



## 하지진동운동이 만성 발목불안 증후군 여자육상선수의 하지분절움직임과 보행능력에 미치는 영향

이명선(충남대학교, 시간강사)·박정민\*(충남대학교, 연구교수)

### 국문초록

본 연구는 만성적 발목 불안정성 여자육상선수들을 대상으로 하지진동운동 프로그램 전과 후에 하지분절 움직임과 보행기능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수행된 연구이다. 본 연구는 D지역 K소재 운동재활센터에 내방중인 만성적 발목 불안정성 여자육상선수 36명을 대상으로 비 운동 대조그룹(NEG: Non Exercise group/  $n=12$ )과 주 3회 미만 진동 운동참여그룹 (DEG: Deficient Exercise group/  $n=12$ ), 정상적인 진동 운동참여그룹(OEG: Over Exercise group/  $n=12$ )으로 선정하여 16주간 진동운동을 진행하였다. 본 연구 수행을 통해 얻어진 자료는 SPSS 24.0 통계프로그램을 이용하여 반복측정이원변량분석을 실시하였으며, 그 결과 다음과 같은 결과를 확인하였다. 첫째, 하지 진동 운동에 따른 하지분절움직임의 변화를 분석한 결과, 발목관절의 배측 굴곡과 저측 굴곡 및 내번과 외번, 무릎관절의 신전과 굴곡, 내회전과 외회전에서 진동 운동그룹(OEG)이 통계적으로 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 둘째, 하지 진동 운동에 따른 보행기능의 보행속도, 분속수, 보장, 활보장의 변화를 분석한 결과, 진동 운동그룹(OEG)에서 통계적으로 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해보면, 하지 진동 운동은 만성 발목 불안정성 여자육상선수의 하지분절움직임과 보행능력에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

한글주요어 : 하지진동운동, 만성발목 불안정성, 하지분절 움직임, 보행기능, 여자육상선수

---

\* 박정민, 충남대학교, E-mail : mine7728@hanmail.net

## I. 서론

스포츠 활동 시 발생할 수 있는 스포츠 손상은 다양한 형태로 나타나고 있으며, 특히, 전문적인 운동선수들의 스포츠 손상의 비율은 매우 높은 것으로 보고되고 있다(Cho, Kim, Moon, Cho, & Lee, 2010). 이러한, 스포츠 손상이 가장 빈번하게 발생하는 부위는 하지(Lower extremity)로써 발목의 발바닥굽힘(족저굴곡, plantar flexion)과 안쪽번짐(내번, inversion), 후족(rear-foot)의 과도한 뒤침(회외, supination) 움직임과 종아리(하퇴, leg)의 기쪽 돌림(외회전, external rotation) 움직임을 통해 발생한다고 알려져 있는 발목기쪽염좌(lateral ankle sprain) 등이 있으며(Croy, Kopenhagen, Saliba, & Hertel, 2013; Hertel, 2002), 이렇게 다양한 하지 스포츠 손상 중 발목의 스포츠손상 비율은 18%를 차지하는 것으로 보고하고 있다(Beynnon, Murphy, & Alosa, 2002; Lynch, 2002).

하지 스포츠 손상의 높은 유병률을 나타내고 있는 만성적 발목 불안정성(Chronic Ankle Instability, CAI)은 발목 인대 손상 이 후 발목의 흔들림을 느끼거나 발목 관절의 불안정함을 느끼는 것을 의미하며(Gribble et al., 2013), 만성적 발목 불안정성의 정확한 원인은 보고되고 있지 않지만, 발목 부상 후 발목 관절의 감각수용기 장애가 그 원인 중 하나로 보고되고 있다(Hiller et al., 2011). 이러한, 만성적 발목 불안정성은 발목 인대 손상 후 40% 정도가 만성적 발목 불안정성으로 진행된다고 보고되고 있으며(Konradsen et al., 2002), 만성적 발목 불안정성으로 인한 발목 인대 부상의 재발생률은 80% 이상

높은 것으로 보고되고 있다(Hertel, 2002). 이렇듯, 만성적 발목 불안정성은 높은 재발률로 인하여 기능 손실은 물론 운동 수행 능력의 기능저하를 유발할 뿐만 아니라 인체의 생활기능과 활동수행능력의 저하를 동반하여 삶의 질을 떨어트리는 것으로 보고되고 있다(Anandacoomarasamy & Barnsley, 2005).

육상선수에게 있어 하지(Lower extremity)의 기능은 경기력을 포함한 다양한 요인에서 매우 민감한 부위로써 하지의 스포츠 손상은 선수생명과 직관된 매우 중요한 부위이다(이정훈 등, 2018). 특히, 발목은 트랙 경기와 필드 경기를 막론하고 모든 종목에서 기본적으로 관리하는 중요한 부위로써 만성적 발목 불안정성과 같은 스포츠 손상은 선수로서의 치명적인 부상으로 인식되고 있다(Hubbard & Hicks Little, 2008; Hubbard & Cordova, 2009). 이러한, 만성적 발목 불안정성은 운동선수에게 가장 나타나기 쉬운 흔한 스포츠손상의 일부지만, 만성적 발목 불안정성으로 인한 운동기능의 장애 요인은 매우 높은 것으로 보고되고 있으며(박정민, 2019), 운동기능 중 하지관절의 시작 지점인 발목관절에서 진행되어 만성으로 진행될 확률이 매우 높아 운동선수에게 있어서는 더욱더 치명적인 기능장애요인으로 평가되고 있다(Delahunt et al., 2010). 이렇듯, 만성적 발목 불안정성은 운동선수들에게 있어 매우 민감한 스포츠손상으로 관리가 필요한 매우 중요한 원인으로 작용하고 있지만, 수술 외 약물치료가 대부분으로 재활과 치료의 기간이 매우 길어 비효율적인 경향을 나타내고 있어 대체요법의 필요성이 강조되고 있다.

본 연구에서 제시하는 하지진동운동요법은 만성적 발목 불안정성 환자들의 재활운동에 많이 사용되는 운동요법으로 무중력상태의 우주비행사의 근

활성도를 높이기 위한 EMS(electronic muscle stimulation)와 함께 개발된 효율적인 운동요법이 다(Cardinale & Rittweger, 2006). 하지진동운동요법은 진동판의 진동을 통해 인체분절의 중심축으로 일정한 진폭을 보내 감각수용기의 안정적인 움직임을 나타내는 방식이며, 중심축에서의 진폭의 양은 0(zero)으로 운동부하 역시 0(zero)이 되고, 중심축에서 멀어질수록 진폭의 양이 커져 운동부하가 높아지는 원리이다(Rauch et al., 2010). 이러한, 진동운동의 효과는 다양한 연구결과를 통하여 보고되고 있으며, Rauch 등 (2010)은 진동판을 이용한 전신운동은 신체중심 축을 중심으로 양발의 체중이 분산되어 허리를 기준으로 근육의 자극 부위가 상승하고 비대칭적인 진동을 유발하여 발목관절과 무릎관절의 움직임이 안정적으로 변화되어 하지분절의 움직임과 회전 운동능력이 상승한다고 보고하고 하였다. 또한, 진동운동은 운동선수의 하지분절움직임과 보행기능(박정민, 김동화, 2020), 일반인의 체력증진과 노인의 근력 및 골밀도 향상과 근 파워 증진, 그리고 신경계 손상 환자 및 근 골격계 손상 환자들의 신체기능 회복 등 다양한 치료의 목적으로 적용되는 것으로 보고되고 있다(Cardinale & Rittweger, 2006). 이와 같이 다양한 선행연구들을 볼 때, 진동운동이 관절 및 근기능 개선에 효율적인 운동인 것으로 생각이 되나, 하지관절의 이상요인에 대한 직접적인 효과를 규명한 연구는 미흡한 것으로 생각된다. 따라서, 본 연구에서는 하지진동운동이 만성적 발목 불안정성 여자육상선수들의 하지분절 움직임과 보행능력에 기능적 향상을 가져올 것이라는 가설아래 하지

진동운동의 효과를 규명하고, 본 연구를 통하여 규명된 결과를 토대로 만성적 발목 불안정성 여자육상선수들의 스포츠 손상의 원인규명과 하지진동운동의 효율성을 제시하는데 연구의 목적이 있다.

## II. 연구 방법

### 1. 분석 대상

본 연구는 2019년 06월부터 2019년 10월까지 D지역과 K소재 운동재활센터에 내방 중인 만성적 발목 불안정성 여자육상선수들을 대상으로 국제발목 협회(International Ankle Consortium, IAC)에서 권고하는 만성적 발목 불안정성(CAI) 환자의 표준 포함 기준에 만족하는 대상자들로 선정하였다(Gribble et al., 2014). 이렇게, 모집된 대상자들은 국제발목협회의 권고에 따라 만성 발목 불안정성 환자(CAI) 선별 관련 설문지로 Ankle Instability Instrument (AII), (Doherty et al., 2014) 와 Foot and Ankle Ability Measure(FAAM), (Sports subscale, Activities of Daily Living subscale), (Carcia, Martin, & Drouin, 2008)를 사용하여 최소 한 번의 심각한 발목 염좌 병력이 있는 인원을 대상으로 선발하였고 제외 기준은 최근 3개월간 하지 부상 경험이 있거나 수술 및 골절 경험이 있을 경우 대상자에서 제외시켰다. 또한, 본 연구에 앞서 대상자들과 보호자들의 동의하에 병적 기록카드를 확인하였으며, 본 실험의 취지를 충분히 이해하고 실험에 대한 자발적인 참여의사를 가진 피험자 36명을 실험참여대상자로 최종 선정하였다.

본 연구의 실험참여 그룹선정은 무선표집방법을 이용하여 비 운동 대조그룹(NEG: Non Exercise group/ n=12)과 주 3회 미만 진동 운동참여그룹 (DEG: Deficient Exercise group/ n=12), 정상적인 진동 운동참여그룹(OEG: Over Exercise group/ n=12)으로 선정하였다. 세 그룹의 사전검사에 대한 동질성검 사결과 유의한차이가 없는 것으로 나타났다. 피험자들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

## 2. 운동 프로그램

본 연구의 운동 프로그램은 주 3회, 1일 60분간 총 16주 동안 진동운동 프로그램을 실시하였으며, 진동운동 프로그램은 DEG와 OEG에 적용하였다. 진동운동의 강도는 진동운동기기에 따라 진동수가 다르게 나타나고 있으나, 대부분의 연구에서는 15~20Hz, 25~30Hz, 35~40Hz의 진동을 선택 하고 있다. 본 연구에서는 임용택(2005)의 연구와 백송원(2012)의 연구, Cochrane 등(2005)의 연

구에서 사용된 진동 주파를 기본으로 15~20Hz를 1단계, 25~30Hz를 2단계, 35~40Hz를 3단계로 나누어 진동운동을 진행하였으며, 진동운동의 강도는 Bosco 등(1999)의 연구에서 진동운동 시 평균 힘, 평균 파워, 평균 속도가 유의하게 조정된 세 가지의 진동수를 처치 변인으로 설정하였다. 또한, 본 연구의 진동 도구는 Activeroll (NAUMCARE, KOREA)을 이용한 진동 바닥 장비를 이용하여 밸 런스 걷기운동을 진행하였다. 구체적인 운동 프로그램은 <표 3>과 같다.

## 3. 측정도구 및 방법

### 1) 하지분절 움직임 검사

하지분절 움직임 검사는 Exbody 근골격계 진단 장비(Clinical Gait Analysis 6100RMT, Seoul, Korea)를 이용하였다. 측정 시 안전성을 유지하기 위해 가로 96cm, 세로 140cm의 스텝 틀에 높이 92cm 보조 손잡이가 달려있는 트레드밀 장비를 이용

표 1. 연구대상자의 신체적 특성

구분	나이 (yrs)	신장 (cm)	체중 (kg)	골격근량 (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	기초대사량 (kcal)
NEG(n=12)	19.52 ± 2.38	176.34 ± 6.38	70.68±8.42	28.26±2.43	23.36±1.64	1596.64±162.32
DEG(n=12)	19.83 ± 2.61	174.78 ± 8.02	72.38±5.89	28.97±3.02	23.92±1.84	1617.54±182.68
OEG(n=12)	20.51 ± 2.33	178.23 ± 6.84	76.03±6.84	28.84±3.36	24.02±1.66	1712.38±190.92
<i>P</i>	0.662	0.364	0.308	0.702	0.332	0.533

All data represent means ± standard deviation. NEG, Non Exercise group; DEG, Deficient Exercise group; OEG, Over Exercise group.

표 2. 연구대상자의 운동종목과 발목 손상의 특성

종목	운동경력	총 발목손상 이력(회)	최근 1년간 발목손상 이력(회)	발목손상 기간(개월)
단거리	9.06 ± 3.26	32.64 ± 8.02	8.32 ± 2.62	12.36 ± 4.84
도약	10.34 ± 3.84	43.38 ± 11.06	9.08 ± 3.12	16.03 ± 3.26
투척	8.66 ± 2.14	48.06 ± 9.23	8.88 ± 3.62	18.38 ± 4.02

All data represent means ± standard deviation.

표 3. 진동 운동 프로그램

구분	운동 프로그램	운동 범위 및 강도					
		1~5주 (횟수/세트/단계/ 휴식)		6~10주 (횟수/세트/단계/ 휴식)		11~16주 (횟수/세트/단계/ 휴식)	
준비운동 (10 분)	스트레칭(발목, 무릎, 골반, 어깨, 목)						
본 운동 (40분)	- 진동매트 위에서 걷기 (제자리 걷기, 옆으로 걷기, 뒤로 걷기)	10/3/3		10/3/5		10/3/10	
	- 진동매트 위에서 점프 (제자리 점프, 옆으로 점프, 뒤로 점프)	5/3/3	RPE 1 8~9	5/3/5	RPE 10~ 11	5/3/10	RPE 12~1 3
	- 진동매트 계단 오르기 (앞으로 오르기, 옆으로 오르기, 뒤로 오르기)	10/3/3		10/3/5		10/3/10	
	-진동매트 ROM 운동	10/3/3		10/3/5		10/3/10	
정리운동 (10분)	스트레칭(발목, 무릎, 골반, 어깨, 목)						

하였으며, 가로 62cm, 세로 136cm의 트레드밀 벨트 위에서 피험자가 평상시 걷는 보행속도를 산정하여 10분간 측정하였다. 이때, 측정 부위는 발목의 배측 굴곡(dorsi flexion), 저측 굴곡(Plantar flexion), 내번(Inversion), 외번 (Eversion)과 무릎관절의 신전(Extension), 굴곡(Flexion), 내회전 (Internal rotation), 외회전 (External rotation)의 움직임 값만 사용하였으며, 측정값은 시작과 마무리 30%를 제외한 중간 평균값을 이용하였다.

## 2) 보행능력 검사

보행 능력 검사는 환자의 보행 유형에 대한 양적인 보행 분석의 자료를 수집하기 위하여 Exbody 근골격계 보행 진단장비(Clinical Gait Analysis, 6100 RMT, Seoul, Korea)를 이용하여 시간적, 공간적 보행 능력을 측정하였다 (McDonough & Jette., 2010; van Uden & Besser, 2004). 본

연구의 보행능력 검사는 피험자를 보행 측정 장비 위에서 있도록 한 다음 검사자의 구두신호에 의해 가장 편안한 보행 속도로 걷도록 하였으며, 신발은 피험자의 특성에 따라 편안한 신발을 사용하도록 하였다. 사전검사와 사후 검사는 동일한 조건으로 측정을 하였으며, 총 3회를 측정하여 평균값을 사용하였다.

## 4. 자료처리

### 1) 표본산출근거

본 연구의 대상자 표본수는 G\*power3.1.9.4 프로그램을 사용 (3그룹, 효과크기=0.25, 유의수준  $\alpha=.05$ , 검정력  $1-\beta=0.80$ )하여 총 36명으로 산출되었으며, 무선표집을 이용하여 그룹화 하였다.

### 2) 통계처리

본 연구를 위해 측정된 모든 자료는 SPSS (Statistical Package for Predictive analysis

soft ware) PC 24.0 version 통계프로그램을 사용하여 모든 변인에 대한 평균 (Mean) 및 표준편차 (Standard deviation: SD)를 산출하였다. 그리고, 2시기(사전 및 사후)에 따른 3집단 간 유의성 검증(2\*3)은 Two-way RM ANOVA를 실시하였다. ANOVA 검사 후 집단 내 실험 전후의 시기 간 유의성 검증과 집단 간 유의성 검증은 Syntax을 이용한 대응별 비교로 분석하였다. 이때, 통계적 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

### Ⅲ. 결과 및 논의

#### 1. 결과

##### 1) 하지분절 움직임의 변화

하지진동 운동 프로그램을 적용한 후 하지분절 움직임의 변화는 <표 4><표 5>와 같다.

##### (1) 발목관절의 배측 굴곡과 저측 굴곡의 변화

하지 진동 운동 프로그램 전·후 이원반복측정변량분석 결과 발목관절의 배측 굴곡과 저측 굴곡은 시기

( $F=8.884, p=0.008$ ), 그룹( $F=1.922, p=0.201$ ), 시기×그룹( $F=4.336, p=0.024$ )로 시기와 시기×그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 사후분석결과 NEG( $p=.362$ ), DEG( $p=.224$ ), OEG( $p=.002$ )로 OEG에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

##### (2) 발목관절의 내변과 외변의 변화

하지 진동 운동 프로그램 전·후 이원반복측정변량분석 결과 발목관절의 내변과 외변은 시기( $F=6.002, p=0.022$ ), 그룹( $F=1.862, p=0.178$ ), 시기×그룹( $F=3.996, p=0.032$ )로 시기와 시기×그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 사후분석결과 NEG( $p=.402$ ), DEG( $p=.196$ ), OEG( $p=.001$ )로 OEG에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

##### (3) 무릎관절의 굴곡과 신전의 변화

하지 진동 운동 프로그램 전·후 이원반복측정변량분석 결과 무릎관절의 굴곡과 신전은 시기( $F=5.884, p=0.012$ ), 그룹( $F=1.776, p=0.236$ ), 시기×그룹( $F=3.992, p=0.029$ )로 시기와 시기×그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 사후분석결과 NEG(

표 4. 발목관절 움직임 변화

(degree)

구분	그룹	사전	사후	Source	F(p)	Post-hoc
배측 굴곡 & 저측 굴곡	NEG(n=12)	63.62 ± 11.34	64.24 ± 9.32	T	8.884(0.008)	
	DEG(n=12)	65.06 ± 9.84	66.28 ± 8.06	G	1.922(0.201)	B, A < C
	OEG(n=12)	65.12 ± 11.06	70.08 ± 9.02	G×T	4.336(0.024)	
내변 & 외변	NEG(n=12)	69.84 ± 6.26	69.60 ± 5.92	T	6.002(0.022)	
	DEG(n=12)	68.92 ± 8.02	71.06 ± 6.08	G	1.862(0.178)	A < B < C
	OEG(n=12)	68.88 ± 7.08	78.84 ± 8.66	G×T	3.996(0.032)	

All data represent means ± standard deviation. A: NEG: Non-Exercise Group (control group), B: DEG: Deficient Exercise Group, C: OEG: Over Exercise Group. Also, Rec, T, G, and G×T (interaction) were abbreviated by time, group, and group×time, respectively.



표 5. 무릎관절 움직임 변화 (degree)

구분	그룹	사전	사후	Source	F(p)	Post-hoc
굴곡 & 신전	NEG(n=12)	86.08 ± 6.42	84.88 ± 5.06	T	5.884(0.012)	B, A < C
	DEG(n=12)	84.84 ± 7.02	84.96 ± 6.02	G	1.776(0.236)	
	OEG(n=12)	85.28 ± 6.84	89.22 ± 5.24	G×T	3.992(0.029)	
내회전 & 외회전	NEG(n=12)	78.92 ± 6.24	77.84 ± 6.04	T	4.884(0.036)	A < B < C
	DEG(n=12)	77.69 ± 5.84	79.68 ± 5.12	G	1.882(0.196)	
	OEG(n=12)	78.06 ± 5.44	82.08 ± 4.96	G×T	4.002(0.022)	

All data represent means ± standard deviation. A: NEG: Non-Exercise Group (control group), B: DEG: Deficient Exercise Group, C: OEG: Over Exercise Group. Also, Rec, T, G, and G×T (interaction) were abbreviated by time, group, and group×time, respectively.

p=.224), DEG(p=.143), OEG(p=.042)로 OEG에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

통계적으로 유의하게 나타났다.

(4) 무릎관절의 내회전과 외회전의 변화

하지 진동 운동 프로그램 전·후 이원반복측정변량분석 결과 무릎관절의 내회전과 외회전은 시기(F=4.884, p=0.036), 그룹(F=1.882, p=0.196), 시기×그룹(F=4.002, p=0.022)로 시기와 시기×그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 사후분석결과 NEG(p=.302), DEG(p=.056), OEG(p=.028)로 OEG에서

2) 보행능력의 변화

하지 진동 운동 프로그램을 적용한 후 보행능력의 변화는 <표 6>과 같다.

(1) 보행변인의 보행속도 변화

하지 진동 운동 프로그램 전·후 이원반복측정변량분석 결과 보행속도는 시기 (F=22.022, p=0.001), 그룹(F=1.406, p=0.702), 시기×그

표 6. 보행능력 변화

M±SD

구분	그룹	사전검사	사후검사	Source	F(p)	Post-hoc
보행속도 (cm/s)	NEG(n=12)	32.06 ± 2.66	32.84 ± 2.44	T	22.022(0.001)	A<C,D
	DEG(n=12)	31.08 ± 2.02	32.68 ± 2.74	G	1.406(0.702)	
	OEG(n=12)	32.84 ± 2.88	38.89 ± 3.06	G×T	10.006(0.001)	
분속수 (steps/min)	NEG(n=12)	48.06 ± 3.84	48.88 ± 4.08	T	6.802(0.008)	A<D
	DEG(n=12)	49.02 ± 4.08	51.03 ± 4.42	G	1.006(0.962)	
	OEG(n=12)	47.96 ± 4.62	53.84 ± 4.88	G×T	1.902(0.122)	
보장 (cm)	NEG(n=12)	36.33 ± 3.64	38.02 ± 4.06	T	3.884(0.044)	A,B<D
	DEG(n=12)	34.84 ± 4.82	38.62 ± 5.24	G	1.226(0.724)	
	OEG(n=12)	35.24 ± 3.84	41.03 ± 4.86	G×T	3.008(0.014)	
활보장 (cm)	NEG(n=12)	60.32 ± 6.08	62.06 ± 7.24	T	3.822(0.042)	A,B<D
	DEG(n=12)	61.08 ± 6.84	63.88 ± 6.02	G	1.324(0.746)	
	OEG(n=12)	60.86 ± 5.99	66.42 ± 6.82	G×T	4.102(0.002)	

All data represent means ± standard deviation. A: NEG: Non-Exercise Group (control group), B: DEG: Deficient Exercise Group, C: OEG: Over Exercise Group. Also, Rec, T, G, and G×T (interaction) were abbreviated by time, group, and group×time, respectively.

룹( $F=10.006$ ,  $p=0.001$ )로 시기와 시기×그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 사후분석결과 NEG( $p=.804$ ), DEG( $p=.247$ ), OEG( $p=.001$ )로 OEG에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

#### (2) 보행변인의 분속수 변화

하지 진동 운동 프로그램 전·후 이원반복측정변량분석 결과 분속수는 시기 ( $F=6.802$ ,  $p=0.008$ ), 그룹 ( $F=1.006$ ,  $p=0.962$ ), 시기×그룹( $F=1.902$ ,  $p=0.122$ )로 시기에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 사후분석결과 NEG( $p=.442$ ), DEG( $p=.044$ ), OEG( $p=.016$ )으로 DEG와 OEG에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

#### (3) 보행변인의 보장의 변화

하지 진동 운동 프로그램 전·후 이원반복측정변량분석 결과 보장은 시기 ( $F=3.884$ ,  $p=0.044$ ), 그룹( $F=1.226$ ,  $p=0.724$ ), 시기×그룹( $F=3.008$ ,  $p=0.014$ )로 시기와 시기×그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 사후분석결과 NEG( $p=.664$ ), DEG( $p=.036$ ), OEG( $p=.008$ )로 DEG와 OEG에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

#### (4) 보행변인의 활보장의 변화

하지 진동 운동 프로그램 전·후 이원반복측정변량분석 결과 활보장은 시기 ( $F=3.822$ ,  $p=0.042$ ), 그룹( $F=1.324$ ,  $p=0.746$ ), 시기×그룹( $F=4.102$ ,  $p=0.002$ )로 시기와 시기×그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 사후분석결과 NEG( $p=.442$ ), DEG( $p=.384$ ), OEG( $p=.002$ )

로 OEG에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

## 2. 논의

본 연구는 하지 진동 운동 프로그램이 만성 불목 불안 증후군 육상선수의 하지분절움직임과 보행능력에 미치는 영향을 비교 분석하였으며, 그 결과를 다음과 같이 논의하고자 한다.

운동선수의 가장 흔한 스포츠 손상부위인 발목관절은 신체균형의 전반적인 조율을 담당하는 중요한 부위로서, 운동선수의 운동수행을 위한 시작점인 동시에 경기력의 방향성을 제시하는 매우 민감한 신체부위 중의 하나이다(박정민 등, 2020). 이러한, 발목관절은 육상종목선수들에게 있어 매우 중요한 신체부위로서, 트랙종목의 뛰는 능력과 필드종목의 돌고, 점프하는 능력의 시발점인 동시에 경기력의 향방을 제시할 수 있는 중요한 요인 중의 하나이다(현광석 등, 2019). 특히, 트랙종목의 뛰는 능력은 발목을 중심으로 신체 중심축의 이상적인 이동을 기반으로 순간적인 힘의 이동을 유지하는 능력이 매우 중요하며, 필드종목의 점프 능력 또한, 신체 가속도에 의한 힘을 발목을 거쳐 신체 전위로 이상적인 이동을 시키는 능력이 매우 중요한 요인으로 보고되고 있다(이정훈 등, 2018). 또한, 투척종목선수들에게 있어 발목관절은 신체의 중심회전을 위한 첫 번째 축이며, 신체회전을 이용한 힘을 장비에 내보내어 가장 이상적인 궤적을 제시할 수 있는 출발점인 것으로 보고되고 있다(현광석 등, 2019). 이렇듯, 육상선수에게 발목관절은 운동수행과 경기력을 결정지을 수 있는 중요한 부위로서 발목관절의 이상은 선수로서 매우 심각한



문제가 아닐 수 없으며, 신체분절의 효율적인 안정성과 가동성을 제시하는 발목관절의 스포츠 손상은 운동선수의 선수지속여부를 관여하는 중요한 부위인 것이다. 이에 본 연구에서는 육상선수들의 가장 흔한 스포츠 손상부위인 발목관절이상의 소견을 확인하고 만성적 발목불안 증후군의 예방과 운동치방의 근거를 제시하고자 시행하였으며, 최근 만성 근골격계 이상 환자의 치료적 방법으로 사용되고 있는 진동운동을 프로그램화하여 그 결과를 확인하였다. 하지 진동 운동을 통한 만성발목불안 증후군 육상선수들의 하지분절 움직임을 확인한 결과 하지 진동 운동참여그룹에서 긍정적인 향상을 확인 할 수 있었다. 이는, 유도과 태권도 선수들 중 만성 발목 불안증후군을 가지고 있는 선수들을 대상으로 한 진동운동의 효과를 규명한 선행연구(박정민, 김동화, 2020)와 같은 결과를 도출하였으며, 만성 발목 불안증후군 운동선수의 운동역학적 하지분절의 움직임을 보고한 선행연구(임순길, 이미영, 2013)와 같은 결과이다. 이러한, 결과들은 만성적 발목 불안정성은 발목 관절의 감각 수용기 장애가 대표적인 원인으로 진동운동과 같은 감각 수용기 자극운동이 효과적이라는 선행연구 (Hiller et al., 2011; Rittweger, 2010)와 전기 자극(EMS)과 진동 자극은 만성적 발목 불안정성과 같은 감각 수용기 장애의 회복과 재발률을 낮추는 긍정적인 방법이라고 보고한 선행연구 (Hertel et al., 2006)를 뒷받침하는 결과이다.

만성적 발목 불안정성은 발목의 내, 외측인대의 손상으로 인한 통증과 염증이 지속적으로 나타나고, 발목관절의 기능장애를 가져오는 질환으로 발

목관절의 단기적인 기능이상 증상들은 빠르게 회복이 가능하지만, 대부분의 만성적 발목 불안정성 환자들 중 40~50%가 지속적인 재발병에 의한 것으로 보고되고 있다 (van Rijn et al., 2008). 이러한, 만성적 발목 불안정성의 대표적인 기능장애는 발목관절의 기능장애를 동반한 보행기능의 기능저하이며, 정상적인 보행에 비해 많게는 60~70%에 가까운 보행기능의 저하를 나타내는 것으로 보고되고 있다 (Hubbard & Hicks\_Little, 2008). 특히, 달리고 도약하는 동작이 많은 육상선수들의 발목관절과 무릎관절의 대표적인 스포츠 손상으로 평가되고 있으며, 이는 육상을 포함한 전반적인 운동선수들에게 있어서는 운동기능의 협응성의 기능저하와 운동수행기능의 저하 및 다발성 스포츠 손상의 위험률을 높이는 원인으로 보고되고 있다 (McDonough & Jette, 2010). 이에 본 연구에서는 우주인의 근손실 예방과 근활성도 향상을 위해 개발된 진동운동을 통하여 육상선수들의 운동기능수행을 위한 가장 기본이 되는 보행능력을 측정하고 만성적인 발목 불안정성을 나타내는 육상선수들의 보행 기능평가를 수행하였다. 그 결과 16주간 하지 진동운동을 수행한 그룹에서 통계적으로 유의한 기능향상을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 일반인과 신경계 장애를 가지고 있는 중증 환자들의 보행기능의 개선을 보고한 선행연구(백송원 등, 2014; 인태성, 송창호, 2010)와 성장기 발달장애 아동을 대상으로 진동운동을 통한 보행기능의 긍정적인 변화를 보고한 박정민(2020)의 연구결과와 같은 결과이며, 전문운동선수 중 만성적인 발목 불안정성 환자를 대상으로 진동보행운동의 효율성을

검증한 선행연구(박정민, 김동화, 2020)와 같은 결과를 도출하였다. 또한, 전문운동 선수를 대상으로 고유수용성 강화운동의 효과를 규명한 김난수 등(2007)의 연구결과를 뒷받침하는 결과이며, 이는, 진동운동과 같은 신경근 자극을 통한 근활성도를 규명한 선행연구(이정훈, 2018; 2019; 현광석 등, 2019)를 뒷받침하는 결과이다.

이와 같이, 만성적인 발목 불안정성은 전문운동 선수의 경기력과 운동수행능력은 물론 정신적 안정화에도 많은 영향을 미치며, 특히, 경기력으로 평가 받는 전문운동선수들의 지속적인 선수생활에 어려움을 미치는 매우 심각한 질환이다. 이러한, 만성적인 발목 불안정성은 맞춤형 기능향상 프로그램을 통하여 개선이 될 수 있는 것으로 보고되고 있으나, 운동 중재 시 운동지속이나 효율성의 측면에서 추가적인 고려가 필요하다. 이런 점에서 하지 진동 운동은 신경계 기능이상 환자와 만성적인 발목 불안정성 환자의 맞춤형 운동방법으로 널리 사용되고 있다. 하지만, 대상자 개개인의 신체운동학적 수행범위를 산출하여 적용해야하는 문제점들이 있지만 진동 바닥이라는 특수한 환경이 감각수용기의 안정성을 확보하여 준다는 점에서 높은 참여율을 나타낼 수 있다. 또한, 본 연구에서 적용한 하지 진동 운동은 개개인의 운동중재와 보폭을 이용하고 있어 다른 운동 프로그램들과는 차별화가 되며, 이는, 하지 진동 운동을 통한 만성적인 발목 불안정성 환자의 하지 분절 근기능 강화가 신체 균형향상과 보행 안정화에 긍정적인 영향을 미친다는 선행연구(박정민, 2020; Penafortes et al, 2013)의 긍정적인 효과와 같은 결과를 도출하였

다. 종합해보면, 본 연구의 하지 진동 운동은 근골격계 기능과 신경계 기능향상을 통한 만성적인 발목 불안정성 환자의 하지분절 움직임과 보행기능향상에 긍정적인 영향을 나타내는 것으로 볼 수 있으며, 이는 운동기능이 일반인에 비해 매우 높은 전문운동선수들의 하지분절 질환의 예방과 기능향상의 프로그램으로 하지 진동 운동의 효율성을 나타낸 결과로 볼 수 있을 것이다.

## IV. 결론

### 1. 결론

본 연구는 하지 진동 운동 프로그램이 만성 발목 불안정 육상 선수들의 발목 관절 움직임과 보행능력에 미치는 영향을 비교 분석하였다.

첫째, 하지 진동 운동에 따른 하지분절움직임의 변화를 분석한 결과, 발목관절의 배측굴곡과 저측굴곡 및 내번과 외번, 무릎관절의 신전과 굴곡, 내번과 외번에서 진동 운동그룹(OEG)이 통계적으로 유의하게 향상된 것으로 나타났다.

둘째, 하지 진동 운동에 따른 보행기능의 보행속도, 분속수, 보장, 활보장의 변화를 분석한 결과, 진동 운동그룹(OEG)에서 통계적으로 유의하게 향상된 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해보면, 하지 진동 운동은 만성 발목 불안정성 육상선수의 하지분절움직임과 보행능력에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

## 2. 제언

첫째, 현재까지 만성 발목 불안정의 운동 병리학 적 기전이 명확하지 않으며, 증상 역시 복합적이기 때문에 보다 다양한 변인과 연구방법으로 지속적인 연구가 이루어질 필요가 있다.

둘째, 하지 진동 운동 효과에 대한 연구들이 현재까지 노인 및 신경계 질환 환자들을 대상으로 진행된 연구로써 그 결과가 일관되지 않기 때문에 보다 다양한 대상, 다양한 운동 프로그램 등을 적용하여 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김난수, 이진혁, 정희원, 박환정, 왕조령, 위수현, 이재학, 윤범철(2007). 발목 관절 데이핑이 운동선수와 일반인의 관절가동 범위와 고유수용성 감각에 미치는 영향. **정형스포츠물리치료학회지**, 3, 21-30.
- 박정민(2019). 진동운동이 CAI 여성노인환자의 하지균형능력과 보행기능에 미치는 영향. 한국사회체육학회, 2019년 추계학술대회.
- 박정민(2020). 진동운동이 발달장애아동의 하지분절 움직임과 보행기능에 미치는 영향. **학습자중심교과교육학회지**, 20(12), 1153-1168.
- 박정민, 김동화(2020). 진동운동이 CAI 무도선수의 발목관절 움직임과 ROM에 미치는 영향. **대한무도학회지**, 22(2), 233-243.
- 백송원(2012). 일시적인 전신진동운동이 준비운동으로서 효과. **한국사회체육학회지**, 49, 729-736.
- 백송원, 김창욱, 박지혜, 김민석, 김준현, 정재훈, 이은영(2014). 전신진동운동이 파킨슨환자의 운동학적 보행변인에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 23(1), 317.
- 이정흔, 이명선, 허승재, 박정민(2018). 기능성벨런스운동이 육상 투척종목 여자선수의 균형능력과 기능성운동수행능력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 27(2), 985-995.
- 인태성, 송창호(2010). 전신진동운동이 만성 뇌졸중 환자의 슬관절 신전근력, 균형 및 보행능력에 미치는 영향. **대한물리의학회**, 5(4), 521-524.
- 임승길, 임미영(2013). 만성적 발목 불안정성이 있는 태권도 선수의 발목 관절가동범위, 외발뛰기 검사 및 사지대칭지수. **운동학술지**, 119-129.
- 임용택(2005). 새로운 운동트레이닝 처방 방안으로서 전신진동운동에 관한 연구. **코칭능력개발지**, 7(4), 105-116.
- 현광석, 이명선, 권태형, 박정민(2019). Neuromuscular 트레이닝이 여자육상 투척선수의 동적 균형능력과 하지 관절 움직임에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 28(6), 985-994.
- Anandacoomarasamy, A., & Barnsley, L. (2005). Long term outcomes of inversion ankle injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 39(3), 14-22.
- Beynnon, B. D., Murphy, D. F. & Alosa, D. M. (2002). Predictive Factors for Lateral Ankle Sprains: A Literature Review. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 376-380.
- Bosco, C., Colli, R., Introiini, E., Cardinale, M., Tsarpela, O., Madella, A., Tihanyi, J., & Viru, A. (1999). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clinical*

- Physiology*, 19(2), 183-187.
- Garcia, C. R., Martin, R. L. & Drouin, J. M. (2008). Validity of the Foot and Ankle Ability Measure in athletes with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 43(2), 179-183.
- Cardinale, M., & Rittweger, J. (2006). Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: factor fiction?. *J Br Menopause Soc*, 12(1), 12-18.
- Cho, J. H., Kim, K. H., Moon, G. S., Cho, Y. J. & Lee, S. C. (2010). Analysis of Injury Mechanism on Ankle and Knee during Drop Landings According to Landing Directions. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 20(1), 67-73.
- Cochrane, D. J., & Stannard, S. J. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *Br J Sport Med*, 39(11), 860-865.
- Croy, T., Koppenhaver, S., Saliba, S. & Hertel, J. (2013). Anterior talocrural joint laxity: diagnostic accuracy of the anterior drawer test of the ankle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(12), 911-919.
- Croy, T., Saliba, S., Saliba, E., Anderson, M. W. & Hertel, J. (2013). Talofibular interval changes after acute ankle sprain: a stress ultrasonography study of ankle laxity. *Journal of Sport Rehabilitation*, 22(4), 257-263.
- Delahunt, E., Coughlan, G. F., Caulfield, B., Nightingale, E. J., Lin, C. W., & Hiller, C. E. (2010). Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*, 42(11), 2106-2121.
- Doherty, C., Delahunt, E., Caulfield, B., Hertel, J., Ryan, J. & Bleakley, C. (2014). The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sports Medicine*, 44(1), 123-140.
- Gribble, P. A., Delahunt, E., Bleakley, C. M., Caulfield, B., Docherty, C. L., Fong, D. T. & Wikstrom, E. A. (2014). Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled re- search: a position statement of the International Ankle Consortium. *J Athl Train*, 49(1), 121-127.
- Gribble, P. A., Delahunt, E., Bleakley, C., Caulfield, B., Docherty, C., Fourchet, F. & Wikstrom, E. (2013). Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled

- research: a position statement of the International Ankle Consortium. *J Athl Train.* 49(1), 121-127.
- Herb, C. C., & Hertel, J. (2014). Current concepts on the pathophysiology and management of recurrent ankle sprains and chronic ankle instability. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 2(1), 25-34.
- Hertel, J. (2002). Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of athletic training*, 37(4), 364-372.
- Hertel, J., Braham, R. A., Hale, S. A., & Olmsted\_Kramer, L. C. (2006). Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(3), 131-137.
- Hiller, C. E., Nightingale, E. J., Lin, C. W. C., Coughlan, G. F., Caulfield, B., & Delahunt, E. (2011). Characteristics of people with recurrent ankle sprains: a systematic review with meta\_analysis. *British journal of sports medicine*, 45(8), 660-672.
- Hubbard, T. J. & Cordova, M. (2009). Mechanical instability after an acute lateral ankle sprain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(7), 1142-1146.
- Hubbard, T. J. & Hertel, J. (2006). Mechanical contributions to chronic lateral ankle instability. *Sports Medicine*, 36(3), 263 - 277.
- Hubbard, T. J., & Hicks Little, C. A. (2008). Ankle ligament healing after an acute ankle sprain: an evidence\_based approach. *Journal of athletic training*, 43(5), 523-528.
- Konradsen, L., Bech, L., Ehrenbjerg, M., & Nickelsen, T. (2002). Seven years follow up after ankle inversion trauma. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 12(3), 129-135.
- Lynch, S. A. (2002). Assessment of the Injured Ankle in the Athlete. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 406-412.
- McDonough, C. M., & Jette, A. M. (2010). The contribution of osteoarthritis to functional limitations and disability. *Clinics in Geriatric Medicine*, 26(3), 387-399.
- Rauch, F., Sievanen, H., Boonen, S., Cardinale, M., Degens, H., Felsenberg, D. (2010). Reporting whole-body vibration intervention studies: recommendations of the international society of musculoskeletal and neuronal



- interactions. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 10(3), 193-198.
- Rittweger, J. (2010). Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *Eur J Appl Physiol*, 108(5), 877-904.
- Van Rijn, R. M., Van Os, A. G., Bernsen, R. M., Luijsterburg, P. A., Koes, B. W., & Bierma Zeinstra, S. M. (2008). What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *The American journal of medicine*, 121(4), 324-333.
- van Uden, C. J., & Besser, M. P. (2004). Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite). *BMC Musculoskelet Disord*, 17, 5-13.

## Effects of Vibration Exercise on Lower Segment Movements and Gait Abilities in Chronic Ankle Instability(CAI) Female Athletes

Myeong-Sun Lee(Chungnam National University, Instructor) ·  
Jeong-Min Park(Chungnam National University, Research professor)

### ABSTRACT

The purpose of this study was to help prevent chronic diseases of the CAI athletes and improve their quality of Athletes performance by investigating the effects of vibration exercise on lower segment movements and gait abilities in CAI female athletes. In order to achieve the purpose of this study, 36 CAI athletes at C located in K city, Chungcheongnam-do, daejeon, were selected at random and allocated 12 CAI athletes each for the Non Exercise group (NEG), Deficient Exercise group (DEG), Over Exercise group (OEG) and measured lower segment movements and gait abilities before and after the experiment. The data obtained from this study were analyzed using the SPSS 24.0 statistical program and two-way repeated ANOVA was used. The conclusions obtained through this study were as follows. First, as a result of analyzing the change of lower segment movements to vibration exercise, OEG was significantly improved compared to NEG and DEG. Second, as a result of analyzing the change of gait abilities according to vibration exercise, OEG was significantly improved compared to NEG and DEG.

Key words: Vibration Exercise, Lower Segment Movements, Gait Abilities, Chronic Ankle Instability, Female Athletes

논문 접수일 : 2020. 11. 10

논문 승인일 : 2020. 12. 7

논문 게재일 : 2020. 12. 31