

정확성 평가결과에 따른 태권도 평원 품새 동작의 운동학적 분석

조용명¹ · 류재균² · 김영숙³

¹경희대학교 일반대학원 체육학과 · ²경희대학교 체육대학 스포츠지도학과 · ³경희대학교 일반대학원 체육학과

Kinematic Analysis of Accuracy Evaluation of Pyeongwon Poomsae

Yong-Myung Jo¹ · Jae-Kyun Ryu² · Young-Suk Kim³

^{1,3}Department of Physical Education, Graduate School of KyungHee University, YongIn, Korea

²Department of Coaching, College of Physical Education, KyungHee University, YongIn, Korea

Received 31 October 2015; Received in revised form 18 December 2015; Accepted 21 December 2015

ABSTRACT

Objective : The purpose of this study was to investigate the relations between accuracy score and the motions which are performed in PyeongWon Poomsae, thereby developing objectivity in accuracy evaluations for Poomsae competitions.

Method : The subjects were six male Poomsae players (age: 21.2±1.17 yrs, height: 173.4±3.95 cm, weight: 67.7±7.65 kg). A three-dimensional motion analysis was performed on the subjects using six high-speed cameras (60 frames/sec) and subjects' performed motions were evaluated by 5 evaluators. The entire Pyeong Poomsae was divided into 13 events and 9 phases; there were three pairs of symmetric phases among them: front kick & turning side kick phases (3PH, 3-1PH), arm motion & stance phases (4PH, 4-1PH), side kick with Hakdari-stance phases (5PH, 5-1PH). Performance time, change and range of COM, height of vertex, and foot of side kicks were analysed. The Data was analysed utilizing correlation analysis.

Results : There was a positive correlation between accuracy score and the difference between right and left range of COM (X direction) at 4PH ($r=0.921$, $p=0.009$).

Conclusion : The results of our study indicate that it is necessary to consider some of objective criterion such as performance time, COM range, and symmetrical movements in accuracy evaluations of Poomsae competitions.

Keywords : Taekwondo Poomsae, PyeongWon, accuracy, evaluation, COM, side kick

1. 서 론

태권도 품새 경기는 지정된 품새의 동작을 기준에 맞도록 정확하게 수행하고 품새 고유의 특성과 기법을 조화롭게 표현하여 심사위원의 채점 결과에 따라 승패를 결정하는 경기방식이다(Korea Taekwondo Association, 2014).

품새는 발의 위치와 이동 방향을 선으로 표시한 품새선에 따라 수행하게 되는데(Hong, 2012), 그 중 평원 품새는 '한 일(一)'자의 품새선에 따라 정면을 기준으로 좌·우 방향으로만

이동하는 것이 특징이며, 동작 구성 중 처음 두 동작인 한손 날 아래막기와 한손날 몸통 바깥막기, 그리고 마지막 동작인 팔굽표적치기를 제외한 모든 동작이 좌·우로 일치한다.

최근 품새 선수들의 경기력이 상향평준화 되어 한 번의 작은 실수로 경기결과가 좌우되는 현상이 나타나고 있는데(Ryu, Yoo, Park, & Yoon, 2012), 품새 경기 중 평원 품새의 앞차고 뒤돌아 옆차기 동작은 두 개의 발차기가 회전으로 연결되는 고난이도의 동작으로서 실수를 범하기 쉽고 감점을 받는 경우가 많아 실제로 대부분의 선수들이 이 동작에 부담을 가진다(Yoo & Ryu, 2012). 그러나 품새 경기에서는 동작의 난이도에 따라 차등점수를 주지 않으며 어느 한 동작에 국한되지 않고 정확성과 표현성을 기준으로 평가하기 때문에 품새 전체의 동작을 일관되게 수행하는 것 또한 높은 점수를 받기 위한 요

Corresponding Author : Jae-Kyun Ryu
Department of Coaching, College of Physical Education, KyungHee University,
1732, Deogyong-daero, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, Korea
Tel : +82-31-201-3765
E-mail : ryu69kor@khu.ac.kr

소 중 하나이다.

태권도에 관한 운동학적 연구는 1988년 서울올림픽에서 태권도의 겨루기 경기가 시범종목으로 채택되면서부터 활성화 되었는데, 이 시기에는 대다수의 연구가 겨루기 경기에서 주로 사용하는 발차기의 특성과 메카니즘을 분석하여, 발차기 기술의 향상을 목적으로 하였다. 비교적 단순하고 빠르게 찰 수 있는 돌려차기(Ha, 2006; Ha, Yoon, & Kim, 2011), 내려차기(Kang, 2000; Kim & Ryew, 2005; Ahn & Park, 2005), 나래차기(Koo, 2002; Ha, 2007), 옆차기(Shin & Jin, 2000; Kim, 2001)뿐만 아니라 몸을 회전시켜 상대방에게 더 큰 충격을 줄 수 있는 발차기인 뒤차기(Kang, 2000; Lee, Choi, & Kim, 2007), 뒤후려차기(Gang & Lim, 2009; Ha & Kim, 2009; Park, Oh, & Shin, 2011), 돌개차기(Park, 2012; Park & Kang, 2012)에 대한 연구들이 이루어졌다.

위의 연구들이 타격을 목적으로 하는 겨루기 경기에 적합하도록 더 빠르고 강하게 차는 것에 초점을 맞춘 반면에, 폼새에서 수행되는 발차기는 표현을 목적으로 하기 때문에 폼새에 대한 연구에서는 발차기의 정확성과 균형 유지에 주목하고 있다. 이러한 연구로 Yoo와 Ryu (2012), Ryu 등 (2012)은 각각 평원 폼새에 수행되는 앞차고 몸돌아 옆차기와 금강 폼새의 학다리서기 동작의 균형성에 대하여 분석하였는데, 두 연구에서는 공통적으로 COP(Center Of Pressure)에서 우수선수 집단이 비 우수선수 집단 보다 작은 이동범위를 나타내었다. 또한 학다리서기에서는 우수선수 집단이 빠른 COP의 이동을 보였으며, 앞차고 뒤돌아 옆차기에서는 우수선수 집단이 작은 COM(Center of mass) 높이변화 패턴을 나타낸다고 하였다. Heo, Lee, Lee와 Kim (2014)는 고려 폼새의 앞꼬아서기 후 옆차기 동작에 대하여 총 소요시간과 슬관절각을 분석한 결과, 우수 집단이 동작수행의 소요시간이 짧고 타격국면에서 슬관절각의 변화 범위가 크게 나타난다고 하였다.

선행연구에서는 폼새 선수들을 국가대표선수 경력유무 또는 전국대회에서의 입상실적만을 기준으로 우수선수와 비우수선수로 나누어 두 집단의 차이를 기반으로 분석하였다. 그러나 이 기준은 수행된 폼새에서 정확성과 더불어 표현성이 함께 평가된 것으로서, 폼새 전체가 아닌 특정 동작을 분석할 때 집단을 구분하는 기준으로 적용하기에는 한계가 있으며, 또한 개개인의 각각 다른 감점요인을 단편적으로만 해석하게 될 위험이 있다.

폼새 경기의 평가항목 중 표현성 항목은 동작의 조화로운 폼새 동작이 가지는 고유한 의미를 표현하는 능력을 평가하므로 전문가의 주관적인 평가가 포함될 수 있는 반면, 정확성은 기준에 맞는 동작의 수행과 균형으로 평가되기 때문에 수행한 동작의 형태를 운동학적 분석을 통하여 정량화된 수치

로 표현할 수 있다는 특성을 가진다. 특히 평원 폼새의 경우 전·후 방향으로의 이동이 없고 좌·우 방향으로만 이동하기 때문에 같은 동작을 좌·우로 반복수행 하였을 때 양 쪽의 동작이 일치하는지, 신체중심이 폼새선에 맞추어 좌·우 일직선을 따라 이동하는지, 반복적인 발차기 수행에서 동작의 일관성을 유지하는지에 대한 항목들도 정확성을 판단하는 한 가지의 기준으로 제시될 수 있다. 따라서 정확성 항목은 정량화 된 근거를 제공할 수 있으며 공정한 평가에 기여할 수 있을 뿐만 아니라 폼새 경기 자체의 질(質)을 높일 수 있을 것이다. 그러므로 이를 위해서는 실제 수행된 동작을 세분화하고 세부적인 평가 요소를 파악하여 정확성 항목의 평가결과와 함께 조사를 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 평원 폼새 동작을 세분화하여 정확성 채점결과와 함께 비교 조사하였으며, 폼새 경기에서 정확성 평가의 객관성을 높이기 위해 다음과 같은 네 가지 가설을 설정하였다.

- 1) 좌·우가 동일한 국면(3PH & 3-1PH, 4PH & 4-1PH, 5PH & 5-1PH)에서 소요시간 비율의 좌·우 차이가 적을수록 높은 점수를 받을 것이다.
- 2) 앞차고 뒤돌아 옆차기 국면(3PH & 3-1PH)에서 신체중심의 전·후 방향 이동변위가 작을수록 높은 점수를 받을 것이다.
- 3) 손동작과 서기동작으로 이루어진 국면(4PH & 4-1PH)에서 신체중심의 전·후 방향, 상·하 방향 이동변위가 작을수록 높은 점수를 받을 것이다.
- 4) 옆차기 동작에서 발과 머리 높이의 좌·우 차이가 적을수록 높은 점수를 받을 것이다.

그리고 위의 네 가지 가설 검증을 통해 전체 국면에서 수평면 상 신체중심 이동궤적 형태와 비교 해 봄으로써 폼새 경기에서 정확성 평가의 객관성을 높이기 위해 조사하는 것이 본 연구의 목적이다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 경기도 소재 K대학에 재학 중이며 현재 대한태권도협회에 등록된 대학부 남자 태권도 폼새 선수 6명으로 근·골격 및 신경학적인 부상이 없는 선수로 선정하였다. 6명의 대상자 모두 최근 2년간 국내 및 국제대회에서 입상한 경력이 있는 우수선수이며, 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Subjects

Subject	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	Career(yrs)
A	20	177	60.5	8
B	20	177	63.8	4
C	21	167	60.4	10
D	23	175	80.0	6
E	22	174	69.5	14
F	21	171	71.9	4
M±SD	21.2±1.17	173.4±3.95	67.7±7.65	7.67±3.88

2. 측정 도구

본 연구에 사용된 측정 도구 및 분석 장비는 <Table 2>와 같다.

Table 2. Experimental equipments

	equipment	company	country
measurement equipment	Motion master 100 (60frames/sec)	Visol	Korea
	Control object (1m*2m*2m)	Visol	Korea
analysis equipment	Kwon3D (Version 3.1)	Visol	Korea

3. 실험 절차

본 연구는 K대학교 운동역학 실험실에서 실시되었으며 대상자는 본 실험의 목적을 충분히 인지한 후 실험에 임하였다. 실험실 바닥에는 태권도협회 공인 경기용 매트를 깔아 실제 훈련 환경과 가깝게 하였으며, DLT방법으로 3차원 공간좌표를 설정하기 위하여 실험 전 폭 1 m, 길이 2 m, 높이 2 m의 통제점 틀(Control object)을 설치하여 촬영한 후 제거하였다. 실험실에 고정되어 있는 6대의 고속카메라를 평원 품새 동작의 촬영을 위하여 60 frames/sec로 설정하였고, 설치된 6대의 카메라를 동조(Synchronize)시키기 위하여 모든 카메라에서 보일 수 있는 위치에 두 개의 LED를 설치하였다. 실험 대상자는 촬영 전 20-30분간 충분한 워밍업을 하여 실험 시 관절과 근육에 무리가 오지 않도록 하였고, 디지털타이징(Digitizing) 오차를 최소화하기 위하여 상의는 탈의하고 하의는 검은색 타이즈를 착용하여 그 위에 총 29개의 반사마커를 부착하였다(toe, heel, medial and lateral malleolus, shank, medial and lateral epicondyle, thigh, ASIS, sacrum, shoulder, elbow, wrist, finger, chin, vertex). 분절을 구축한 후에는 역동적인 발차기 수행을 위하여 내측에 부착한 반사마커를 제거하였으며, 신뢰성 있는 실험결과를 얻기 위하여 동작을 수행할 때에는 실제 시합 상황처럼 본인이 할 수 있는 최대한의 능력으로 동작을 실시할

수 있도록 지시하였다. “준비”, “시작”의 구령에 맞추어 대상자 당 2회의 평원 품새를 실시하고 각 시기 사이의 휴식시간은 1분 이내로 하였다. 채점을 위하여 현재 대한태권도협회에 등록되어 있는 품새 선수인 다른 대상자 5명이 한 대상자가 실시한 동작을 10점 만점으로 채점하였으며, 그 중 정확성(4.0)에 해당하는 점수를 결과분석에 사용하였다. 한 시기 당 채점자 5명의 평균점수를 산출하여 최고득점시기의 동작을 분석하였고, 공정한 심사를 위하여 각 채점지는 다른 채점자들과 대상자에게 비공개 하였다.

4. 자료 분석

설치한 통제점 틀에서 36개의 통제점을 표시하여 품새 시작 시점의 차려 자세에서 정면을 기준으로 전후 방향을 X축, 좌우 방향을 Y축, 지면에 대하여 수직인 방향을 Z축으로 한 실 공간 전역좌표계를 설정하여 DLT 방법으로 3차원 공간을 좌표화 하였고, 인체 관절점의 좌표화를 위하여 대상자의 관절점에 부착한 29개의 반사마커를 기준으로 14개의 분절을 구성하였다. 상지는 직접 관절점을 좌표화 하였고, 하지는 엉덩관절의 경우 Tytkowski의 방식으로 관절중심점을 산출하였으며, 무릎과 발목관절의 경우 내측과 외측의 반사마커로부터 관절중심점을 산출하는 방법으로 좌표화 하였다. 이와 같이 좌표화한 관절점과 분절의 중심은 Kwon3D ver3.1 프로그램을 이용하여 자료를 산출하였다.

평원 품새의 정확성 채점결과에 대한 가설을 검증하기 위하여 품새 각 국면에 대한 시간변인과 거리변인을 산출하였다. 각 국면의 소요시간은 촬영된 프레임 수를 이용하여 계산하였으며, 전체 소요시간을 100%로 가정하여 전체 소요시간에 대한 각 국면의 소요시간 및 비율을 산출하였다. 앞차고 뒤돌아 옆차기 국면(3PH & 3-1PH)과 손동작 및 서기동작으로 이루어진 국면(4PH & 4-1PH)에서는 신체중심의 전·후 방향, 좌·우 방향, 상·하 방향으로의 신체중심의 이동 범위 및 이동 범위를 조사하였다. 총 네 번의 옆차기 동작에서는 차는 발의 무릎관절이 최대로 신전하는 시점을 기준으로 heel 지점과 vertex 지점의 수직 높이를 산출한 후 대상자의 신장으로 표준화 하였으며, 그 차이 값을 조사하였다. 이렇게 분석된 변인들의 대상자 간 차이를 서로 비교 하였고, SPSS 22.0을 이용하여 산출된 변인과 정확성 채점 결과와의 상관관계를 분석하여 가설을 검증하였다($p < .05$).

5. 분석구간

평원 품새의 전체 동작을 <Figure 1>과 같이 총 13개의 이벤트와 9개의 국면으로 나누었다. 그 중 동일한 동작의 반복

이 나타나는 국면에 대해서는 시작점을 기준으로 좌측과 우측을 진행방향으로 나누어, 좌측방향 이벤트(Event 5 ~ event 8) 및 국면(Phase 3 ~ Phase 5)과 우측방향 이벤트(Event 5-1 ~ Event 8-1) 및 국면(Phase 3-1 ~ Phase 5-1)으로 설정하였다.

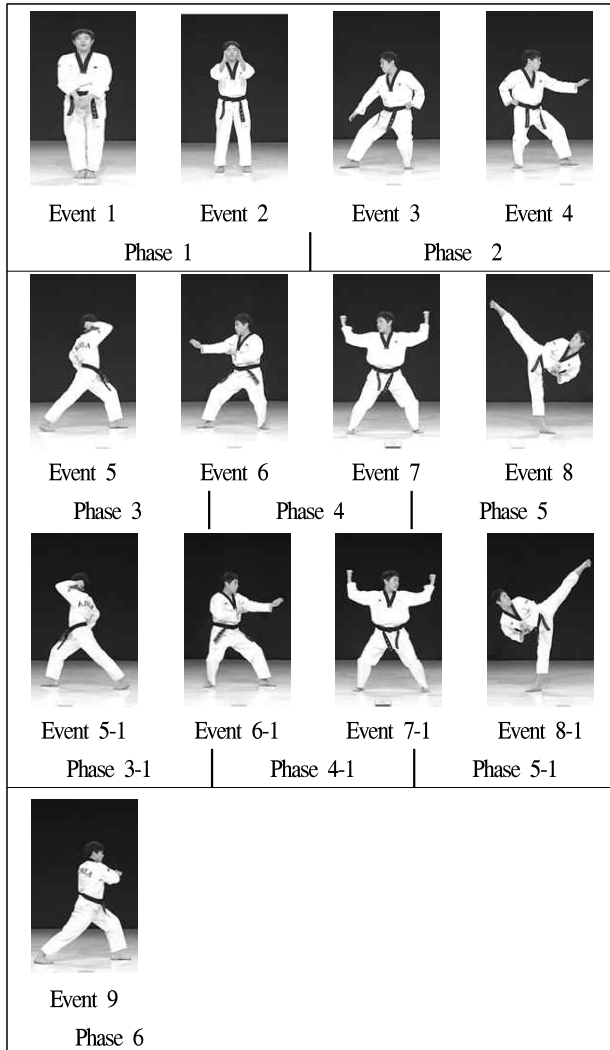


Figure 1. Event and Phase

1) Events

- Event 1 : 겹손준비서기
- Event 2 : 통밀기
- Event 3 : 한손날아래막기
- Event 4 : 한손날몸통바깥막기
- Event 5 & Event 5-1 : 팔꿈올려치기(좌&우)
- Event 6 & Event 6-1 : 손날몸통막기(좌&우)
- Event 7 & Event 7-1 : 헤쳐산틀막기(좌&우)
- Event 8 & Event 8-1 : 옆차기(좌&우)
- Event 9 : 팔꿈표적치기

2) Phases

- Phase 1(1PH) : 손날아래헤쳐막기, 통밀기
- Phase 2(2PH) : 한손날아래막기, 한손날몸통바깥막기
- Phase 3(3PH) & Phase 3-1(3-1PH) : 팔꿈올려치기, 앞차고 뒤돌아옆차기, 손날몸통막기
- Phase 4(4PH) & Phase 4-1(4-1PH) : 손날아래막기, 얼굴거 들어옆막기, 등주먹당겨터치기, 명에치기, 헤쳐산틀 막기
- Phase 5(5PH) & Phase 5-1(5-1PH) : 금강막기, 작은돌찌귀, 옆차기
- Phase 6(6PH) : 팔꿈표적치기

III. 결 과

평원 폼새의 세분화 한 동작수행에서 전체 소요시간에 대한 세 국면의 소요시간과 비율은 <Table 3>과 같다.

평원 폼새의 총 소요시간은 34.5±1.00 sec로 대상자에 따라 최대 2.1 sec의 차이를 나타내었고, 가장 긴 소요시간을 나타 낸 국면은 1PH(Phase)의 겹손준비서기에서 통밀기 자세까지로 7.6±0.35 sec, 22.0±0.56%로 나타났다. 좌·우 동일한 동작을 수행하는 국면에서는 전체 국면에 대한 소요시간 비율의 순서가 4-1PH, 4PH, 3-1PH, 3PH, 5-1PH 그리고 5PH 순으로 나타났으며 각각 평균 16.6%, 16.4%, 8.5%, 8.3%, 6.3%, 6.1%로 모든 국면에서 먼저 수행되는 동작이 나중에 수행되는 동작보다 1.0% 이내의 차이로 짧게 나타났다.

신체중심 좌·우, 전·후, 상·하 방향의 이동변위 변화와 범위는 <Table 4>와 같다.

앞차고 뒤돌아 옆차기 국면인 3PH와 3-1PH에서 신체중심의 전·후 방향 이동변위 변화는 좌·우측 동작 각각 -12.0±15.0 cm, -3.0±27.5 cm로 평균적으로 전방으로 이동하였으며, 이동 범위는 좌·우측 각각 18.4±12.9 cm, 24.1±14.1 cm로 우측으로의 이동범위가 크게 나타났다.

손동작과 서기동작으로 이루어진 국면인 4PH와 4-1PH에서 신체중심의 전·후 방향 이동변위 변화는 -25.4±3.8 cm, -8.4±7.5 cm로 대상자 D를 제외한 모든 대상자가 좌우 양측의 동작에서 전방(-)으로 이동하는 것으로 나타났다. 전·후 방향으로의 이동범위 또한 좌측과 우측 각각 26.4±3.2 cm, 15.7±5.8 cm로 평균적으로 좌측에서의 이동이 우측보다 큰 범위를 나타내었다. 같은 국면에서 신체중심의 상·하 방향의 이동변위 변화는 0.6±3.0 cm, 0.9±0.9 cm, 이동범위는 12.0±2.4 cm, 12.4±2.3 cm로 나타났다. 네 번의 옆차기 동작 시 차는 발과 머리의 높이를 신장으로 표준화한 결과는 <Table 5>와 같다.

Table 3. Time and percentage of each phase

(unit: sec)

Subject (score)	A (3.26)		B (3.16)		C (3.48)		D (3.36)		E (3.22)		F (3.40)		M±SD	
	Time	%	Time	%	Time	%	Time	%	Time	%	Time	%	Time	%
1PH	7.6	22.2	7.6	22.3	8.0	22.9	7.9	21.9	7.1	21.3	7.4	21.6	7.6±0.35	22.0±0.56
2PH	2.2	6.4	2.4	7.0	2.3	6.5	2.3	6.3	2.3	6.8	2.5	7.2	2.3±0.10	6.7±0.35
3PH	2.8	8.2	2.7	8.0	2.9	8.3	2.9	8.0	2.8	8.4	3.0	8.6	2.8±0.08	8.3±0.25
4PH	5.7	16.7	5.5	16.1	5.7	16.3	6.0	16.6	5.7	17.1	5.5	15.9	5.7±0.19	16.4±0.44
5PH	2.0	5.9	2.2	6.3	2.0	5.7	2.2	6.0	2.0	6.0	2.3	6.6	2.1±0.11	6.1±0.30
3-1PH	2.8	8.2	3.0	8.7	3.0	8.6	2.9	8.0	2.9	8.6	3.0	8.7	2.9±0.09	8.5±0.28
4-1PH	5.6	16.5	5.7	16.7	5.9	16.7	6.4	17.6	5.6	16.8	5.2	15.0	5.7±0.39	16.6±0.84
5-1PH	2.1	6.3	2.2	6.4	2.1	6.0	2.1	5.9	2.2	6.5	2.3	6.8	2.2±0.08	6.3±0.33
6PH	1.3	3.8	1.3	3.7	1.3	3.8	1.4	4.0	1.2	3.5	1.3	3.8	1.3±0.09	3.8±0.17
WP	34.1	100	34.1	100	35.1	100	36.2	100	33.3	100	34.3	100	34.5±1.00	100.0±0.00

WP: whole phase

Table 4. Change and range of COM of the symmetric phases

(unit: cm)

Subject (score)	Phase	A (3.26)		B (3.16)		C (3.48)		D (3.36)		E (3.22)		F (3.40)		M±SD	
		Change	Range	Change	Range	Change	Range	Change	Range	Change	Range	Change	Range	Change	Range
3 PH	X	-10.1	16.5	-40.8	43.2	-7.2	13.3	3.8	5.8	-7.4	12.8	-10.3	18.6	-12.0±15.0	18.4±12.9
	Y	-131.4	131.4	-145.4	145.4	-157.9	157.9	-155.5	155.5	-137.6	137.6	-159.9	159.9	-148.0±11.7	148.0±11.7
	Z	4.1	24.6	1.3	24.5	2.0	26.2	4.0	27.3	6.5	22.6	4.6	26.7	3.8±1.9	25.3±1.7
4 PH	X	-25.0	26.6	-21.4	22.9	-31.7	31.7	-25.7	25.7	-21.5	23.7	-26.8	28.0	-25.4±3.8	26.4±3.2
	Y	93.9	102.4	100.4	105.5	91.0	100.2	103.4	111.8	93.3	111.0	97.8	105.7	96.6±4.7	106.1±4.6
	Z	-0.1	9.2	2.5	15.8	2.4	10.5	3.5	13.5	-4.7	12.3	-0.3	10.8	0.6±3.0	12.0±2.4
5 PH	X	-4.7	5.7	-1.3	3.0	-3.4	3.8	-9.8	9.8	-5.8	5.8	-10.8	11.0	-6.0±3.7	6.5±3.2
	Y	-20.3	30.0	-24.3	35.6	-28.6	36.2	-33.7	39.6	-33.2	40.7	-18.9	32.8	-26.5±6.4	35.8±4.0
	Z	4.6	14.7	-1.4	11.4	7.9	12.0	1.3	10.4	11.5	16.4	10.7	17.5	5.8±5.2	13.7±2.9
3-1 PH	X	-29.3	31.2	43.6	43.6	-0.1	10.3	-32.4	34.0	3.9	10.2	-3.8	15.2	-3.0±27.5	24.1±14.1
	Y	117.3	117.3	115.2	115.2	152.6	152.6	133.5	133.5	139.9	139.9	148.4	148.4	134.5±15.6	134.5±15.6
	Z	2.8	23.4	3.0	24.7	1.5	24.9	3.4	26.0	5.2	26.2	2.1	24.2	3.0±1.3	24.9±1.1
4-1 PH	X	-4.3	9.8	-2.5	9.1	-14.7	16.6	1.6	24.4	-14.3	14.9	-15.9	19.6	-8.4±7.5	15.7±5.8
	Y	-100.7	106.8	-92.0	103.2	-96.7	103.5	-123.0	133.2	-104.5	111.3	-105.8	110.7	-103.8±10.7	111.5±11.2
	Z	1.8	8.3	1.9	14.2	1.0	11.3	-0.1	13.6	-0.1	14.0	0.7	13.0	0.9±0.9	12.4±2.3
5-1 PH	X	-4.9	7.8	-7.6	7.8	-8.3	9.3	-8.1	8.1	-6.3	6.7	-7.2	7.3	-7.1±1.3	7.8±0.9
	Y	16.7	29.5	28.5	36.7	23.1	33.7	36.3	44.6	35.5	41.6	22.5	33.6	27.1±7.8	36.6±5.6
	Z	1.4	15.0	6.3	12.3	13.4	15.0	5.2	10.8	7.5	13.7	10.4	16.2	7.4±4.2	13.8±2.0

X direction: (-): forward, (+): backward, Y direction: (-): left, (+): right, Z direction: (-): down, (+): up

Table 5. Height of heel of kicking leg and vertex at the side kick (unit: %)

Subject (score)	Joints	side	side	side	side
		kick 1	kick 2	kick 3	kick 4
A (3.26)	heel	105.8	105.5	105.3	103.1
	vertex	71.3	64.5	64.2	59.2
B (3.16)	heel	97.2	94.3	99.2	100.4
	vertex	57.5	62.6	59.1	72.5
C (3.48)	heel	101.8	101.3	104.2	99.7
	vertex	68.2	73.6	70.3	76.9
D (3.36)	heel	101.0	101.7	102.2	102.2
	vertex	68.9	69.5	70.2	69.2
E (3.22)	heel	97.6	99.9	97.6	101.5
	vertex	71.1	78.0	76.2	71.8
F (3.40)	heel	94.8	93.1	95.4	97.0
	vertex	78.4	80.6	76.8	79.4
M±SD	Heel	99.7±3.9	99.3±4.7	100.7±3.9	100.7±2.2
	Vertex	69.2±6.8	71.5±7.2	69.5±6.9	71.5±7.1

평균 폼새에서 총 네 번 등장하는 옆차기 동작은 옆차기 1과 3, 옆차기 2와 4가 서로 동일한 동작이다. 대상자들의 옆차기 높이는 옆차기 3과 옆차기 4에서 평균 100.7%로 가장 높게 나타났고, 머리의 높이는 옆차기 2와 옆차기 4에서 평균 71.5%로 가장 높게 나타났다. 좌·우의 차이를 살펴본 결과, 발의 높이 차이가 가장 적은 선수는 옆차기 1과 3에서 대상자 E(0.00%), 옆차기 2와 4에서 대상자 D(0.5%)으로 나타났다. 좌·우 머리의 높이 차이가 가장 적은 선수는 대상자 D였으며, 옆차기 1과 3, 옆차기 2와 4에서 각각 1.3%, 0.3%의 차이를 나타냈다. 정확성 채점 결과와 가설에서 설정한 변인과의 상관 분석 결과는 <Table 6>와 같다.

Table 6. The relationship between accuracy score and variables, correlation coefficients(*r*)

accuracy score	Pearson <i>r</i>	Time		X direction COM Range				Z direction COM Range		Kick height		Vertex height		
		3PH & 3-1PH	4PH & 4-1PH	5PH & 5-1PH	3PH	3-1PH	4PH	4-1PH	4PH	4-1PH	kick 1 & kick 3	kick 2 & kick 4	kick 1 & kick 3	kick 2 & kick 4
		<i>p</i>	.424	.043	.159	-.591	-.552	.921	.652	-.520	-.207	-.335	.441	.028
		.403	.935	.764	.217	.256	.009	.160	.290	.694	.517	.381	.958	.906

소요시간 비율의 좌·우 차이와 정확성 채점결과에 대한 상관분석 결과, 3PH와 3-1PH, 4PH와 4-1PH, 5PH와 5-1PH의 국면에서 상관관계를 보이지 않았다(3PH & 3-1PH: $r=0.424$, $p=0.403$, 4PH & 4-1PH: $r=0.043$, $p=0.935$, 5PH & 5-1PH: $r=0.159$, $p=0.764$). 앞차고 뒤돌아 옆차기 국면인 3PH와 3-1PH 국면에서 신체중심 전·후 방향 이동범위는 정확성 점수와 높은 상관관계를 나타내지 않았다(3PH: $r=-0.591$, $p=0.217$, 3-1PH: $r=-0.552$, $p=0.256$). 손동작과 서기 동작으로 이루어진 4PH와 4-1PH의 신체중심의 전·후 방향 이동범위에서는 정확성 점수와 높은 양의 상관관계를 나타내었고(4PH: $r=0.921$, $p=0.009$, 4-1PH: $r=0.652$, $p=0.160$), 같은 구간의 상·하 방향 이동범위에서는 상관관계를 나타내지 않았다(4PH: $r=-0.520$, $p=0.290$, 4-1PH: $r=-0.207$, $p=0.694$).

옆차기에서 발 높이의 좌·우 차이(kick1-3: $r=-0.335$, $p=0.517$, kick2-4: $r=0.441$, $p=0.381$)와 머리 높이의 좌·우 차이에서도 정확성 점수와 상관을 보이지 않았다(kick1-3: $r=0.028$, $p=0.958$, kick2-4: $r=0.063$, $p=0.906$).

전체 국면에서의 신체중심의 수평면 상 이동궤적은 <Figure 2>와 같다. 모든 대상자들은 시작점을 중심으로 우측보다 좌측으로 더 큰 범위를 이동궤적의 형태를 보였다. 세분화한 국면에서 대상자 C, D, E와 F는 좌측과 우측의 이동궤적 범위(Y축)가 각각 4.5 cm, 4.4 cm, 3.5 cm, 5.7 cm로 적은 차이를 보인 반면에 대상자 B는 좌·우 양측의 이동궤적 범위(Y축)가 31.4 cm로 확연히 큰 차이를 나타내었다(Table 4). 세분화한 국면에서 대상자 A는 신체중심의 좌측과 우측의 이동궤적 형태가 가장 대칭적으로 나타났고, 나머지 대상자는 비대칭적으로 나타났다. 또한 신체중심의 전·후 방향(X축)으로의 이동 범위는 대상자 A가 좌측으로 48.8 cm, 우측으로 48.8 cm로 동일한 이동 범위를 보였고, 나머지 대상자들은 약 9 cm이상의 차이를 보였다.

신체중심의 전·후 방향 이동 범위가 가장 작게 나타난 대상자는 대상자 E로 74.1 cm의 이동 범위를 나타냈다(Table 4).

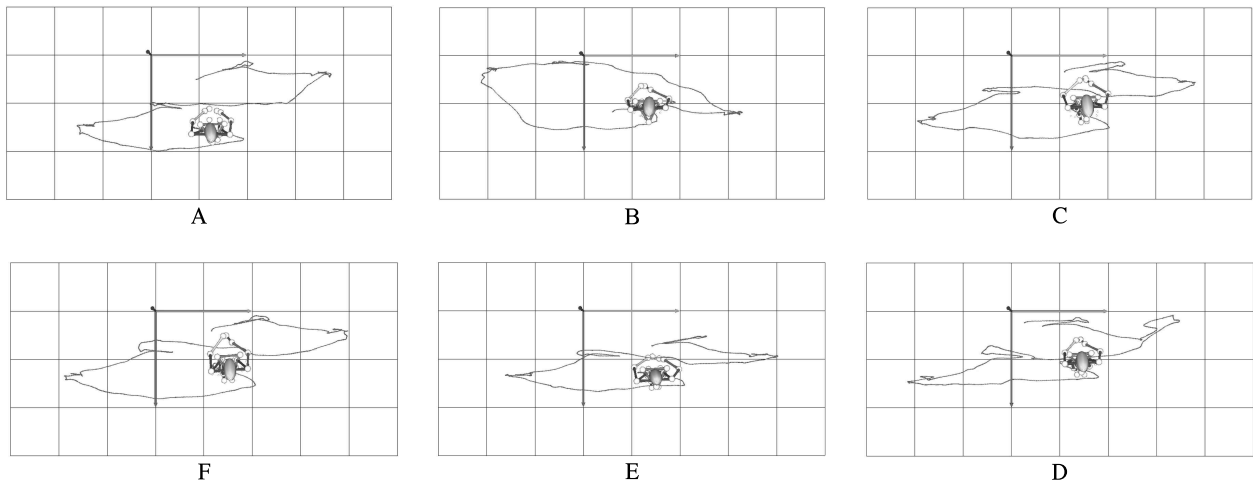


Figure 2. Trajectories of COM of Whole Phase (Subject A-F in a clockwise direction from left side upside. The area means 50 cm×50 cm per each cell)

IV. 논 의

본 연구에서는 평원 품새에서 수행된 동작과 정확성 채점 결과를 비교 조사하고 평가의 객관성을 높이기 위하여 평원 품새의 전체 국면을 세분화하여 각 국면의 소요시간과 비율, 신체중심의 이동변위 변화와 범위, 옆차기 동작의 발과 머리의 높이를 산출하여 분석하였다.

평원 품새의 총 소요시간은 평균 34.5 sec로 최단시간의 대상자와 최장시간의 대상자 간 2.9 sec의 차이를 보였다. 품새 경기에서 공인 품새의 제한 시간은 1개 품새 시 30 sec 이상 90 sec 이내로 지정되어 있다(Korea Taekwondo Association, 2014). 그러나 모든 품새는 동작의 구성이 다르기 때문에 수행되는 시간 또한 다르게 지정되어야 하며 각 품새 별 제한 시간을 다르게 지정하는 것도 공정성 있는 평가의 한 기준을 확립하는 데 도움이 될 것이라 사료된다.

좌·우가 동일한 구간에서 소요시간 비율과 정확성 채점 결과는 상관관계를 보이지 않았다. 대상자별 소요시간 비율은 모든 대칭 국면에서 1% 이내의 차이로 일치하였는데, 이는 겨루기 선수를 대상으로 한 연구에서 좌우 발차기의 성능 차이가 나타난 것과 비교하여(Falco et al., 2009; Pedzich, Mastalerz, & Urbanik, 2006; Peng, 2006; Tang, Change, & Nien, 2007) 우세한 쪽의 발차기를 주로 사용하는 겨루기 선수와 달리 품새 선수들은 좌·우가 대칭으로 구성되는 품새 동작의 수행을 위하여 양 쪽의 동작을 일치시켜 어느 한 쪽으로의 움직임이 치우치지 않도록 반복적 훈련을 수행하기 때문인 것으로 판단된다. 대상자별 소요시간 비율과 정확성 점수를

비교하여 보면, 소요시간 비율의 좌·우 차이가 가장 큰 대상자 D(4PH: 0.4 sec, 1.0%)와 두 번째 큰 차이를 보인 대상자 F(4PH: 0.3 sec, 0.9%)는 각각 정확성 점수 3.36과 3.40으로 상위권의 점수를 받았다. 이를 통해 소요시간 비율의 좌·우 차이는 시각적으로 판단하기 어려운 기준인 것을 알 수 있으며, 시간에 대한 정확성을 객관적으로 평가할 수 있는 방법이 필요하다고 판단된다.

앞차고 뒤돌아 옆차기 국면인 3PH와 3-1PH에서 신체중심 전·후 방향의 이동범위를 조사한 결과, 정확성 점수와 높은 상관관계는 보이지 않았다. 그러나 대상자별 신체중심 전·후 방향의 이동범위는 정확성에서 가장 높은 점수를 받은 대상자 C가 좌·우측 모두에서 평균보다 작은 이동범위를 나타내었고, 마찬가지로 가장 낮은 점수를 받은 대상자 B는 가장 큰 이동범위를 보였다. 이를 통해 심판들이 평원 품새를 평가함에 있어 앞차고 뒤돌아 옆차기 국면에서의 균형 유지를 중요하게 생각하고 있으며 이 국면에서의 실수는 감점으로 연결될 수 있다는 것을 알 수 있다. 또한 대상자들이 앞차고 뒤돌아 옆차기 동작을 수행하면서 좌측과 우측 모두 시작점을 기준으로 전방으로 이동하였는데 이는 앞차기 동작 후 180°의 회전이 완벽하게 이루어지지 못하고 신체중심이 측면으로 치우진 상태로 옆차기 동작을 수행하였기 때문인 것으로 사료된다. Schenkman (1990), Wang, Kwak과 Kim (2015)은 품새에서 균형은 근골격계 요인과 신경학적 요인이 적절하게 조화를 이루어야 자세 및 동작간의 연결이 정확하게 이루어 질 수 있다고 보고하였으며, Cho (2015)는 평원 품새의 앞차고 뒤돌아 옆차기 동작을 ‘난이도 3(최고수준)’으로 포함시키며 신체능력

의 협응성이 요구되는 기술이라고 보고하였다. 따라서 대상자들이 앞차고 뒤돌아 옆차기 동작을 수행할 때 균형을 잘 유지하며 신체중심의 이동범위를 작게 하는 것이 정확성에서 높은 평가를 받을 수 있는 요소라고 판단된다.

손동작과 서기 동작으로 이루어진 국면인 4PH와 4-1PH에서는 신체중심의 전·후 방향의 이동범위가 정확성 점수와 높은 양의 상관관계(4PH: $r=0.921$, $p=0.009$, 4-1PH: $r=0.652$, $p=0.160$)를 나타내었다. 이는 본 연구에서 설정한 가설과 반대되는 결과이며 대상자별 비교에서도 대상자 E는 신체중심의 전·후 방향 이동에서 가장 작은 범위를 나타냄에도 불구하고 정확성 점수는 3.22로 낮게 나타났다. 평원 품새는 ‘한 일(一)’자의 형태로 이동하기 때문에 신체중심의 전·후 방향의 이동범위를 작게 하여 일직선상으로 이동하여야 높은 정확성 점수를 받을 수 있다. 그러나 위의 결과를 통해 신체중심의 전·후 방향 이동은 정확성 평가에서 크게 고려되지 않는다는 것을 알 수 있다. 또한 대상자별 비교에서 평균적으로 신체중심 변위가 전방으로 이동하였는데 이는 발차기 국면에서 전방으로 치우친 실수를 만회하기 위하여 후방으로 이동할 것이라는 예상과는 다르게 본 국면에서 나타나는 꼬아서기 동작에서 이동하는 발이 다른 쪽 발 앞으로 꼬아지며 이동하기 때문에 나타나는 현상이라고 판단된다. 그리고 대상자들이 품새 수행 시 인위적으로 동선을 맞추려고 하기 보다는 동작의 보폭과 거리를 정해진 기준에 맞추어 정확하게 수행한다는 것을 알 수 있다. 같은 국면에서 신체중심의 상·하 이동범위는 정확성 점수와 뚜렷한 상관관계를 보이지 않았다. 대상자별로 살펴보면 가장 작은 이동범위를 보인 대상자 A는 정확성 점수에서 하위권의 점수(4위)를 받았으나 두 번째로 작은 이동범위를 보인 대상자 C는 가장 높은 점수를 받으며 일정하지 않은 결과를 나타내었다. 이는 Korea Taekwondo Association (2014)의 서기 동작을 연결할 때는 신체중심의 높낮이의 변화가 없도록 하는 것이 바람직하다는 것과 일치하지 않는 결과이며, 따라서 보다 객관적인 정확성 평가를 위해서는 신체중심의 상·하 움직임에 대한 평가가 구체적으로 이루어질 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

평원 품새에서 총 네 번 수행되는 옆차기 동작에서 발과 머리의 높이에 대한 좌·우 차이는 정확성 점수와 뚜렷한 상관관계를 나타내지 않았다. 대상자별 비교에서 발과 머리의 높이가 좌·우 가장 크게 일치했던 대상자 D는 정확성 점수 3.36으로 대상자들 중 3위의 점수를 받았다. 또한 대상자들은 평균적으로 앞차고 뒤돌아 옆차기의 머리의 위치가 학다리서기 후 옆차기보다 낮게 나타났는데, Kim, Son과 Lee (2015)의 연구결과에서도 언급하였듯이 옆차기 1과 3인 앞차고 뒤돌아 옆차기는 차는 발이 지면에서 시작하는 동작이고, 옆차기 2와 4

인 학다리서기 후 옆차기는 차는 발이 지면에서 떨어져 있어 지면의 외력 없이 수행되는 동작이라는 차이가 있기 때문이라고 판단된다.

위의 네 가지 결과를 통해 전체 국면에서의 수평면 상 신체중심 이동궤적의 형태를 비교해 보면, 평원 품새는 좌·우 동일구간의 신체중심의 이동궤적형태가 대칭을 이루면서 전·후 방향의 이동범위를 작게 하여 ‘한 일(一)’자 형태의 품새 선을 따라 수행하는 것이 가장 이상적이다. 그러나 본 연구에서 대상자 A가 다른 대상자들에 비해 가장 대칭적인 형태를 보였으나 전체 대상자 중 하위권의 점수를 받은 것은 신체중심의 전·후 방향 이동범위가 97.6 cm로 크게 나타났기 때문이라고 판단된다. 세분화 한 국면에서 신체중심의 전·후 방향 이동범위가 가장 작게 나타난 것은 대상자 E(74.1 cm)였고 뒤 이어 대상자 C(85.0 cm)가 두 번째로 작은 전·후 방향 이동범위를 나타냈다. 그러나 대상자 E는 정확성 점수가 3.22, 대상자 C는 정확성 점수가 3.48의 점수를 받으며 상반된 결과를 나타냈는데 이는 정면에 위치한 체점자의 시선에서 볼 때 대상자들의 전·후 방향 이동을 판단하기 어렵기 때문이라고 판단된다.

V. 결 론

본 연구에서는 6명의 품새 선수를 대상으로 평원 품새를 수행하고 정확성 평가와 운동학적 변인의 관련성을 조사하였다. 이를 위하여 평원 품새를 세분화하여 소요시간 비율의 좌·우 차이, 신체중심의 전·후 방향, 좌·우 방향, 상·하 방향 이동범위, 옆차기 동작 시 발과 머리의 높이의 좌·우 차이를 정확성 체점결과와 함께 분석하여 네 가지의 가설을 증명하고자 하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 소요시간 비율의 좌·우 차이는 정확성 점수와 상관관계를 나타내지 않았고, 모든 대상자가 좌·우측 1%이내의 작은 차이만을 나타내었다. 그러나 대상자 간 총 소요시간에서 2.9 sec의 차이가 나타난 것으로 보아 각 품새마다의 수행시간을 구체적으로 지정할 필요가 있을 것이다.
2. 앞차고 뒤돌아 옆차기 국면에서 신체중심의 전·후 방향 이동범위는 정확성 점수와 뚜렷한 상관관계를 보이지 않았으나, 이 국면에서 대상자별로 비교한 결과 신체중심의 전·후 방향 이동범위가 작은 대상자가 정확성 평가에서 상위권에 위치하였다.
3. 손동작과 서기 동작으로 이루어진 국면에서 신체중심의 전·후 방향 이동범위는 정확성 점수와 높은 양의 상관

나타내며, 손동작과 서기동작 국면에서 전·후 방향 이동 범위가 작을수록 높은 정확성 점수를 받을 것이라는 가설과 반대되는 결과를 나타내었다. 같은 국면에서 상·하 방향의 이동범위는 정확성 점수와 상관관계를 나타내지 않았다.

4. 옆차기 동작에서 발과 머리높이의 좌·우 차이는 정확성 점수와 상관관계를 나타내지 않았다.

산출된 변인들과 전체 국면의 신체중심 이동궤적 형태의 비교에서 정확성 채점결과는 세분화한 국면의 운동학적 변인의 수치 해석과 서로 상이한 결과를 나타냈다. 즉, 평원 품세에서 신체중심 이동궤적이 좌·우 대칭하고 전·후 방향의 이동 범위가 작은 것이 가장 이상적이거나, 이는 채점자가 시각적으로 판단하기 어려운 부분이기 때문에 객관적 평가가 결여될 수 있으며, 품세 경기에서는 이러한 점을 보완하여야 할 것이다.

본 연구는 현재 품세 경기의 정확성 평가를 새로운 관점에서 해석하고, 정확성을 정량화함으로써 정확성 평가의 객관성을 높이기 위하여 조사하였다. 그러나 품세 경기의 평가는 여러 가지 요인들이 종합적으로 산출된 결과이기 때문에 본 연구에서 분석된 변인 이외에 지정된 동작과 자세에 대한 해석이 포함되지 않았다는 한계점을 가지고 있다. 따라서 향후 연구에서는 품세에 수행되는 동작을 상지의 지르기, 치기, 막기, 찌르기 기술과 하지의 차기, 서기자세로 세분화하여 분석하고, 평가에 영향을 미치는 요인들을 다양한 관점에서 해석할 필요성이 있으며, 평원 품세 이외의 다른 지정 품세들을 대상으로 한 연구도 진행되어야 하겠다.

참고문헌

- Ahn, H. S., & Park, H. C.(2005). Kinematical analysis of parun bal naryochagi motion in taekwondo. *Korea Sport Research*, 16(6), 511-520.
- Cho, E. H.(2015). Difficulty analysis of poomsae movements in taekwondo. *Taekwondo Journal of Kukkiwon*, 6(1), 115-156.
- Falco, C., Alvarez, O., Estevan, I., Molina-Garcia, J., Mugarra, F., & Iradi, A.(2009). Kinetic and kinematic analysis of the dominant and non-dominant kicking leg in the taekwondo roundhouse kick. In A. J. Harrison, R. Anderson, & I. Kenny (Ed.), *Proceedings of the 27th International Symposium on Biomechanics in Sports*, 592-595. Limerick, Ireland: International Society of Biomechanics in Sports.
- Gang, G. H., & Lim, J. N.(2009). Analysis of motion in the taekwondo kyorugi players effective dwihuryo-chagi, *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 11(2), 263-274.
- Ha, C. S.(2006). Kinematical analysis of apdollyeo chagi in taekwon do. *The Korea Journal of Sports Science*, 15(3), 663-673.
- Ha, C. S.(2007). Kinematical analysis of narae Chagi in taekwondo, *The Korea Journal of Sports Science*, 16(2), 655-665.
- Ha, C. S., & Kim, J. G.(2009). The kinematic analysis of momdollyo huryo chagi in taekwondo, *The Korea Journal of Sports Science*, 18(1), 1135-1144.
- Ha, C. S., Yoon, J. S., & Kim, J. J.(2011). The biomechanical analysis of the taekwondo in dollyochagi motion during the badachagi. *The Korea Journal of Sports Science*, 20(4), 1187-1195.
- Heo, B. S., Lee, H. T., Lee, J. K., & Kim, Y. J.(2014). A kinematic analysis of taekwondo juchumseogi hu apkkoaseogi yeopchagi. *JFMSE*, 26(3), 535-542.
- Hong, S. J.(2012). A study of jitae and chonkwon poomsae line. *Taekwondo Journal of Kukkiwon*, 3(1), 97-106.
- Kang, S. C.(2000). Analysis of the biomechanical characteristics of taekwondo ax-kick. *The Yongin University Journal of Martial Arts Institute*, 11(1), 253-266.
- Kang, S. C.(2000). Analysis of the biomechanical characteristics of taekwondo back-kick, *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 9(2), 327-348.
- Kim, D. K., Ryew, C. C.(2005). Kinematic analysis of skill between flexed and extended type of knee during Jigeo-Cha-Gi in Taekwondo. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 15(4), 25-42.
- Kim, S. B.(2001). The coordination and muscle moment patterns of taekwondo side as multisegment motion. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 11(2), 355-369.
- Kim, S. W., Son, Y. N., & Lee, Y. C.(2015). A comparative analysis on kinematic variables between yeopchagi of two-feet stance posture and yeopchagi movement of hakdari seogi posture among the taekwondo poomsae, *Journal of Sport and Leisure Studies*, 61(1), 569-577.
- Koo, H. S.(2002). An kinematic analysis of naraechagi taekwondo technique, *The Korean Journal of physical Education*, 41(4), 601-613.
- Korea Taekwondo Association(2014). *Poomsae Competition Rules & Interpretation*.
- Kukkiwon(2005). *Taekwondo Textbook* Seoul: Osung.
- Lee, O. J., Choi, J. Y., & Kim, S. J.(2007). Interjoint and intersegmental coordination pattern of dwichagi in taekwondo, *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 17(4), 73-82.
- Park, C. H., Oh, C. H., & Shin, E. S.(2011). Kinematical analysis of taekwondo dwihuryeochagi between skilled and less skilled players. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 44(1), 685-695.
- Park, D. S., Kang, Y. S.(2012). The biomechanical analysis on the characteristics of the taekwondo dolgaechagi motion. *The*

- Korea Journal of Sports Science*, 21(3), 1465-1475.
- Park, K. D.(2012). Kinetic analysis of the dolgaechagi motion in women's taekwondo. *The Korea Journal of Sports Science*, 21(6), 1519-1528.
- Pedzich, W., Mastalerz, A., & Urbanik, C.(2006). The comparison of the dynamics of selected leg strokes in taekwondo WTF. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 8(1), 1-9.
- 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.
- Schenkman, M. (1990). Interrelationship of neurological and mechanical factor in balance control. *American Physical Therapy Association*, 29-41.
- Shin, J. M., & Jin, Y. W.(2000). A comparison of 3rd motor patterns of Yeopchagi and Dolyeochagi in taekwondo. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 9(2), 1-14.
- Tang, W. T., Chang, J. S., & Nien, Y. H.(2007). The kinematics characteristics of preferred and non-preferred roundhouse kick in elite taekwondo athletes. *Journal of Biomechanics*, 40(S2), S780.
- Wang, C. M., Kwak, Y. S., & Kim, H. D.(2015). The kinetic analysis of balance capability and lower limbs abductor for taekwondo poomsae player's. *Journal of Coaching Development*, 17(2), 117-126.
- Yoo, S. H., & Ryu, J. S.(2012). Comparison between the balance of skilled and less-skilled players during successful and failed front kick and turning side kick motions. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 22(3), 285-293.