

Original Article

Open Access

## 전신진동운동이 프로축구선수들의 유연성과 민첩성에 미치는 효과

김광태 · 김진홍†

수원 삼성 블루윙즈 프로축구단 스포츠 의학팀, 1근로복지공단 인천병원 재활의학연구센터

### The Effects of Whole-Body Vibration Training on the Flexibility and Agility of Professional Soccer Players

Kwang-Tae Kim, P.T., M.S · Jin-Hong Kim, P.T., Ph.D†

*Department of Sport Medical Team, Suwon Samsung Bluewings Football Club, Suwon, Republic of Korea*

*<sup>1</sup>Clinical Rehabilitation Research Center, Korea Worker's Compensation & Welfare Service, Incheon Hospital, Incheon, Republic of Korea*

Received: January 9, 2020 / Revised: February 12, 2020 / Accepted: February 17, 2020

© 2020 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

#### | Abstract |

**Purpose:** The purpose of this study was to investigate the effect of whole-body vibration training on the flexibility and agility of professional soccer players.

**Methods:** Sixteen professional soccer players participated voluntarily in the study. Subjects were allocated to two groups: the experimental group received whole-body vibration (WBV) and team training, and the control group received only team training. Team training was conducted in 15 sessions of 70 min duration over 3 weeks. WBV training was applied at 40 Hz frequency, 5 sets (1 min-training, 1 min-resting) in a squatting position. Outcomes from sit-and-reach, side-step test, burpee test, and T-test were measured before and after training. To examine pre- and post-intervention differences between the two groups, a paired t-test was used. Independent t-tests were performed to compare pre- and post-test scores and the time difference of the two groups.

**Results:** Significant improvements in sit-and-reach and agility variables were observed in the experimental group ( $p < 0.05$ ). In particular, flexibility (sit-and-reach) and agility (the side-step test and the burpee test) were significantly different between the two groups ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** These findings suggest that whole-body vibration training has a positive effect on performance enhancement for professional soccer players.

**Key Words:** Whole body vibration, Flexibility, Agility, Soccer

†Corresponding Author : Jin-Hong Kim (obok0505@naver.com)

## I. 서론

최근 우리나라는 월드컵 및 유럽 축구리그의 흥행으로 인해 축구에 대한 대중의 관심이 커지고 있다. 이에 자연스럽게 국내 리그에 대한 관심도 증가하였다. 그래서 프로 선수뿐만 아니라 지도자 및 스포츠 과학자들은 좋은 경기력을 펼치기 위한 각고의 노력을 다 하고 있다(Jovanovic et al., 2011). 축구 경기에서는 스프린트, 방향 전환, 연속적인 기술 변환과 점프 동작, 다양한 각도로의 질주, 반대편으로의 갑작스러운 측면 이동 등의 상황이 복합적으로 발생한다. 이러한 돌발적인 상황에 대처하는 능력을 키우기 위해서는 민첩성과 유연성 강화 훈련이 반드시 필요하다(Dupont et al., 2004).

민첩성과 유연성은 축구에서 체력 및 신체 밸런스의 바탕이 되며, 고강도 운동과 유연성 운동으로 관리된 체력은 신경근의 자극을 통해 근 파워를 향상하고 유지하게 된다(Requena et al., 2009). 그렇기 때문에 현장에서 유연성 및 민첩성 향상을 위한 플라이오메트릭, 코디네이션 훈련과 같은 프로그램을 사용하고 있다. 하지만, 이러한 훈련 방법은 고강도 점프 위주로 부상의 위험성이 높고, 체력 소모가 많기 때문에 어려움이 따르게 된다(Thomas et al., 2009). 따라서, 보다 간편하고 안전하게 체력을 향상할 수 있는 보조 장비를 이용한 훈련에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.

전신 진동 훈련(whole body vibration training, WBV)은 1990년대 후반 들어 근 기능 훈련 프로그램 분야에 새롭게 도입되어 2000년 초 중반에 많은 스포츠 팀, fitness center, 재활 clinic 등 폭넓게 적용되고 있는 새로운 훈련 방법이다(Yim, 2005). 전신 진동운동은 기계적으로 발생하는 진동을 사용하여 속도를 증가시키므로써 신체를 3.5~15g에 해당하는 과 중력 상태에 노출시켜 플라이오메트릭 훈련이나 근력 강화 운동과 같은 신경 근계에 중력 부하를 증가시키게 된다. 인체는 건과 근육을 통해 진동을 인지하고 완충시키기 위한 반응을 보이게 된다. 이를 통해 반사적 근 수축을 일으키게 됨으로써 고유수용성 감각 신경근의 기능 향상을 가져온다(Cardinale & Bosco, 2003).

을 가져온다(Cardinale & Bosco, 2003).

선행 연구에서 Bosco 등(1999)은 국가대표 급 여자 배구 선수를 대상으로 실시한 10분간의 진동 트레이닝 후 레그 프레스 운동은 평균 Power를 향상했다고 보고하였으며(Bosco et al., 1999), Kim (2000)은 30~50대 중 체지방률이 40% 이상인 대상자 12명을 6주간 진동운동을 실시하게 한 후 체성분 및 혈중 지질농도를 분석한 결과 체중, 체지방률, 중성지방, 총 콜레스테롤 등이 감소하였고, 복부 및 하지 extensor의 근력과 반응속도, 민첩성이 통계적으로 유의한 값을 보였다(Kim, 2000). 또한 Torvinen 등(2002)은 15~30Hz의 전신 진동운동을 4분간 처치한 결과 민첩성, CMJ(counter movement jump) 수행력, 하지 근력, 악력 등이 처치 2분 후에서 통계적으로 유의하게 증가했다고 보고하였다(Torvinen et al., 2002).

이와 같이 최근까지 전신 진동 훈련에 관한 많은 연구들이 진행되고 있지만, 국내, 외에서 아직 신체 기능이 최적으로 도달한 프로 스포츠 선수들을 대상으로 한 연구는 부족한 실정이다. 그래서, 본 연구에서는 국내 프로축구 선수들을 대상으로 전신 진동 훈련을 적용하였을 때 유연성 및 민첩성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고, 선수들의 부상 방지와 경기력 향상을 위한 훈련 프로그램으로 도움이 될 수 있는지에 대한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 프로축구 K리그에 등록된 수원시 소재의 S 구단 선수를 대상으로 진행하였다. 대상자는 연구 목적에 대한 설명을 듣고, 자발적으로 참여한 16명을 모집하여 실시하였다. 대상자 선정 시 선정 기준은 1) 한국 국적을 가진 남자 프로축구 선수, 2) 만 20세 이상 30세 미만의 연령 제한 설정을 하였다. 또한, 제외 기준으로는 1) 신경계 및 근 골격 계통에 이상이 없는

자, 2) 최근 3개월 이내에 수술 병력이 없는 자, 3) 진동으로 인한 자극에 거부감이 없는 자, 4) 팀 훈련이 외 개인 훈련을 받는 자를 제외하고 실시하였다. 그룹 설정은 무작위 추출 방법으로 실험군 8명, 대조군 8명으로 설정하였다.

## 2. 측정 방법 및 도구

모든 검사는 2번을 측정하여 평균값으로 결정하였고 검사 순서는 sit and reach -test, side step-test, Burpee-test, T-test 순으로 진행하였으며 검사와 검사 사이에 휴지기 3분을 갖도록 하였다.

### 1) 유연성 측정

#### (1) Sit and reach test

Sit and reach test 측정은 대상자가 기기 앞에 바르게 다리를 펴고 앉은 자세로, 무릎을 바닥에서 떨어지지 않도록 하며, 양팔은 귀에 붙이고 허리를 최대한 구부린 후 손끝으로 눈금자를 밀고, 마지막 자세를 2초간 유지하도록 하였다. 측정단위는 1cm로 설정하였다. 이 검사는 축구선수들의 유연성을 측정하기에 신뢰도와 타당도가 높은 검사 방법이다(Sporis et al., 2011).

### 2) 민첩성 측정

#### (1) Side step-test

Side step-test는 체중을 이용해 몸을 좌우로 재빠르게 이동하는 능력을 측정하는 테스트로 측정방법은 다음과 같다. 120cm 간격의 선 3개를 그은 다음 중앙선을 중심으로 다리를 좌우로 벌려 선다. 시작 신호에 의해 중앙선→우측선→중앙선→좌측선→중앙선을 통과 스텝 운동을 실시하여 20초간 각 선을 통과할 때마다 1회를 측정하며, 20초간 최대한 빠른 속도로 이동하도록 구두 격려하였고, 선을 밟거나 지나지 못할 경우 측정치로 인정하지 않았다. 또한 미끄러졌을 경우 중지하고 2분 휴식 후 재 측정하였다. 이 검사의

검사자 간 신뢰도는  $r=0.88$ , 검사-재검사 신뢰도는 0.93으로 매우 높게 나왔다(McCormick, 2014).

### (2) Burpee test

Burpee-test는 신체를 빠르게 이동하는 동작을 반복함으로써 전신 근육의 민첩성 및 협응성을 측정하는 방법으로, 일어난 자세에서 시작하며 팔을 짚고 엎드렸다가 일어나는 동작을 반복하는 것이다. 바로 선 자세로 시작한 다음, 시작 신호에 따라 팔로 바닥을 짚고 무릎을 굽힌다. 곧 양쪽 다리를 뒤로 뺀치고 양팔을 짚고 앞으로 엎드린 자세를 취하며 계속하여 발을 앞으로 굽히면서 다시 일어나서 선 자세로 돌아오는 것을 1회로 측정하여 20초간 되풀이 한 횟수를 기록하였다.

### (3) T-test

T-test는 T자 형으로 시작점(a)을 기준으로 전방 10m에 콘(b)을 세우고, 콘(b)을 중심으로 좌로 5m 지점에 콘(c)을, 우로 5m 지점에 콘(d)을 설치하고, 대상자는 a지점에서 시작하여 b를 지나 사이드 스텝으로 c지점의 콘을 터치하고 사이드 스텝으로 d지점의 콘을 터치한 후 다시 b 지점을 지나 백 스텝으로 a 지점으로 돌아온다. 검사자는 초 시계를 이용하여 시간을 기록한다. 이 검사는 축구선수들의 민첩성을 검사하기에 신뢰도와 타당도가 높은 검사 방법이다(Sporis et al., 2010).

## 3. 실험 절차

16명을 대상으로 실험군(n=8)과 대조군(n=8)으로 나눠 3주간 주중 5회, 1일 80분에 걸쳐 훈련을 실시하였다. 두 군 모두 실험 전, 후 유연성 검사(sit and reach test)와 민첩성 검사(side step test, Burpee test, T-test)를 진행하였다(Fig. 1).

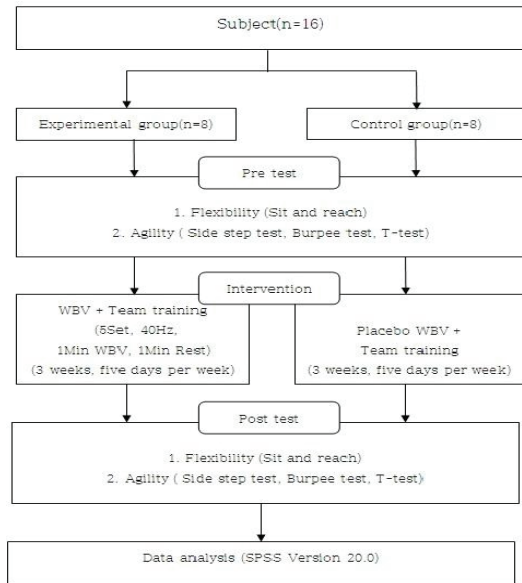


Fig. 1. Schematic diagram of study process.



Fig. 2. WBV training.

### 1) 실험군

전신 진동 훈련은 Power Plate Pro 5(Power plate Pro 5, power plate®, USA) 위에서 무릎을 80도 flexion 자세에서 40Hz frequency, Air Level 2(60~90kg), Amplitude-Low 로 설정하여 전신 진동 훈련(1분)과 휴지기(1분)로 5세트 로 구성하여 실시하였다. 팀 훈련은 스트레칭 및 가벼운 스텝으로 구성된 워밍업(10분)을 시작으로 기본 패스 훈련(10분), 전술 및 기술 훈련(40분), 조깅 및 정리운동으로 구성된 쿨다운(10분)으로 마무리하였다. 팀 훈련 전에 전신 진동 훈련을 실시하였다 (Beak, 2012; Bosco et al., 1999; Hazell et al., 2007)(Fig. 2).

### 2) 대조군

Placebo 전신운동훈련은 Power Plate Pro 5(Power plate Pro 5, power plate®, USA) 위에서 무릎을 80도 flexion 자세에서 유지기(1분), 무릎을 full extension 자세에서 휴지기(1분)로 5세트 구성하여 실시하고 팀 훈련을 소화하고 마무리하였다.

### 4. 자료 분석

본 연구는 SPSS 20.0 통계프로그램을 이용하였다. 모든 자료는 Shapiro-Wilk 검정을 통해 정규성 검정을 하였고, 연구 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하였으며, 일반적 특성에 대한 차이는 독립 표본 t 검정과 카이제곱( $\chi^2$ ) 검정으로 분석하였다. 집단 내 훈련 전, 후 유의성 검정은 대응표본 t 검정을 하였고, 집단 간 유의성 검정은 독립 표본 t 검정을 실시하였다. 모든 통계적 유의 수준(a)은 0.05 이하로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 참가자들의 특성은 아래와 같다 (Table 1).

2. 전신진동훈련에 따른 유연성의 변화

1) Sit and reach-test

실험군의 sit and reach test에서 실험 전·후 변화에 대해서 통계적으로 유의한 변화를 보였으며( $p < 0.05$ ), 전·후 변화에 대한 두 그룹 간 비교에서도 통계적으로 유의한 값을 나타냈다( $p < 0.05$ )(Table 2).

3. 전신진동운동훈련에 따른 민첩성의 변화

1) Side step-test

실험군의 side step-test 전·후 변화에 대해서 통계적으로 유의한 변화를 보였으며( $p < 0.05$ ), 전·후 변화에 대한 두 그룹 간 비교에서도 통계적으로 유의한 값을 나타냈다( $p < 0.05$ )(Table 3).

2) Burpee-test

실험군의 Burpee-test 전·후 변화에 대해서 통계적으로 유의한 변화를 보였으며( $p < 0.05$ ), 전·후 변화에 대한 두 그룹 간 비교에서도 통계적으로 유의한 값을 나타냈다( $p < 0.05$ )(Table 4).

Table 1. General characteristics of the participants (n=16)

	EG (n=8)	CG (n=8)	$\chi^2/t$ (p)
Age (year)	22.13±1.95	21.50±2.20	0.50
Height (cm)	180.38±5.65	179.88±5.93	0.48
Weight (kg)	76.30±5.92	75.22±7.22	0.31
BMI (score)	23.43±0.68	23.21±1.19	0.45

EG: experimental group, CG: control group  
 Values are presented as mean ± standard deviation.  
 $p < 0.05$

Table 2. Comparison of Sit and Reach between two groups (n=16)

	Experimental group (n=8)	Control group (n=8)	t (p)
S&R (cm)			
Pretest	17.18 ± 5.53	15.08 ± 8.78	0.57(0.58)
Posttest	18.90 ± 5.53	15.40 ± 8.66	
Post-pre	1.71 ± 1.02	0.31 ± 0.83	3.01(0.01*)
t (p)	-4.74(0.00*)	-1.00(0.32)	

S&R: sit and reach.  
 Values are expressed as mean ± standard deviation.  
 \* $p < 0.05$

Table 3. Comparison of Side step-test between two groups (n=16)

	Experimental group (n=8)	Control group (n=8)	t (p)
SST (ea)			
Pretest	46.25±1.28	47.88±1.45	0.86(0.04*)
Posttest	51.88±2.90	49.25±3.37	
Post-pre	5.63±3.37	1.38±2.26	2.96(0.01*)
t (p)	-4.71(0.00*)	-1.72(0.13)	

ST: side step-test.

Values are expressed as mean ± standard deviation.

\*p<0.05

Table 4. Comparison of Burpee Test between two groups (n=16)

	Experimental group (n=8)	Control group (n=8)	t (p)
BT (ea)			
Pretest	13.63±1.18	14.25±1.38	-0.97(0.35)
Posttest	15.25±1.03	14.38±1.40	
Post-pre	1.63±0.74	0.13±0.99	3.42(0.00*)
t (p)	-6.18(0.00*)	-0.36(0.73)	

BT: Burpee test.

Values are expressed as mean ± standard deviation

\*p<0.05

Table 5. Comparison of T-test between two groups (n=16)

	Experimental group (n=8)	Control group (n=8)	t (p)
TT (sec)			
Pretest	11.03±0.50	10.90±0.52	0.53(0.60)
Posttest	10.53±0.31	10.62±0.38	
Post-pre	-0.05±0.36	-0.27±0.35	-1.24(0.23)
t (p)	3.86(0.00*)	2.18(0.07)	

TT: T-test.

Values are expressed as mean ± standard deviation.

\*p<0.05

3) T - test

실험군의 T-test 전·후 변화에 대해서 통계적으로 유의한 변화를 보였다(p<0.05)(Table 5)

IV. 고찰

전신 진동 훈련은 안전하고 편리하며, 고유수용성 신경근 촉진 작용으로 인한 신체 기능의 향상에 효과적인 운동법으로 알려져 있다(Kim & Yim, 2007). 특히,

스포츠 선진국에서 전신 진동 훈련을 운동 처치 방법으로 적용하여 스포츠 선수들의 경기력 향상을 위한 중재방법으로 적용한 사례들이 다 수 있으나(Bosco et al., 1999; Cochrane & Stannard, 2005), 국내에는 프로 선수들을 대상으로 한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 국내 프로축구선수를 대상으로 전신 진동 훈련이 유연성과 민첩성에 미치는 영향을 살펴 보았다.

축구에서 중요한 체력 요소인 유연성은 신체를 부드럽게 조정하고, 속도 변화와 방향 전환 등을 잘 구사할 수 있도록 하며, 상해 예방 및 신체 안정성을 높여 운동능력을 향상하게 한다(Dupont et al., 2004). 본 연구의 결과, 유연성 변화는 실험군에서 유의한 증가를 보였으며( $p < 0.05$ ), 두 그룹 간에도 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 전신 진동운동이 축구선수의 유연성 향상에 효과가 있는 것을 의미한다고 볼 수 있다. Despina 등(2013)은 11명의 엘리트 리듬체조 선수들을 대상으로 30Hz와 2mm Amplitude의 전신 진동운동을 실시한 결과 유연성과 균형능력, 근력이 유의하게 향상되었다고 보고하였다(Despina et al., 2014). 또한, Cochrane와 Stannard (2005)는 20대 여자 필드하키 선수 18명을 대상으로 전신 진동운동의 효과를 비교한 연구에서, 26Hz의 전신 진동운동을 적용한 그룹이 대조군과 사이클 군에 비해 통계적으로 유의한 수준으로 유연성의 증가가 나타났다고 보고하였다(Cochrane & Stannard, 2005). 이와 같은 선행연구는 본 연구와 일치하는 결과를 나타냈다. 이러한 이유는 전신 진동운동이 새로운 형태의 자극을 통해 추가적인 신경 적응을 일으키고, 근육 내 근방추 및 골 지건 기관(GTO)을 활성화시킴으로써 근육이 길이와 장력의 변화를 통한 하지의 유연성 증가에 기여하였음을 알 수 있다(Cardinale & Bosco, 2003; Cardinale & Wakeling, 2005).

민첩성은 스프린트, 속도 변화, 방향 전환 등 연속적이고 다양한 움직임이 복합적으로 발생하는 축구에서 중요한 체력 요소로 꼽히며, 민첩성의 향상은 신체의 통제능력을 증가해 부상 확률을 낮추고, 기술 체력을

유지시켜 경기력 향상에 기여할 수 있는 것으로 나타났다(Jovanovic et al., 2011). 민첩성의 향상은 근력과 파워, 스피드, 협응성 등 다양한 체력요인이 복합적으로 작용하기 때문에 그 훈련 또한 다양한 방식으로 적용되어야 한다(Stølen et al., 2005). 본 연구에서 민첩성에 대한 측정방법인 side step-test, Burpee-test, T-test 결과, 실험군에서 통계적으로 유의 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 또한 Side step-test와 Burpee-test에서는 그룹 간 실험 전·후 변화 차에 대한 분석에서 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 이와 같은 결과는 전신 진동 훈련이 축구선수에게 근력 유지 및 유연성의 증가를 통해 민첩성 향상에 긍정적 효과를 가져왔다고 볼 수 있다. 본 연구의 주파수(Hz), 진폭(amplitude), 휴식시간(resting time)의 변인 설정에 영향을 준 두 선행 논문을 살펴보면, Delecluse 등(2003)은 74명의 젊은 여성을 대상으로 전신 진동 운동군, Placebo 전신 진동 운동군, 저항 운동군, 대조 군으로 나눠 12주간 1주일에 3번 훈련한 결과, 점진적으로 2.5~5mm amplitude, 35~40Hz, resting time 60~5초를 수행한 고강도 전신 진동 운동군에서 하지 근력과 민첩성 검사에서 통계적으로 유의한 수준의 변화를 보였다(Delecluse et al., 2003). 또한 Beck (2012)의 연구에서 전신 진동 운동 시 40Hz에서 하지 근 활성화도 검사 electromyography (EMG)-rms 값이 1.79~10.38 배까지 향상된 결과를 보고하였다. 이와 같이 선행연구는 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 다만, 본 연구 결과 중 T-test에서 집단 간 유의성을 보이지 않은 것은 근력 및 근 파워가 일정 수준에 도달해 있는 프로축구선수들로 구성되어 있기 때문이라고 사료된다. 전신 진동 훈련의 기계적 진동은 근육 내의 근방추와 골 지건 기관(GTO)을 자극하여 고유 수용 감각기의 활성화도가 높아지면 운동 단위가 증가되어 반사적 근수축을 일으키게 됨으로써 신경 근계를 활성화시킨다(Bosco, 1999). 따라서 본 연구에서도 전신 진동 훈련이 근육 내 운동신경의 동시 활성화로 인해 근신경계를 활성화시키고 협력근의 동시 수축을 증가시켜 하지 근력의 발달로 이어져 민첩성 향상에 영향을 미치게 된 것으로 설명할 수 있다.

그동안 전신 진동 훈련의 강도 및 효과에 관한 다양한 연구들이 발표되었지만, 그 대상자가 노인 및 일반인에 한정된 경우가 많았기에, 본 연구에서 하지 근력이 최적으로 발달한 국내 프로 축구선수를 대상으로 연구를 진행하였다. 본 연구를 바탕으로 보다 많은 프로축구선수를 대상으로 다양한 주파수와 다양한 자세에 따른 변화, 그리고 연구기간의 설정 등 다른 변수에 따른 추가 연구가 시행되어야 할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 3주간 프로축구선수를 대상으로 전신 진동 훈련을 적용한 결과 유연성과 민첩성이 향상된 결과를 나타냈다. 따라서 전신 진동 훈련의 사용은 프로축구선수들의 체력 유지 및 관리에 있어서 유연성과 민첩성을 향상할 수 있는 요인을 가지고 있기 때문에 경기력 향상에 도움이 될 수 있다. 그러므로 프로 선수들뿐만이 아닌 유소년 축구선수 및 타 종목 선수들의 체력과 경기력 향상을 위한 훈련 프로그램 방법으로 전신 진동 훈련이 사용되길 기대한다.

## References

- Bosco C, Colli R, Introini E, et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clinical Physiology*. 1999;19(2):183.
- Baek SW. Comparative analysis of lower extremity muscle activity according to frequency during vibration exercise. *Korean Journal of Athletic Science*. 2012;21(6):1541-1550.
- Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2003;31(1):3-7.
- Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *British Journal of Sports Medicine*. 2005;39(9):585-589.
- Cochrane D, Stannard S. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British Journal of Sports Medicine*. 2005;39(11):860-865.
- Despina T, George D, George T, et al. Short-term effect of whole-body vibration training on balance, flexibility and lower limb explosive strength in elite rhythmic gymnasts. *Human Movement Science*. 2014;33:149-158.
- Delecluse C, Roelants M, Verschuere S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003;35(6):1033-1041.
- Dupont G, Akakpo K, Berthoin S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(3):584-589.
- Hazell TJ, Jakobi JM, Kenno K. The effects of whole-body vibration on upper-and lower-body EMG during static and dynamic contractions. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2007;32(6):1156-116.
- Jovanovic M, Sporis G, Omrcen D, et al. Effects of speed, agility, quickness training method on power performance in elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2011;25(5):1285-1292.
- Kim SB, Yim YT. A study on the effects of whole body vibration on improving my nervous system function through analysis of previous studies. *Journal of Coaching Development*. 2007;9(3):115-126.
- Kim JK. Effects of vibration training on fitness and blood lipids in obese middle-aged women. Kyunghee University. Dissertation of Master's Degree. 2000.
- McCormick BT. The reliability and validity of various lateral side-step tests. *International Journal of Applied Sport Science*. 2014;26(2):67-75.



- Requena B, Gonzalez B, Juan J, et al. Functional performance, maximal strength, and power characteristics in isometric and dynamic actions of lower extremities in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(5):1391-1401.
- Sporis G, Jukic I, Milanovic L, et al. Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(3):679-686.
- Sporis G, Vucetic V, Jovanovic M, et al. Reliability and factorial validity of flexibility tests for team sports. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(4):1168-1176.
- Stølen T, Chamari K, Castagna C, et al. Physiology of soccer. *Sports Medicine*. 2005;35(6):501-53.
- Thomas K, French D, Hayes PR. The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(1):332-335
- Torvinen S, Kannus P, Sievanen H, et al. Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2002;34(9):1523-1528.
- Yim YT. A study on whole body vibration exercise as a new exercise-training prescription method. *Journal of Coaching Development*. 2005;7(4):105-116.