Shemek & Keiper, 2014)에 도달하도록 하였다. 목표심박수에 도달하지 못하면 20 cm 스텝박스를 사용하였다. 또한 점진적 강도 향상을 위하여 적응 단계(1~4주)는 종목당 40초 운

동, 세트 간 4분 휴식 4세트, 향상 단계(5~8주)는 종목당 50초 운동, 세트 간 3분 휴식 4세트, 그리고 숙련 단계(9~12주)는 종목당 60초 운동, 세트 간 2분 휴식 4세트를 진행하였다.

한 세트당 '클럽벨 운동 → 스텝박스 운동 → 클럽벨 운동 → 스텝박스 운동 → 클럽벨 운동 → 스텝박스 운동 → 클럽벨 운동 → 스텝박스 운동'과 같이 총 8동작으로 교차 진행하였고, 동작 당 이동시간은 최대 15초로 설정하였다.

두 집단의 처치 기간 중 배드민턴 운동량은 Foster et al.(2017)이 제시한 sRPE TRIMP(session ratings of perceived exertion based training impulse)를 통하여 확인하였고, 두 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다($p=.778$). 또한 두 집단 모두 평소와 동일한 식습관을 유지하게 하였고 처치 4주, 처치 8주, 그리고 처치 12주 시점에 무작위로 선정된 평일 2일 및 주말 1일의 기상 직후부터 취침 직전까지 섭취한 모든 음식을 사진으로 찍어 전송하도록 하여 영양 평가용 프로그램 5.0(Computer Aided Nutritional analysis program: CAN-Pro 5.0)으로 일일 평균 열량 섭취량을 계산하였으며, 이는 두 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다($p=.614$).

자료처리 방법

이 연구에서 얻은 데이터를 SPSS PC⁺ for Windows(version 26.0)로 분석하였다. 기술 통계량을 평균(mean)과 표준편차(standard deviation: SD)로 제시하였고, Shapiro-Wilks test를 통하여 정규성 여부를 확인하였다. 신체적 특성, 처치 기간 중 배드민턴 운동량 및 일일 평균 열량 섭취량의 차이는 독립 t -검증(independent t -test)으로 분석하였다. 신체구성, 체력, 배드민턴 수행능력 및 피로도는 반복이원분산분석(repeated two-way ANOVA)을 실시하여 두 집단 간 및 두 시기 간 차이를 동시에 분석하였고, 집단과 시기의 상호작용이 유의한 경우 각 집단 내 두 시기 간 차이는 종속 t -검증(paired t -test)으로, 각 시기 내 두 집단 간 차이는 독립 t -검증으로 분석하였다. 모든 분석의 유의수준(α)을 .05로 설정하였다.

연구결과

신체구성

신체구성과 관련된 모든 변인에서 통계적으로 유의한 변화가 나타나지 않았다(Table 2).

체력

VO₂max($p<.001$), 상대최고파워($p<.01$), 상대평균파워($p<.01$), 상대악력($p<.01$), 팔굽혀펴기($p<.001$), 반복점프스쿼트($p<.001$), SSPT($p<.001$), 10 m 달리기($p<.01$) 및 헥사곤민첩성($p<.001$)에서 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다(Table 3).

TR의 VO₂max($p<.001$), 상대최고파워($p<.01$), 상대평균파워($p<.01$), 상대악력($p<.01$), 팔굽혀펴기($p<.001$), 반복점프스쿼트($p<.001$), SSPT($p<.001$), 10 m 달리기($p<.001$) 및 헥사곤민첩성($p<.001$)이 유의하게 증가되었으며, CON의 팔굽혀펴기($p<.01$)가 유의하게 감소되었다.

Table 2. Changes in body composition in two groups(Mean \pm SD)

Variables	Group	Time		$\Delta\%$		<i>F</i>	Partial η^2
		Pre	Post				
Body weight (kg)	TR	71.09 \pm 6.41	71.13 \pm 6.27	0.10	Group	3.051	.109
	CON	74.93 \pm 5.79	75.71 \pm 6.56	0.57	Time	1.621	.061
Body mass index (kg/m ²)	TR	23.86 \pm 1.93	23.87 \pm 1.91	0.08	Group \times Time	1.298	.049
	CON	24.91 \pm 2.12	25.10 \pm 2.38	0.40	Group	2.034	.075
Skeletal mass (kg)	TR	33.87 \pm 3.22	34.05 \pm 3.16	0.55	Time	1.025	.039
	CON	34.87 \pm 2.61	35.18 \pm 2.95	0.50	Group \times Time	0.772	.030
Fat mass (kg)	TR	11.85 \pm 4.30	11.49 \pm 4.24	-3.02	Group	0.838	.032
	CON	13.97 \pm 4.94	14.18 \pm 5.42	0.41	Time	3.587	.125
Percent body fat (%)	TR	16.53 \pm 4.70	15.99 \pm 4.94	-3.31	Group \times Time	0.302	.012
	CON	18.39 \pm 5.70	18.41 \pm 6.25	0.11	Group	1.829	.068
					Time	0.090	.004
					Group \times Time	1.305	.050
					Group	1.082	.041
					Time	0.866	.033
					Group \times Time	1.021	.039

TR: Training group; CON: Control group

Table 3. Changes in physical fitness in two groups(Mean \pm SD)

Variables	Group	Time		$\Delta\%$		<i>F</i>	Partial η^2	
		Pre	Post					
VO ₂ max (mL/kg/min)	TR	48.33 \pm 2.28	50.41 \pm 2.18 [#]	***	4.30	Group	13.885 ++	.332
	CON	45.91 \pm 2.87	46.11 \pm 2.65	0.44	Group \times Time	41.372 +++	.596	
Relative peak power (w/kg)	TR	9.58 \pm 1.62	10.43 \pm 1.25 [#]	**	8.70	Group	28.308 +++	.503
	CON	8.24 \pm 1.87	8.32 \pm 1.87	0.97	Group	8.404 ++	.231	
Relative average power (w/kg)	TR	7.52 \pm 0.78	7.93 \pm 0.76 [#]	**	5.45	Time	11.824 ++	.297
	CON	6.50 \pm 1.22	6.42 \pm 1.08	-1.23	Group \times Time	7.783 ++	.218	
Relative grip strength (%)	TR	69.31 \pm 6.52	71.77 \pm 7.69	**	3.55	Group	12.981 ++	.317
	CON	70.33 \pm 8.93	67.49 \pm 8.18	-4.04	Time	5.711 +	.169	
Push ups (reps)	TR	24.80 \pm 7.89	33.86 \pm 10.66 [#]	***	38.59	Group \times Time	12.082 ++	.301
	CON	28.43 \pm 8.18	24.78 \pm 7.45	**	-12.13	Group	0.351	.012
Repeated jump squats (reps/2 min)	TR	106.73 \pm 20.85	142.67 \pm 22.31 [#]	***	34.81	Time	0.059	.002
	CON	103.87 \pm 20.71	103.23 \pm 21.38	-0.12	Group \times Time	11.002 ++	.282	
SSPT (cm)	TR	421.33 \pm 52.81	486.17 \pm 59.52	***	15.94	Group	0.818	.028
	CON	492.12 \pm 56.06	482.14 \pm 48.62	-1.77	Time	8.255 ++	.228	
Vertical jump (cm)	TR	57.93 \pm 4.57	60.05 \pm 4.68	3.81	Group \times Time	45.825 +++	.621	
	CON	57.96 \pm 6.62	58.52 \pm 6.99	1.05	Group	0.135	.005	
10 m sprint (sec)	TR	2.08 \pm 0.07	1.98 \pm 0.06	***	-4.81	Time	4.800 +	.146
	CON	2.08 \pm 0.09	2.05 \pm 0.12	-1.44	Group \times Time	1.637	.055	
Hexagon agility (sec)	TR	12.85 \pm 1.37	11.39 \pm 1.07 [#]	***	-11.14	Group	1.237	.042
	CON	12.96 \pm 1.18	12.83 \pm 1.68	-1.14	Time	32.465 +++	.537	
					Group \times Time	11.030 ++	.283	
					Group	2.788	.091	
					Time	27.858 +++	.499	
					Group \times Time	19.368 +++	.409	

TR: Training group; CON: Control group; VO₂max: Maximal oxygen consumption; SSPT: seated single-arm shot-put test; ⁺*p*<.05, ⁺⁺*p*<.01, ⁺⁺⁺*p*<.001: Significant main effect and/or interaction; ^{**}*p*<.01, ^{***}*p*<.001: Significant difference between pre-test and post-test within a group; [#]: Significant difference between two groups.

Table 4. Changes in badminton skills in two groups(Mean \pm SD)

Variables	Group	Time		$\Delta\%$	F	Partial η^2		
		Pre	Post					
Forehand clear accuracy (points)	TR	38.80 \pm 5.75	42.88 \pm 3.67 [#]	* 12.46	Group	5.137	+	.155
	CON	39.92 \pm 6.57	35.15 \pm 4.74	* -9.54	Time	0.074		.003
Badminton agility (sec)	TR	27.87 \pm 2.34	25.17 \pm 2.14 [#]	*** -9.65	Group \times Time	12.142	++	.302
	CON	29.62 \pm 2.70	28.32 \pm 1.66	** -4.08	Group	9.688	++	.257
Badminton endurance (sec)	TR	203.20 \pm 50.67	284.09 \pm 73.22 [#]	*** 40.85	Time	60.060	+++	.742
	CON	158.03 \pm 47.07	179.18 \pm 42.15	18.45	Group \times Time	9.937	++	.262
Smash velocity (km/h)	TR	159.37 \pm 16.90	185.26 \pm 22.35 [#]	*** 16.25	Group	16.035	+++	.364
	CON	160.35 \pm 15.94	168.95 \pm 16.22	** 5.36	Time	56.283	+++	.668
					Group \times Time	19.299	+++	.408
					Group	1.699		.057
					Time	40.707	+++	.592
					Group \times Time	9.649	++	.256

TR: Training group; CON: Control group; + p <.05, ++ p <.01, +++ p <.001: Significant main effect and/or interaction; * p <.05, ** p <.01, *** p <.001: Significant difference between pre-test and post-test within a group; #: Significant difference between two groups.

Table 5. Changes in fatigue in two groups(Mean \pm SD)

Variables	Group	Time		$\Delta\%$	F	Partial η^2		
		Pre	Post					
Pi _{rest} (mg/dL)	TR	3.49 \pm 0.62	3.42 \pm 0.60	-2.01	Group	0.005	.000	
	CON	3.34 \pm 0.76	3.53 \pm 0.84	5.69	Time	0.613	.021	
Pi _{after test} (mg/dL)	TR	5.00 \pm 0.70	4.53 \pm 0.48	-9.4	Group \times Time	2.475	.081	
	CON	4.70 \pm 0.68	4.50 \pm 0.59	-4.26	Group	0.612	.021	
CPK _{rest} (U/L)	TR	287.30 \pm 132.41	241.10 \pm 140.26	-16.08	Time	15.922	+++	.363
	CON	282.09 \pm 234.86	289.82 \pm 139.58	2.74	Group \times Time	2.749	.089	
CPK _{after test} (U/L)	TR	327.10 \pm 147.39	292.70 \pm 152.96	-10.52	Group	0.116	.006	
	CON	210.67 \pm 50.77	286.44 \pm 122.21	35.97	Time	0.299	.015	
					Group \times Time	0.587	.030	
					Group	1.518	.082	
					Time	0.469	.027	
					Group \times Time	3.328	.164	

TR: Training group; CON: Control group; Pi: Inorganic phosphate; CPK: Creatine phosphokinase; +++ p <.001: Significant main effect.

배드민턴 수행능력

포핸드클리어정확도(p <.01), 배드민턴민첩성(p <.01), 배드민턴지구력(p <.001) 및 스매시속도(p <.01)에서 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다(Table 4).

TR의 포핸드클리어정확도(p <.05), 배드민턴민첩성(p <.001), 배드민턴지구력(p <.001), 그리고 스매시속도(p <.001)가 유의하게 향상되었다. 배드민턴민첩성(p <.01)과 스매시속도(p <.01)는 CON에서도 유의하게 향상되었으며, 포핸드클리어정확도(p <.05)는 CON에서 유의하게 감소되었다.

피로도

피로도와 관련된 모든 변인에서 통계적으로 유의한 변화가 나타나지 않았다(Table 5).

논의

신체구성의 변화

배드민턴 경기력에 영향을 미치는 대표적인 신체구성관련 변인으로 체지방률이 꼽힌다. 국제랭킹 선수(9.4%)가 국내랭킹 선수(12.4%)에 비하여 체지방률이 낮았고(Heller, 2010), 엘리트 선수(13.9%)가 아마추어 선수(17.5%)에 비하여 체지방률이 낮아(Güçlüöver et al., 2012) 우수한 경기력을 위해서는 체지방률이 낮은 상태를 유지하는 것이 필요한 것으로 해석된다. 이 연구에서는 체지방률이 통계적으로 유의하게 변화되지는 않았지만 TR은 3.31% 감소된 반면, CON은 0.11% 증가되었다. 이는 클럽벨·스텝박스 순환운동의 효과로 판단되며, 추후 현장에서 이를 12주 이상 꾸준히 진행한다면 낮은 체지방률을 유지 및 관리하여 배드민턴 경기력에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다.

체지방률의 증가는 근력 및 순발력의 향상과 밀접한 관련이 있어

배드민턴 스매시를 비롯한 빠른 움직임에 필수적이라고 보고되었다(Young et al., 2019). 그러나 이 연구에서 제지방량의 경우 TR은 0.55% 증가되었고, CON 또한 0.50% 증가되어 이 연구에서 적용한 트레이닝 처치의 효과가 있었다고 보기 어렵다. 이와 상반되게 Marcos-Pardo et al.(2019)은 이 연구와 동일하게 1 RM 60~80%에 상응하는 강도를 적용하기 위하여 대상자가 8~12회 수행할 수 있는 무게를 선택하고, 12회 이상 수행할 수 있다면 무게를 증가하는 방식으로 순환운동을 처치하였음에도 제지방량의 유의한 향상을 보고하였다. 이와 같은 결과는 이 연구가 벤치프레스, 밀리터리프레스 및 스쿼트 등과 같은 전통적인 저항성운동 동작을 사용하지 않았고, 클럽벨 운동의 특성상 1 RM을 측정할 수 없기 때문에 간접 지표인 8~12회 가능 여부에 의존할 수밖에 없었기 때문이라고 사료된다. 또한, 심지어 유산소성 운동의 목적으로 스텝박스 운동이 포함되어 있었기 때문에 제지방량의 증가를 위한 운동 강도가 충분히 확보되지 않았던 것으로 사료된다. 이와 관련하여 후속 연구에서는 보다 직접적으로 클럽벨 운동의 운동 강도를 설정하는 방법의 개발이 요청되며, 클럽벨 운동과 전통적인 저항성운동 동작이 함께 구성된 순환운동 프로그램의 개발도 요청된다.

체력의 변화

배드민턴은 유산소 시스템을 60~70% 사용하는 중목이기 때문에 (Faude et al., 2007) 높은 $VO_2\max$ 를 유지하는 것이 필수적이며, 이 연구에서는 TR의 $VO_2\max$ 가 유의하게 증가되었다. $VO_2\max$ 의 증가를 위해서는 $VO_2\max$ 의 80~85% 혹은 그 이상의 강도에서 10분 이상 운동을 하는 능력이 필요하며(Bacon et al., 2013), 이는 최대심박수의 89% 이상 강도에 해당된다. 이 연구는 앞선 선행 연구보다 다소 낮은, 최대심박수의 77% 이상의 운동강도를 설정하였지만 TR에서 유의하게 증가되었고, 전원 부상 없이 실험이 마무리된 점을 미루어보아 전통적인 유산소운동이 아닌 점프 운동을 활용한 스텝박스 운동으로서는 적합한 운동강도였다고 판단된다.

무산소성 능력은 60초 미만의 짧은 시간에 최대부하를 통하여 강한 힘을 발휘하는 능력을 의미하며, 이 연구에서는 TR의 상대최고 파워와 상대평균파워가 유의하게 증가되었다. 이는 이 연구에서 활용한 스텝박스 운동이 플라이오메트릭 운동의 형태를 가지기 때문이었다고 판단된다. 플라이오메트릭 운동은 속근 섬유 활성화, 신장-단축 주기(stretch-shortening cycle: SSC) 사용, 신경근 적응(neuromuscular adaptation), 근힘줄 강성(musculotendinous stiffness) 향상, 무산소성 대사경로 향상, 그리고 피로 내성(fatigue resistance) 향상으로 인하여 무산소성 능력 개선에 매우 효과적인 것으로 보고되었다(Hwang et al., 2020).

근력은 배드민턴 경기력 향상에 필수적인 요소로 꼽히며(Sturgess & Newton, 2008), 악력은 근력을 대변하는 gold standard 중 하나로 인식된다(Zhou et al., 2020). 이 연구에서는 TR의 악력이 유의하게 증가되었는데, 이는 30명의 창던지기 선수에게 클럽벨 운동을 처치한 Nabia & Elbady(2016)와 동일한 결과이다. 클럽벨은 회전과 관련된 근육의 각근력(angular strength)의 향상을 유도하고, 전통적인 저항성운동 관점의 Full on/Full off 접근이 아닌 과정을 수행하기 위한 적절한 양만큼의 힘을 정확하게 사용하면서 선택적인 긴장도를 유지하여 뛰어난 악력 향상의 효과를 얻을 수 있다(Mohan & Kalidasan, 2016). 이 연구에서 활용한 클럽벨 운동 동작 또한 이와

같은 장점을 극대화하여 고안된 것으로 배드민턴 동호인의 악력 향상에 있어 그 효과가 뛰어났던 것으로 판단된다.

팔굽혀펴기는 상체의 근지구력을 평가하기 위하여 널리 활용되고 있다. 이 연구에서는 TR의 기록이 유의하게 증가되었고, CON에서 유의하게 감소되었다. 팔굽혀펴기 중에는 전면 삼각근과 상완 삼두근의 근활성도가 높게 나타나며(van den Tillaar, 2019), 이와 마찬가지로 클럽벨 운동 또한 전면 삼각근과 상완 삼두근의 근활성도가 높게 나타난다(Lee et al., 2021). 이를 바탕으로 TR이 처치 기간 동안 팔굽혀펴기와 유사한 동작을 전혀 하지 않았음에도 클럽벨 운동과의 중복된 근육이 발달되면서 기록이 향상된 것으로 해석할 수 있다.

반복점프스쿼트는 배드민턴 선수의 하체의 근지구력을 평가하기 위하여 널리 활용되고 있다. 이 연구에서는 TR에서 유의하게 증가되었으며, 이는 플라이오메트릭 운동의 근지구력 향상 효과를 입증한 Shibinde & Kulothungan(2023)과 유사하다. 플라이오메트릭 운동은 하루 운동에 120회 이상의 점프를 수행하면 많은 양(high volume)으로 규정되는데(Ramírez-Campillo et al., 2013), 이에 따르면 이 연구의 스텝박스 운동도 많은 양의 운동으로 분류되고, 이와 같은 운동 형태가 근지구력 향상에 적합했던 것으로 판단된다.

SSPT는 편측 오버-숄더 동작 스포츠 선수의 상체 순발력을 평가하는데 적합한 방법으로(Degot et al., 2021), 이 연구에서는 TR의 기록이 유의하게 증가되었다. 이는 창던지기 선수에게 8주간 주 3회의 클럽벨 운동을 처치한 결과와 유사하다(Nabia & Elbady, 2016). 이와 같은 결과는 클럽벨 운동이 단순히 느린 반복운동이 아닌, 머리 뒤로 넘어가는 오버-숄더 동작 이후 가슴 앞으로 복귀하는 과정에서 SSC를 활용한 빠른 속도의 움직임을 SSPT와 유사한 동작으로 수행하기 때문이라고 사료된다.

서전트점프는 하체의 순발력을 평가하는 대표적인 검사로서 배드민턴 선수에게 중요한 스매싱과 밀접한 관련이 있다. 이 연구에서는 서전트점프의 유의한 변화가 나타나지 않았으며, 이는 서전트점프가 피로도와 운동 속도에 큰 영향을 받는 요소임을 고려하여 논의될 수 있다. 이와 관련된 연구를 종합하면, 서전트점프 향상을 위한 플라이오메트릭 운동은 최소 42시간 이상의 휴식 기간이 필요하며(Romero-Franco & Jiménez-Reyes, 2017), 운동 중 속도 소실을 최소화하여 빠른 속도로 적은 횟수를 진행하는 것이 바람직하다(Rodríguez-Rosell et al., 2021). 그러나 이 연구에서는 최소 42시간 이상의 휴식 기간을 확보하지 못하였으며, 40초~60초의 상대적으로 긴 시간 동안 반복적으로 많은 횟수의 스텝박스 운동을 수행하여 대상자의 피로도를 유발하였고, 그로 인하여 운동 중 속도 소실이 발생하였다. 이와 같은 이유로 이 연구에서 처치한 클럽벨-스텝박스 순환운동이 서전트점프 기록을 향상시키기에 제한적이었던 것으로 판단된다.

스피드는 직선거리를 빠르게 움직이는 능력으로서 대부분의 스포츠에서 반드시 필요한 능력이며, 구기 종목의 경우 공에 더욱 빠르게 도달하여 이점을 취할 수 있기 때문에 스피드가 특히 중요하다(Stølen et al., 2005). 이 연구에서는 TR의 기록이 유의하게 향상되었다. 이와 관련하여 Ramirez-Campillo et al.(2020)은 플라이오메트릭 운동을 통하여 활동근의 신경 출력(neural drive), 근힘줄 강성, 그리고 근육 간 협응(intermuscular coordination)이 향상되고 신장 반사 흥분도(stretch reflex excitability)가 증가됨으로써 스피드가 향상된다고 보고하였다. 이 연구에서 처치한 스텝박스 운동도 플라이오메트릭 운동의 형태로 구성되었기 때문에 이와 같은 스피드의

향상이 나타난 것으로 해석된다.

민첩성은 방향 및 속도를 빠르게 변화시키는 능력을 의미하며, 뛰어난 민첩성을 위해서는 좋은 가속 및 감속 능력이 필요하다. 이 연구에서는 TR의 민첩성이 유의하게 향상되었으며, 이는 이 연구에서 처치한 스텝박스 운동이 플라이오메트릭 운동의 형태로 구성되었기 때문이라고 판단된다. Slimani et al.(2016)은 플라이오메트릭 운동이 팀스포츠 선수의 민첩성 향상에 효과적이고, 이와 같은 효과는 신경계 적응(neural adaptation), 특히 근육 간 협응에 기인한 것이라고 보고하였다. 그러나 Asadi et al.(2016)은 플라이오메트릭 운동이 민첩성 향상에 효과적인 방법이기기는 하지만 운동 기간, 운동량, 휴식 시간, 운동강도, 그리고 대상자 특성에 따라 상당히 많은 프로그램이 존재하기 때문에 후속 연구를 통하여 최적의 플라이오메트릭 운동을 정립할 필요가 있다고 주장하였다. 이상의 내용을 토대로 이 연구에서 처치한 스텝박스 운동이 그 중 하나로 좋은 대안이 될 수 있음을 시사한다.

배드민턴 수행능력의 변화

포핸드클리어는 자신의 진영에서 상대방 진영의 끝으로 높고 길게 셔틀콕을 타구하는 기술이다(Ahmed & Ghai, 2020). 이 연구에서 포핸드클리어정확도의 경우 TR에서 유의하게 증가되었고, CON에서 유의하게 감소되었다. 이는 포핸드클리어 동작이 클럽벨 운동 동작과 매우 유사하다는 점과 포핸드클리어와 유사한 공 던지기 훈련만으로도 포핸드클리어의 정확도가 향상된 O'keeffe et al.(2007)을 바탕으로 동작의 유사성(similarity)으로 인한 전이(transfer) 효과로 인하여 나타난 결과라고 해석할 수 있다.

배드민턴민첩성의 경우 일반적인 민첩성과는 차이가 발생할 수 있으며, 이는 배드민턴과 같은 열린-기술(open-skill) 스포츠의 경우 단순히 빠르게 움직이는 것 이외에도 순간적인 상황에 대한 인지력 및 의사 결정(decision-making)과 관련된 요소가 포함되기 때문이다(Hastie et al., 2009). 이 연구에서는 TR의 배드민턴민첩성이 유의하게 향상되었으며, 이는 플라이오메트릭 운동을 통하여 배드민턴 선수의 배드민턴민첩성이 향상되었다고 보고한 Low et al.(2023)의 연구와 유사한 결과이다. 이상을 종합하면, 플라이오메트릭 운동은 헥사곤민첩성과 같은 일반적인 민첩성뿐만 아니라 코트 위에서의 배드민턴민첩성에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다.

배드민턴은 경기 중 피로도에 저항하며 높은 강도의 동작을 반복적으로 수행한다(Madsen et al., 2016). 따라서 코트 위에서의 지구력은 단순히 VO_2max 만으로는 설명될 수 없으며, 랠리와 랠리 사이의 회복 능력과 피로도에 저항하는 능력이 함께 고려되어야 한다(Faude et al., 2007). 이와 같은 코트 위에서의 복합적인 요구를 반영하는 배드민턴특성화지구력 검사(badminton specific endurance test)가 Madsen et al.(2016)에 의하여 개발되어 그 타당도가 검증되었다. 이 연구에서는 TR의 기록이 유의하게 증가되었으며, 이는 배드민턴 지구력 검사에 영향을 미칠 수 있는 VO_2max 와 하체 근지구력이 앞서 논의한 바와 같이 플라이오메트릭 운동의 이점을 통하여 유의하게 향상되었기 때문이라고 해석된다. 그러나 플라이오메트릭 운동이 배드민턴지구력에 미치는 직접적인 영향에 대한 연구가 매우 부족한 실정이므로 향후 이에 대한 후속 연구가 요청된다.

스매시는 경기 중 점수를 획득하기 위한 가장 효과적인 방법으로 서 속도가 중요하다. 이 연구에서는 TR의 스매시속도가 유의하게 향

상되었으며, 이는 이 연구를 통하여 악력과 상체 순발력이 향상된 점과 연관 지어 해석할 수 있다. 악력은 스쿼시, 테니스, 핸드볼, 배구, 그리고 농구 등과 같은 코트 스포츠(court sports)의 공/라켓/던지기 속도와 밀접한 관련이 있고(Cronin et al., 2017), 메디신볼던지기를 통하여 측정된 배드민턴 선수의 상체 순발력과 스매시속도 간의 유의한 정적 상관관계가 보고되었다(Indora et al., 2022). 이상과 같은 이유로 이 연구를 통하여 스매시속도가 향상된 것으로 사료되나, 클럽벨 운동과 스매시속도 향상의 관계를 직접적으로 규명한 연구가 매우 부족한 실정이므로 이에 대한 추가 연구가 요청된다.

피로도의 변화

Pi는 근피로의 원인 중 하나로 주목받고 있다. 고강도 운동 시 Pi가 증가되면 근형질세망에 저장되어 있는 Ca^{2+} 의 방출을 방해하여 근수축을 제한한다(Allen & Trajanovska, 2012). 이 연구의 검사 직후 Pi는 두 집단과 두 시기 모두 정상 범위로 제시되는 2.7~4.5 mg/dL(Hong et al., 2015)를 초과하였는데, 이는 배드민턴 수행능력을 측정하면서 발생한 근피로 때문으로 해석되며, 특히 모든 대상자가 배드민턴지구력 검사와 스매시속도 검사를 자신의 최대 노력으로 참여하였기 때문에 상당히 큰 근피로가 유발된 것으로 판단된다.

또한 이 연구에서는 안정 시와 검사 직후 Pi의 유의한 변화가 나타나지 않았다. 그러나 통계적으로 유의한 변화가 없었다고 하더라도 Pi는 정상 범위로 제시되는 2.7~4.5 mg/dL를 초과하면 작은 양의 변화로도 빠르게 말초 피로가 시작되어 근피로 발생에 상당한 영향을 미친다는 Dobson(2022)을 감안하면 검사 직후 Pi가 CON(-4.26%)보다 TR(-9.40%)이 더 감소된 것이 현상적인 의미가 있을 것으로 사료된다. 특히, 두 집단은 처치 기간 중 배드민턴 운동량이 유의한 차이가 없었기 때문에 TR은 CON과 유사한 배드민턴 운동량에 추가로 클럽벨·스텝박스 순환운동까지 실시하여 근피로가 더욱 발생했을 법한 상황임에도 검사 직후 Pi가 CON보다 감소되었다. 이를 바탕으로 이와 같은 변화에 대하여 통계적으로 유의하지 않더라도 이 연구의 훈련효과로서 근피로 감소에 대한 현상적인 의미를 다소 부여할 수 있을 것이라 판단된다.

CPK는 PCr circuit의 핵심 요소이며, ATP-PCr을 통하여 근육 활동을 위한 ATP 생성에 기여하지만, 혈액 내에 CPK가 지나치게 증가되는 것은 세포의 파괴(cell disruption) 같은 세포질 장애(cellular disturbance)와 관련이 있으며, 이로 인하여 CPK가 혈액으로 흘러나오게 된다(Totsuka et al., 2002). 이를 바탕으로 운동으로 인한 CPK의 증가는 운동 후 근육의 손상을 나타내는 지표로 활용되고 있다. 이 연구에서는 안정 시와 검사 직후에서 모두 통계적으로 유의한 변화가 나타나지 않았다. 그러나 검사 직후 CPK의 경우 TR이 10.52% 감소된 반면 CON은 35.97% 증가되어, 운동을 상대적으로 많이 한 TR이 근손상이 적게 발생하여 이 연구의 처치가 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다.

결론

이 연구의 목적은 12주간의 클럽벨·스텝박스 순환운동이 20~30대 남성 배드민턴 동호인의 체력, 배드민턴 수행능력 및 피로도에 미치는 영향을 규명하는 것이며, 이 연구에서 얻은 결과를 요약하여 제시

하면 다음과 같다.

- 1) 두 집단 모두 신체구성의 유의한 변화가 나타나지 않았다.
 - 2) TR의 $VO_2\max$, 상대최고파워, 상대평균파워, 상대악력, 팔굽혀 펴기, 반복점프스쿼트, SSPT, 10 m 달리기, 그리고 헥사곤민첩성이 유의하게 증가되었다.
 - 3) TR의 포핸드클리어정확도, 배드민턴민첩성, 배드민턴지구력, 그리고 스매시속도가 유의하게 증가되었다.
 - 4) 두 집단 모두 피로도의 유의한 변화가 나타나지 않았다.
- 이상의 결과를 통하여 12주간의 클럽벨·스텝박스 순환운동이 20~30대 남성 배드민턴 동호인의 체력과 배드민턴 수행능력의 향상에 공헌하였다고 결론지을 수 있다. 따라서 이와 같은 운동유형이 배드민턴 동호인이 공간과 시간의 제약을 받지 않고 경기력을 향상시키는데 도움을 주는 방안이라고 할 수 있다. 그러나 체력의 경우 서전트 점프에서 개선이 나타나지 않았고, 피로도의 경우에는 근피로와 근손상에 대하여 현상적인 가치는 있었던 것으로 판단되나 통계적으로 유의한 개선은 없었기 때문에 추후 이를 보완할 수 있는 후속 연구가 요구된다.

CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: KM Lee & MG Lee; Data curation: KM Lee; Formal analysis: KM Lee & MG Lee; Methodology: KM Lee; Project administration: MG Lee; Visualization: MG Lee, Writing – original draft: KM Lee, Writing-review & editing: MG Lee

참고문헌

- Ahmed, M., & Ghai, G. D. (2020). Joints activity and its role in the upper extremity in badminton strokes: A biomechanical perspective of sports education. *Humanities and Social Sciences Reviews*, 8(4), 522-529.
- Allen, D. G., & Trajanovska, S. (2012). The multiple roles of phosphate in muscle fatigue. *Frontiers in Physiology*, 3(463), 1-8.
- Asadi, A., Arazi, H., Young, W. B., & de Villarreal, E. S. (2016). The effects of plyometric training on change-of-direction ability: A meta-analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 563-573.
- Bacon, A. P., Carter, R. E., Ogle, E. A., & Joyner, M. J. (2013). VO₂max trainability and high intensity interval training in humans: A meta-analysis. *PLoS One*, 8(9), 1-7.
- Borms, D., & Cools, A. (2018). Upper-extremity functional performance tests: Reference values for overhead athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 39(6), 433-441.
- Choi, W. H., & Lee, J. N. (2022). Effect of clubbell training on glenohumeral internal and external rotation, muscle function, and ball velocity in baseball pitchers. *The Asian Journal of Kinesiology*, 24(2), 19-28.
- Cronin, J., Lawton, T., Harris, N., Kilding, A., & McMaster, D. T. (2017). A brief review of handgrip strength and sport performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(11), 3187-3217.
- Darussalam, A. M., Yunus, M., & Pribadi, H. P. (2023). The effect of box jump, box shuffle, and squat jump training on speed in badminton athletes, state university of malang. *Journal of Indonesian Physical Education and Sport*, 9(1), 15-20.
- Davey, P. R., Thorpe, R. D., & Williams, C. (2002). Fatigue decreases skilled tennis performance. *Journal of Sports Sciences*, 20(4), 311-318.
- Degot, M., Blache, Y., Vigne, G., Franger, G., Neyton, L., & Rogowski, I. (2021). Intra- and intersession reliability and agreement of the unilateral seated shot-put test outcome measures in healthy male athletes. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1), 1-7.
- Dobson, N. (2022). Exercise-induced metabolites and fatigue: Can an inorganic phosphate breakpoint predict the rapid onset of peripheral fatigue?. *The Journal of Physiology*, 600(15), 3391-3392.
- Eickhoff-Shemek, J. M., & Keiper, M. C. (2014). High-intensity exercise & the legal liability risks. *ACSM's Health and Fitness Journal*, 18(5), 30-37.
- Faude, O., Meyer, T., Rosenberger, F., Fries, M., Huber, G., & Kindermann, W. (2007). Physiological characteristics of badminton match play. *European Journal of Applied Physiology*, 100(4), 479-485.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149-1160.
- Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A., & De Koning, J. J. (2017). Monitoring training loads: The past, the present, and the future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 1-7.
- Gokulkrishnan, G. (2018). Effect of circuit training and interval training on vital capacity and VO₂ max in women badminton players. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*, 3(2), 1204-1206.
- Güçlüöver, A., Demirkan, E., Kutlu, M., Çiğerci, A. E., & Esen, H. T. (2012). The comparison of some physical and physiological features of elite youth national and amateur badminton players. *Nigde University Journal of Physical Education and Sport Sciences*, 6(3), 244-250.
- Guo, Z., Huang, Y., Zhou, Z., Leng, B., Gong, W., Cui, Y., & Bao, D. (2021). The effect of 6-week combined balance and plyometric training on change of direction performance of elite badminton players. *Frontiers in Psychology*, 12, 1-10.
- Hastie, P. A., Sinelnikov, O. A., & Guarino, A. J. (2009). The development of skill and tactical competencies during a season of badminton. *European Journal of Sport Science*, 9(3), 133-140.
- Heller, J. (2010). Physiological profiles of elite badminton players aspects of age and gender. *British Journal of Sports Medicine*, 44(1), 1-17.
- Hidayat, Y., Yudianta, Y., Hambali, B., & Nugraha, R. (2022). Reliability and factorial validity of badminton basic skill among badminton beginner athletes: A preliminary study. *International Journal of Human Movement and Sports Science*, 10(5), 922-931.
- Hong, S. H., Park, S. J., Lee, S., Kim, S., & Cho, M. H. (2015). Biological effects of inorganic phosphate: Potential signal of toxicity. *The Journal of Toxicological Sciences*, 40(1), 55-69.
- Hwang, W., Park, K., & Kang, S. (2020). Effect of plyometric training on anaerobic power and isokinetic muscular function in taekwondo demonstration players. *The Korean Society of Sports Science*, 29(2), 1321-1331.
- Indora, N. K., Anand, P., Chettri, S., & Kumar, V. (2022). Correlation of upper limb explosive power with smash velocity and performance in badminton players: A cross-sectional study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 16(5), 9-12.
- Jang, H. S., Kim, D., & Park, J. (2017). Immediate effects of different types of stretching exercises on badminton jump smash. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(7-8), 1014-1020.
- Klika, B., & Jordan, C. (2013). High-intensity circuit training using body weight: Maximum results with minimal investment. *ACSM's Health and Fitness Journal*, 17(3), 8-13.
- Ko, D. H., Choi, Y. C., & Lee, D. S. (2021). The effect of short-term Wingate-based high intensity interval training on anaerobic power and isokinetic muscle function in adolescent badminton players. *Children*, 8(6), 458-470.

- Kwon, Y., Park, S., Kim, E., & Park, J. (2008).** The effects of multi-component exercise training on VO₂ max, muscle mass, whole bone mineral density and fall risk in community-dwelling elderly women. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 57(3), 339-348.
- Lee, J. N., You, G. H., & Shin, Y. A. (2021).** Comparative analysis of shoulder muscle activity during cast movements for clubbell and dumbbell exercises. *Journal of Coaching Development*, 23(3), 160-169.
- Lin, Z., Blazevich, A. J., Abbiss, C. R., Wilkie, J. C., & Nosaka, K. (2023).** Neuromuscular fatigue and muscle damage following a simulated singles badminton match. *European Journal of Applied Physiology*, 123(6), 1229-1240.
- Loureiro, L. D. F. B., & de Freitas, P. B. (2016).** Development of an agility test for badminton players and assessment of its validity and test-retest reliability. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(3), 305-310.
- Low, M. J., San Tan, A. L., Chan, E. W. M., & Low, J. Y. (2023).** Flywheel eccentric overload training versus plyometric training on countermovement jump parameters, badminton-specific agility and flexibility amongst university badminton players. *Malaysian Journal of Movement, Health and Exercise*, 12(2), 86-94.
- Madsen, C. M., Højlyng, M., & Nybo, L. (2016).** Testing of badminton-specific endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(9), 2582-2590.
- Marcos-Pardo, P. J., Orquin-Castrillón, F. J., Gea-García, G. M., Menayo-Antúnez, R., González-Gálvez, N., Vale, R. G. D. S., & Martínez-Rodríguez, A. (2019).** Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 9(1), 7830-7840.
- Minh, T. T., & Do Minh, S. N. (2019).** Enhancing the agility for female badminton athletes at Saigon University. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 6(5), 104-108.
- Mohan, K., & Kalidasan, R. (2016).** Influence of circular strength training system on selected physical fitness components and performance variables among field hockey players. *International Journal of Multidisciplinary Research and Modern Education*, 2(1), 513-518.
- Mosey, T. (2011).** Power endurance and strength training methods of the Australian lightweight men's four. *Journal of Australian Strength Conditioning*, 19(1), 9-19.
- Nabia, G., & Elbadry, N. (2016).** Effect of clubbell exercises on certain physical variables and performance level of javelin throw. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health*, 16(1), 64-68.
- Nadzalan, A. M., Abdullah, M. F., Janep, M., Azzfar, M. S., Karim, Z. A., & Japilus, S. J. M. (2018).** Jump and lunge frequencies analysis during men's single badminton matches: Implications on physical conditioning training. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(2.15), 165-167.
- Nugroho, S., Nasrulloh, A., Karyono, T. H., Dwihandaka, R., & Pratama, K. W. (2021).** Effect of intensity and interval levels of trapping circuit training on the physical condition of badminton players. *Journal of Physical Education and Sport*, 21(3), 1981-1987.
- O'keeffe, S. L., Harrison, A. J., & Smyth, P. J. (2007).** Transfer or specificity? An applied investigation into the relationship between fundamental overarm throwing and related sport skills. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 12(2), 89-102.
- Park, W. B., Cho, H. S., & Lee, M. G. (2019).** Effects of 12 weeks of high intensity circuit training on abdominal fat, physical fitness, blood lipids, and insulin resistance in middle-aged obese women. *Korean Journal of Sports Science*, 30(2), 236-250.
- Phomsoupha, M., & Laffaye, G. (2015).** The science of badminton: Game characteristics, anthropometry, physiology, visual fitness and biomechanics. *Sports Medicine*, 45(4), 473-495.
- Phomsoupha, M., Berger, Q., & Laffaye, G. (2018).** Multiple repeated sprint ability test for badminton players involving four changes of direction: Validity and reliability(part 1). *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 423-431.
- Ramírez-Campillo, R., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2013).** Effects of plyometric training volume and training surface on explosive strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2714-2722.
- Ramirez-Campillo, R., Castillo, D., Raya-González, J., Moran, J., de Villarreal, E. S., & Lloyd, R. S. (2020).** Effects of plyometric jump training on jump and sprint performance in young male soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50, 2125-2143.
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., & González-Badillo, J. J. (2021).** Effect of velocity loss during squat training on neuromuscular performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 31(8), 1621-1635.
- Romero-Franco, N., & Jiménez-Reyes, P. (2017).** Effects of warm-up and fatigue on knee joint position sense and jump performance. *Journal of Motor Behavior*, 49(2), 117-122.
- Shibinde, T., & Kulothungan, P. (2023).** Effect of plyometric training on different surfaces on explosive power and muscular endurance performance of male volleyball players. *Journal of Namibian Studies: History Politics Culture*, 38, 562-575.
- Slimani, M., Chamari, K., Miarka, B., Del Vecchio, F. B., & Chéour, F. (2016).** Effects of plyometric training on physical fitness in team sport athletes: A systematic review. *Journal of Human Kinetics*, 53(1), 231-247.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005).** Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35, 501-536.
- Sturgess, S., & Newton, R. U. (2008).** Design and implementation of a specific strength program for badminton. *Strength and Conditioning Journal*, 30(3), 33-41.
- Totsuka, M., Nakaji, S., Suzuki, K., Sugawara, K., & Sato, K. (2002).**

Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1280-1286.

- Van den Tillaar, R. (2019).** Comparison of kinematics and muscle activation between push-up and bench press. *Sports Medicine International Open*, 3(3), 74-81.
- Walter, S., Petersen, C., & Basu, A. (2019).** Effect of an 8-week Indian clubbell strengthening programme on handball players' shoulder muscle strength and range of motion. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(S2), S75-S115.
- Wong, T. K., Ma, A. W., Liu, K. P., Chung, L. M., Bae, Y. H., Fong, S. S., Ganesan, B. O., & Wang, H. K. (2019).** Balance control, agility, eye-hand coordination, and sport performance of amateur badminton players: A cross-sectional study. *Medicine*, 98(2), 1-6.
- Young, W., Talpey, S., Bartlett, R., Lewis, M., Mundy, S., Smyth, A., & Welsh, T. (2019).** Development of muscle mass: How much is optimum for performance?. *Strength and Conditioning Journal*, 41(3), 47-50.
- Zhou, W., Ma, X., Pan, L., Wang, Y., & Zhou, C. (2020).** Application of conventional ultrasound coupled with virtual touch tissue imaging and quantification in the assessment of muscle strength. *Annals of Palliative Medicine*, 9(5), 3402-3409.

12주간의 클럽벨·스텝박스 순환운동이 20~30대 남성 배드민턴 동호인의 체력, 배드민턴 수행능력 및 피로도에 미치는 영향

이규민¹, 이만균²

¹경희대학교 체육대학원 박사과정

²경희대학교 체육대학원 교수

[목적] 이 연구의 목적은 12주간의 클럽벨·스텝박스 순환운동이 20~30대 남성 배드민턴 동호인의 체력, 배드민턴 수행능력 및 피로도에 미치는 영향을 규명하는 것이다.

[방법] 경력 5년 이상의 20~30대 남성 배드민턴 A조(최상급) 30명을 운동집단($n=15$)과 통제집단($n=15$)으로 무선 할당하였다. 운동집단의 대상자는 12주간, 주 3회, 회당 50~55분, 최대 8~12회 반복 가능한 클럽벨 운동과 최대심박수 77% 이상의 스텝박스 운동을 순환운동 형태로 실시한 반면, 통제집단의 대상자는 동일한 처치 기간 동안 특별한 처치를 받지 않고 평소의 생활습관을 그대로 유지하도록 하였다. 신체구성, 체력, 배드민턴 수행능력 및 피로도와 관련된 종속변인을 측정 한 후, 반복이원분산분석을 통하여 두 집단 간에, 그리고 두 시기(사전검사, 사후검사) 간에 비교하였다.

[결과] 이 연구의 주요 결과는 다음과 같다. 1) 신체구성과 관련하여 모든 변인에서 통계적으로 유의한 변화가 나타나지 않았다. 2) 체력과 관련하여 운동집단의 VO_{2max} , 상대최고파워, 상대평균파워, 상대악력, 팔굽혀펴기, 반복점프스쿼트, SSPT, 10 m 달리기, 그리고 헥사곤민첩성이 유의하게 증가되었고, 통제집단의 팔굽혀펴기가 유의하게 감소되었다. 3) 배드민턴 수행능력과 관련하여 운동집단의 포핸드클리어정확도, 배드민턴민첩성, 배드민턴지구력, 그리고 스매시속도가 유의하게 증가되었고, 통제집단은 포핸드클리어정확도가 유의하게 감소되었으며, 배드민턴민첩성 및 스매시속도가 유의하게 증가되었다. 4) 피로도와 관련하여 모든 변인에서 통계적으로 유의한 변화가 나타나지 않았다.

[결론] 이상의 결과를 종합하면, 12주간의 클럽벨·스텝박스 순환운동은 20~30대 남성 배드민턴 동호인의 체력 및 배드민턴 수행능력 개선에 전반적으로 효과적이었다. 그러나 신체구성과 피로도 개선에는 효과가 나타나지 않아 향후 이에 대한 후속 연구가 요청된다.

주요어

배드민턴, 체력, 클럽벨, 스텝박스, 피로도