KJSB Korean Journal of Sport Biomechanics 2019; 29(2): 89-96
http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2019.29.2.89
http://e-kjsb.org eISSN 2093-9752

ORIGINAL

Biomechanical Comparisons of Kettlebell Two-arm Swings according to Somatosensory Interventions for Beginners: Focusing on Joint Ranges of Motion and Muscle Activations

체성감각 처치를 초보자에게 적용한 케틀벨 투암 스윙의 운동역학적 효과 비교: 관절 가동범위와 근활성도를 중심으로

Yei-Chang Back, Young-Kwan Kim

Department of Physical Education, College of Education, Chonnam National University, Gwangju, South Korea

Received : 07 March 2019
Revised : 01 April 2019
Accepted : 16 April 2019

Corresponding Author
Young-Kwan Kim
Department of Physical Education, College of Education, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju, 61186, South Korea
Tel : +82-62-530-2553
Fax : +82-62-530-2569
Email : ykim_01@naver.com

Objective: The purpose of this study was to investigate biomechanical comparisons of kettlebell two-arm swings after different somatosensory interventions on joint ranges of motion (ROM) and muscle activations.

Method: Fourteen kettelbell novices (age: 22.92±3.23 yrs, mass: 75.75±9.94 kg, height: 172.03±5.49 cm), consisting of male college students, participated in this study and performed two-arm kettlebell swings in different conditions. Three different somatosensory interventions were the applications of heavy mass kettlebell (20 kg), taping on gluteus muscles, and unstable mat condition. All subjects performed pre-intervention swings and post-intervention swings, respectively. Statistical analysis were performed on results of joint kinematics and electromyographies of major muscles.

Results: Results showed significant increases in ROM of hip and decreases in ROM of shoulder after unstable mat trials. In addition, the application of unstable mat during kettlebell swings induced higher muscle activations in gluteus maximus muscle during only upward phase of two-arm kettlebell swings.

Conclusion: For beginner, the application of unstable surface would increase in hip joint ranges of motion with enhancement of gluteus muscles.

Keywords: Somatosensory intervention, EMG, Kettlebell two-arm swing

INTRODUCTION

기능적 트레이닝은 스포츠 현장과 유사한 동작 상황을 훈련에서 재현하여 경기력 향상을 꾀하는 프로그램이다. 훈련의 효과를 높이기 위해 대각선면을 포함한 다차원 운동면의 신체 움직임, 가속과 감속의 속도 변화, 환경 변화 자극 등 다양한 방법들이 동원된다(Boyle, 2012). 기능적 트레이닝은 스포츠 현장에서 경기력 향상과 부상 방지에 도움을 줄 수 있고, 일반인에게는 일상생활의 부족한 움직임 요소를 보완하여 근골계 시스템의 기능 향상을 이끌어 낼 수 있다. 여러 가지 기능적 트레이닝 중 케틀벨 스윙은 호흡, 코어, 둔근의 기능을 향상시킨다고 알려져 최근 각광을 받고 있다. 케틀벨의 무게 중심 위치와 속도 변화에 맞춰 신체의 자세 조절이 요구되기 때문에 케틀벨 스윙은 고유 수용계와 전정기관의 훈련에도 도움이 된다(Matthews & Cohen, 2013; McGill & Marshall, 2012). 케틀벨 스윙에서 다양한 효과를 얻을 수 있는 장점이 있지만 초보자가

Copyright © 2019 Korean Journal of Sport Biomechanics
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 noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

올바르게 케틀벨 스윙 동작을 만들어내는 것은 어렵다. 그 이유는 고관절 경첩(hip-hinge) 움직임과 척추 중립자세를 만드는 것이 쉽지 않고, 정적인 상황에서 케틀벨의 진자 운동에 필요한 강력한 고관절 신전력을 만들어 내는 것이 어렵기 때문이다. 또한, 동적인 상황에서 자세 균형을 유지하면서 케틀벨의 관성을 조율하는 능력도 부족하기 때문이다(Lake & Lauder, 2012; Randell, Cronin, Keogh, & Gill, 2010).

Back, Joo, & Kim (2016)의 연구에 따르면 초보자는 골반과 고관절을 잘 사용하지 못하고 주변 인접 관절의 보상작용으로 케틀벨 동작을 만들어냈다. 반면 숙련자는 골반과 고관절의 가동성을 충분히 활용하여 동작을 만들어냈고, 슬관절과 견관절 움직임으로 자세의 안정성을 확보하였다. 다른 선행 연구에서도 둔부와 둔부 주변 근육의 근활성도를 향상시키는 운동으로 케틀벨 스윙을 언급하였다(Farrar, Mayhew, & Koch, 2010). Bellomo (2010)는 등과 허리의 통증을 호소하는 운동 선수들에게 케틀벨 스윙을 적용하여 둔근의 기능 향상과 통증 완화를 이끌어 내었다. Lake & Lauder (2012)는 케틀벨 스윙에서 대둔근 근력의 역활을 강조하였다. 즉 둔근이 잘 활성화되면 척추의 자세 유지가 가능하고, 고관절과 골반의 움직임에 적극 개입되 척추기립근의 부담을 줄일 수 있다고 하였다.

근막체계이론(Myers, 2001)에 따르면 둔근의 위치는 기능 해부학적 관점에서 상체와 하체의 중간고리 역할을 하는 중요한 근육이다. 둔근은 흉요근막을 거쳐 사선 방향의 광배근과 연결되어 몸통 회전에도 관여하고 하체로는 햄스트링을 거쳐 비복근에 연결되어 지면으로부터 발생된 힘을 상지로 전이시키는 역할을 한다고 하였다(Myers, 2001). 케틀벨 스윙은 기네마틱 시퀀스를 가진 개방사슬형 동작처럼 지면반력으로 생성된 에너지 또는 운동량을 손끝의 케틀벨로 전이시킨다(Kim, 2013; Yoon & Chae, 2011). Boyle (2012)의 개별관절이론(joint by joint approach)에서 고관절은 가동성 관절이다. 고관절이 기능을 하지 못하면 주변 관절인 척추 관절과 슬관절에서 보상작용이 발생하고 심한 경우 이들 관절에서 상해가 발생할 수 있다(Cook, 2012). 따라서 신체 분절의 상호의존적인 관계를 고려할 때 신체 중심부에 위치한 둔근의 기능을 향상시킬 수 있는 운동 자극이나 체성감각 자극 방법을 적절히 제공하는 것은 케틀벨 동작 시 부상 방지와 움직임 향상을 효과적으로 만들 수 있을 것이다(Clark, Lucett, & Kirkendall, 2010).

기존 트레이닝 연구에서도 운동 수행력을 향상시키려고 체성감각 자극을 적용한 연구가 있어 왔다. 체성감각은 피부, 근육, 관절낭이나 인대 등의 감각 수용기를 통해 인지할 수 있다. 피부 수용기는 심층과 표층에 존재하여 압력, 진동, 통증 그리고 온도와 관련된 정보를 인지하고, 근육, 근막, 건의 수용기는 신체 포지션, 근육의 신장과 단축에 따른 타이밍 등과 관련된 고유수용감각을 의미한다. 관절낭이나 인대는 압박이나 진동, 조직의 이완 그리고 통증과 관련되어 있다. 즉 체성감각은 인간이 환경을 감지하는 다양한 감각 수용기로서 매우 포괄적인 단어이다(McGlone & Reilly, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 1995).

그 예로 체력 요소와 근활성 변화를 밝힌 연구에서 키네시오 테이핑을 적용하였을 때 슬개골의 통증이 있는 환자들의 통증, 힘, 근력, 균형 능력이 향상되었다(Aytar et al., 2011). Jaraczewska & Long (2006)의 연구에서도 키네시오 테이핑 처치로 상지 움직임의 기능 개선과 통증 감소와 더불어 근육 활성치가 높아졌다고 하였다. 무게 변화에 따른 체성감각의 연구에서 워밍업으로 무거운 배트를 사용하는 것이 배트 스피드를 향상시키지 못했다고 하였다(Kim, 2013; Otsuji, Abe, & Kinoshita, 2002). 이와 반대로 Burkett, Phillips, & Ziuraitis (2005)는 과중량 워밍업이 다른 워밍업에 비해 수직점프 높이가 증가하였다. 피부 수용기 자극을 통해 신체감각의 변화를 이끌어낸 연구를 살펴보면 Ryue (2012)은 최대 수직점프 동작에서 10도 이하의 발바닥 온도 변화가 운동 능력 수준을 감소시킨다고 하였다. Perry, Santos, & Patla (2001)는 불규칙하게 변하는 지지면에서 발바닥 온도 변화가 공간과 방향에 대한 움직임을 정밀하게 해준다고 하였다. 불안정한 지면 위에서의 운동은 체간 근육의 근활성치를 향상시킬 수 있다고 하였다(Vera-Garcia, Grenier, & McGill, 2000; Lehman, Hoda, & Oiver, 2005; Marshall & Murphy, 2005).

이렇듯 대부분의 선행 연구들은 일반 트레이닝의 체성감각 자극에 따른 운동 효과를 검증하였다. 그러나 케틀벨 스윙 동작을 대상으로 체성감각 자극을 적용하여 그 효과를 밝힌 논문은 없었다. 이에 따라 본 연구의 목적은 케틀벨 스윙을 잘 하지 못하는 초보자들에게 도움을 주고자 다양한 체성감각 자극법을 적용하여 어떤 방법이 케틀벨 스윙을 숙달시키는데 효과적인지 찾고자 하였다.

METHODS

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 케틀벨 운동 경험이 없는 대학교 남학생 14명(나이: 22.92±3.23 yrs, 체중: 75.75±9.94 kg, 신장: 172.03±5.49 cm)으로 최근 1년간 근골격계 질환이 없고 케틀벨 스윙 운동을 수행하는데 불편함이 없었다. 연구의 목적, 실험 절차, 주의 사항을 충분히 설명하고, 연구 참여 동의서를 서면으로 받은 후 실험에 참가하게 하였다.

2. 실험장비

본 연구의 실험에서 사용된 실험 및 분석 장비는 8대의 적외선 고속 카메라(Eagle, Motion Analysis, Santa Rosa, CA, USA)와

이를 구동시키는 소프트웨어(Cortex 4.0®, Motion Analysis Santa Rosa, USA)이었다. 카메라의 영상 취득률은 120 Hz로 하였고, 영상자료를 수집하기 위해 19 mm의 반사마커 17개를 사용하였다. 스윙할 때 주요 근육의 활동을 측정하기 위해서 무선 근전도 시스템(Telemyo™2400, Noraxon, Scottsdale, AZ, USA)을 이용하였고, 자료 취득율은 1,200 Hz로 하였다. 사전과 사후 측정에 사용한 케틀벨(RKC Military Grade 케틀벨, Barefoot Kettlebell, China)은 16 kg이었다. 체성감각 자극 조건에서는 무거운 케틀벨(20 kg)을 사용하였다. 이 케틀벨의 무게는 케틀벨 전문단체(STRONG FIRST GYRIA, SFG)에서 제시하는 성인 남자 초급자용(16 kg)과 그 다음 수준(20 kg)이다.

밸런스 패드(엑스엘, (주)파인엠, Swiss), 키네시오 테이프(케이테이프, (주)쓰리엔에스, Korea)도 체성 감각 자극으로 사용하였다. 밸런스 패드의 크기는 98×41×6 cm 이었다. 3가지 자극 조건의 명칭은 각각 과중량 케틀벨, 불안정한 지면, 테이핑 자극이었다. 케틀벨 스윙은 양손으로 이루어지지만 좌·우가 같이 움직이기 때문에 2차원 운동으로 간주하고, 오른쪽에만 반사마커를 부착하였다. 상의는 탈의하고 하의는 몸에 흡착된 반바지 수영복을 착용한 상태에서 피험자는 동작을 수행하였다. 반사마커 부착 위치는 2번 중족지관절(2nd metatarsal phalangeal joint), 종골의 중앙(middle of calcaneous), 외측 복사뼈(lateral malleolus), 슬관절의 외측과(lateral condyle), 3번 중수지관절(3rd metacarpal phalangeal joint), 대전자(greater trochanter), 손목의 경상돌기 중앙(middle of styloid processes), 외측상과(lateral epicondyle) 그리고 좌우 견봉(acromion process)과 전상장골극(anterior superior iliac spine)이었다. 전후로는 후상장골극의 중앙(middle of posterior superior iliac spine), 복장뼈절흔(sternal notch), 경추7번의 극돌기(cervical 7 spinous process)이었다. 근전도 전극의 부착 위치는 제조사의 가이드라인에 따라 오른쪽 대둔근, 햄스트링(반막양근), 전경골근, 비복근(내측두), 왼쪽 척주기립근에 각각 1개씩 부착되었다. 전극이 잘 부착되도록 면도기와 알코올솜으로 피부 표면을 정리한 후 부착하였다. 스윙 동작 시 전극의 흔들림과 떨어짐을 방지하기 위하여 키네시오 테이핑(케이 테이프, (주)쓰리엔에스, Korea)으로 전극을 고정하였다.

3. 실험절차

우선 피험자들이 동작분석실에 오게 되면 실험 전 각 피험자들의 신장과 체중을 먼저 측정하였다. 케틀벨 스윙에 대한 이해를 돕기 위해서 동영상을 시청하게 하고 케틀벨 스윙 시 주요 분절의 움직임에 대해서 10분 동안 설명하였다. 이후 연구자의 명령에 따라 양손으로 케틀벨을 잡고 들어 올리는 투암 스윙(kettlebell two arm swing)을 실시하였다. 연구 절차에 대한 정의는 (Figure 1)과 같다. 체성감각 자극에 따른 효과를 보기 위해 과중량, 테이핑 자극, 불안정한 지면을 적용하였다. 자극 방법의 적용 순서는 무작위로 결정하여 사전 자극 순서에 따른 영향력을 배제하였다. 각 조건마다 반복하는 케틀벨 스윙 횟수는 연속 10회이었다. 각 사전·사후 조건 사이에는 3분간 휴식이 주어졌고, 새로운 자극 전에는 10분 간의 휴식을 제공하여 피로에 의한 수행력 감소를 최소화하였다(Baker, 2003). 과중량 체성감각 자극은 20 kg으로 실시한 후 16 kg의 스윙(사후) 결과를 파악하였고, 테이핑 자극 효과도 16 kg의 무게로 다시 케틀벨 스윙을 실시하게 하였다. 테이핑 자극 시 둔근의 피부 수용기 자극을 위해서 테이핑을 최대로 늘려서 둔부에 부착하였다. Figure 2는 이해를 돕기 위한 위치 표시이며, 실제 실험에서는 반바지 속의 둔부 표면에 부착 후 케틀벨 스윙을 실시하였다. 불안정한 지면 자극은 16 kg의 무게로 케틀벨 스윙을 밸런스 매트 위에서 실시하게 한 후 일반 지면에서 다시 16 kg의 무게로 스윙을 실시하게 하였다.

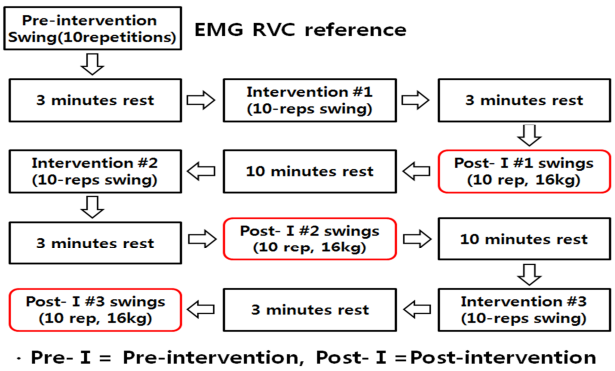

Figure 1. Flow chart of experimental procedure

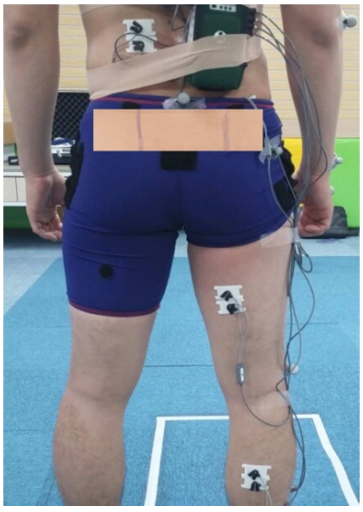

Figure 2. Layout of the placement of gluteus muscle taping

4. 자료분석

분석을 원활하게 수행하기 위해 동작을 3개의 시점과 2개의 구간으로 나누었다(Figure 3). 주요 시점은 케틀벨 위치가 신체 후면 끝에 위치하는 시작 시점(E1), 케틀벨의 수직 위치가 최정상이 되는 시점(E2), 케틀벨 위치가 다시 신체 후면 끝에 위치하는 끝 시점(E1, E3은 동일함)으로 설정하였다. 각 구간은 케틀벨 상승 구간(P1), 케틀벨 하강 구간(P2)으로 정의하였다.

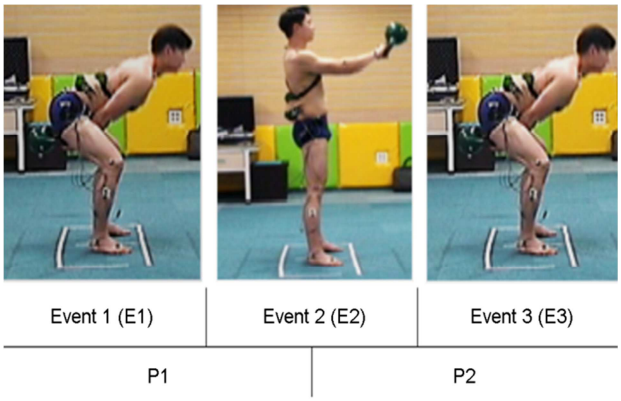

Figure 3. Definition of events and phase

3차원 마커 정보는 Evart® 5.0 Program (Motion Analysis, Santa Rosa, CA, USA)를 사용하여 획득되었다. 이후 3차원 시계열 좌표 데이터 분석은 수치해석 프로그램인 Matlab® (Ver.2009)에서 계산되었다. 마커 정보는 차단주파수(cutoff frequency) 8 Hz의 저역통과필터(Butterworth low-pass filter)를 통과시켜 평활화한 후에 운동학 변인들을 계산하였다. 관절각은 상위 분절과 하위 분절이 이루는 벡터각으로 설정하였다. 슬관절각은 대퇴와 하퇴가 이루는 사이각, 고관절각은 몸통 분절(고관절과 견관절의 연결선)과 대퇴가 이루는 사이각, 골반각은 전상장골극(anterior superior iliac spine, ASIS)과 후상장골극(middle posterior superior iliac spine, MPSIS)에 의해 형성되는 평면의 수직축과 전역 좌표계 수평면이 이루는 각도, 견관절각은 몸통 분절 수직축과 윗팔 분절의 종축이 이루는 사이각으로 정의하였다(Figure 4).

근전도 전기신호는 정류(rectification)와 보정(baseline offset adjustment), 구간통과필터링(band pass filter)을 거쳐서 평활화(20~200 Hz)한 후 평균적분값(intergrated EMG, IEMG)을 구하였다. 평균적분값(IEMG)은 16 kg의 케틀벨로 사전 스윙할 때 10회의 평균값을 기준(reference)으로 하는 RVC (reference voluntary contraction) 표준화 방법을 사용하였다.

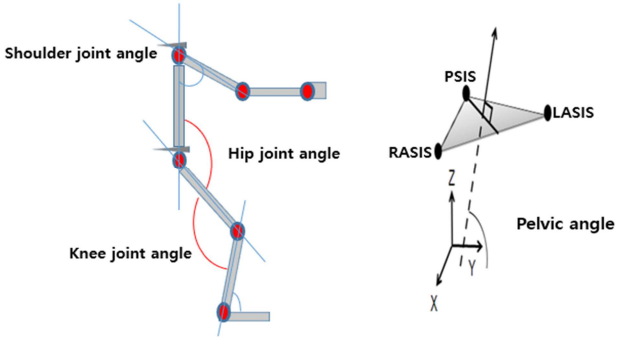

Figure 4. Definition of Joint and segment

5. 통계처리

각 변인들의 평균과 표준편차를 제시하였으며, 견관절과 고관절 관절각을 그래프로 제시하였다. SPSS 20.0 소프트웨어를 이용하여 통계분석을 하였다. 각 조건별 자극 후 16kg의 무게로 스윙에서 얻어진 사후 결과값을 비교하였다. 통계기법은 반복측정 분산분석(Repeated measures ANOVA)을 사용하였고, 유의수준은 .05로 설정하였다. 유의한 주효과가 확인하기 위해 Bonferroni test로 사후 검증(post hoc)을 실시하였다.

RESULTS

1. 관절 가동범위 차이 비교

Table 1은 비숙련자에게 3가지 다른 체성감각 자극을 한 후 사후 케틀벨 스윙에서 나타난 결과에 따른 주요 관절의 관절 가동범위를 비교한 것이다. 고관절과 견관절에서 유의한 주효과를 확인할 수 있었다($p<.05$). 골반과 슬관절에서는 자극 종류에 따른 차이를 확인할 수 없었다($p>.05$). 사후 검증 결과 불안정한 지면(밸런스 매트)이 고관절 가동범위를 크게 증가시켰고 무게와 테이핑 자극은 서로 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면 불안정한 지면 자극은 견관절의 가동범위를 다른 자극보다 유의하게 줄였다($p<.05$).

2. 고관절과 견관절의 시계열 각도 변화

케틀벨 투암 스윙 시 체성감각 자극 이후에 고관절과 견관절의 각도 변화는 Figure 5와 같다. 그래프는 케틀벨 스윙의 앙상블 평균값을 구한 후 표준화된 시간에 나타내었다. 수평축은 E1 (0%)부터 E5 (100%)까지 케틀벨 스윙 동작의 100% 표준화 시간이고, 수직축은 시간에 따른 각도값을 나타낸 것이다. 불안정한 지면 자극 이후 스윙에서 고관절과 견관절이 다른

Table 1. Range of motion at each joint (unit: °, M±SD)

Joint	Overweight[a]	Taping[b]	Mat[c]	*F*	*p*	Post-hoc
Pelvic	31.7±14.1	36.1±12.8	35.73±13.5	2.72	.08	
Hip	88.6±14.2	90.7±12.2	96.01±9.5	4.02	.03*	a, b<c
Knee	42.5±19.2	37.6±17.4	37.89±15.5	2.01	.17	
Shoulder	64.7±11.6	61.9±12.1	59.42±11.8	5.10	.01**	a, b>c

*p<.05 , **p<.01

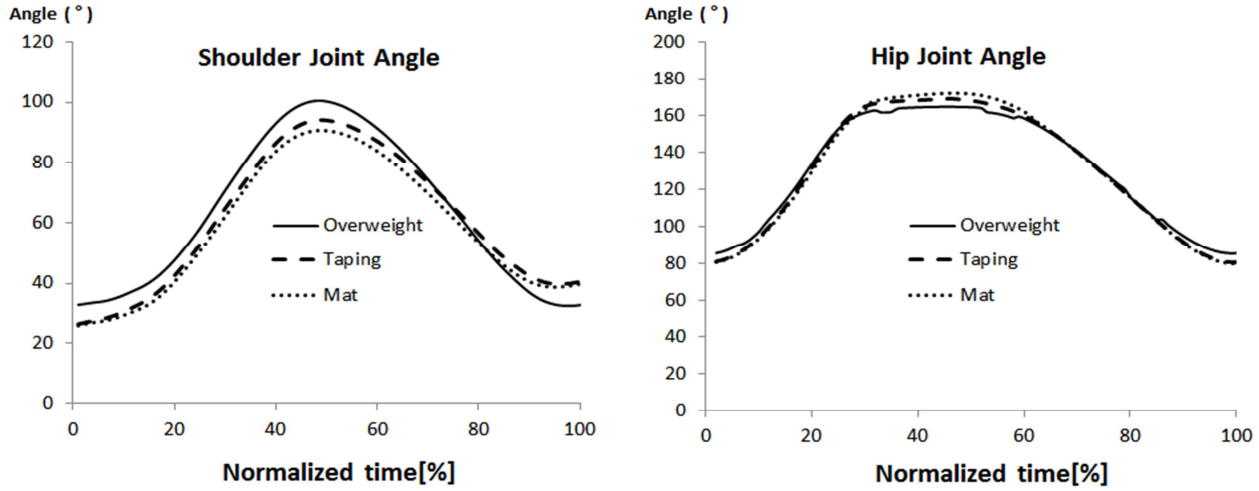

Figure 5. Profiles of hip and shoulder joint angles during post intervention swing

자극 효과와 비교하여 정성적으로 차이가 있음을 나타내었다.

3. 자극 사후의 근활성도 비교

Table 2는 3가지 다른 체성감각 자극 후 사후 케틀벨 스윙에서 나온 근활성도 결과값들을 비교한 것이다. 근육 중 대둔근에서만 자극 방법의 주효과를 확인할 수 있었다(p<.05). 나머지 근육에서는 자극 방법에 의한 주효과가 없었다(p>.05). 불안정한 지면 자극 이후에 대둔근에서만 다른 자극보다 근활성값이 유의하게 컸다. 테이핑 자극 효과는 과중량 자극 사후보다 컸지만 불안정한 지면 자극 효과보다 작았다(p<.05).

Table 2. Comparisons of muscle activations according to somatosensory interventions during post intervention swing (unit: RVC%, M ± SD)

Musle	Phase	Overweight[a]	Taping[b]	Mat[c]	*F*	*p*	Post-hoc
Gluteus maximus	Upward	87.2±12.7	79.8±24.5	152.4±24.1	5.35	.02	a<b<c
	Down ward	115.7±54.8	103.8±73.2	90.7±61.2	.20	.82	
Erector spinae	Upward	104.9±34.2	136.6±54.3	110.2±49.7	.71	.52	
	Down ward	116.2±60.6	133.5±94.3	132.4±97.4	.114	.90	
Hamstring (Semimembranosus)	Upward	107.2±33.2	107.2±90.1	132.6±58.8	.59	.56	
	Down ward	127.6±80.1	125.8±108.2	115.6±61.3	.08	.92	

Table 2. Comparisons of muscle activations according to somatosensory interventions during post intervention swing (Continued) (unit: RVC%, M ± SD)

Musle	Phase	Overweight[a]	Taping[b]	Mat[c]	*F*	*p*	Post-hoc
Medial gastrocnemius	Upward	107.6±24.1	112.6±65.2	110.1±42.8	.03	.97	
	Down ward	119.4±44.4	104.3±48.3	107.1±45.5	.35	.71	
Tibilalis anterior	Upward	136.1±42.4	120.1±60.8	88.1±40.2	1.08	.36	
	Down ward	128.3±47.1	123.4±45.5	97.8±41.5	.67	.52	

*$p<.05$, **$p<.01$

DISCUSSION

케틀벨 스윙은 척추 중립을 유지한 상태에서 대퇴부 사이로 케틀벨을 깊이 넣고 고관절의 굴곡과 신전을 이용하여 동작을 만들어 낸다. 양손으로 무거운 케틀벨을 잡고 있기 때문에 어깨의 움직임보다는 둔근에서 에너지를 발생시키는 것이 효율적인 스윙 방법이다(Back, 2017). 케틀벨 동작을 배우는 초보자는 대부분 척추 중립자세를 잘 만들지 못하며 둔부 근육도 잘 사용하지 못하는 경향이 있다. 본 연구는 초보자의 둔근을 활성화시켜 스윙 동작의 효율성을 높이려고 다양한 체성감각 자극 방법을 적용하였다. 14명의 초보자들을 대상으로 체성감각 자극(과중량, 테이핑, 불안정한 지면)을 적용한 결과 고관절과 견관절에서만 관절 가동범위의 차이가 나타났다. 3가지 자극 방법 중 불안정한 지면 자극이 고관절의 관절 가동범위를 증가시켰고, 견관절의 관절 가동범위를 줄였다. 근전도 변인도 불안정한 지면 자극 이후 케틀벨의 상승 구간에서 대둔근 활성도 값이 유의하게 증가하였다. 선행 연구에 따르면 불안정한 지면 위에서 하는 운동이 주동근 자극에 효과가 있다는 보고가 있었다. Yoon & Won (2011)의 외다리 스쿼트 운동 연구 결과 불안정한 지면 위에서 저항 운동을 하면 안정된 지면보다 대둔근의 활성도가 높았다. Choi, Jang, & Shin (2015)의 스쿼트 연구도 일반 지면보다 불안정한 BOSU (BOth Sides Utilized) 공에서 스쿼트를 실시하였을 때 둔근 활성도가 상승 구간에서 높게 나타났다고 하였다. 본 연구에서 케틀벨 스윙 동작은 스쿼트 동작처럼 고관절을 신전시켜 무거운 케틀벨을 들어올리는 것이 필요하며, 불안정한 매트 적용이 주동근 활성에 효과적이라는 것을 알 수 있었다.

둔근은 기능적으로 중요하기 때문에 둔근의 활성능력은 매우 중요하다. Page, Frank, & Lardner (2010)는 오랫동안 앉은 자세를 지속하면 둔근이 비활성되기 쉽고 햄스트링근은 과활성되기 쉽다고 하였다. 이럴 경우 고관절을 신전시킬 때 약화된 주동근이 제 기능을 못해서 협력근이 대신 역할을 하는 협력근 우세(synergistic dominance) 현상이 나타난다. 협력근 우세 현상이 지속되면 주동근과 협력근 모두 약해지는 결과를 초래한다(Clark et al., 2010). 따라서 둔근의 활성을 높이는 것은 기능적으로 고관절 신전의 주동근 역할을 향상시키는 것이다. McGill (2015)에 의하면 하지에서 올라오는 힘을 전달하는 주요 근육은 둔근이라고 하였다. 둔근의 활성을 만들지 못하면 요추로 가는 스트레스가 가중되게 됨으로서 팔다리까지 힘을 효율적으로 전달할 수 없다고 하였다. 본 연구와 선행 연구의 결과들을 종합해 볼 때 불안정한 지면에서 케틀벨 스윙을 연습하면 근신경계는 주동근인 둔근의 활성을 높이고 요추의 부담을 줄임으로서 케틀벨 스윙의 효율성도 높일 수 있다고 생각되었다.

불안정한 지면의 트레이닝은 코어 근육의 활성도를 높이는 역할도 한다 Jung, Koh, Kim, & Kwon (2010)의 연구에서 안정된 지면보다 폼롤러 위에서 한발로 버티기 운동을 하였을 때 복횡근과 내복사근의 활성도가 높게 나타났다. 코어 근육의 활성도 증가는 고관절 가동성에 도움을 준다는 선행 연구도 있다. Escamilla 등(2010)은 경직된 둔부와 햄스트링 때문에 고관절 가동범위가 줄어든 사람들에게 짐볼코어 트레이닝을 실시한 결과 코어 근육과 광배근의 근활성도는 증가하였고 둔부와 햄스트링의 긴장도는 감소하였다고 하였다. 또한 Moreside & McGill (2012)도 고관절 가동범위가 제한된 사람들에게 유연성 운동을 빼고 코어 운동만 시켰음에도 불구하고 고관절의 가동범위가 증가되었음을 보여 주였다. Anderson & Behm (2004)는 불안정한 지면에서 벤치프레스 동작을 실시한 연구에서 대흉근, 삼각근, 상완삼두, 광배근, 복직근의 근활성도 차이는 없었지만, 근육의 수축형태에 따른 근활성도 차이가 있다고 하였다. 즉 불안정한 지면 조건이 관절 주변 근육들의 반사적 활성을 유도하여 조절 능력을 높일 수 있다고 하였다.

한편 불안정한 지면 자극 이후에 견관절 가동범위가 다른 자극보다 유의하게 줄었다. 그 이유는 케틀벨 스윙 시 향상된 둔근의 기여도와 관련성이 있다고 생각된다. 견관절 가동범위가 줄어들면 견갑골의 움직임을 줄일 수 있고 척추의 정렬을 중립으로 유지하면서 스윙할 수 있다. 이러한 이유로 견관절 가동범위가 줄어들면 케틀벨과 상체가 합쳐진 무게중심을 기저면 안에 유지하기 쉽고 고관절의 신전모멘트를 증가시켜 만들

어진 각운동량으로 스윙을 쉽게 할 수 있다고 판단된다.

본 연구 결과를 통해 볼 때 초보자들에게 불안정한 지면에서 케틀벨 스윙을 시키는 것이 고관절 경첩(hip hinge) 움직임 패턴을 잘 만들어내므로 척추와 무릎보다는 고관절 중심으로 움직임 패턴을 만들어 낼 수 있다. 즉 무릎이나 요추에 문제가 있는 사람에게 좋은 대안 운동 방법이 될 수 있다. 또한 기능적 트레이닝 방법 중 팔다리와 코어 기능의 협응을 요하는 스포츠 종목 선수들에게 이 방법은 매우 유용할 것으로 생각된다.

본 연구의 한계점이 있었다. 처치 조건에 비해서 참여자의 수가 적어 결과를 일반화하는데 한계성이 있을 수 있다. 또한, 자극의 일시적인 효과에만 연구의 초점을 맞추었기 때문에 지속적인 자극의 효과를 장기 트레이닝으로 추후 검증할 필요가 있다고 생각된다.

CONCLUSION

본 연구는 14명의 케틀벨 초보자들을 대상으로 둔근의 활성을 통해 스윙 동작의 효율성을 높이려고 여러 가지 체성감각 자극(과중량, 테이핑, 불안정한 지면) 방법을 적용하여 그 효과를 비교하였다. 3가지 자극 방법 중 불안정한 지면 자극 이후 고관절의 관절 가동범위가 확대되었고 견관절의 관절 가동범위는 줄어들었다. 또한 대둔근의 활성도값이 다른 자극보다 유의하게 증가되었다. 결론적으로 불안정한 지면 위의 케틀벨 스윙 훈련은 고관절의 가동성을 향상시킴으로서 둔근을 더욱 잘 쓸 수 있게 한다.

REFERENCES

Anderson, K. G. & Behm, D. G. (2004). Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *18*(3), 637-640.

Aytar, A., Ozunlu, N., Surenkok, O., Baltac, G., Oztop, P. & Karatas, M. (2011). Initial effects of kinesio taping in patients with patellofemoral pain syndrome: A randomized, double-blind study. *Isokinetics and Exercise Science*, *19*(2), 135-142.

Back, C. Y. (2017). Biomechanical comparative analyses of kettlebell two-arm swings: Skill levels and somatic sense stimulation. Unpublished doctoral dissertation. Chonnam National University, Gwangju, Korea.

Back, C. Y., Joo, J. Y. & Kim, Y. K. (2016). Kinematic comparisons of kettlebell two-arm swings by skill level. *Korean Society of Biomechanics*, *26*(1), 39-50.

Bellomo, D. (2010). *Kettlebell training for athletes: Develop explosive power and strength for martial arts, football, basketball, and other sports*. New-York: McGraw-Hill books.

Boyle, M. (2012). *Advances in functional training: Training techniques for coaches, personal trainers and athletes.* Book Baby.

Burkett, L. N., Phillips, W. T. & Ziuraitis, J. (2005). The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *19*(3), 673-676.

Baker, D. (2003). Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *17*(3), 493-497.

Choi, N. Y., Jang, H. S. & Shin, Y. A. (2015). The effect on muscle activation in trunk and low-limbs during squat exercise on various instability surface. *Korean Journal of Physical Education*, *54*(1), 505-514.

Clark, M., Lucett, S. & Kirkendall, D. T. (2010). *NASM's essentials of sports performance training.* New-York: Lippincott Williams & Wilkins.

Cook, G. (2012). *Movement: Functional movement systems.* Washington, D.C: On Target Publications.

Escamilla, R. F., Lewis, C., Bell, D., Bramblet, G., Daffron, J., Lambert, S. & Andrews, J. R. (2010).Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, *40*(5), 265-276.

Farrar, R. E., Mayhew, J. L. & Koch, A. J. (2010). Oxygen cost of kettlebell swings. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(4), 1034-1036.

Jaraczewska, E. & Long, C. (2006). Taping in Stroke: improving functional use of the upper extremity in hemiplegia. *Topics in Stroke Rehabilitation*, *13*(3), 31-42.

Jung, D. Y., Koh, E. K., Kim, S. J. & Kwon, O. Y. (2010). Comparisons of abdominal muscles thickness during single leg holding exercise on stable surface and on a foam roller using ultrasound imaging. *Korean Society of Biomechanics*, *20*(4), 415-420.

Kim, Y. K. (2013). The effect of different warm-up procedures on bat speed in baseball. *Korean Society of Biomechanics*, *23*(2), 91-97.

Lake, J. P. & Lauder, M. A. (2012). Kettlebell swing training improves maximal and explosive strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(8), 2228-2233.

Lehman, G. J., Hoda, W. & Oliver, S. (2005). Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swiss ball. *Chiropractic and Osteopathy*, *5*, 13-14.

Marshall, P. W. & Murphy, B. A. (2005). Core stability exercises

on and off a Swiss ball. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *86*(2), 242-249.

Matthews, M. & Cohen, D. (2013). Exercise technique the modified kettlebell swing. *Strength and Conditioning Journal*, *35*(1), 79-81.

McGill, S. (2015). *Back Mechanic: The step by step McGill Method to fix back pain*. Backfitpro Incorporated.

McGill, S. M. & Marshall, L. W. (2012). Kettlebell swing, snatch, and bottoms-up carry: back and hip muscle activation, motion, and low back loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(1), 16-27.

McGlone, F. & Reilly, D. (2010). The cutaneous sensory system. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *34*(2), 148-159.

Moreside, J. M. & McGill, S. M. (2012). Hip joint range of motion improvements using three different interventions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(5), 1265-1273.

Myers, T. (2001). *Anatomy trains.* 1st ed. Edinburgh: Churchill Livingstone.

Otsuji, T., Abe, M. & Kinoshita, H. (2002). After-effects of using a weighted bat on subsequent swing velocity and batters' perceptions of swing velocity and batters' perceptions of swing velocity and heaviness. *Perceptual and Motor Skills*, *94*(1), 119-126.

Perry, S. D., Santos, L. C. & Patla, A. E. (2001). Contribution of vision and cutaneous sensation to the control of centre of mass (COM) during gait termination. *Brain Research*, *913*(1), 27-34.

Page, P., Frank, C. C. & Lardner, R. (2010). *Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Randell, A. D., Cronin, J. B., Keogh, J. W. & Gill, N. D. (2010). Transference of strength and power adaptation to sports performance—horizontal and vertical force production. *Strength Conditioning Journal*, *32*(4), 100-106.

Ryue, J. J. (2012). Effect of changes in cutaneous sensory by temperature stimulus on maximal performance proprioception and muscle activation. Unpublished master's thesis, Department of Physical education Graduate School, Kookmin University Seoul, Korea.

Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. (1995). *Motor control theory and practical applications*. 1st ed. Baltimore: Williams & Wilkins.

Vera-Garcia, F. J., Grenier, S. G. & McGill, S. M. (2000). Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*, *80*(6), 564-569.

Yoon, C. J. & Chae, W. S. (2011).The process of the dynamical coordination and control of Dollyochagi motion in Taekwondo. *Korean Journal of Physical Education*, *50*(3), 593-601.

Yoon, J. Y. & Won, Y. S. (2011). Effects of single and dual wobble boards on the lower extremity muscle activities in females during single-leg squats. *Institute of Special Education & Rehabitation*, *50*(2), 181-194.