

What is the Appropriate Kettlebell Mass for a Kettlebell Swing?

케틀벨 스윙 시 적당한 케틀벨의 무게는 얼마일까?

Bo Kyeong Kim¹, Dao Van Thau¹, Sukhoon Yoon²

¹Graduate School of Sport and Leisure Studies, Korea National Sport University, Seoul, South Korea

²Department of Community Sport, Korea National Sport University, Seoul, South Korea

Received : 27 November 2021

Revised : 17 December 2021

Accepted : 17 December 2021

Objective: The purpose of this study was to investigate the effect of different kettlebell mass (30%, 40%, and 50% of the body mass) on kinematics and kinetic variables of kettlebell swing.

Method: Total of 16 healthy male who had at least 1 year of kettlebell training experience were participated in this study (age: 31.69 ± 3.46 yrd., height: 173.38 ± 4.84 cm, body mass: 74.53 ± 6.45 kg). In this study, a 13-segments whole-body model (upper trunk, lower trunk, pelvis, both side of forearm, upperarm, thigh, and shank) was used and 26 reflective markers were attached to the body to identify the segments during the movement. A 3-dimensional motion analysis with 8 infrared cameras and 4 channeled EMG was performed to find the effect of kettlebell mass on its swing. To verify the kettlebell mass effect, a one-way ANOVA with a repeated measure was used and the statistical significance level was set at $\alpha=.05$.

Results: Firstly, in all lower extremity joints and thoracic vertebrae, a statistically significant change in angle was shown according to an increase in kettlebell mass during kettlebell swing ($p<.05$). Secondly, in both the up-swing and down-swing phases, the knee joint and ankle joint ROM showed a statistically significant increase as the kettlebell mass increased ($p<.05$) but no statistically significant difference was found in the hip joint and thoracic spine ($p>.05$). Lastly, the hamstrings muscle activity was statistically significantly increased as the kettlebell mass increased during up-swing phases ($p<.05$). Also, as the kettlebell mass increased in P4 of the down swing phase, the gluteus maximus showed a statistically significantly increased muscle activation, whereas the rectus femoris showed a statistically significantly decreased muscle activation ($p <.05$).

Conclusion: As a result of this study, hip extension decreased and knee extension increased at 40% and 50% of body mass, and the spine also failed to maintain neutrality and increased flexion. Also, when kettlebell swings are performed with 50% of body mass, synergistic muscle dominance appears over 30% and 40% of body mass, which is judged to have a risk of potential injury. Therefore, it is thought that for beginners who start kettlebell exercise, swing practice should be performed with 30% of body mass. In addition, even in the case of experienced seniors, as the weight increases, the potential injury risk may increase, so it is thought that caution should be exercised when performing swings with 40% and 50% of body mass. In conclusion, it is thought that increasing the weight after sufficiently training with 30% of the weight of all subjects performing kettlebell swing is a way to maximize the exercise effect as well as prevent injury.

Keywords: Kettlebell swing, Efficient Kettlebell mass, Motion analysis

Corresponding Author

Sukhoon Yoon

Department of Community Sport,
Korea National Sport University,
1239 Yangjae, Songpa-gu, Seoul,
05541, South Korea

Email : sxy134@knsu.ac.kr

INTRODUCTION

웨이트 트레이닝은 머신 웨이트(machine weight)와 프리 웨이트(free weight)로 나누어지는데, 프리 웨이트는 바벨(barbell)과 덤벨(dumbbell) 그리고 케틀벨(kettlebell)과 같은 도구를 이용하기 때문에 운동기구가 고정되어 있지 않으며 따라서 자유롭게 여러 동작들을 수행할 수 있고 장소의 제약으로부터 자유로운 장점이 있다(Haff, 2000). 특히 케틀벨은 부피가 적고 케틀벨 하나로 여러 동작들을 수행할 수 있어 공간 휴대성과 도구의 효율성이 뛰어나며(Tsatsouline, 2011), 케틀벨의 벨의

밖에 위치하는 손잡이는 그림의 형태에 따라 무게 중심의 위치를 변화시킬 수 있어 운동 강도를 보다 효과적으로 조절할 수 있다는 장점이 있다고 알려져 있다(Cotter, 2013). 더불어 케틀벨을 사용한 트레이닝은 그 방법에 따라 무산소 운동과 유산소 운동을 수행할 수 있으며, 전신의 근력과 근지구력, 파워, 심폐지구력, 유연성, 민첩성 및 협응력과 같은 체력을 단련하고 신체 기능 향상에 도움이 되는 것으로도 보고되고 있다(Cotter, 2013).

케틀벨 트레이닝은 그 사용방법에 따라 데드리프트(deadlift)나 프레스(press)와 같은 무산소성 형태의 운동으로 근력과 근지구력을 향상

시킬 수 있는 비탄도성 운동(grind)과 클린 앤 저크(clean & jerk), 스내치(snatch), 그리고 스윙(swing)과 같은 운동으로 파워를 향상시킬 수 있는 탄도성 운동(ballistic)으로 구분할 수 있다(Jung, Gang & Choi, 2010). 이중 탄도성 운동은 케틀벨 운동을 대표하는 트레이닝으로서 일반인들에게는 체중감량의 효과적인 운동방법으로 알려져 많이 사용되고 있으며(Jung et al., 2010), 파워가 중요한 종목의 스포츠 선수들에게 경기력 향상에 도움이 되는 저항 훈련으로 알려져 있다(Olsen & Hopkins, 2003; Alver, Sell & Deuster, 2017). 이러한 탄도성 케틀벨 운동 중 스윙은 케틀벨을 다리 사이 뒤로 보냈다가 다시 몸 앞으로 보내 가슴 높이까지 올리는 동작을 반복하는 운동이며(Tsatsouline, 2011), 무릎 굽힘을 제한하고 엉덩관절의 능동적인 굽힘과 폼을 수행함으로써 엉덩관절 폼근의 주동근인 큰볼기근(gluteus maximus)을 단련할 수 있는 운동이다(McGill & Marshall, 2012).

많은 선행연구자들은 이러한 케틀벨 스윙 운동의 효과를 검증하였는데 Paddon-Jones, Leveritt, Lonergan & Abernethy (2001)는 10주간 탄도성 운동이 신장성(eccentric) 근력과 단축성(concentric) 근력을 각각 30%와 27% 증가시켰으며, 속근 섬유 밀도는 7% 증가되었다고 보고하였다. 또한 Shepstone et al. (2005)은 탄도성 훈련과 웨이트 트레이닝 훈련의 효과 비교를 수행한 연구에서 탄도성 운동이 웨이트 트레이닝 못지않게 근비대 경향성이 높아 효과적인 트레이닝 방법이라고 보고하였고, Otto, Coburn, Brown & Spiering (2012)과 Farrar, Mayhew & Koch (2010)은 건강한 남성에게 적용한 6주간의 케틀벨 스윙 트레이닝은 근력과 파워를 향상시키는데 효과적이었을 뿐만 아니라 12분 동안의 양손 스윙 동작은 심폐능력을 향상시킨다고 보고하였다. 이처럼 케틀벨 스윙 운동은 인체의 다양한 측면에서 매우 효과적인 운동으로 보고되고 있지만 케틀벨 스윙이 빠른 속도로 상체를 숙이는 동작을 반복하기 때문에 허리에 높은 압박력과 전단력을 유발할 수 있다고 알려져 있으며(McGill & Marshall, 2012; Del Vecchio & Sekendiz, 2017), 과도한 무게가 적용될 시 상해의 위험에 쉽게 노출될 수 있다고 보고되고 있다(McGill, 2015). 따라서 케틀벨 스윙 운동 시 대상자가 사용하는 적절한 무게의 설정은 안전하고 효과적인 케틀벨 스윙의 수행을 위해서 가장 중요하게 생각해야 될 점이라고 생각되어진다. 본 연구에서 주목하고 있는 적절한 케틀벨의 무게는 일반적인 웨이트 트레이닝 현장에서 적용되고 있는 훈련의 기준이 될 수 있는 무게이나 현재 케틀벨 훈련현장에서는 훈련자의 상황에 따라 적용할 수 있는 기본 무게의 개념이 적용되고 있지 않고 있다.

케틀벨 스윙에 대한 적절한 무게의 설정에 관하여 케틀벨 운동의 창시자인 Tsatsouline (2011)은 초급자의 경우 여성과 남성은 각 8 kg와 16 kg, 중급자의 경우 여성과 남성은 각 16 kg와 24 kg를 트레이닝 시 적정 무게로써 제시하였으나, 이는 개인의 신체조성과 운동능력에 대한 차이를 반영하지 않는다는 문제점이 있고 생각된다. 또한 케틀벨 무게에 관한 선행연구들의 문제점을 확인해 보면 Choi & Yoon (2019)은 그들의 연구가 케틀벨을 이용한 실험임에도 불구하고 케틀벨 무게에 대하여 전혀 제시하지 않았으며, Yeo (2016)와 Heo, Lee, Lee & Shin (2016)은 스윙 무게 기준을 1-RM (one repetition maximum) 대비 %로 설정하였지만, 1 RM을 측정하기 위한 기준 동작이 명확히 제시되지 않았다. 또한 Mache & Hsieh (2016)가 20% 무게로 수행된 케틀벨 스윙 훈련은 수직 점프의 경기력 향상에 효과적이지 않은 무게로 보고하고 있음에도 불구하고 Levine et al. (2020)은 그들의 연구에서 케틀벨

무게를 체중의 20% 무게로 설정하여 케틀벨 무게선정의 기준이 모호한 실정이다. 또한, 일반적인 저항성 트레이닝 중 케틀벨 스윙과 가장 유사한 운동이 데드리프트의 경우 대부분의 연구들이 체중의 100% 이상의 무게를 연구에 사용하고 있는데(Bartolomei, Rovai, Lanzon & di Michele, 2019; Lawson, Mundy, Lyon & Duncan, 2019), 다른 저항성 트레이닝에서 일반적으로 사용되는 무게 기준은 케틀벨 스윙을 수행하기에 적합하지 않은 무게로 사료된다. 더불어 덤벨 및 바벨을 사용한 웨이트 트레이닝에서는 NSCA (National Strength & Conditioning Association)에서 제시하는 1 RM 설정 기준을 근거로 무게를 설정하지만 케틀벨 트레이닝 무게는 아직까지 명확한 기준이 없는 실정이다. 그 뿐만 아니라, 덤벨과 바벨은 1 kg씩 증량이 가능한 반면 케틀벨은 4 kg 단위로 생산되기 때문에 덤벨과 바벨과 같이 세밀하게 무게를 조절하는데 제한이 있어 적절한 무게를 설정하기 어려운 도구이다(Del Vecchio & Sekendiz, 2017).

실제 현장에서는 케틀벨 스윙 운동이 일반인들의 신체 기능 향상(Farrar et al., 2010; Otto et al., 2012), 운동선수들의 경기력 향상(Lake & Lauder, 2012; Andersen et al., 2016), 그리고 부상의 재활(McGill & Marshall, 2012) 등에 다양하게 적용되고 있다. 그럼에도 불구하고 케틀벨 스윙 시 무게 설정 기준에 대한 명확한 근거가 부족한 실정이며, 다른 도구에 비해 대상자의 수준에 따라 적절하게 무게를 증량시키기 어렵다. 따라서 본 연구의 목적은 케틀벨 스윙 시 적절한 무게에 대한 기준을 설정하고 규명하는데 있다.

METHOD

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 건강한 20~30대 남성 16명(age: 31.69±3.46 yrd., height: 173.38±4.84 cm., body mass: 74.53±6.45 kg)으로 지속적으로 1년 이상 케틀벨 스윙을 트레이닝 수행한 사람으로서 최근 6개월 이내 근골격계 상해나 수술한 적이 없는 자로 선정하였다. 본 연구는 K대학교 생명윤리위원회의 승인 후 수행되었으며, 실험을 수행하기 이전에 모든 연구대상자에게 본 연구의 실험절차와 목적에 대한 설명을 충분히 한 후, 실험에 참여하기 위해서 동의서에 동의한 피험자에 한하여 실험을 진행하였다.

2. 실험절차 및 자료처리

실험 당일 케틀벨 스윙 동작을 분석하기 위하여 8대의 적외선 카메라와 4 채널의 무선 근전도 장비를 사용한 3차원 동작분석을 실시하였고, 이때 자료취득율(sampling rate)은 각각 100 Hz와 1,000 Hz로 설정하였다. 8대의 카메라는 기계적 시간 동조를 이루며 촬영하였으며, 영상데이터와 근전도 데이터는 Qualisys Track Manager (Qualisys, Sweden, [QTM])를 사용하여 시간적 동조를 이루며 수집되었다. 실험 전 근육활성도를 측정의 오류를 줄이기 위하여 피부 표면의 털을 제거하였고, 알코올로 닦아 소독한 후에 주동측의 큰볼기근(GM), 뒤넙다리근(HAM), 넙다리곧은근(RF), 척추세움근(ES)에 표면전극을 부착하였다. 또한 연구대상자들의 근활성도를 표준화시키기 위하여 스윙 동작 중 발생하는 각 근육의 최대 수축을 기준으로 한 자발적 기준 수

축(reference voluntary contraction; RVC)이 측정되었다.

실험 전 케틀벨 스윙 동작이 이루어지는 장소는 NLT (non-linear transformation)을 사용하여 전역좌표를 설정하였으며(x 축: 좌/우, y 축: 전/후, z 축: 상/하), 동작 중 신체의 분절을 규명하기 위해서 각 대상자의 신체에 총 26개의 반사마커와 클러스터를 주동축 하지와 상지 및 흉추에 부착하였다(Figure 1). 그 후 연구대상자들은 가벼운 무게의 케틀벨을 통하여 10분 이상의 충분한 준비 운동을 실시하였고, 스탠딩 캘리브레이션(standing calibration)을 촬영한 후에 동작 수행에 영향을 최소화하기 위해 무릎과 발목의 안쪽 반사마커를 제거하였다. 모든 준비가 완료된 후 각 대상자는 평평한 지면 위에서 체중의 30%, 40%, 50% 무게인 케틀벨로 각 10 회씩 케틀벨 스윙을 진행하였다. 각 세트 간 5분 이내의 충분한 휴식시간을 주어 근피로를 최소화하였으며, 만약 보조자 판단에 의해 잘못된 동작으로 스윙이 발생한 경우 5분 휴식 후 재시도 하였다.

실험 중 취득한 위치좌표의 원자료는 운동학적 변인 산출 시 발생하는 랜덤오류를 줄이기 위하여 2차 저역 통과 필터(butterworth 2nd order low-pass filter)를 차단주파수 6 Hz로 사용하여 필터링 하였다. 또한 근전도 자료의 경우 대역 통과 필터(band-pass filter)를 차단주파수 20~450 Hz로 처리하였으며 그 후 RMS (root mean square)를 통하여 변환된 값을 사용하였다. 적외선 카메라를 통하여 전역좌표계로 취득된 마커의 3차원 데이터를 바탕으로 각 하지분절의 지역좌표계를 설정하였으며 Euler/Cardan의 12가지 회전 중 X-Y-Z 유형을 사용하여 근위분절을 기준으로 원위분절을 정의한 하지관절의 3차원 각도와 ROM (range of motion)을 산출하였다. 본 연구에서 사용한 관절각도는 x 축은 flexion (+)/extension (-), y 축은 abduction (+)/adduction (-), z 축은 internal rotation (+)/external rotation (-), 그리고 발 분절은 x 축 dorsiflexion (+)/plantarflexion (-), y 축 eversion (+)/inversion (-), z 축 abduction (+)/adduction (-)으로 정의하였다. 추가적으로 척추각도는 1번, 6번 그리고 12번 척추관절에 부착한 마커를 통하여 시상면의 관절각도 및 ROM을 산출하였다. 또한 본 연구에서는 연구의 목적을 원활히 수행하기 위하여 시상면(x 축)의 관절각도만 사용하였다. 본 연구에서 사용된 하지근육의 근육활성도는 사전에 측정된 RVC의 근활성도 값을 사용하여 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{Muscle activation} = \frac{EMG_{RMS}}{EMG_{RVC}}$$

$$EMG_{RMS} = \text{동작시 발현된 근활성도의 RMS 평균값}$$

$$EMG_{RVC} = \text{자발적 기준수축의 RMS 평균값}$$

본 연구에서 수행된 케틀벨 스윙은 5개의 이벤트(Event, E)와 4개의 국면(Phase, P)을 설정하여 분석하였다. 정확한 이벤트순간을 획득하기 위하여 케틀벨 가운데 반사마커를 부착하였으며, 케틀벨이 신체 후면에 위치할 때의 순간을 E1, 엉덩관절의 폼이 완료될 때 순간을 E2, 케틀벨이 정점인 순간을 E3, 엉덩관절의 굽힘이 시작되는 순간을 E4, 그리고 케틀벨이 다시 신체 후면에 위치하는 순간을 E5로 설정하였다. 또한 E1에서 E2까지를 P1, E2에서 E3까지를 P2, E3에서 E4까지를 P3, E4에서 E5까지를 P4 국면으로 설정하였으며, 추가적으로 P1에서 P2

까지를 Up swing 그리고 P3에서 P4까지를 Down swing의 두 구간으로 설정하였다.

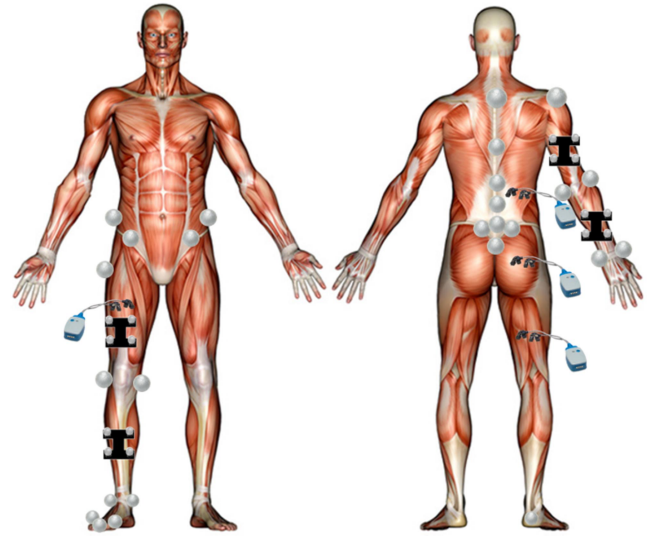


Figure 1. Maker and EMG set

3. 통계처리

케틀벨 스윙 시 무게에 따른 운동학 및 운동역학적 차이를 알아보기 위해 반복 측정 일원 변량분석(one-way ANOVA with repeated measure)을 수행하였다. 사후검증은 Bonferroni를 실시하였으며, 이때 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 설정하였다.

RESULTS

본 연구는 케틀벨 스윙 시 무게 설정의 정량적인 근거를 적립하는데 목적을 두고 수행되었다. 본 연구 수행결과 모든 하지관절과 흉추에서 케틀벨 스윙 시 무게의 증가에 따라 통계적으로 유의한 각도의 변화를 나타내었다(Table 1, $p<.05$). 엉덩관절의 경우 E3와 E4에서 30%에 비하여 증가된 무게에서 통계적으로 유의하게 증가된 굽힘각도를 나타내었으며, 무릎관절의 경우 무게가 증가할수록 신전되는 경향을 나타내었으나 통계적인 차이는 E3에서만 나타났다(Table 1, $p<.05$). 또한 발목의 경우 무게가 증가할수록 시작순간과 마침순간에서는 유의하게 증가된 배측굴곡이 그리고 그 외의 동작 수행의 모든 순간에서는 통계적으로 유의하게 증가된 저측굴곡이 나타났다(Table 1, $p<.05$). 그리고 등관절의 경우 모든 구간에서 무게가 증가할수록 굴곡되는 패턴을 나타내었으며, E4와 E5에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다(Table 1, $p<.05$).

케틀벨 동작 시 Up swing 구간과 Down swing 구간 모두에서 무릎관절과 발목관절 ROM은 무게가 증가함에 따라 통계적으로 유의하게 증가하는 결과를 나타내었으며(Table 2, $p<.05$), 엉덩관절과 흉추의 경우 통계적으로 유의한 차이가 발견되지 않았다(Table 2, $p>.05$).

본 연구에서는 케틀벨 스윙 동작 시 무게의 차이에 따른 하지근육들의 근활성도를 살펴보았다. 본 연구 수행결과 뒤넙다리근의 경우

Table 1. Mean ± SD of lower extremity joint and thoracic spine angle according to Kettlebell mass unit: degs

		30%	40%	50%
Hip	E1	91.20 (8.24)	91.91 (8.67)	90.94 (3.95)
	E2	3.86 (5.86)	4.02 (5.52)	3.78 (5.71)
	E3	2.94 (4.49)	3.97 (4.35)*	4.05 (4.50)*
	E4	6.23 (4.78)	7.58 (5.11)*	7.71 (5.29)*
	E5	91.77 (8.10)	92.58 (8.54)	90.97 (9.71)
Knee	E1	58.32 (10.31)	58.62 (10.01)	59.62 (11.24)
	E2	7.68 (5.75)	6.65 (5.87)	5.52 (6.06)
	E3	4.24 (5.42)	3.54 (5.43)	3.16 (5.54)*
	E4	8.90 (5.59)	8.37 (6.16)	7.68 (6.14)
	E5	58.43 (10.59)	58.83 (10.04)	60.21 (11.35)
Ankle	E1	13.86 (4.85)	14.76 (4.47)	16.44 (5.25)**
	E2	-2.80 (3.92)	-4.31 (4.20)*	-5.83 (4.30)**
	E3	-3.40 (3.72)	-5.36 (4.22)*	-6.42 (3.92)**
	E4	-3.04 (3.90)	-4.80 (4.46)*	-6.29 (4.14)**
	E5	13.92 (5.12)	14.87 (4.35)	16.82 (5.33)**
Trunk	E1	161.42 (5.05)	162.00 (6.49)	160.50 (4.61)
	E2	157.18 (3.70)	157.5 (5.93)	155.57 (4.13)
	E3	161.23 (4.64)	161.39 (6.23)	159.46 (4.50)
	E4	160.59 (4.57)	159.51 (4.19)*	158.98 (4.36)*
	E5	161.24 (5.11)	160.57 (4.74)*	160.24 (4.58)

*indicates significant difference with 30% ($p < .05$)

†indicates significant difference with 40%

Table 2. Mean ± SD of lower extremity joint and thoracic spine ROM according to Kettlebell mass unit: degs

		30%	40%	50%
Hip	Up swing	91.76 (11.35)	91.69 (11.61)	90.85 (12.03)
	Down swing	89.18 (9.93)	88.92 (10.48)	87.45 (11.44)
Knee	Up swing	55.57 (11.25)	56.30 (12.50)	57.65 (13.11)†
	Down swing	54.93 (11.33)	56.05 (11.90)	58.21 (12.50)**
Ankle	Up swing	19.04 (5.12)	21.59 (6.04)*	24.31 (6.08)**
	Down swing	18.27 (5.23)	21.25 (5.56)*	24.38 (6.02)**
Trunk	Up swing	7.47 (3.85)	7.44 (3.65)	7.16 (3.54)
	Down swing	4.69 (2.09)	4.75 (2.07)	4.79 (2.06)

*indicates significant difference with 30% ($p < .05$)

†indicates significant difference with 40%

Table 3. Mean ± SD of lower muscles activation according Kettlebell mas unit: % RVC

Phase	Muscle	30%	40%	50%
P1	GM	73.45 (18.59)	77.00 (15.61)	68.36 (17.74)
	HAM	65.58 (12.50)	77.43 (16.13)	81.26 (16.58)*
	RF	65.96 (18.30)	67.64 (17.88)	73.60 (13.34)
	ES	76.59 (11.72)	77.81 (15.15)	85.48 (9.39)
P2	GM	81.68 (13.23)	70.87 (15.68)	76.91 (16.02)
	HAM	62.08 (20.00)	56.30 (19.66)	84.78 (12.96)**
	RF	72.93 (16.17)	58.86 (23.99)	63.80 (25.11)
	ES	67.74 (17.61)	68.51 (13.15)	76.27 (18.35)
P3	GM	69.97 (16.38)	57.76 (25.15)	64.51 (23.89)
	HAM	58.18 (25.00)	54.23 (23.39)	64.87 (28.75)
	RF	58.02 (19.49)	58.72 (25.53)	58.99 (25.13)
	ES	54.20 (21.43)	56.07 (19.59)	60.06 (21.61)
P4	GM	54.02 (18.05)	68.86 (25.03)	74.03 (23.07)*
	HAM	56.16 (20.26)	70.42 (19.68)	68.55 (24.89)
	RF	72.35 (17.78)	65.99 (17.49)	58.79 (19.47)*
	ES	61.29 (18.53)	76.39 (17.58)	65.74 (22.79)

GM: Gluteus Maximus, HAM: Hamstring, RF: Rectus femoris, ES: Erector Spinae

*indicates significant difference with 30% ($p < .05$)

†indicates significant difference with 40%

Up swing 구간(P1 & P2)에서 케틀벨의 무게가 증가함에 따라 통계적으로 유의하게 증가된 근활성도를 나타내었다(Table 3, $p < .05$). 또한 Down swing 구간의 P4에서 케틀벨의 무게가 증가함에 따라 큰 볼기근은 통계적으로 유의하게 증가된 근활성도를 보인 반면 넙다리 곧은근은 통계적으로 유의하게 감소된 근활성도를 나타내었다(Table 3, $p < .05$).

DISCUSSION

케틀벨 스윙은 다양한 트레이닝에 사용되고 있지만 1 RM과 같은 명확한 중량의 기준이 설정되어 있지 않은 운동이다. 따라서 본 연구는 케틀벨 스윙 시 케틀벨의 무게차이가 운동학 및 운동역학적 변인에 미치는 영향에 대해 알아보고 트레이닝 시 적절한 무게를 제시함으로써 상해예방 예측과 운동효과 최대화에 대한 근거를 마련하고자 수행되었다.

본 연구 결과, 케틀벨 스윙 시 엉덩관절 각도는 E3와 E4에서 40%와 50% 무게로 수행할 때가 30% 무게보다 엉덩관절의 펴이 통계적으로 유의하게 감소하였으며(Table 1, $p < .05$), 통계적으로 유의하지는 않지만 무게가 증가할수록 Up swing 구간과 Down swing 구간 모두에서 ROM이 감소하는 패턴을 나타내었다(Table 2, $p > .05$). 이러한 결과는 무게가 증가할수록 스윙의 난이도가 증가되면서 대상자들이 동작을 수

행하기 어려워져 엉덩관절 펴는 제한이 나타났기 때문에 발생한 결과로 생각된다. 따라서 본 연구의 결과에서 나타난 무게의 증가에 따른 엉덩관절 펴는 제한은 큰볼기근을 트레이닝 해야 하는 케틀벨 운동의 효과를 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

또한 E3에서 무릎관절의 펴는 50%의 무게로 수행할 때가 30% 무게로 수행할 때보다 통계적으로 유의하게 증가하였으며, 무릎관절의 ROM 또한 Up swing 구간과 Down swing 구간 모두에서 50% 무게로 수행할 때가 30%와 40% 무게로 수행할 때보다 통계적으로 유의하게 증가하였다(Table 1, 2, $p < .05$). Cook (2010)은 특정 신체부절에서 가동성이 감소하게 되면, 인접한 관절에서 보상작용이 발생하여 가동성이 증가하게 된다고 보고하였는데, 본 연구에서 나타난 무게가 증가함에 따라 감소한 엉덩관절의 펴는 증가된 무릎관절의 펴는 그리고 ROM은 이러한 선형연구의 결과를 지지하고 있는 것으로 생각된다. 즉, 대상자들은 케틀벨 스윙 시 무게가 증가함에 따라 충분한 엉덩관절의 움직임을 확보하지 못하였고 따라서 무릎관절의 보상작용을 통하여 동작을 수행한 것으로 생각되어진다. 이러한 결과들을 종합해 볼 때 무게가 증가함에 따라 수행자들은 케틀벨 스윙을 정확한 자세로 수행하지 못한 것으로 생각되며, 이렇게 무릎관절의 펴는 증가된 상태로 케틀벨 스윙이 반복적으로 수행된다면 정강뼈관절(tibiofemoral joint), 무릎뼈(patella), 무릎뼈 인대, 그리고 정강뼈 결절(tibial tuberosity)에 압박력을 높여 무릎 전면부에 통증을 유발할 수 있을 것으로 생각된다(Sahrmann, 2011). 결론적으로 50%의 무게에서 스윙을 수행하는 것은 주동관절 움직임을 제한하고 협력관절을 우세하게 사용하여 스윙의 정확한 움직임을 방해하며, 케틀벨 스윙의 주요 목적인 큰볼기근 트레이닝 효과를 감소시킬 수 있다고 생각되어진다.

본 연구 결과, 케틀벨 스윙 시 케틀벨 무게의 증가에 따라 통계적으로 유의하게 증가된 발목관절 각도와 ROM이 나타났(Table 1, 2; $p < .05$). 케틀벨 스윙은 진자 운동(pendular movement)과 같이 고정된 축에서 질량이 앞으로 일정하게 움직이는 운동이다. 이 때 발목관절은 지면에 고정되어 발등굽힘과 발바닥굽힘을 통해 케틀벨이 앞으로 움직이는 상황에서 신체 균형을 맞추는 역할을 한다. 따라서 케틀벨 스윙 시 케틀벨 무게의 증가에 따라 나타난 발목관절의 움직임 증가는 케틀벨 스윙 시 무게 증가로 인한 신체의 균형 조절 전략이라 생각된다. 따라서 이러한 본 연구의 결과는 현장에서 발목 유연성이 떨어지거나 발목이 불안정한 대상자에게 무거운 무게로 스윙을 지도할 때, 본 운동 전 충분한 스트레칭 및 보강 운동이 필요함을 의미한다고 생각된다.

본 연구 결과, 케틀벨 무게가 증가할수록 E4와 E5에서 척추의 굽힘이 통계적으로 유의하게 증가하였다(Table 1, $p < .05$). 케틀벨 스윙 운동은 케틀벨이 지면에 가까이 위치할 때 척추의 각도를 중립으로 유지하는 것이 상해를 예방할 수 있는 올바른 자세로서 매우 중요하다(Lake & Lauder, 2012). 그러나 지면에 가까워질수록 척추의 굽힘이 증가된 본 연구의 결과는 수행자들이 무거운 무게에서 케틀벨을 수행할 때 증가된 척추의 압박력을 경험할 수 있으며 이에 따른 보상작용 때문에 잠재적으로 목과 허리의 상해를 유발 수 있음을 의미한다고 생각된다(Sahrmann, 2011). 즉, 40%와 50%의 무게에서 발생한 척추의 중립자세 유지 실패는 케틀벨 스윙 시 잠재적인 상해 요인이 될 수 있을 것이라고 생각되어진다.

또한 본 연구에서는 케틀벨 스윙 동작 시 무게의 차이에 따른 하지

근육들과 척추기립근의 근활성도를 살펴보았다. 본 연구 수행결과 뒤넙다리근의 경우 Up swing 구간(P1 & P2)에서 케틀벨의 무게가 증가함에 따라 통계적으로 유의하게 증가된 근활성도를 나타내었다(Table 3, $p < .05$). P1은 엉덩관절의 굽힘 상태에서 펴는 수행하는 구간이며, P2는 엉덩관절의 펴는 상태가 유지되어야만 하는 구간이다. 이 구간들에서 주동근인 큰볼기근에서 가장 높은 근활성도를 보여야 하는 구간임에도 불구하고 본 연구의 결과 엉덩관절 펴는 협력근인 뒤넙다리근이 40%와 50%의 무게로 수행할 때 큰볼기근 보다 높은 근활성도를 나타내었다. 이러한 결과는 큰볼기근이 40%와 50% 무게로 수행할 때 충분한 주동근의 근력을 사용하기 어려워진 대상자가 협력근인 뒤넙다리근의 의존도를 높였기 때문으로 생각되어진다. 엉덩관절 펴는 구간에서 뒤넙다리근이 우세(dominant)하게 작용하면 하지에 특별한 기전이 작용하게 된다. Sahrmann (2011)은 이 구간에서 넙다리뼈 머리(head of femur)가 절골(acetabulum) 안에 중심화 되지 못하여 전방활주(anterior gliding)를 발생시키고 이러한 기전은 관절 전면에서 스트레스를 유발시켜 운동손상을 야기할 수 있으며, 또한 큰볼기근에 비하여 뒤넙다리근이 과활성화 되는 경우 발이 지면에 닿아있는 상황에서는 무릎관절을 후방 전위시킨다고 보고하고 있다. 따라서 엉덩관절 펴는 구간에서 나타난 뒤넙다리근의 과사용은 ACL (anterior cruciate ligament)과 같은 연부조직의 인장력(tensile) 스트레스뿐만 아니라, 지방패드(fat pad)와 같은 무릎의 앞쪽 구조물에 압박력을 야기하여 통증을 발생시킬 수 있다고 생각된다. 결론적으로 대상자가 자신의 체중의 40%와 50% 무게로 케틀벨 스윙을 수행하는 것은 불필요한 근육의 과사용 때문에 근피로 및 연부조직 손상 같은 상해를 유발시킬 수 있을 것으로 판단되며, 이러한 근활성도 패턴은 케틀벨 스윙 본연의 목적과도 다소 떨어져 효과적인 스윙으로 보기 어려운 것으로 사료된다.

또한 Down swing 구간의 P4에서 케틀벨의 무게가 증가함에 따라 큰 볼기근은 통계적으로 유의하게 증가된 근활성도를 보인 반면 넙다리골근은 통계적으로 유의하게 감소된 근활성도를 나타내었다(Table 3, $p < .05$). P4 구간은 엉덩관절의 펴는 상태에서 굽힘을 수행하는 구간이며, 케틀벨의 속도를 감속시키는 구간이다. 따라서 큰볼기근은 P4 구간에서 무게가 증가할수록 더 강한 신장성 수축을 하여 하강하는 케틀벨을 감속시키는 역할, 즉, 더 큰 제동력을 생성하기 위해 증가하는 근활성도 패턴을 보인 것으로 생각된다. 그리고 넙다리골근의 근활성도가 점진적으로 감소된 것은 무게가 증가할수록 무릎의 굽힘이 증가하여 기능 해부학적으로 무릎의 펴는 기능을 담당하는 넙다리골근이 강하게 수축되기 어려운 자세가 형성되었기 때문으로 판단된다. 그러나 P4에서 나타난 큰볼기근과 넙다리골근의 합리적인 결과에도 불구하고 이전에 언급한 대로 40%와 50%의 무게는 잠재적인 상해의 위험 요소가 있기 때문에 30%의 무게를 통해 충분히 트레이닝을 한 후 점진적으로 무게를 높여 수행하는 것이 상해를 예방하고, 운동효과를 최대화할 수 있는 방법이라고 생각된다.

CONCLUSION

본 연구 결과 40%와 50% 무게에서는 엉덩관절의 펴는 감소하고 무릎관절의 펴는 증가하였으며, 척추 또한 중립을 유지하지 못하고 굽힘이 증가하였다. 또한 체중의 50% 무게로 케틀벨 스윙이 수행할 때 30%와 40% 보다 협력근 우세현상이 나타나 잠재적인 상해의 위험성

이 있다고 판단된다. 따라서 케틀벨의 운동을 시작하는 초급자의 경우 체중의 30%의 무게로 스윙 연습을 실시하여야 한다고 생각되며 숙련된 상급자의 경우에도 무게가 증가할수록 잠재적인 상해 위험성이 높아질 수 있기 때문에 40%와 50%의 무게로 스윙을 수행할 경우 주의 기울여야 할 것으로 생각된다. 결론적으로 케틀벨 스윙을 수행하는 모든 대상자들은 30% 무게로 충분히 트레이닝한 후 무게를 증량하는 것이 상해예방은 물론, 운동효과를 최대화할 수 있는 방법이라고 생각되어진다.

ACKNOWLEDGEMENT

This study is extracted from Bo Kyeong Kim's Master Thesis.

REFERENCES

- Alver, B. A., Sell, K. & Deuster, P. A. (Eds.). (2017). NSCA's essentials of tactical strength and conditioning. Champaign: Human kinetics.
- Andersen, V., Fimland, M. S., Gunnarskog, A., Jungård, G. A., Slåtland, R. A., Vraalsen, Ø. F. & Saeterbakken, A. H. (2016). Core muscle activation in one-armed and two-armed kettlebell swing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1196-1204.
- Bartolomei, S., Rovai, C., Lanzoni, I. M. & di Michele, R. (2019). Relationships Between Muscle Architecture, Deadlift Performance, and Maximal Isometric Force Produced at the Midthigh and Midshin Pull in Resistance-Trained Individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10.1519/JSC.0000000000003455. Advance online publication.
- Choi, B. & Yoon, H. (2019). The effects of Kettle bell exercise on functional fitness and isokinetic muscle strength for elderly women. *The Korea Journal of Sports Science*, 28(5), 1149-1157.
- Cook, G. (2010). Movement: Functional movement systems. Champaign: Human kinetics.
- Cotter, S. (2013). Kettlebell training. Champaign: Human kinetics.
- Del Vecchio, L. & Sekendiz, B. (2017). Managing risks of training with kettlebells to achieve optimum benefits. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 21(2), 8-12.
- Farrar, R. E., Mayhew, J. L. & Koch, A. J. (2010). Oxygen cost of kettlebell swings. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 1034-1036.
- Haff, G. G. (2000). Roundtable discussion: Machines versus free weights. *Strength & Conditioning Journal*, 22(6), 18.
- Heo, J., Lee, S., Lee, T. & Shin, C. (2016). A Comparison of Onset Time and Muscle Activation of Hip Extensors During Dead-lift, Squat and KettlebellSwing Exercises. *Journal of Korean Society of Growth and Development*, 24(1), 15-21.
- Jung, G., Gang, S. & Choi, H. (2010). *Kettlebell quick result*. Kyung-gi do, Wisdom house Inc.
- Lake, J. P. & Lauder, M. A. (2012). Kettlebell swing training improves maximal and explosive strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2228-2233.
- Lawson, C., Mundy, P., Lyons, M. & Duncan, M. J. (2019). Optimal Loading for Force Production in the Straight Bar Deadlift: Force-Time Characteristics in Strength-Trained Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(6), 1636-1641.
- Levine, N. A., Hasan, M. B., Avalos, M. A., Lee, S., Rigby, B. R. & Kwon, Y. H. (2020). Effects of kettlebell mass on lower-body joint kinetics during a kettlebell swing exercise. *Sports Biomechanics*, 1-14.
- Mache, M. A. & Hsieh, C. (2016). A Temporal and Kinetic Comparison of The Kettlebell Swing and Maximal Vertical Jump. In ISBS-Conference Proceedings Archive.
- McGill, S. (2015). Back Mechanic: The Secrets to a Healthy Spine Your Doctor Isn't Telling You. 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 16-27.
- Olsen, P. D. & Hopkins, W. G. (2003). The effect of attempted ballistic training on the force and speed of movements. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 291-298.
- Otto III, W. H., Coburn, J. W., Brown, L. E. & Spiering, B. A. (2012). Effects of weightlifting vs. kettlebell training on vertical jump, strength, and body composition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1199-1202.
- Paddon-Jones, D., Leveritt, M., Lonergan, A. & Abernethy, P. (2001). Adaptation to chronic eccentric exercise in humans: the influence of contraction velocity. *European Journal of Applied Physiology*, 85(5), 466-471.
- Sahrmann, S. (2011). Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines. St. Louis: Mosby.
- Shepstone, T. N., Tang, J. E., Dallaire, S., Schuenke, M. D., Staron, R. S. & Phillips, S. M. (2005). Short-term high-vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. *Journal of Applied Physiology*, 98(5), 1768-1776.
- Tsatsoulina, P. (2011). Enter the Kettlebell!: Strength Secret of the Soviet Supermen. Seoul: Daesung Publishing Company.
- Yeo, S. (2016). *Analysis of lower-limb muscle by leg limb exercise for men in their 20s: Kettlebell swing, squat, lunge*. Unpublished master theis, Kyungpook National Universtiy, Daegu, Korea.