

태권도 품새 우수·비 우수선수 간 앞차고 몸돌아 옆차기의 성·패에 따른 균형성 비교

류시현¹ · 류지선²

¹한국체육대학교 대학원 체육학과 · ²한국체육대학교 생활체육대학 운동건강관리학과

Comparison between the Balance of Skilled and Less-Skilled Players during Successful and Failed Front Kick and Turning Side Kick Motions

Si-Hyun Yoo¹ · Ji-Seon Ryu²

¹Department of Physical Education, Graduate School of Korea National Sport University, Seoul, Korea

²Department of Health and Exercise Science, College of Lifetime Sport of Korea National Sport University, Seoul, Korea

Received 31 July 2012; Received in revised form 21 August 2012; Accepted 26 September 2012

ABSTRACT

The aim of this study is to identify the appropriate movement for maintaining postural balance during Front Kick and Turning Side Kick motions. To do so, ten Taekwondo athletes: five skilled players(S, body mass: 65.0 ± 5.8 kg, height: 172.3 ± 3.7 cm, age: 20.0 ± 1.2 yrs, career: 9.0 ± 1.9 yrs) and five less-skilled players(LS, body mass: 67.1 ± 5.5 kg, height: 173.2 ± 5.1 cm, age: 19.4 ± 1.7 yrs, career: 9.6 ± 1.7 yrs) participated in this study. A three-dimensional motion analysis was performed on the participants using eight infrared cameras and two force plate(sampling frequency of 200 Hz and 2000 Hz for S and LS players, respectively). The participants' motions were divided into: a front-kick phase(P1) and a turning-side-kick phase(P2). For P2($p < .05$), the range and root mean square(RMS) of the ground reaction torque and the M-L mean velocity of COP were greater for LS than for S; similarly, for P2($p < .05$), the M-L range, A-P range, and velocity of the COP were greater for LS than for S. Further, the M-L range and maximum velocity of the COP was greater for failure than for success($p < .05$). The femoral biceps muscle for bending the knee joint was significantly stronger in S than in LS($p < .05$). It is expected that these results will be useful in developing a training program for improving the balance and stability of Taekwondo poomsae athletes and improve their front-kick and turning-side-kick motions.

Keywords : COP, COM, Balance, Taekwondo Poomsae, Front Kick and Turning Side Kick

I. 서 론

국내 태권도 품새 경기는 1992년 태권도 한마당을 시작으로 본격화되었으며, 근래에는 연간 10개 이상의 전국규모 품새 대회가 개최되고 있다. 또한, 2006년 제1회 세계태권도 품새

선수권대회 개최를 시작으로, 하계 유니버시아드대회와 아시아 태권도선수권대회에 품새 종목 신설되는 등 품새 경기가 점차 확대되고 있다. 예전에는 품새가 승급·승품·승단의 목적을 가지고 심신단련을 위한 도구로 활용됐지만, 이제는 경기로서 경쟁력을 인정받으며 발전하고 있다. 최근 품새 수련인구가 급증하고 품새 경기에 대한 관심이 증대되며 품새 선수들의 기량이 점차 평준화되어감에 따라, 한 번의 실수가 승패를 결정짓는 요소로 작용하게 되었다(Ryu, Yoo, Park & Yoon, 2012). 특히, 평원 품새의 앞차고 몸돌아 옆차기는 앞차기를 찬 후 180° 회전하면서 옆차기를 빠르게 차야 하는 연결기술로써, 품새 경

본 논문은 류시현(2012)의 석사학위 중 일부를 발췌하였음.

Corresponding Author : Si-Hyun Yoo

Department of Physical Education, Graduate school of Korea National Sport University, Seoul, 1239, Yangjae, Songpa-gu, Seoul, Korea

Tel : +82-2-410-6927 / Fax : +82-2-410-6638

E-mail : hope222ysh@knsu.ac.kr

기에서 금강 품새의 학다리서기와 더불어 실수가 가장 빈번하게 일어나는 기술이며, 선수들에게 커다란 부담이 되고 있다. 이러한 품새 경기는 부별로 7개의 지정 품새가 정해져 있으며, 지정 품새로는 태극 4·5·6·7·8장, 고려, 금강, 태백, 평원, 십진, 지태, 천권, 한수가 있다. 일반적으로 국내 품새 경기는 토너먼트 방식으로 진행되며, 매 경기 전자 추첨을 통하여 두 개의 품새가 지정된다. 따라서 한 경기에서 평원 품새를 실시하게 될 확률은 28.56%로 세 경기 중에 한 번꼴로 실시하게 된다(Ryu et al., 2012).

품새 경기 채점은 10점 만점제를 원칙으로 하며, 채점항목은 정확성(3.0), 숙련성(4.0), 표현성(3.0)으로 나뉜다. 그 중 가장 높은 배점을 차지하고 있는 숙련성은 균형과 동작의 크기가 주된 평가 항목이다. 품새 경기 채점 기술 지침에 따르면, 균형을 다음과 같이 정의하고 있다.

균형이란 개별동작 수행과정에 나타나는 중심이동의 안정성, 동작과정에서 상하·좌우·전후의 자세균형, 자세와 손발 동작 간의 적절한 조화와 균형 그리고 동작의 연결과정에 나타나는 중심이동의 안정성을 말하며, 기술동작을 통하여 목표점에 힘을 방출하는 과정에서 중심을 잃지 않고 체중을 실어 동작을 수행하는 능력이 균형평가의 한 요소이다. 또한, 난이도 높은 동작을 수행하면서 그 과정과 수행 직후에 중심을 잃지 않고 안정된 움직임을 표현하는 능력도 균형평가의 주된 요인이 된다(Korea Taekwondo Association, 2011).

일반적으로 균형은 인체에 움직임이 일어났을 때 인체를 평형상태로 회복시키려는 능력으로 정의된다(Karlsson & Frykberg, 2000). 균형성은 자세유지나 운동기술 수행에 있어서 중요한 부분을 차지하고 있으며, 대체로 정적 균형성과 동적 균형성으로 나뉜다. 정적 균형성은 고정된 신체 위치를 유지하려는 능력이며, 동적 균형성은 신체를 움직이는 보행이나 점프와 같은 운동 시 균형을 유지하려는 능력을 말한다(Johnson & Nelson, 1986). 이러한 균형성은 신체활동과 밀접한 관계를 맺고 있으며, 그 중 동적 활동과 높은 상관관계가 있다(Davlin, 2004). 특히 태권도 발적 균형성은 스포기술은 찰 때나 끌어들이 때 신체중심이 흔들려 비틀거리거나 마음 정한 곳으로 발을 옮겨 놓지 못한다면 다음 공격을 이어갈 수 없다.

또한 신체중심이 너무 위로 뜨면 힘이 약하여 넘어지기 쉽고 중심 잡기가 어렵다. 따라서 태권도 발기술은 중심유지 운동에 도움이 된다(Kukkiwon, 2006).

Cromwell, Meyers, Meyers와 Newton(2007)은 노인을 대상으로 균형성 향상을 위한 효과적인 운동을 연구한 결과, 태권도가 노인들의 균형과 보행 능력에 매우 효과적인 것으로 보고하였고, Kim과 Lee(2010)는 균형성 향상을 위한 트레이닝 프로그램으로써 태권도가 매우 효과적인 수단일 수 있으며 균형성 향상을 위해 발목의 근력과 파워를 향상시켜야 한다고 주장하였다.

이외에도 스포츠 활동과 균형성의 관계를 규명하고자 하는 연구는 다양한 스포츠 종목에서 이루어지고 있다(Chung, Joe & Bae, 1994; Gatts & Woollacott, 2007; Perrin, Deviterno, Hugel & Perrot, 2002; Youm, Park & Seo, 2008). 또한, 균형성은 하지 근력과도 밀접한 관계를 맺고 있다는 관점에서 많은 연구가 이루어졌다(Laughton et al., 2003; Pant, Sukumar, Sharma, Pandey & Goel, 2006; Tanaka, Ishikawa, Yoshihira & Hase, 2007). 이상 선행 연구를 통해 언급한 바와 같이 스포츠 활동과 균형성에 관한 연구는 여러 스포츠 종목별로 이루어져 왔으며, 이들 연구에서 공통적으로 나타나는 특징은 대부분의 스포츠 활동이 균형성과 밀접한 관계를 맺고 있다는 것이다. 또한, 하지 근력이 신체 균형성에 지대한 영향을 미친다는 것을 여러 연구를 통해 접할 수 있다. 이처럼 태권도를 비롯한 여러 스포츠 활동과 균형성의 상관관계에 관한 많은 연구가 있음에도 태권도 동작의 안정성 및 균형성에 대한 연구는 Yang(1977)의 태권도 차기 동작의 안정성에 관한 연구 이후로 Ryu et al.(2012)의 태권도 품새 우수·비 우수선수 간 학다리서기의 균형성 비교 연구에서 품새 경기의 난이도 높은 동작 중 하나인 학다리서기의 균형성을 분석하여 우수·비 우수선수 간 균형성에 대한 차이를 비교하고 기저면과 신체중심 사이의 관계를 살펴보았지만 아직까지 품새 경기력과 관련된 연구는 부족한 실정이다.

따라서 균형성이 중요한 평가기준으로 작용하는 태권도 품새 경기의 난이도 높은 주요 동작들에 대한 균형성 연구가 지속적으로 필요하며, 품새 대회가 점차 세계화되고 있는 현 추세에서 특히, 품새 경기의 승패를 좌우하고 경기력과 밀접하게 연관된 평원 품새 앞차고 몸돌아 옆차기의 균형성에 대한 연구는 매우 필요한 작업이라 할 수 있다. 이에 본 연구는 2010, 2011년도 국가대표 선수 경력의 유무에 따라 우수·비 우수선수로 구분하고 몸돌아 옆차기 동작을 성공과 실패로 나누어 평원 품새 앞차고 몸돌아 옆차기의 균형성과 안정성을 평가할 수 있는 변인들을 압력판과 신체중심을 이용하여 정량적으로 비교·분석하고 두 집단과 발차기 성공·실패에 따른 차이를 규명하여 앞차고 몸돌아 옆차기의 균형성과 자세 유지 및 조절을 위한 움직임을 판단하는데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

이 연구를 위해 실험에 참여한 대상자는 K대학교 태권도 품새 선수 중에서 2010, 2011년 국가대표 선수 경력 유무에 따라 우수선수 5명(체중 평균: 65.0±5.8 kg, 신장 평균: 172.3±3.7 cm, 나이 평균: 20.0±1.2 yrs, 경력 평균: 9.0±1.9 yrs)과 비 우수선수

5명(체중 평균: 67.1±5.5 kg, 신장 평균: 173.2±5.1 cm, 나이 평균: 19.4±1.7 yrs, 경력 평균: 9.6±1.7 yrs)으로 선정하였다.

2. 실험 절차

평균 폼새를 처음부터 실시하여 앞차고 몸돌아 옆차기 다음 동작까지 진행하는 과정에서 앞차기와 몸돌아 옆차기의 균형성을 조사하였다. 실험에 참여한 연구 대상자들은 상의를 탈의하고 하의는 검정색 타이즈를 착용하게 하였으며, 실험 전에 20~30분간 충분한 워밍업을 할 수 있도록 하였다. 우선 앞차기와

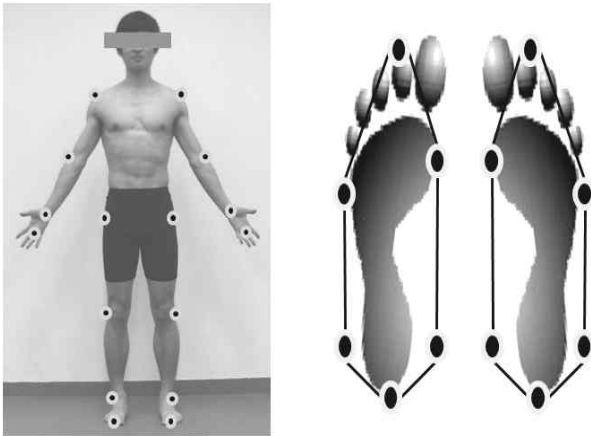


Figure 1. Maker set

몸돌아 옆차기의 지지발이 지면과 같은 높이에 설치된 두 개의 압력판(Kistler, Type9286A, Switzerland; Resolution H 0.06..3N / bit, Natural fre.H 300)에 정확히 올라갈 수 있도록 대상자마다 시작점을 정했다. 반사마커는 <Figure 1>과 같이 인체 관절의 중심점과 기저면 측정을 위한 부분(toe, heel, ankle & metatarsal-phalangeal joint)에 각각 지름 0.01 m인 마커 26개를 부착하였다(Lugade, Lin & Chou, 2011; Ryu et al., 2012). 대상자의 움직임이 방해되지 않는 범위에 총 8대의 적외선 카메라(Oqus 300, Qualisys)를 설치하였으며, 각 대상자의 관절점과 기저면 좌표를 획득하였다. 전역 좌표계는 4개의 마커가 부착된 L자형의 막대(frame)를 압력판 오른쪽 후방에 고정하였으며, 방향은 운동 방향 축을 +Y, 상방 수직축을 +Z, +Y축에서 +Z축으로의 크로스를 +X로 취하는 오른쪽 계를 이용하였다(Ryu, 2009). 또한, 지면반력의 캘리브레이션은 Kistler사에서 사전에 조율된 측정값을 이용하였으며(Ryu, 2010a), 이때 샘플링률은 적외선 카메라 200 Hz, 압력판 2000 Hz로 설정하였다. 각 대상자별로 앞차고 몸돌아 옆차기의 성공·실패가 각각 5회가 나올 때까지 실시하여 분석하였다. 실패의 기준은 몸돌아 옆차기 시 지지발이 크게 움직이거나 몸돌아 옆차관절의 굴곡과 신전, 발목관절의 배측굴곡과 저측굴곡의 등속성 근력 측정을 위하여 등속성

장비 CSMi(Humac, U.S.A)를 이용하여 측정하였다. 이때 하지와 기계운동 축의 무게에 의한 관성의 영향(gravity effect torque, GET)을 배제하기 위하여 GET를 측정하여 입력하였다.

무릎관절의 1회 각속도는 60 °/sec 5회, 180 °/sec 5회, 240 °/sec 15회, 발목관절의 1회 각속도는 60 °/sec 5회, 180 °/sec 5회로 설정하였다.

3. 자료 분석

앞차고 몸돌아 옆차기 시 획득된 지면반력 자료는 다음과 같이 신호처리를 한 후 균형성을 판단하는 요인들을 산출하였다. 우선 모든 값에서 처음 10점(point)까지의 평균값을 빼서 신호에 포함된 오차(bias)를 제거하였다. 이렇게 정리된 지면반력 신호를 Rectangular window 함수를 적용해 신호를 조절하였다. 그 다음, 신호에 내재된 노이즈 제거를 위하여 4차 저역 Butterworth 필터링을 적용하였다. 필터링 시 차단 주파수(cut-off frequency)를 결정하기 위하여 FFT(fast fourier transform) 분석을 각 동작(trial)에 대해 실시하였으며, 주파수로 전환된 신호에 대해 PSD(power spectral density)를 계산하였다. PSD 성분은 총 파워의 비율로 표준화하였고 누적된 PSD의 99.9% 수준을 각 신호 특성의 대표적인 것으로 간주하여 차단주파수를 12 Hz로 선정하였다. 이런 절차에 의해 필터링 된 신호는 두 구간으로 나누어 분석하였고, 좌우, 전후 방향 지면반력의 신호 값도 같은 방법으로 처리하였다. 정리된 지면반력 신호를 이용하여 좌우 방향 COP(center of pressure) = M_y / F_z , 전후 방향 COP = M_z / F_z , 유리토크 $T_z = M_z + (F_x \times COP_y) - (F_y \times COP_x)$ 를 계산하였다(Ryu, 2010b). 이렇게 계산된 결과를 토대로 앞차고 몸돌아 옆차기 두 구간의 COP 움직임 범위와 유리토크 범위를 산출하였으며, COP 범위는 시간 함수에 대한 크기의 폭으로 계산하였고, COP 속도는 COP를 시간으로 미분한 값의 평균속도와 최대 속도를 살펴보았다(Ryu, 2010b).

또한, 신체 분절과 관절에 부착한 마커에 대한 3차원 값은 8대의 적외선 카메라에서 들어온 2차원 평면상의 데이터가 NLT(non-linear transformation) 기법으로 3차원 공간상의 데이터로 변환되었으며, 마커들은 Qualisys Track Manager 프로그램(Qualisys, Inc)을 통하여 분석하였다. 또한, 3차원 좌표값이 산출된 후 각 피험자 간 데이터의 표준화를 위하여 각 대상자에 따라 소요된 구간별 프레임 수를 구간별 소요시간으로 나눠 백분율로 나타내었다. 정확한 인체측정학 모델을 기준으로 인체 각 분절의 근위와 원위에 해당하는 부위에 부착한 마커와 기저면 확인을 위해 부착한 마커(toe, heel, ankle & metatarsal-phalangeal joint)의 좌표값을 이용하여 COM(center of mass)과 BOS(base of support) 중심을 산출하였다(Winter, Patla, Prince, Ishac & Gielo-Perczak, 1998; Lugade, Lin & Chou, 2011; Ryu et al., 2012).

COM 산출 공식은 다음과 같다.

III. 결 과

$$x_{CM} = \sum_{i=1}^n p_i x_i \quad y_{CM} = \sum_{i=1}^n p_i y_i \quad z_{CM} = \sum_{i=1}^n p_i z_i$$

이때, $x_i, y_i, z_i = i$ 번째 분절의 CM,

$n =$ 분절의 수,

$p_i = i$ 번째 분절의 총 신체 질량에 대한 비율이다.

또한, BOS 중심 산출 공식은 <Figure 2>와 같다.

$$C1(\text{center of line}) = (X2+(X1-X2)/2, Y2+(Y1-Y2)/2)$$

$$C2(\text{center of triangle})$$

$$= (X3+(C1_X-X3) \times 2/3, Y3+(C1_Y-Y3) \times 2/3)$$

$$C3(\text{center of quadrangle})$$

$$= (X4+(C2_X-X4) \times 3/4, Y4+(C2_Y-Y4) \times 3/4)$$

$$C4(\text{center of pentagon})$$

$$= (X5+(C3_X-X5) \times 3/4, Y5+(C3_Y-Y5) \times 3/4)$$

$$\text{Center of BOS} = (X6+(C4_X-X6) \times 3/4, Y6+(C4_Y-Y6) \times 3/4)$$

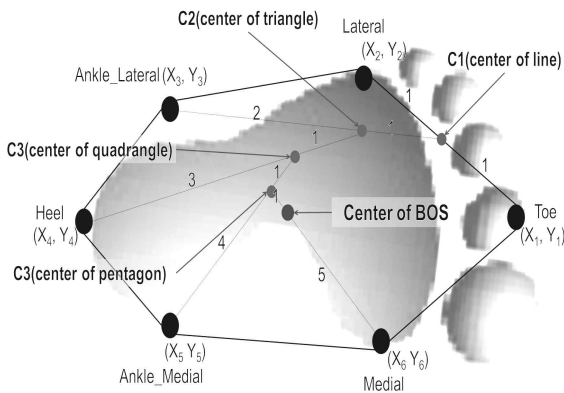


Figure 2. Center of BOS

이렇게 계산된 COM과 BOS 중심 좌표를 이용하여 구간별 COM의 높이 변화와 COM과 BOS 중심 사이의 거리를 산출하였다.

마지막으로 하지 근력은 peak torque / body weight의 백분율로 두 집단 간의 차이를 비교하였다. 이 연구는 연구 대상자 간 앞차고 몸돌아 옆차기의 두 구간의 시간이 일정하지 않으므로 산출된 모든 변인들의 비교를 위하여 구간별로 시간을 100%로 가정하여 비교하였으며, 그 간격을 동일 프레임 수로 나누는 표준화 기법(normalization)을 활용하였다(Ryu et al., 2012).

앞차고 몸돌아 옆차기 시 성공·실패에 따른 우수·비 우수선수 간 변인들의 차이를 살펴보기 위하여 two way- ANOVA를 활용하였으며, 이때 모든 통계적 측정은 $\alpha=0.05$ 수준에서 이루어졌다.

4. 분석구간

이 연구에서 대상자들이 실시한 앞차고 몸돌아 옆차기 동작의 용이한 분석을 위하여 <Figure 3>과 같이 6개의 Event와 2개의 Phase로 구분하였다.

앞에 서술한 방법으로 평원 폼새의 앞차고 몸돌아 옆차기는 앞차기 구간과 몸돌아 옆차기 구간으로 나누어 구간별 성공·실패에 따른 두 집단 간의 좌우, 전후 방향의 COP 범위와 속도, 유리토크 범위, RMS를 산출하였다(Figure 4-7).

이들 결과에 의하면, 앞차기 구간의 경우 좌우 COP 범위에서 성공 시 우수·비 우수선수는 12.3±2.5 cm, 13.0±1.9 cm, 실패 시 우수·비 우수선수는 12.3±2.7 cm, 12.5±2.3 cm로 나타났으나 통계적인 차이가 없었다. 전후 COP 범위에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 19.7±3.4 cm, 18.4±3.1 cm, 실패 시 우수·비 우수선수가 18.9±3.2 cm, 17.0±3.4 cm를 나타냈으며, 두 집단 간에만 $p=0.015$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 유리토크 범위에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 35.0±6.9 cm, 40.8±7.3 cm, 실패 시 우수·비 우수선수가 34.9±7. cm, 40.8±7.5 cm를 나타냈으며, 두 집단 간에만 $p=0.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 유리토크 RMS에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 10.3±2.1 cm, 12.5±2.7 cm, 실패 시 우수·비 우수선수가 10.5±2.3 cm, 12.4±2.5 cm를 나타냈으며, 두 집단 간에만 $p=0.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

좌우 COP 최대속도에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 18.6±5.7 m/s, 18.8±5.8 m/s, 실패 시 우수·비 우수선수가 19.0±6.3 m/s, 22.3±6.8 m/s를 나타냈으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 전후 COP 최대속도에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 31.2±9.9 m/s, 23.5±4.6 m/s, 실패 시 우수·비 우수선수가 29.4±7.5 m/s, 25.4±6.0 m/s를 나타냈으며, 두 집단 간에만 $p=0.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 좌우 COP 평균속도에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 8.8±3.4 m/s, 9.3±3.8 m/s, 실패 시 우수·비 우수선수가 8.6±3.8 m/s, 11.6±5.0 m/s를 나타냈으며, 두 집단 간에만 $p=0.039$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 전후 COP 평균속도에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 17.1±8.1 m/s, 14.1±3.9 m/s, 실패 시 우수·비 우수선수가 15.2±6.4 m/s, 15.0±4.9 m/s를 나타냈으며, 통계적인 차이는 없었다. 또한, 몸돌아 옆차기 구간의 경우, 좌우 COP 범위에서 성공 시 우수·비 우수선수는 4.4±1.3 cm, 5.6±1.2 cm, 실패 시 우수·비 우수선수는 7.3±3.3 cm, 8.2±2.6 cm로 나타났으며, 두 집단 간에 $p=0.025$, 성공·실패 간에 $p=0.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 전후 COP 범위에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 14.2±4.2 cm, 16.1±3.8 cm, 실패 시 우수·비 우수선수가 16.5±3.1 cm, 17.7±4.3 cm를 나타냈으며, 두 집단 간에 $p=0.048$, 성공·실패 간에 $p=0.016$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 유리토크 범위에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 32.1±7.5 cm, 31.4±7.9 cm, 실패 시 우수·비 우수선수가 32.5±8.0 cm, 29.6±7.6 cm를 나타냈지만 통계적 유의성은 없었다.

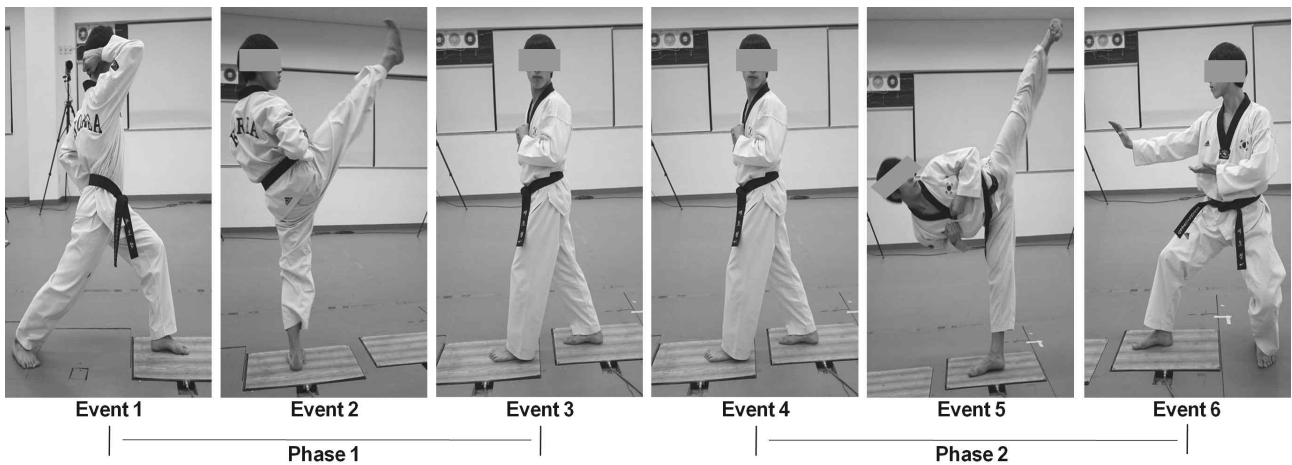


Figure 3. Event(E1: Front Kick toe off, E2: Front Kick impact, E3: Front Kick landing, E4: Turning Side Kick toe off, E5: Turning Side Kick impact, E6: Turning Side Kick landing) and Phase(P1: E1~E3, P2: E4~E6)

유리토크 RMS에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 6.9±1.3 cm, 7.4±2.0 cm, 실패 시 우수·비 우수선수가 6.9±1.6 cm, 7.0±1.9 cm를 나타냈으나 통계적 유의성은 검증되지 않았다.

좌우 COP 최대속도에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 10.6±5.5 m/s, 15.2±5.0 m/s, 실패 시 우수·비 우수선수가 13.7±5.6 m/s, 17.0±7.1 m/s를 나타냈으며, 두 집단 간에 $p=.001$, 성공·실패 간에 $p=.038$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 전후 COP 최대속도에서 성공 시 우수·비 우수선수가 28.9±10.0 m/s, 28.7±10.3 m/s, 실패 시 우수·비 우수선수가 30.1±7.9 m/s, 29.5±10.3 m/s를 나타냈지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 좌우 COP 평균속도에서는 성공 시 우수·비 우수선수가 6.3±5.0 m/s, 10.3±5.0 m/s, 실패 시 우수·비 우수선수가 7.0±3.2 m/s, 10.6±5.7 m/s를 나타냈으며, 두 집단 간에만 $p=.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 전후 COP 평균속도에서 성공 시 우수·비 우수선수가 17.3±9.4 m/s, 13.5±5.8 m/s, 실패 시 우수·비 우수선수가 16.0±7.9 m/s, 14.0±5.6 m/s를 나타냈으나 통계적 유의성은 나타나지 않았다.

한편, 앞차기 구간과 몸돌아 옆차기 구간의 우수·비 우수선수 간에 앞차고 몸돌아 옆차기의 성공·실패에 따른 안정성 차이를 살펴보고자 COM의 높이 변화패턴(Figure 8)과 COM과 BOS 중심 좌표의 변화패턴을 다음과 같이 나타내었다. 앞차기 구간의 경우, 성공 시 우수·비 우수선수의 COM 높이 평균값은 105.6±6.2 cm, 102.8±5.8 cm, 실패 시 우수·비 우수선수는 105.5±6.1 cm, 102.8±5.8 cm로 나타났으며, 두 집단 간에만 $p=.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 몸돌아 옆차기 구간의 경우, 성공 시 우수·비 우수선수의 COM 높이 평균값은 97.2±1.5 cm, 비 우수선수는 89.8±5.1 cm, 실패 시 우수·비 우수선수는 93.2±5.7 cm, 105.5±0.9 cm로 나타났으며, 두 집단 간에 $p=.003$, 성공·실패 간에는 $p=.001$, 두 집단과 성공·

실패 간의 상호작용에 대한 효과에서도 $p=.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

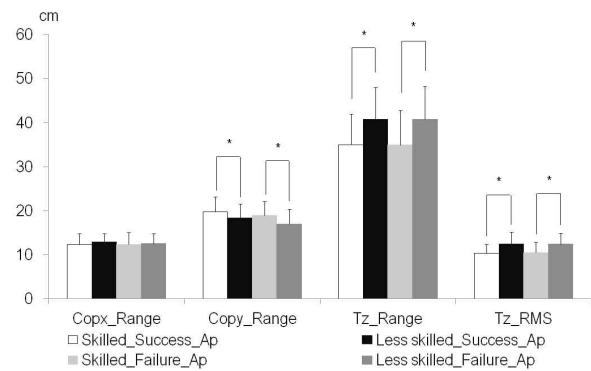


Figure 4. Mean & SD of COP range in the medio-lateral and antero-posterior, ground reaction torque range and RMS at first phase(*means $p<.05$ between different level players or by success and failure).

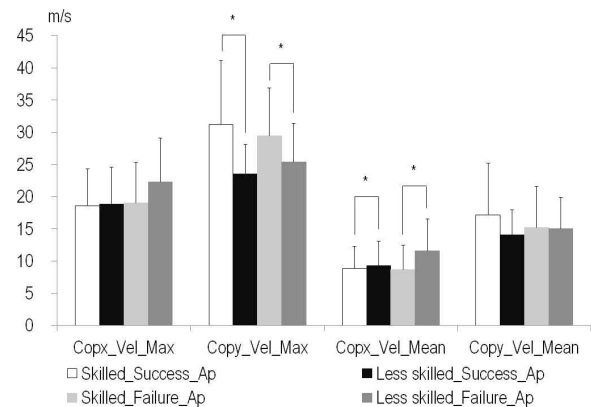


Figure 5. Mean & SD of COP maximum and mean velocity in the medio-lateral and antero-posterior at first phase

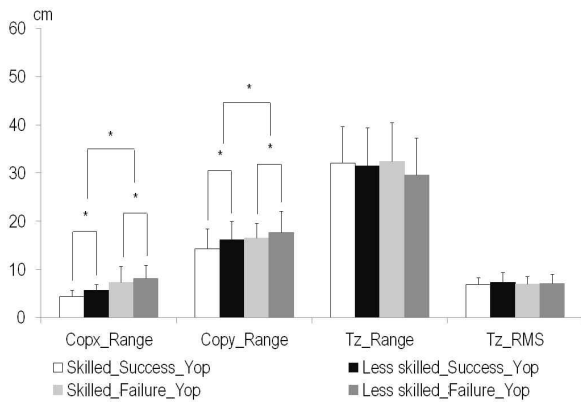


Figure 6. Mean & SD of COP range in the medio-lateral and antero-posterior, ground reaction torque range, ground reaction torque RMS at second phase

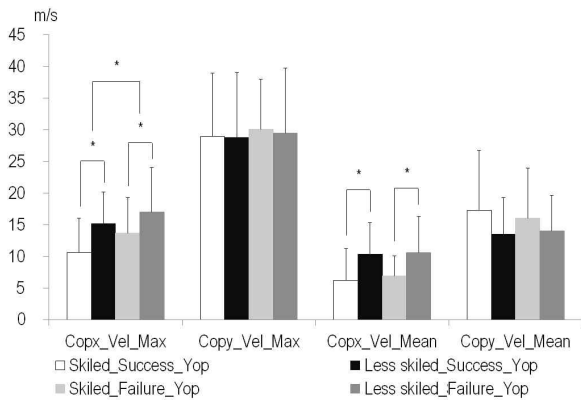


Figure 7. Mean & SD of COP maximum and mean velocity in the medio-lateral and antero-posterior at second phase

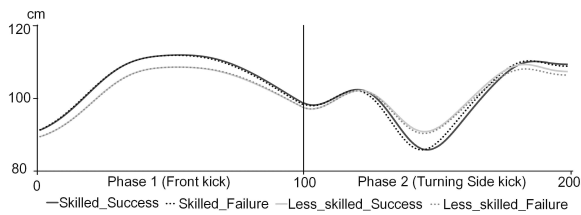


Figure 8. Pattern of change of COM height between different level players by success and failure

또한, COM 수직선이 기저면 어디에 위치하느냐에 따라 순간순간의 안정성이 달라지므로 COM과 BOS 중심 사이 거리 변화를 통하여 두 집단과 성공·실패에 따른 안정성을 판단하였다. 앞차기 구간의 경우, COM과 BOS 중심 사이 거리에서 성공 시 우수·비 우수선수는 9.6±5.6 cm, 9.6±5.8 cm, 실패 시 우수·비 우수선수는 9.6±5.7 cm, 9.3±5.7 cm로 나타났지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 몸돌아 앞차기 구간의 경우에도 성공 시 우수·비 우수선수는 14.4±8.2 cm, 13.2±7.6 cm, 실패 시 우수·비 우수선수는 14.0±8.6 cm, 13.5±7.3 cm로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

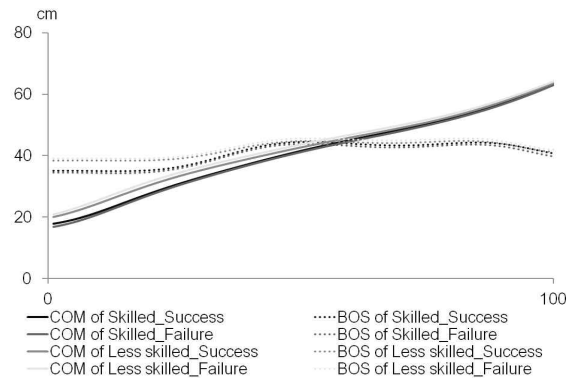


Figure 9. Pattern of change of COMxy and center of BOSxy between different level players by success and failure at first phase

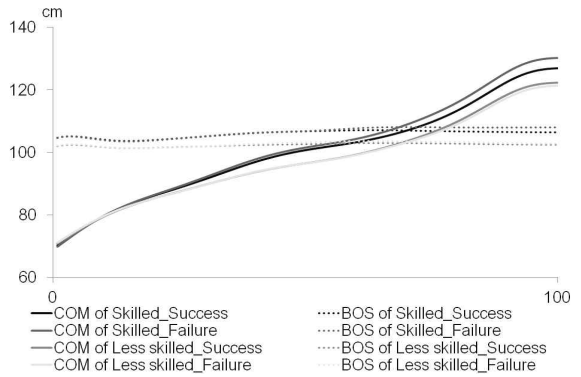


Figure 10. Pattern of change of COMxy and center of BOSxy between different level players by success and failure at second phase

두 집단 간 각속도별 하지 등속성 근력에 대한 평균과 표준 편차는 <Table 1>과 같다. 무릎 등속성 근력을 측정된 결과, 각속도 60°/sec 신전에서 우수·비 우수선수는 286.0±22.8 N, 274.4±30.8 N으로 나타났고 각속도 60°/sec 굴곡에서 우수·비 우수선수는 203.6±9.9 N, 186.5±9.9 N으로 나타났다. 또한, 각속도 180°/sec 신전에서 우수·비 우수선수는 173.0±7.1 N, 170.9±15.2 N으로 나타났으며, 각속도 180°/sec 굴곡에서 우수·비 우수선수는 155.0±17.7 N, 143.6±9.7 N으로 나타났다. 한편, 각속도 240°/sec 신전에서 우수·비 우수선수는 140.0±4.5 N, 141.8±17.3 N으로 나타났고 각속도 240°/sec 굴곡에서 우수·비 우수선수는 136.4±17.3 N, 132.2±11.0 N으로 나타났다. 그 중 각속도 60°/sec 굴곡의 경우 두 집단 간에 $p=0.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

발목 등속성 근력을 측정된 결과, 각속도 60°/sec 저축굴곡에서 우수·비 우수선수는 155.6±19.0 N, 137.3±28.3 N으로 나타났고 각속도 60°/sec 배축굴곡에서 우수·비 우수선수는 38.7±6.1 N, 39.9±2.0 N으로 나타났다. 또한, 각속도 180°/sec 저축굴곡에서 우수·비 우수선수는 95.9±15.5 N, 84.4±12.5 N으로

Table 1. Isokinetic strength of lower body between different level players (unit: N)

	Group	Average	Significance
Angular velocity 60 °/sec of Knee extension	S	286.0±22.8	0.351
	LS	274.4±30.8	
Angular velocity 60 °/sec of Knee flexion	S	203.6±9.9	0.001*
	LS	186.5±9.9	
Angular velocity 180 °/sec of Knee extension	S	173.0±7.1	0.696
	LS	170.9±15.2	
Angular velocity 180 °/sec of Knee flexion	S	155.0±17.7	0.091
	LS	143.6±9.7	
Angular velocity 240 °/sec of Knee extension	S	140.0±4.5	0.753
	LS	141.8±17.3	
Angular velocity 240 °/sec of Knee flexion	S	136.4±17.3	0.525
	LS	132.2±11.0	
Angular velocity 60°/sec of Ankle plantarflexion	S	155.6±19.0	0.107
	LS	137.3±28.3	
Angular velocity 60°/sec of Ankle dorsiflexion	S	38.7±6.1	0.561
	LS	39.9±2.0	
Angular velocity 180°/sec of Ankle plantarflexion	S	95.9±15.5	0.085
	LS	84.4±12.5	
Angular velocity 180°/sec of Ankle dorsiflexion	S	26.1±3.5	0.828
	LS	25.8±2.5	

나타났으며, 각속도 180 °/sec 배측굴곡에서 우수·비 우수선수는 26.1±3.5 N, 25.8±2.5 N으로 나타났다. 그 중 통계적으로 유의한 차이가 나타난 것은 없었다.

IV. 논 의

이 연구는 태권도 평원 품새 앞차고 몸돌아 옆차기 동작의 성공·실패에 따른 우수·비 우수선수 간 균형성 차이를 관찰하기 위하여 앞차고 구간과 몸돌아 옆차기 구간으로 나누어 분석하였다. 이 연구에서는 균형성 판단 요인으로 COP 움직임 범위와 속도, 유리토크의 범위와 RMS, 안정성을 평가할 수 있는 COM의 높이 변화와 COM과 BOS 중심 사이 거리 등을 정량화하여 비교하였으며, 균형능력과 관련이 있는 하지 근력을 측정하여 두 집단 간의 차이를 살펴보고자 하였다.

앞차고 몸돌아 옆차기 동작의 균형성을 분석하기 위하여 최근 많은 연구에서 활용되고 있는 COP의 변화를 살펴보았다 (Ryu, 2010b). 이 연구의 COP 요인은 비 우수선수가 우수선수에 비해 전체적으로 많은 움직임이 나타났으며, 몸돌아 옆차기 실패 시에 더 많이 움직였다. 특히, 앞차기 구간에서 비 우수선수는 우수선수에 비해 수직축과 관련하여 자세 조절 메카니즘과 관련이 있는(Verkindt, Dalleau, Leroyer & Allard, 2009) 유리

토크 범위와 RMS가 크게 나타났고 좌우 방향의 COP 평균속도가 크게 나타났으며, 이를 통해서 우수수가 비 우수선수에 비해 뛰어난 균형성을 지닌 것으로 판단된다. 또한, 몸돌아 옆차기 구간에서 비 우수선수는 우수선수에 비해 좌우 방향의 COP 범위와 최대속도, 평균속도, 그리고 전후 방향의 COP 범위가 크게 나타났으며, 몸돌아 옆차기 성공·실패 여부에 따른 비교에서도 실패 시 좌우 방향의 COP 범위와 최대속도가 크게 나타났다. 위 결과에서 나타나는 공통적인 특징은 몸돌아 옆차기의 좌우 방향 COP 움직임이 크게 차이 난다는 사실이다. 이것은 태극권 수련생들의 외발서기 균형성을 연구한 Mak 와 Ng(2003)의 선행연구에서 보듯이, 외발서기에서 좌우 방향의 균형성을 유지하는 것은 좌우 방향의 기저면 길이가 상대적으로 좁기 때문에 특별한 도전이라 할 만하며, 외발서기 시 일어나는 움직임에서 위험한 낙상이 일어난다고 언급한 내용과 일맥상통한다. 따라서 좌우 방향의 COP 범위가 크게 나타난 비 우수선수들은 자세 흔들림을 제어하기 위하여 고관절의 내외전근들을 강화하는 훈련이 필요할 것으로 보인다(Winter, Prince, Frank, Powell & Zabjeck, 1996). 즉, 몸돌아 옆차기 구간에서 우수선수가 비 우수선수에 비해 좌우 방향의 균형성이 뛰어나며, 우수선수들도 좌우 방향의 미세한 흔들림이 몸돌아 옆차기 성공·실패에 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서 품새 선수들은 몸돌아 옆차기 시 좌우 방향의 균형성과 안정성 확보를 위해 특별한 균형성 훈련이 필요할 것으로 사료된다.

또한, 앞차고 몸돌아 옆차기 동작의 안정성 판단은 신체중심의 변화와 기저면의 넓이, 그리고 그 상호작용을 통하여 이루어진다(Ryu et al., 2012). 이 연구는 균형성을 판단하는 또 다른 방법으로 우수·비 우수선수 간 평원 품새 앞차고 몸돌아 옆차기 동작의 안정성 차이를 살펴보기 위하여 COM의 높이 변화를 분석하였다. 앞차기 구간에서 우수선수는 비 우수선수에 비해 COM 높이 변화 패턴이 약간 높게 나타났으나 몸돌아 옆차기 구간에서는 우수선수가 비 우수선수에 비해 COM 높이 변화 패턴이 더 낮게 나타났으며, 몸돌아 옆차기의 성공 시에 COM이 더 낮게 유지되었다. 한국 무용 춤사위 중 외발서기 동작의 안정성 분석을 실시한 Chung et al.(1994)의 연구에서는 신체중심의 변화가 외발서기의 안정성에 영향을 미치고 신체중심의 높이가 낮을수록 안정성이 높아진다는 결과가 나타났다. 위 선행연구에서도 볼 수 있듯이, 뛰어난 균형성이 요구되는 몸돌아 옆차기 구간에서 우수선수가 비 우수선수에 비해 COM을 낮게 유지함으로써 안정성을 높이고 이를 통해 몸돌아 옆차기의 성공률을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

또한, COM과 BOS 중심 사이 거리와 그 평균값을 정량화하여 비교하였다. 일반적으로 이동운동인 보행 동작을 살펴보면, 양발이 지면을 딛는 지지구간에서 COM이 BOS 안에 위치해 안정한 상태를 유지하지만, 한 발로 딛는 스윙 구간에서는 COM

이 BOS 밖에 놓여 불안정한 상태가 유지된다고 보고하고 있으며(Lugade et al., 2011), COM 수직선이 기저면 어디에 위치하느냐에 따라 순간순간의 안정성이 달라지므로(Ryu et al., 2012) COM과 BOS 중심 사이 거리 변화를 통하여 두 집단과 성공·실패에 따른 안정성의 차이를 살펴보고자 하였다. 앞차기 구간과 몸돌아 옆차기 구간의 경우 두 집단과 성공·실패에 대한 COM과 BOS 중심이 거의 비슷한 형태로 변화하고 있다. 하지만 몸돌아 옆차기 구간에서 시작단계를 살펴보면, 우수선수가 비 우수선수에 비해 COM과 BOS 중심 사이 거리를 더 넓게 유지하고 있음을 알 수 있다. 이것은 보행에 불안정성을 보이는 노인이 건강한 성인에 비하여 COM과 BOS 중심 사이 거리를 짧게 유지하며 이동하고 있는 연구 결과(Lugade et al., 2011)와 같이 상대적으로 근력이 부족하고 균형성이 낮은 비 우수선수는 자세 유지를 위하여 우수선수에 비해 동작을 조심스럽게 수행한 움직임이라 판단된다. 또한, 학다리서기 실시구간에서 균형성이 뛰어난 우수선수가 비 우수선수에 비해 COM과 BOS 중심 사이 거리를 길게 유지하며 동작을 수행하는 것은 균형성과 하지 근력이 상대적으로 뛰어난 우수선수가 동작을 과감하게 수행한 결과라고 주장한 Ryu et al.(2012)의 연구와 마찬가지로 이 연구에서 뛰어난 균형성을 필요로 하는 몸돌아 옆차기를 우수선수가 비 우수선수에 비해 과감하고 자신 있게 수행한다고 판단된다.

마지막으로 두 집단 간의 하지 근력을 살펴보면, 우수선수는 비 우수선수에 비해 무릎과 발목관절의 근력이 뛰어났으며, 특히나 무릎관절 굴곡 시 사용되는 대퇴이두근의 근력이 매우 뛰어난 것으로 나타났다. 위와 같이 하지 근력과 균형성 간의 관계를 규명한 연구들은 많이 이루어졌으며, 그 중 Tanaka et al.(2007)은 양발서기 시 좌우 방향의 자세조절능력은 근 활동과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고하였으며, Pant et al.(2006)은 배측굴곡과 저측굴곡의 근력의 차이에 따라 학생들의 신체 균형성에도 통계적으로 유의한 차이가 있음을 밝혔다. 따라서 앞차고 몸돌아 옆차기 동작의 균형성 향상을 위해서는 하지 근력 강화 훈련이 필수적이라 판단된다.

이상 살펴본 바와 같이 몸돌아 옆차기 동작의 성공·실패에 영향을 미치는 요인으로는 몸돌아 옆차기 시 좌우 방향의 균형성과 신체중심의 높이, 하지 근력 등으로 나타났다. 따라서 몸돌아 옆차기의 실패를 줄이고 실력 향상을 위해서는 외발서기의 좌우 방향 균형성 훈련과 몸돌아 옆차기 시 신체중심의 높이를 낮추는 훈련, 그리고 하지 근력 향상 등이 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론 및 제언

이 연구는 태권도 품새 선수 중 경기 실적에 따라 우수·비 우수선수로 각각 5명을 선정하여 앞차고 몸돌아 옆차기의 성공

과 실패 시 동작의 균형성을 비교·분석하였다. 이를 위하여 앞차기 구간과 몸돌아 옆차기 구간의 COP 범위와 COP 속도, 유리토크, 신체중심, 기저면 등을 산출하였고 하지 근력을 측정하여 두 집단의 차이와 실패의 원인을 규명하고자 하였다. 그 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 앞차기 구간의 유리토크 범위와 RMS, 좌우 방향 COP 평균속도, 전후 방향 COP 범위와 최대속도에서 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 둘째, 몸돌아 옆차기 구간의 좌우 방향 COP 범위와 최대속도, 평균속도, 그리고 전후 방향 COP 범위에서 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 좌우 방향 COP 범위와 최대속도에서 성공·실패 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 셋째, 앞차기 구간과 몸돌아 옆차기 구간의 COM 높이는 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 특히 몸돌아 옆차기 구간의 COM 높이는 성공·실패 간에도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 넷째, 하지 근력은 우수선수가 비 우수선수에 비해 무릎과 발목관절의 근력이 뛰어났으며, 특히나 무릎관절 굴곡 시 사용되는 대퇴이두근의 근력이 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

향후 이와 관련된 연구에서 태권도 서기자세와 난이도 있는 동작의 균형성과 하지 근 활동량 및 하지 근력 등과의 관계를 살펴볼 필요성이 요구되며, 태권도 품새 경기의 승패에 결정적인 영향을 미치는 동작에 대한 다양한 접근과 훈련 프로그램에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- Chung, C. S., Joe, Y. S., & Bae, S. J.(1994). Stability analysis of one foot standing motion in Korean Dance. *Journal of the Institute of Sport Science of Seoul National University*, 15(2), 75-89.
- Cromwell, R. D., Meyers, P. M., Meyers, P. E., & Newton, R. A.(2007). Taekwondo: an effective exercise for improving balance and walking ability in older adults. *Journal of Gerontology*, 62A(6), 641-646.
- Davlin, C. D.(2004). Dynamic balance in high level athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 98, 1171-1176.
- Gatts, S. K., & Woollacott, M. H.(2007). How tai chi improves balance: biomechanics of recovery to a walking slip in impaired seniors. *Gait & Posture*, 25, 205-214.
- Johnson, B. L., & Nelson, J. K.(1986). Practical measurements for evaluation in physical education, 236.
- Karlsson, A., & Frykberg, G.(2000). Correlations between force

- plate measures for assessment of balance. *Clinical Biomechanics*, 15, 365-369.
- Kim, H. D., & Lee, J. S.(2010). Influence of long term taekwondo training on the development of postural stability of preadolescent. *The Korea Journal of Growth and Development*, 18(4), 257-262.
- Korea Taekwondo Association(2011). *Poomsae Competition Rules & Interpretation*.
- Kukkiwon(2006). *Taekwondo textbook* Seoul: Osung.
- Laughton, C. A., Slavin, M., Katdare, K., Nolan, L., Bean, J. F., Kerrigan, D. C., Phillips, E., Lipsitz, L. A., & Collins, J. J.(2003). Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait & Posture*, 18, 101-108.
- Lugade, V., Lin, V., & Chou, L. S.(2011). Center of mass and base of support interaction during gait. *Gait & Posture*, 33(3), 406-411.
- Mak, M. K., & Ng, P. L.(2003). Mediolateral sway in single-leg stance is the best discriminator of balance performance for Tai-Chi practitioners. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, 683-686.
- Pant, H., Sukumar, K., Sharma, H., Pandey, A. K., & Goel, S. N.(2006). Correlation between muscles strength in relation to dorsiflexion, planterflexion, eversion and inversion strength with body balance. *Journal of Biomechanics*, 39(S1), 557.
- Perrin, P., Deviterne, D., Hugel, F., & Perrot, C.(2002). Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait & Posture*, 15, 187-194.
- Ryu, J. S.(2009). The temporal coordination of the lower extremity by increasing high-heel height during walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 19(3), 593-601.
- Ryu, J. S.(2010a). Difference of shoe, dress shoe, and barefoot's impact factors during walking. *The Korean Journal of Physical Education*, 49(1), 445-455.
- Ryu, J. S.(2010b). Effects of quiet standing and walking with high-heeled shoe on the balance. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 20(4), 479-486.
- Ryu, J. S., Yoo, S. H., Park, S. K. & Yoon, S. H.(2012). Comparisons between skilled and less-skilled players' balance in hakdariseogi. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 22(1), 55-63.
- Tanaka. N., Ishikawa, A., Yoshihira, M., & Hase, K.(2007). Relationship between leg muscle activities and medial-lateral balance in tandem stance. *Clinical Neurophysiology*, 118, e198.
- Verkindt, C., Dalleau, G., Leroyer, P. & Allard, P.(2009). *Quiet standing balance in pre-adolescent girls and woman*. International Society of Biomechanics XXIIInd Congress Proceedings.
- Yang, D. Y.(1977). *A study on the stability of Taekwondo kicks*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Seoul National University.
- Youm, C. H., Park, Y. H., & Seo, K. W.(2008). Assessment of single-leg stance balance using COP 95% confidence ellipse area. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 18(2), 19-27.
- Yoo, S. H.(2012). *The balance of Taekwondo front kick and turning side kick* master's paper of Korea National Sport University.
- Winter, D. A., Prince, F., Frank, J. S., Powell, C., & Zabjeck, K. F.(1996). Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *Journal of Neurophysiology*, 75, 2334-2343.
- Winter, D. A., Patla, A. E., Prince, F., Ishac, M., & Giolo-Perczak, K.(1998). Stiffness control of balance in quiet standing. *Journal of Neurophysiology* 80, 1211-1221.