



태권도 짚어차기의 무릎편 유형과 구부린 유형의 운동학적 비교분석

Kinematic analysis of skill between flexed and extended type of knee during Jigeo-Cha-Gi in Taekwon-Do

김동규(제주지방경찰청) · 류재청* (제주대학교)

Kim, Dong-Kyu (Jeju Provincial Police Agency) · Ryew, Che-Cheong* (Cheju National University)

ABSTRACT

D. K. KIM, C. C. RYEW, Kinematic analysis of skill between flexed and extended type of knee during Jigeo-Cha-Gi in Taekwon-Do, Vol. 15, No. 4, pp.25-42, 2005. The study was to investigate kinematic difference between flexed and extended type of knee during Jigeo-Cha-Gi in Taekwon-Do. For this subjects participated were consisted of weights of fin (1), bantam (1) and welter class(1) of male 3 national representative level skilled in two type(flexed and extended type) of Jigeo-Cha-Gi.

3D cinematography analysis was performed for motion analysis and Kwon 3D ver. 3.1) was used for 3D coordinates & analysis variables calculation.

In Temporal variable there was no significant difference statistically in all phases & total elapsed time between flexed and extended type, but flexed type was delayed more 0.016 sec than extended type.

In displacement of COG there was significant difference in level of $p<.05$ showing longer mean 6.13 cm in case of flexed type than extended type in displacement of COG during all phase and too significant difference in level of $p<.01$ showing longer mean 4.4 cm in case of flexed type than extended type in displacement of COG in followthrough phase. In velocity of COG there was significant difference in level of $p<.001$ showing higher mean 15.53cm/s in case of flexed type than extended type in velocity of COG(Y direction) during targeting phase and peak velocity(Y) was more fast 8.74 cm/s in extended type than flexed type. In velocity of leading leg in forward direction(Y) there was significant difference in level of $p<.05$ showing higher thigh mean value in case of flexed type than extended type but showing higher foot mean value in extended type at level of $p<.001$ than flexed type in velocity of COG(Y direction). In velocity of leading leg in vertical direction(Z) there was no significant difference in the second & third phase in case of vertical velocity level, but momentum transferred efficiently form proximal to distal endpoint.

In front-back & right-left orientation angle of trunk there was possibility of more stable Jigeo-Cha-Gi in extended than flexed type by decreasing in right-left orientation angle of trunk. In relative angle of lower leg(hip, knee, ankle) there was significant difference in level of $p<.001$ showing longer mean 32.74 deg. in case of flexed type than extended type in hip joint during the second phase but maintained insufficient extended knee of mean 168 deg. in targeting phase.

KEYWORDS: JIGEO-CHA-GI IN TAEKWON-DO, WEIGHT OF FIN, BANTAM AND WELTER CLASS

I. 서론

태권도는 고유의 무술로서 우리나라를 대표하는 문화유산이다. 1974년 세계태권도연맹(WTF)이 창립된 이후 경기적 요소가 극대화되어 경쟁적 스포츠로서 발전되었고, 2000년 시드니올림픽에서 정식종목으로 채택되었다. 현재 162여개 국가에서 7천만여 명이 수련을 받고 있으며 그 수는 해마다 급격히 증가하고 있을 만큼 태권도는 이미 전 세계에서 각광받는 무도스포츠로 성장하였고(문화관광부, 2000), 2004년 아테네 올림픽에서도 정식 종목으로 채택되었다.

지금까지 태권도의 위상을 유지하고 기술을 발전시키기 위한 많은 연구가 이루어져 왔다. 즉 국내에서 태권도의 경기력 향상을 위한 발차기의 운동역학적 선행 연구는 강성철(1998, 2000), 김승재(1996,1998), 김장축(1991), 김진홍(2003), 김창국(1991), 김현덕(1992), 배영상(1984, 1988, 1990), 백일영(1987), 성낙준(1984, 1986), 안용규(1991), 양동영(1986), 이상연 등(1998), 장기준(1985), 조동희(2003), 황인승(1985) 등을 들 수 있다.

이 중에서 경기력에 절대적 타격력을 줄 수 있는 찌어차기의 기술에 대한 선행연구는 강성철(2000), 김진홍(2003), 백일영(1987), 성낙준(1984), 장기준(1985), 조동희(2003), 황인승(1985) 등을 대표로 꼽을 수 있다. 이들의 찌어차기의 연구 내용을 정리하면 단순히 다른 발동작 기술과 비교하거나, 한 유형만을 대상으로 운동학적 분석이 되었다.

즉 찌어차기의 타격 목표물은 얼굴, 앞가슴이며, 여타 다른 발차기들과 비교해 볼 때 상대방에게 보다 강한 충격을 줄 수 있는 특성을 가진다. 발로 안면부를 가격할 경우 2득점할 수 있을 뿐 아니라, 다운으로 이어질 경우 3득점까지도 획득할 수 있는 가장 승부력이 강한 기술로 분류된다.

지금까지 연구되어진 두 유형의 특성과 차이점을 분석하면 성낙준(1984)은 점핑과 제자리서서 찌어차기 유형에서 뒤발로 찌어차기가 앞발로 찌어차기보

다 목표물 가격순간 발의 속도가 빨랐고, 무릎굽혀 올리는 동작보다 펴서 올리는 동작이 목표물 가격순간의 발의 속도가 빠른 것으로 나타났다고 보고하였다.

김진홍(2003)의 경우 목표물 유무에 따라서 찌어차기 시 시간적 및 운동학적 변인에 유의한 정도로 영향을 주어 동작시간을 단축시키고 변위를 크게 하는 효과가 있는 것으로 보고하였다.

위와 같이 찌어차기의 중요성에 대해 많은 인식과 연구를 하였지만 다양한 실험조건 즉 점핑 유무와 목표물 유무 등의 실험조건을 주면서 연구된 경우는 있지만 동일한 조건에서 무릎 편 유형과 구부린 유형기술 간의 차이를 규명하려는 선행연구는 없는 것으로 나타났다. 즉 두 방법에서 어느 유형이 더 효과적인지 운동역학적으로 규명되지 않은 채 논란을 거듭하고 있다. 따라서 태권도 차기 동작의 기술인 무릎을 편채 발을 들어올려 찌어차는 유형과 및 구부린 채 들어올려 찌어차는 경우의 운동학적 변인에 대한 규명이 필요하다.

본 연구는 두 유형의 찌어차기에서 운동학적 변인의 차이를 분석·비교하여 나온 결과를 가지고 두 유형의 특성을 규명하고, 어느 유형의 경우가 더 빠르게 상대방을 타격할 수 있는 방안과, 득점에 유리한 유형을 규명하여 기술 훈련과정에서 기술지도로 활용할 수 있는 방안을 제시한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

제주도 대표선수로 활동 중인 평균연령 23세, 평균신장 176cm, 평균 선수경력 10년으로 전국 규모의 대회에서 3위 이상에 입상한 경력이 있는 남자 선수 3명(핀급, 반탐급, 웰터급)을 대상으로 하였다. 이들은 찌어차기 기술 중 편 유형과 구부린 유형을 모두 자유롭게 구사하는 찌어차기의 숙련자로 구성하였다.

2. 실험 및 분석장비

실험장비는 두 유형의 찍어차기 동작에 대한 촬영장비와 영상분석장비로 구성하였다. 촬영장비는 Panasonic사의 모델 D-5100 비디오 카메라(2대), 통제점 틀(control object point), 동조용 타이머(synchronization, 고무풍선)이며, 영상분석 및 자료처리장비에는 비디오 디지털라이저 및 분석용 프로그램으로 구성하였다.

비디오 카메라는 3차원 영상분석을 위해 Panasonic사의 모델 D-5100 비디오카메라 2대를 사용하였다.

통제점 틀은 1m 스틸로 제작된 막대를 조립하여 가로 2m, 세로 1m, 높이 2m 크기의 구조물로서 3D-DLT(3 dimension direct linear transformation) 방법으로 36개 공간의 실제 좌표값을 산출하는 데 활용하였다.

비디오 디지털라이저는 촬영된 영상을 좌표화하기 위해 S-VHS VCR(panasonic AG-7350)과 19" S-VHS 모니터(Sony PVM-1942Q), 비디오 분석프로그램(Kwon3D, 3.1) 및 AG7350 조그셔틀 기능을 내장하

였고, 일반 VHS와 S-VHS 모두 사용 가능하다. 프레임 그래버(frame grabber)가 내장되어 있기 때문에 비디오 프레임을 짝·홀수 필드로 분리시켜 영상에 나타나게 하여 1/60초의 시간해상도를 가질 수 있다.

분석프로그램은 디지털라이저로 3차원 영상을 좌표화하고, 변인 분석용 산출프로그램으로 3차원 좌표와 운동학적 변인 산출을 위해 KWON3D Ver. 3.1 프로그램을 이용하였다.

KWON3D는 디지털라이징, 3차원 좌표, 각종 운동학적 변인 산출, DLT방법에 의한 실공간 3차원 좌표산출 및 필터링을 위한 프로그램으로서 3차원 분석 패키지로 구성되어 있다.

3. 실험절차

실험 장소는 실내체육관 정규 규격을 갖춘 태권도 경기 코트에서 실시하였다. 두 유형의 찍어차기 동작이 일어나는 곳에 공간좌표 설정을 위한 통제점을 표시한 통제점 틀을 피험자의 찍어차기 동작을 완전히 포함할 수 있을 정도의 범위에 설치하였다.

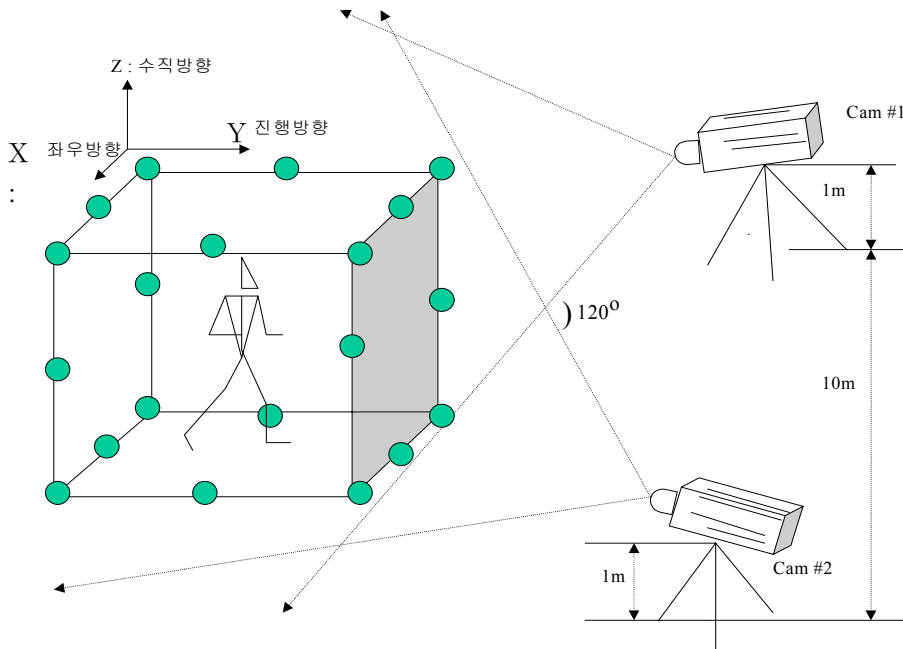


그림 1. 3차원 공간좌표 변환을 위한 통제점 틀 및 실험 배치도

실험장면은 그림 1과 같이 통제점 틀은 전방 좌우에 10m 지점에 2대의 비디오 카메라 줌에 포착되도록 설치하고, 목표물에 대한 두 카메라간의 각도는 120도, 거리는 10m, 2대의 카메라의 높이는 각각 1m로 삼각대에 고정시켜 수평을 유지시켰다. 카메라 노출속도는 1/500초로 하였고, 카메라 속도는 60field/sec로 고정시킨 후 통제점 틀을 1분 동안 촬영한 다음 통제점 틀을 제거한 후 목표물에 대해 두 유형의 찍어차기 동작을 촬영하였다.

실험 이전에 충분한 준비운동과 찍어차기 동작을 연습시켰고, 테이프에 수록된 동작을 분석할 때 각 분절의 위치를 쉽게 알아보고, 인위적인 오차(random error)를 최소화하기 위하여 피험자들에게 밀착 반바지를 착용토록 하였고, 각 신체 관절에 표식점(landmark)을 하였다.

지정한 순서에 따라서 피험자 3명은 매 시기마다 신호에 따라서 두 유형을 각각 10회씩 차기를 하였다. 방향설정은 피험자가 타격 목표물지점을 향해 타격을 하는 방향을 Y축 방향으로 하고, 통제점 틀을 기준으로 지면에 대하여 수직 방향을 Z축 방향으로 하였다. 또 Z축에서 Y축으로의 벡터의 외적(cross product)을 X축으로 설정하였다.

제거한 통제점 틀의 위치에서 피험자들은 찍어차기 동작을 충분히 연습을 한 후 본 실험에 임하게 하였다. 3명의 피험자를 대상으로 각 유형에 대해 선수마다 10회씩 찍어차기를 시도하여 가장 성공적인 3시기(trial)씩 선별하여 1인당 편 유형 3시기, 구부린 유형 3시기로 두 유형에 대해 3명 모두 총 18시기를 분석대상으로 하였다.

4. 좌표화 및 자료산출

1) 통제점 틀 및 인체 관절 좌표화

좌표화는 통제점 틀과 인체관절점으로 나눌 수 있으며, 인체측정자료(Body Segment Parameter)모델은 Plagenhoef(1983)의 것을 이용하였다.

통제점 틀의 좌표화는 기준점을 포함하여, KWON3D 3.1 프로그램을 이용하여 총 36개 중 20개의 통제점을 좌표화하여, 자료산출과정에서 실공간좌표를

위한 매개변수로 활용하였다. 그리고 자료 처리 과정에서 실공간 좌표계의 기준점(원점)은 화면상 고정된 지점으로 정하였다.

인체 관절 중심점의 좌표화는 이지(take-off)부터 헬로스루(follow through)완료까지로 하고, 기준점(1개점)과 인체분절점(20개점)으로 총 21개점으로 설정하였다. 분절 고유번호 순으로 좌표화 하였고, 매 프레임 마다 이 과정을 반복하며, 한 프레임 모두 좌표화가 종료되면 파일로 저장하였다.

2) 동조(synchronization)

2대의 비디오카메라는 시간 해상도가 60field/sec인 상태인 카메라에서 나온 2쌍의 좌표(X, Y)를 매 0.020초 간격으로 보간시킨 후 분석할 두 카메라의 동일한 시점을 동조하였다. 이러한 동조방법은 3차 스플라인 함수(cubic spline function)에 의한 보간법(interpolation)을 이용하였다(Kwon3D, ver.3.1).

3) 3차원 실공간 좌표 산출

3차원 실공간 좌표 산출은 디지털링 좌표군과 실공간 좌표군으로부터 DLT(Direct Linear Transformation) 기법을 이용하여 DLT 변환계수를 산출한 후 3차원 공간좌표의 기계적 및 인위적 오차(random error)를 감소시키기 위해 스무딩(smoothing)을 실시하였고, 이때 차단주파수(cut off frequency)는 6.0Hz의 저역통과 필터(low-pass filtering)방법을 사용하였다.

4) 표준화(Normalization)

피험자마다 찍어차기 소요시간이 정확히 일치하지 않기 때문에 각 변인들의 동일시점의 비교를 위해서 이 지 자세부터 헬로스루까지의 시간을 100%로 보고 그 간격을 동일 프레임수로 나누는 표준화(Normalization) 기법을 사용하였다. 따라서 모든 찍어차기에 대한 각 분석국면별 동일한 시점에서 분석이 가능하였다.

5. 분석국면

분석 국면은 그림 2와 같이 총 4개 국면으로 구분하였다. 즉 제1국면(반응국면(RI) : 은 준비자세(RE)에서

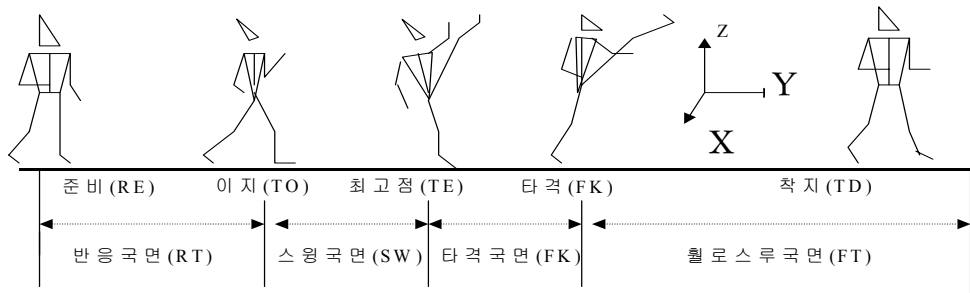


그림 2. 국면의 설정

신호 후 차는 발이 지면을 이지(TO)하는 순간, 제2국면(스윙국면(SW))은 차는 발이 이지(TO)하여 최고점(TE)에 도달하는 순간, 제 3국면(타격국면(FK))은 차는 발의 최고점(TE)에서 목표물을 타격(FK)하는 순간, 제4국면(휘로스루국면(FT))은 목표물을 타격(FK)한 순간에서 지면에 착지(TD)하는 순간으로 구분하였다.

(M±SD)를 산출하였고, 두 유형 간 운동학적 연구변인의 통계적 차이는 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 독립 t-검증을 하였다.

III. 결과 및 논의

6. 용어정의

- 1) 전후경각 : 찌어차기를 하는 동안 피험자의 좌우측에서 전후면으로 발생하는 동체의 각도
- 2) 좌우경각 : 찌어차기를 하는 동안 피험자의 전후측에서 좌우면으로 발생하는 동체의 각
- 3) (무릎)구부린 유형: 찌어차기를 좌우측에서 볼 때 발이 이지하는 순간부터 무릎을 굴곡시켜 최고점까지 들어 올린다음 하퇴를 신전시켜 타격을 가하는 자세
- 4) (무릎) 편유형: 찌어차기를 좌우측에서 볼 때 발이 이지하는 순간부터 무릎을 신전시켜 최고점까지 들어 올린다음 타격을 가하는 자세

7. 연구변인 및 자료처리

두 유형의 각 국면 및 전체 소요시간변인, 선운동변인은 각 방향으로 신체중심변위, 각 방향으로 신체중심 속도, 하지분절(대퇴, 하퇴, 발)의 속도, 각운동변인은 동체 전후 및 좌우경각, 하지관절(고관절, 무릎관절, 발목관절)의 상대각위를 각각 산출하였다.

두 유형에 대한 분석된 운동학적 변인에 대한 자료 처리는 분석 국면별, 유형별 및 변인별 평균±표준편차

1. 시간변인

모든 체급에서 두 유형의 찌어차기 전 동작 및 국면별 소요시간을 분석한 결과는 표 1과 같다. 편 유형의 경우 전체소요시간은 평균 .906±.108초였으며, 구부린 유형의 경우 전체 소요시간은 평균 .922±.019초였다.

두 유형의 자세에서 각 국면 및 전체소요시간에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았지만 구부린 유형이 편 유형보다 전체 소요시간에서 평균 .016초 더 지연되었고, 이 차이는 반응국면(제 1국면)과 휘로스루국면(제 4국면)에서 많은 시간을 지연한 것으로 나타났다. 그러나 반응국면(제 1국면)에서 타격국면(제 3국면)까지는 구부린 유형이 편 유형보다 시간이 단축되었다. 두 유형에서 가장 적은 소요시간을 보인 국면은 제 3국면인 타격국면으로 편 유형의 경우 평균 .049±.016초와 구부린 유형의 경우 평균 .033±.000초를 각각 소요했다.

이러한 결과는 성낙준(1984)의 한발 지지한 채 찌어차기와 점핑찌어차기의 운동학적 비교분석결과와 비교하면 찌어차기의 전체소요시간은 평균 .986±.058초, 점핑 찌어차기의 전체소요시간은 평균 1.015±0.039초보다 더 빨리 동작을 완료하였고, 하발 지지한 채 찌어차기의 경우 평균 0.619±0.011초, 점핑찌어차기의 경우 평균 0.618±0.025초보다 본 연구의 경우가 훨씬 더 적은 소

표 1. 찍어차기 유형에 따른 평균소요시간 (sec, %)

구분	체급	제1국면 (RE-TO)	제2국면 (TO-TE)	제3국면 (TE-TK)	제4국면 (TK-ID)	총소요시간
편유형	핀	0.300	0.317	0.033	0.250	0.900
	반탐	0.317	0.350	0.066	0.284	1.017
	웰터	0.150	0.367	0.050	0.233	0.800
M±SD		0.256±0.091	0.344±0.025	0.049±0.016	0.255±0.025	0.906±0.108
비율		28.22	38.04	5.52	28.22	100.00
구부린 유형	핀	0.267	0.333	0.033	0.267	0.900
	반탐	0.233	0.334	0.033	0.333	0.933
	웰터	0.300	0.333	0.034	0.266	0.933
M±SD		0.267±0.033	0.333±.000	0.033±.000	0.288±0.038	0.922±0.019
비율		28.92	36.15	3.61	31.32	100.00
t-값		-.197	.756	1.732	-1.251	-.262

요시간을 보였다. 또한 이러한 결과는 조동희(2003)의 제 1국면에서 제 3국면까지 0.6±0.03초에 비하여 본 연구의 편 유형에서 평균 0.649초와 구부린 유형의 평균 0.633초와 비슷한 소요시간을 보였다.

따라서 타격은 신체의 움직이는 부분이 어떤 물체에 순간적으로 접촉하는 운동으로서 가장 중요한 요인은 가능한 짧은 시간에 차는 힘을 목표점에 집중시키는 것이다. 즉 파워를 높이는 방법으로서 일정한 속도라면 짧은 시간에 타격을 가하는 것이 최후의 운동량을 크게 하는 방법으로 생각된다.

2. 선운동변인

1) 신체중심 변위

모든 체급에서 두 유형의 찍어차기 전 동작 및 국면별 각 방향(X,Y,Z)에서 신체중심의 변위를 정리한 결과는 표 2와 같다.

편 유형의 경우 준비국면에서 휠로스루 국면까지 신체중심의 진행방향(Y)에서 전체 변위는 평균 41.12cm였고, 가장 많은 변위를 보인 국면은 타격직전국면(제 2국면)으로 평균 26.87cm였다. 구부린 유형의 경우 진행방향(Y)으로 총 변위는 평균 46.28cm였고, 가장 많은 변위를 보인 국면은 역시 타격직전국면(제 2국면)으로 평균 28.67cm였다. 두 유형의 전체변위는 p<.05 수준에

서 유의한 차이를 보였으며, 구부린 유형의 경우 휠로스루 국면에서 4.4cm 더 긴 결과를 보여 p<.01에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 즉 구부린 유형은 편 유형에 비하여 진행방향(Y)으로의 신체중심변위가 더 길어져 찍어차기가 상하방향보다 진행방향으로 나아가면서 타격이 이루어진 반면, 편 유형은 구부린 유형보다 신체중심의 수직높이를 더 높임으로써 찍어차기가 상하방향으로 이루어져 진행방향으로의 변위(Y)가 더 짧은 대신 내려찍는 타격은 더 강하게 이루어졌음을 알 수 있다.

2) 신체중심의 속도

모든 체급에서 두 유형의 찍어차기 전 동작 및 국면별 각 방향(X,Y,Z)에서 신체중심의 속도를 정리한 결과는 표 3 및 그림3, 4와 같다. 그림 3과 4에서 두 유형의 국면별 중심속도변화 양상은 거의 유사한 경향을 보였다. 즉 제 2국면 중간 지점에서 진행방향(Y)의 값이 최고치를 보이면서 타격이 이루어지는 제 3국면에서는 크게 감소하는 양상을 보였다. 좌우방향(X)의 경우는 두 유형에서 큰 변화없이 완료되었고, 수직방향(Z)의 경우 진행방향(Y)의 값보다 다소 작은 속도를 보였지만 3국면 모두에서 변화의 양상은 비슷하게 나타났다.

두 가지 유형의 찍어차기에서 진행방향(Y)에서 가장 큰 속도의 값을 보인 경우는 최고높이로 올리는 스윙국

표 2. 각 방향(X, Y, Z)에서 평균 신체 중심의 변위 (cm)

구분	체급	제1국면 (RE-TO)	제2국면 (TO-TE)	제3국면 (TE-TK)	제4국면 (TK-TD)	
편유형	편	X	44.59±0.26	43.84±0.11	44.04±0.07	45.66±1.28
		Y	73.22±4.05	99.35±9.59	111.90±0.18	113.76±1.13
		Z	88.94±0.95	100.34±4.16	102.30±0.33	94.99±5.34
	반탐	X	46.09±0.23	48.68±1.68	50.93±0.20	53.06±0.96
		Y	46.83±4.53	74.89±11.07	89.74±0.49	92.35±0.92
		Z	96.31±0.90	105.52±5.84	110.93±0.99	101.47±4.90
	웰터	X	37.02±0.08	40.06±1.73	41.74±0.13	43.08±1.16
		Y	58.06±3.78	81.20±10.18	95.77±0.49	94.25±1.28
		Z	94.67±1.11	107.37±5.91	113.64±0.26	106.05±5.82
M±SD	X	43.75±3.47	44.07±3.82	46.67±4.66	47.70±4.48	
	Y	58.82±12.89	85.69±14.07	94.93±7.53	99.94±9.87	
	Z	93±3.57	104.98±5.80	110.67±3.80	100.26±6.70	
구부린 유형	편	X	41.66±0.42	41.33±0.56	41.72±0.04	43.28±1.36
		Y	65.44±4.10	90.16±9.66	104.48±0.66	108.21±2.05
		Z	88.25±0.86	99.47±5.42	103.66±0.37	95.98±5.55
	반탐	X	49.28±0.41	50.74±1.29	52.67±0.18	54.67±0.93
		Y	54.76±4.49	81.81±10.92	96.47±0.53	101.42±2.31
		Z	94.77±1.21	106.32±5.62	110.1±0.34	102.45±5.61
	웰터	X	43.81±0.32	43.48±0.21	43.88±0.12	45.41±0.81
		Y	54.08±7.13	85.5±11.19	101.33±0.62	103.56±1.03
		Z	93.85±0.67	106.2±6.15	112.99±0.09	105.39±6.75
M±SD	X	44.69±2.81	45.22±4.16	46.13±5.23	48.4±5.23	
	Y	58.06±7.56	86.73±12.22	101.06±3.65	104.34±3.35	
	Z	92.25±3.01	104.53±6.15	108.78±4.33	100.92±6.89	
t-값	X	-1.537	-1.434	.205	-.704	
	Y	.160	.160	-2.989★	-3.332★★	
	Z	1.313	.981	.865	-1.134	

★: p<.05, ★★: p<.01

면(제 2국면)에서 구부린 유형의 경우가 편 유형보다 평균 8.74cm/s 더 빠른 결과를 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 대신 좌우방향(X)으로 편 유형이 구부린 유형보다 평균 3.59cm/s 더 빠른 움직임을 보여 다소 불안정하거나 불필요한 자세를 취하였다. 타격국면인 제 3국면에서 진행방향(Y)으로 신체중심의 속도는 구부린 유형이 편 유형보다 평균 15.53cm/s 더 큰 값을 보여, p<.001에서 통계적으로 유의한 차이를

보였다. 역시 휠로스루 국면에서 구부린 유형이 편 유형의 경우보다 평균 15.93cm/s 더 큰 값을 보여, 역시 p<.001에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

즉 편 유형의 경우 하지를 최고점으로 들어올리는 스윙국면(제 2국면)에서 구부린 유형의 경우보다 측면으로(X) 속도의 변화가 심하여 다소 불안정한 자세를 취하면서 진행되었고, 진행방향(Y)에서 타격국면과 휠로스루 국면이 편 유형보다 구부린 유형이 훨씬 더 빠

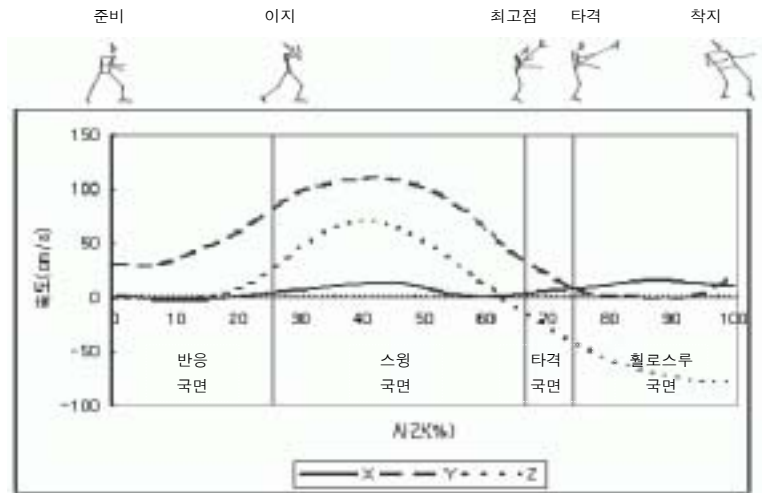


그림 3. 편 유형의 각 방향(X, Y, Z)에서 신체 중심 속도

표 3. 각 방향(X, Y, Z)에서 평균 신체 중심 속도 (cm)

구분		제1국면 (RE-TO)	제2국면 (TO-TE)	제3국면 (TE-TK)	제4국면 (TK-TD)	
편 유형	편	X	-2.93±3.31	0.11±3.52	6.04±0.55	15.39±5.90
		Y	44.2±39.71	86.23±29.01	16.04±7.04	9.65±13.69
		Z	7.45±28.09	33.37±40.01	-27.6±2.38	-62.75±16.99
	반타	X	-1.16±2.82	13.14±7.42	7.96±1.76	6.94±12.44
		Y	44.25±30.12	92.54±32.40	19.52±2.87	15.9±18.97
		Z	-2.99±13.29	43.12±27.30	-36.68±13.7	-56.33±4.95
	웰터	X	-0.03±2.99	12.32±10.61	5.68±0.92	14.03±8.96
		Y	76.64±6.87	83.39±21.73	21.76±11.83	-9.85±18.09
		Z	19.72±21.55	45.27±24.72	-12.34±8.58	-73.89±27.19
M±SD	X	-1.78±3.19	8.85±9.72	7.24±1.66	12.14±10.44	
	Y	47.87±33.34	87.1±28.35	17.88±6.45	5.45±20.49	
	Z	2.76±19.95	40.29±31.57	-30.05±15.01	-65.67±17.94	
구부린 유형	편	X	-2.23±7.14	2.07±6.98	-1.82±1.25	13.86±6.84
		Y	42.14±37.08	89.65±19.61	39.47±8.66	22.68±7.47
		Z	-0.23±21.93	42.99±36.30	-22.13±4.43	-61.95±17.88
	반타	X	-2.18±6.61	10.83±4.18	10.5±2.16	7±8.3
		Y	61.13±19.12	97.55±31.90	32.45±2.20	26.94±16.69
		Z	-5.54±28.27	43.79±42.60	-20.07±0.93	-52.71±18.10
	웰터	X	-2.80±5.09	1.96±1.99	7.18±2.34	8.52±4.39
		Y	73.48±21.10	100.41±26.40	37.17±6.57	14.88±9.29
		Z	3.42±19.08	51.68±27.48	-5.07±5.85	-75.20±38.92
M±SD	X	-2.42±8.88	5.26±6.24	6.24±6.07	9.72±7.39	
	Y	59.4±29.66	95.84±40.07	33.41±3.87	21.38±13.26	
	Z	0.43±22.85	45.87±36.50	-17.62±8.00	-65±26.07	
t-값	X	.781	2.757★★	.467★	1.224	
	Y	-1.262	-1.786	-4.896★★★	-4.576★★★	
	Z	1.327	-1.006	-1.717	-.302	

★: p<.05, ★★: p<.01, ★★★: p<.001

표 4. 진행방향(Y)에서 차는 하지 분절의 평균속도 (cm)

구분		제1국면 (RE-TO)	제2국면 (TO-TE)	제3국면 (TE-TK)	제4국면 (TK-TD)
편유형	대퇴	79.96±102.23	156.94±105.42	189.50±3.58	46.8±98.39
	핀 하퇴	70.27±128.48	300.11±227.39	293.95±34.01	217.40±245.55
	발	27.00±63.91	443.51±375.31	339.98±68.82	-87.00±374.96
	대퇴	86.78±91.24	148.00±124.88	130.11±19.41	47.49±78.66
	반탑 하퇴	57.80±104.47	256.76±339.90	313.24±66.71	-6.81±203.26
	발	7.92±80.61	355.55±536.69	488.11±99.93	-84.44±294.59
	대퇴	96.72±82.30	226.56±303.42	334.74±63.68	-19.27±257.74
	웰터 하퇴	137.43±68.05	115.62±96.67	152.78±14.01	62.22±55.84
	발	12.90±53.39	331.64±477.37	450.42±92.96	-144.93±409.74
M±SD	대퇴	93.31±92.80	139.25±109.25	150.87±27.96	51.75±78.50
	하퇴	70.58±109.50	259.33±292.81	316.12±55.54	-14.05±229.50
	발	16.33±68.67	374.02±465.54	442.63±100.94	-103.68±351.94
구부린 유형	대퇴	60.49±69.34	154.63±120.89	214.34±7.15	68.16±101.39
	핀 하퇴	38.08±78.35	307.61±178.30	302.67±30.22	-3.73±230.73
	발	0.52±29.21	444.31±237.66	288.31±68.06	-87.17±347.08
	대퇴	111.49±92.55	152.38±117.25	158.87±1.98	61.39±64.56
	반탑 하퇴	83.45±123.29	302.27±224.32	233.55±6.43	9.70±148.25
	발	26.11±81.43	437.68±262.23	273.65±39.61	-56.31±207.02
	대퇴	73.31±97.54	300.75±199.37	331.79±4.57	-25.20±201.50
	웰터 하퇴	106.91±76.15	147.41±107.92	190.91±4.08	56.39±71.13
	발	18.52±53.08	436.00±197.91	349.81±42.81	-117.49±322.56
M±SD	대퇴	92.75±81.00	151.47±113.55	188.04±25.19	61.93±78.02
	하퇴	64.55±100.10	303.54±198.12	289.34±47.24	-5.13±189.74
	발	14.75±57.07	439.33±230.13	303.99±40.40	-84.63±287.50
t-값	대퇴	.032	-.606	-2.619★	-.643
	하퇴	.287	-.974	.968	-.211
	발	.126	-.977	13.03★★★	-.295

★: p<.05, ★★: p<.01, ★★★: p<.001

른 속도로 동작이 이루어 졌다는 점에서 편 유형의 경우보다 더 빠르게 상대의 다음동작에 대비할 수 있을 것으로 사료된다.

3) 진행방향(Y)에서 차는 하지분절의 국면별 평균 속도

모든 체급에서 두 유형의 찍어차기 전 동작 및 국면별 진행방향(Y)에서 차는 하지의 대퇴, 하퇴, 발의 평균속도를 정리한 결과는 표 4 및 그림 5, 6과 같다.

편 유형과 구부린 유형의 국면별 동작을 보면 하지 세 분절 모두 제 2국면에서 최고 정점과 제 3국면에서 다소 작은 정점의 속도를 보이다가 동작이 완료되는 제 4국면 중간에서는 음(-)의 속도를 보이면서 완료되었다.

두 유형 모두 타격국면(제 3국면)직전에 하지를 최대한 들어올리는 준비국면(제 2국면) 전반기에서 발-하퇴-대퇴의 순으로 큰 속도의 값을 보였고, 타격이 이루어진 직후 두 유형 모두 발-하퇴-대퇴의 크기 순으로 작은 정점을 이루는 쌍곡점을 이룬 후 역시 부적(-)으로 발-하퇴-대퇴의 순으로 큰 속도 값을 보이면서 헬로스루 동작이 이루어졌다. 즉 진행방향에서 찍어차기가 이루어지는 가운데 타격직전과 타격직후에 크기에서 다소 차이를 보이는 두개의 쌍곡점을 보였고, 모든 국면에서 하지분절의 속도 값은 발-하퇴-대퇴의 크기로 나타난 바, 분절 간 운동량의 전이가 근위단에서 원위단으로 제대로 이루어진 것으로 나타났다.

표에서 정리한 결과를 보면 편 유형의 경우 동작완

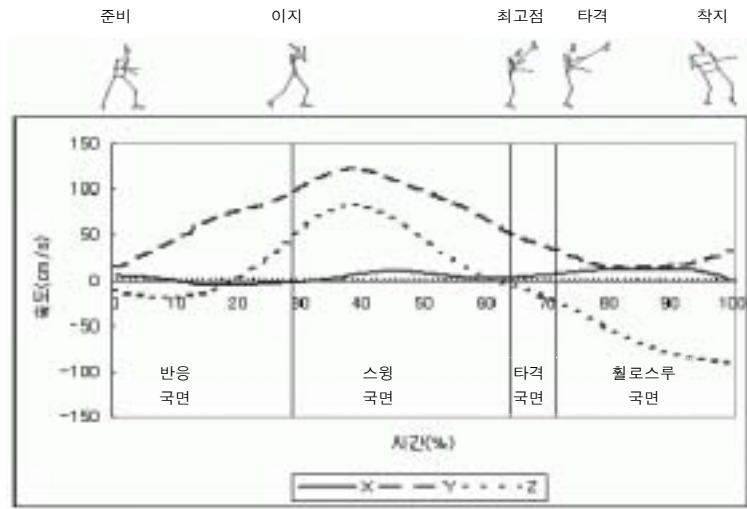


그림 4. 구부린 유형의 각 방향(X, Y, Z)에서 신체 중심 속도

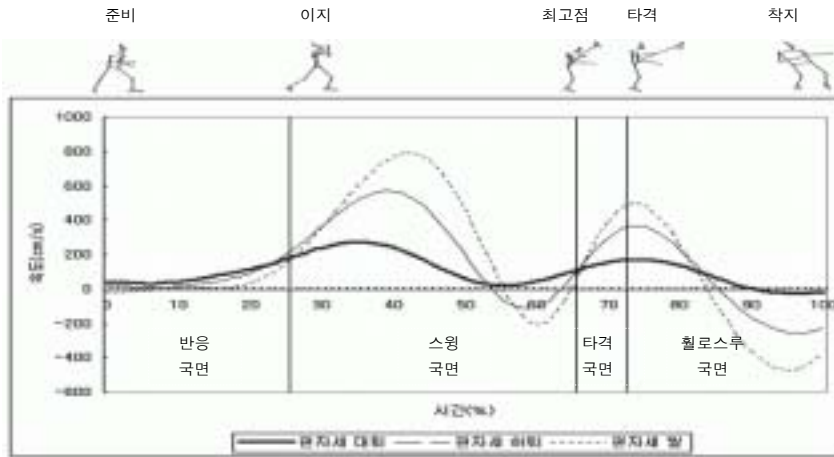


그림 5. 편 유형에서 치는 하지분절의 진행방향(Y) 속도

료시 까지 진행방향(Y)에서 하지 3분절의 가장 큰 속도 값을 보인 국면은 스윙국면(제 2국면)으로 대퇴의 평균 $150.87 \pm 27.96 \text{ cm/s}$, 하퇴의 평균 $316.12 \pm 55.54 \text{ cm/s}$, 발의 평균 $442.63 \pm 100.94 \text{ cm/s}$ 로 나타났고, 그 다음 큰 값을 보인 국면은 스윙국면(제 2국면)으로 나타났다. 가장 중요한 타격국면에서 진행방향으로 나아갈수록 하지의 각 분절이 근위단 분절에서 원위단 분절로 속도의 크기 변화는 대퇴에 비하여 하퇴의 경우 209%, 대퇴에 비해 발의 경우 293%의 속도가 증가한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 편 유형으로 찍어치기

를 하는 과정에서 국면의 진행에 따른 근위분절에서 원위분절로 운동량의 전이가 적절히 이루어져서 타격에 영향을 미칠 수 있었던 것으로 사료된다.

구부린 유형의 경우 동작완료시까지 진행방향(Y)에서 하지 3분절의 가장 큰 속도 값을 보인 국면은 스윙국면(제 2국면)으로 대퇴의 평균 $151.47 \pm 113.55 \text{ cm/s}$, 하퇴의 평균 $303.54 \pm 198.12 \text{ cm/s}$, 발의 평균 $439.33 \pm 230.13 \text{ cm/s}$ 로 나타났고, 그 다음 큰 값을 보인 국면은 타격국면인 제 3국면으로 나타났다. 즉 제2국면에서 타격국면(제 3국면)으로 진행하는 동안 대퇴의 경우 24%

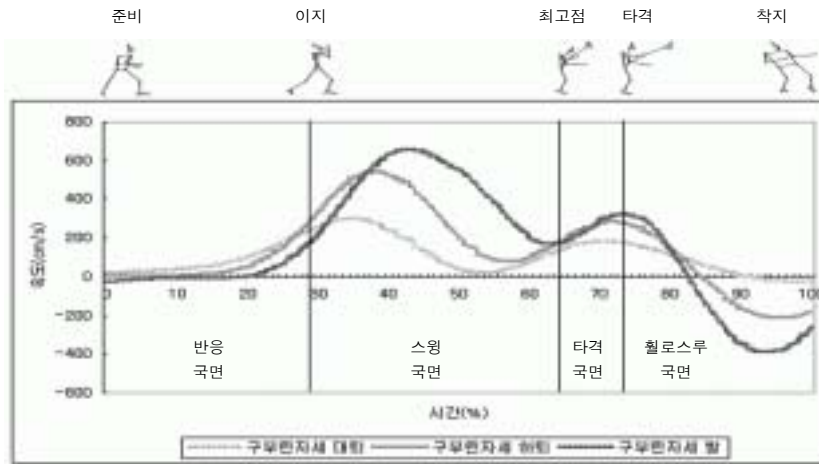


그림 6. 구부린 유형에서 차는 하지분절의 진행방향(Y) 속도

표 5 차는 하지 분절의 상하방향(Z) 평균 속도

(cm/s)

구분		제1국면 (RE-TO)	제2국면 (TO-TE)	제3국면 (TE-TK)	제4국면 (TK-TD)	
편유형	편	대퇴	-0.94±23.06	137.41±124.19	-41.19±8.37	-135.57±42.30
		하퇴	4.52±28.16	313.78±219.64	-186.76±57.57	-382.47±106.06
		발	30.43±54.74	428.19±368.71	-317.54±98.26	-563.99±192.63
	반답	대퇴	-14.02±16.06	144.45±95.04	-28.92±21.93	-127.28±29.01
		하퇴	2.64±13.03	348.52±246.23	-151.60±103.54	-374.25±72.71
		발	25.26±33.48	489.92±393.81	-297.30±201.21	-541.73±152.18
	웰터	대퇴	-11.17±19.08	141.75±88.38	-52.23±23.91	-170.70±41.05
		하퇴	12.94±17.56	327.38±248.26	-173.39±104.78	-451.18±96.69
		발	33.61±41.21	452.89±376.56	-273.91±172.43	-651.57±205.95
M±SD	대퇴	-11.51±19.36	149.53±98.91	-45.56±19.09	-148.61±36.39	
	하퇴	5.47±20.91	351.06±226.34	-195.71±67.74	-409.28±92.50	
	발	28.96±43.55	485.17±367.53	-346.60±121.32	-590.36±188.25	
구부린 유형	편	대퇴	-19.66±11.95	144.13±132.55	-49.08±6.48	-138.90±39.96
		하퇴	-5.37±14.63	322.56±179.84	-102.42±105.34	-372.33±115.47
		발	19.82±42.13	439.91±275.33	-94.54±223.32	-542.69±205.31
	반답	대퇴	-19.01±15.79	150.67±123.83	-2.89±6.32	-119.93±65.27
		하퇴	1.36±17.04	345.43±208.51	-71.85±74.24	-330.14±82.11
		발	31.71±43.48	470.22±312.97	-154.46±196.01	-471.29±112.61
	웰터	대퇴	-14.05±19.06	156.29±136.48	-54.25±4.37	-154.50±49.11
		하퇴	6.96±20.05	337.36±195.27	-122.31±87.62	-396.09±100.11
		발	28.41±55.03	462.15±264.77	-155.79±218.62	-573.01±192.16
M±SD	대퇴	-17.37±15.90	156.96±128.67	-36.03±28.50	-142.20±49.89	
	하퇴	1.20±17.93	349.13±185.79	-144.18±53.87	-373.79±93.81	
	발	26.51±47.03	472.96±278.67	-244.04±110.51	-535.37±172.39	
t-값	대퇴	1.659	-.358	.781	-.718	
	하퇴	1.097	.052	-1.558	-1.881	
	발	.270	.206	-1.659	-1.509	

의 속도증가를 보였지만 하퇴의 경우 오히려 동작이 진행될수록 타격국면에서 4.7%의 속도가 감소하였고, 발의 경우 31%가 감소하는 현상을 보였다. 구부린 유형은 편 유형과 달리 동작이 진행될수록 진행방향으로의 근위분절에서 원위분절로 운동량의 전달이 제대로 이루어지지 못하여 적절한 타격력을 발휘하지 못하는 결과로 사료된다.

4) 수직방향(Z)에서 치는 하지분절의 속도
 모든 체급에서 두 유형의 짝어차기 전 동작 및 국면

별 상하방향(Z)에서 치는 하지의 대퇴, 하퇴, 발의 평균 속도를 정리한 결과는 표 5 및 그림 7, 8과 같다.

그림에서 두 유형의 전반적인 동작양상은 모든 국면에서 서로 비슷한 변화를 보였다. 두 유형 모두 타격국면(제 3국면) 직전에 하지를 최대로 들어올리는 준비국면(제 2국면) 후반기에서 발-하퇴-대퇴의 순으로 큰 속도의 값을 보였고, 타격이 이루어진 직후 두 유형 모두 역시 부정(-)으로 발-하퇴-대퇴의 순으로 큰 값을 보이면서 훔로스루 동작이 완료되었다.

편 유형의 경우 타격을 준비하는 제2국면에서 신체

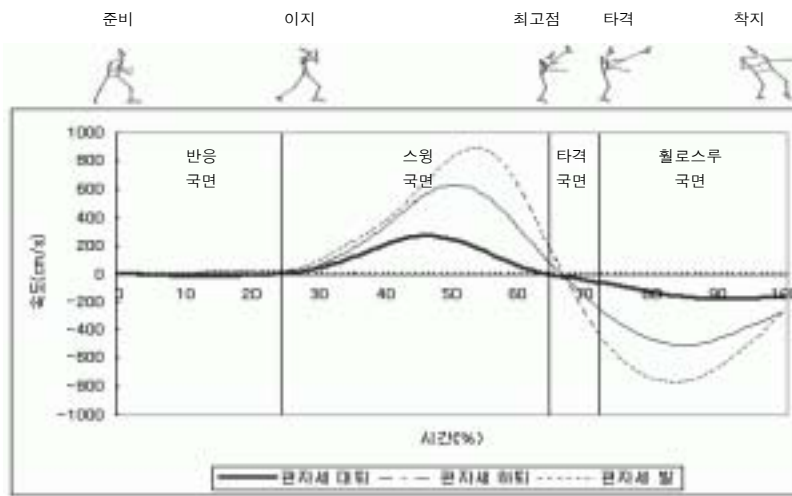


그림 7. 편 유형의 치는 하지분절의 상하방향(Z) 속도

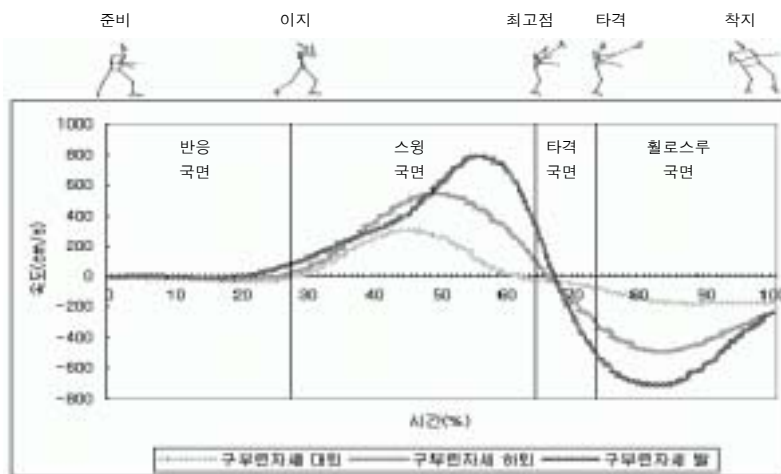


그림 8. 구부린 유형의 치는 하지분절의 상하방향(Z) 속도

각분절의 속도 전이율은 대퇴에서 하퇴의 경우 로 전이량은 234%, 대퇴에서 발로의 전이량은 324%로 나타났다. 즉 타격을 준비하는 국면에서 신체 근위분절에서 원위분절로의 적절한 속도의 전이율을 보였고, 타격 후는 전과 마찬가지로 부적(-)으로 발-하퇴-대퇴의 크기 순으로 값을 유지하였다.

구부린 유형은 전체 과정에서 하지 3분절의 상하방향(Z)으로 가장 큰 속도 값을 보인 국면은 타격국면(제 3국면)직전과 스윙국면(제 2국면) 후반으로 나타났고, 타격국면에서는 모든 하지분절이 부적(-)으로 변하는 양상을 보였다. 즉 최고 정점까지 하지가 올라간 다음 타격을 가하는 시점 직후부터 감소하는 경향을 보였다. 즉 타격을 준비하는 국면에서 신체 각분절의 상하속도 전이율에서 대퇴에서 하퇴로 전이량은 222%, 대퇴에서 발로의 전이량은 301%로 발-하퇴-대퇴의 순으로 큰 값을 보였다.

이러한 두 유형의 분석결과 제 2국면과 제 3국면에서 하지 각 분절의 상하방향(Z)에서 속도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만, 신체 근위분절에서 원위분절로의 상하속도의 전이율이 타이밍에 맞게 적절히 이루어진 것으로 사료된다.

3. 각운동 변인

1) 동체의 전후 및 좌우 경각

모든 체급에서 유형별로 찌어차기 전 동작 및 국면별 동체의 전후 및 좌우 경각을 정리한 결과는 표 6 및 그림 9, 10과 같다.

그림에서 동체의 전후경각은 두 유형 모두 타격국면 직전 최대의 기울기를 가진 후 타격은 전방으로 굴곡되어지는 가운데 이루어 졌다. 두 유형의 차이는 준비국면에서 하지를 들어올리는 초반기에 구부린 유형이 편 유형에 비해 후방으로 더 큰 기울기를 가졌던 것으로 나타났다.

표에서 편 유형의 경우 전 과정에서 전후경각이 가장 큰 국면은 타격국면에서 평균 22.97 ± 2.47 도, 그 다음 국면은 하지를 최고로 올리는 스윙국면(제 2국면)에서 평균 15.43 ± 9.38 도의 동체 전후 기울기각을 보였고, 준비국면이나 타격이 완료된 시점인 휠로스루 국면에서는 동체의 전후경각은 거의 수직에 가까운 자세를 유지하였다.

구부린 유형의 경우 마찬가지로 전 과정에서 전후경각이 가장 큰 국면은 타격국면에서 평균 20.93 ± 8.46 도,

표 6. 국면별 상체의 전후 및 좌우 경각의 평균 각도 (deg)

구분		제1국면 (RE-TO)	제2국면 (TO-TE)	제3국면 (TE-TK)	제4국면 (TK-ID)	
편유형	핀	전후경각	4.19±2.94	13.49±3.36	5.87±0.60	9.30±3.73
		좌우경각	-14.94±5.68	16.41±23.94	27.89±2.91	-12.39±20.58
	반탐	전후경각	2.03±4.52	17.68±10.13	22.14±2.48	-0.41±11.12
		좌우경각	-20.52±8.55	-16.77±9.05	-10.79±3.64	-34.79±7.87
	휠터	전후경각	1.47±3.83	13.82±11.63	25.23±0.22	17.04±7.72
		좌우경각	-20.18±9.77	2.95±19.27	18.29±5.60	-10.14±11.35
	M±SD	전후경각	2.77±3.97	15.43±9.38	22.97±2.47	7.60±10.90
		좌우경각	-18.56±7.99	2.44±22.17	0.24±15.38	-22.63±15.40
구부린 유형	핀	전후경각	3.10±1.50	14.83±4.14	11.10±0.84	10.76±1.60
		좌우경각	-18.87±2.68	12.65±23.67	30.36±2.91	-7.85±21.67
	반탐	전후경각	6.60±4.05	27.79±8.91	30.05±1.66	4.14±13.97
		좌우경각	-25.85±8.14	-21.68±7.56	-20.58±0.23	-35.30±8.63
	휠터	전후경각	0.79±4.41	11.80±11.21	22.58±0.73	12.83±8.89
		좌우경각	-9.64±9.21	-2.97±15.38	6.65±2.95	-18.06±11.09
	M±SD	전후경각	3.26±4.24	18.70±10.92	20.93±8.46	8.19±10.27
		좌우경각	-17.48±9.81	-2.74±21.55	4.49±22.25	-22.92±17.27
t-값	전후경각	-.602	-1.771	.611	-.272	
	좌우경각	-.597	1.311	-.406	.085	

그 다음 국면은 하지를 최고 높이로 올리는 스윙국면(제2국면)에서 평균 18.70±10.92도의 동체 전후 기울기 각을 보였고, 준비국면이나 타격이 완료된 시점인 휠로스루 국면에서는 동체의 전후경각은 거의 수직에 가까운 자세를 유지하였다.

즉 두 가지 유형의 찍어차기 시 동체의 전후경각은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만 하지를 최고로 들어올리는 국면인 제 2국면에서 구부린 유형의 경우가 3.27도 더 큰 전후경각을 보였다.

이러한 결과는 성낙준(1984)의 결과를 비교하면 편

유형에서 동체의 전후경각에서 타격국면에서 지지하여 찍어차기의 경우 평균 31.8도, 점핑하여 찍어차기의 경우 평균 41.7도의 각도를 보였다. 본 연구의 타격국면에서 동체 평균 전후경각의 경우 20.93±8.46도로 나타난 바, 선행연구의 경우가 본 연구의 경우에 비하여 상체를 굴곡시키지 못한 채 타격국면이 이루어진 것으로 사료된다.

그림에서 좌우경각은 두 유형에서 비슷한 양상을 보였지만 타격이 이루어지기 직전에 편유형의 경우가 구부린 유형의 경우보다 다소 큰 정도의 기울기를 보인

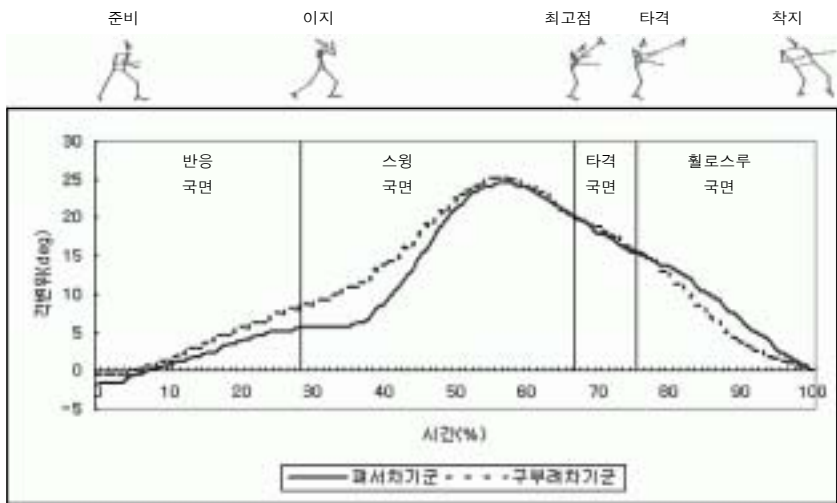


그림 9. 무릎 편 유형과 무릎 구부린 유형의 전후경각

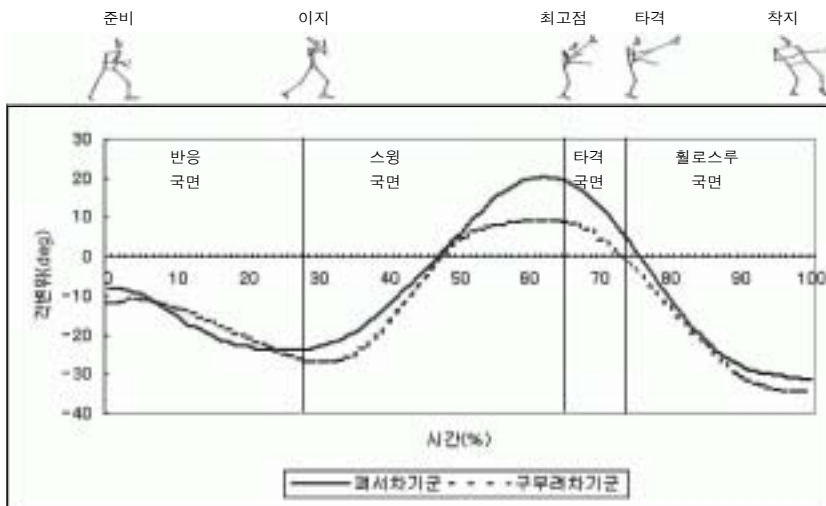


그림 10. 무릎 편 유형과 무릎 구부린 유형의 좌우경각

결과를 제외하면 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

표에서 좌우경각의 전 과정에서 타격국면을 제외하면 두 유형이 비슷한 정도의 동체 기울기가 있었지만, 타격국면의 경우는 통계적으로는 유의한 차이를 보이지 않았지만 구부린 유형이 4.25도 더 큰 기울기를 보였다.

즉 찍어차기 동안 전후경각과 달리 좌우경각에서 동체의 큰 기울기를 보인다는 것은 다소 불안정한 차기의 결과를 일으켜 불완전한 찍어차기 동작을 초래할 수 있는 가능성이 있을 것으로 사료된다. 따라서 본 연구 결과에서는 구부린 유형보다 편 유형일 때 동체의 좌우경각이 감소하여 더 안정된 찍어차기를 할 수 있을 것으로 사료된다.

2) 하지관절의 상대각도(고관절, 무릎관절, 발목관절)

모든 체급에서 편 유형과 구부린 유형의 찍어차기 전 동작 및 국면별 하지관절의 고관절, 무릎관절, 발목관절의 상대각도를 분석하여 두 유형의 찍어차기 시 관절의 굴곡-신전에 따른 운동학적 차이를 정리한 결과 편 유형과 구부린 유형의 찍어차기 발의 고관절, 무릎관절 및 발목관절의 각 국면별 각변위에서 제 2국면의 경우 구부린 유형이 편 유형보다 평균 32.74도 더 굴곡된 자세를 보여 $p<.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 반면 제 2국면에서 편유형으로 찍어차기 시 무릎이 완전히 신전되지 않은 채 평균 약 140도를 이루어 타격국면에서 평균 약 168도의 신전된 자세로 이루어진 결과, 다소 약한 타격력을 발휘하였을 것으로

표 7. 차는 하지 관절의 평균 각변위 (deg)

구분		제1국면 (RE-TO)	제2국면 (TO-TE)	제3국면 (TE-TK)	제4국면 (TK-TD)	
편유형	편	고관절	156.56±3.37	106.89±43.18	76.38±7.01	143.63±23.46
		무릎	164.90±10.06	118.45±29.44	171.10±0.16	169.34±8.11
		발목	102.17±7.90	133.59±8.32	144.10±2.55	139.70±9.23
	반답	고관절	162.66±3.59	118.74±44.86	63.11±7.19	139.22±33.16
		무릎	175.06±7.53	144.84±18.84	168.28±2.03	150.46±7.43
		발목	102.34±3.24	114.28±8.20	142.70±2.42	132.76±5.66
	웰터	고관절	166.73±1.56	104.21±56.78	39.08±9.67	120.46±33.44
		무릎	172.22±7.76	152.83±11.11	168.10±2.28	162.33±11.42
		발목	96.65±4.27	113.80±15.77	153.55±1.77	153.26±1.31
M±SD	고관절	161.12±5.06	109.95±48.59	58.05±16.75	134.95±31.34	
	무릎	170.54±9.66	139.59±25.03	168.85±2.12	160.23±11.95	
	발목	101.11±6.02	120.03±14.52	146.63±5.57	141.26±10.55	
구부린 유형	편	고관절	160.92±1.10	106.36±50.17	64.28±7.83	144.45±28.92
		무릎	166.14±4.58	104.77±29.34	170.56±2.39	164.61±9.84
		발목	99.49±3.74	138.80±8.16	139.73±2.33	140.34±10.30
	반답	고관절	154.16±2.92	107.05±47.70	68.56±4.41	134.85±34.35
		무릎	172.69±9.39	113.37±25.81	170.54±1.15	142.96±12.25
		발목	101.05±3.36	115.91±10.34	141.13±1.54	130.43±9.65
	웰터	고관절	164.95±3.61	89.15±55.14	59.05±7.56	133.29±29.87
		무릎	171.16±6.81	102.40±27.35	170.43±2.49	163.29±12.30
		발목	98.21±3.83	113.80±9.82	144.77±2.73	153.10±5.19
M±SD	고관절	160.44±5.21	100.85±50.91	63.96±6.76	137.32±31.17	
	무릎	169.94±7.47	106.85±27.48	170.51±1.63	155.88±15.34	
	발목	99.47±3.78	122.84±14.74	141.87±2.91	140.46±12.78	
t-값	고관절	.667	1.010	-.813	-.376	
	무릎	.351	6.882★★★	-1.619	1.551	
	발목	1.636	-1.060	1.906	.337	

★★★: $p<.001$

사료된다. 따라서 제 2국면과 타격국면에서 충분한 무릎 신전 동작을 구사할 필요가 있을 것으로 사료된다.

3) 하지관절의 상대각도(고관절, 무릎관절, 발목관절)

모든 체급에서 두 유형의 전 동작 및 국면별 하지관절의 고관절, 무릎관절, 발목관절의 상대각도를 정리한 결과는 표 7과 같다.

표에서 편 유형과 구부린 유형의 찍어차기 발의 고관절, 무릎관절 및 발목관절의 각 국면별 각변위에서 제 2국면에서 구부린 유형이 편유형보다 평균 32.74도 더 굴곡된 자세를 보여 $p < .001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 반면 제 2국면에서 편 유형으로 찍어차기 시 무릎이 완전히 신전되지 않은 채 평균 약 140도를 이루어 타격국면에서 평균 약 168도의 신전된 자세로 이루어진 결과, 다소 약한 타격력을 발휘하였을 것으로 사료된다. 따라서 제 2국면과 타격국면에서 충분한 무릎 신전 동작을 구사할 필요가 있을 것으로 사료된다.

4. 찍어차기 유형에 따른 변인 간 상관관계

찍어차기 두 유형에 대해 운동학적 변인을 산출하여 변인 간 피어슨 상관관계를 분석하여 나온 결과를 토대로 분석 및 요약하였다. 편 유형의 경우 반응시간이 빠를수록 타격 시 하퇴와 발의 진행방향 속도를 증가시킴으로써 강한 타격이 가능했고($r = .99, P < .05$; $r = .99, P < .01$), 준비국면에서 신체중심이 높을수록 진행방향으로 타격 속도를 높였고($r = .98, P < .05$), 준비국면에서 하퇴와 발의 상하속도(Z)가 비례하여 증가한 결과($r = .98, P < .05$)로 인해 국면이 진행함에 따라 근위분절에서 원위분절로 적절한 타이밍을 이루면서 운동량이 전이되었던 것으로 사료된다.

구부린 유형의 경우 전체 동작 소요시간을 줄이기 위해서는 준비국면에서 신체중심 높이를 더 낮추고($r = .99, P < .001$), 진행방향의 반응속도를 더 빠르게 하여 타격 시 하퇴($r = .99, P < .05$) 및 발($r = .99, P < .01$)의 속도를 높이는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 역시 준비국면에서 무릎을 충분히 굴곡시킨 자세를 취함으로써 하퇴

및 발의 상하속도를 높여 더 강한 타격을 가능($r = -.98, P < .05$)하게 할 수 있었던 것으로 사료된다.

IV. 결론

태권도 찍어차기의 무릎 편 동작과 구부린 동작의 두 유형을 운동학적 비교분석 후 차이를 규명하여 찍어차기의 지도지침을 제시하는 데 있다. 이를 위해 두 유형에 숙련이 된 국가대표급 수준의 편급, 반담급, 웰터급 3명의 선수를 대상으로 3차원 영상분석을 실시하였다.

1. 시간변인

두 유형에서 국면별 및 전체소요시간은 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 구부린 유형이 편 유형보다 전체 소요시간에서 .016초 더 지연되었으나, 준비에서 타격시까지의 소요시간은 더 빠르게 이루어졌다.

2. 선운동변인

1) 신체중심의 변위

진행방향(Y)에서 구부린 유형이 편 유형보다 평균 6.13cm 더 긴 중심이동으로 $P < .05$ 수준에서 유의한 차이를 보였고, 역시 윗로스루 국면에서 4.4cm 더 긴 중심이동으로 $P < .01$ 수준에서 유의한 차이를 보였다. 즉 구부린 유형이 진행방향으로의 더 긴 중심변위를 보인 결과로 찍어차기가 더 길게 이루어졌다.

2) 신체중심 속도

두 유형의 진행방향(Y)에서 가장 큰 속도를 보인 제 2국면에서 구부린 유형이 편 유형보다 평균 8.74cm/s 더 큰 값을 보였고, 타격국면에서 진행방향(Y)으로 중심 속도는 구부린유형이 편 유형보다 평균 15.53cm/s 더 큰 값을 보여, $p < .001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 즉 진행방향(Y)에서 스윙국면 · 타격국면과 윗로스루 국면이 편 유형보다 구부린 유형이 훨씬 더 빨리 완료되었다는 점에서 구부린 유형이 보다

더 빠르게 상대의 다음동작에 대비할 수 있다.

3) 진행방향(Y)에서 차는 하지분절의 속도

진행방향(Y)에서 타격국면동안 대퇴의 경우 $p<0.05$ 수준에서 구부린 유형의 경우가 편 유형보다 더 큰 값을 보였고, 발의 경우 $p<0.001$ 수준에서 편 유형의 경우가 구부린 유형보다 더 큰 값을 보였다. 즉 편 유형에 비하여 구부린 유형의 경우 타격국면에서 대퇴-하퇴-발로 운동량(속도)의 전이가 제대로 이루어지지 못하였던 것으로 나타났다.

4) 수직방향(Z)에서 차는 하지분절의 속도

두 유형에서 준비국면(2국면)과 타격국면(3국면)에서 하지 각 분절의 상하방향(Z)에서 속도의 크기는 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 신체 근위분절에서 원위분절로의 동작이 진행됨에 따라서 운동량(속도)의 전이가 적절히 이루어진 것으로 나타났다.

3. 각운동 변인

구부린 유형보다 편 유형으로 실시하였을 경우 동체의 좌우경각이 감소하여 더 안정된 찌어차기를 할 수 있는 가능성을 보였다.

제 2국면에서 고관절의 각변위에서 구부린 유형이 편 유형보다 평균 32.74도 더 굴곡된 자세를 보여 $p<0.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 반면 제 2국면에서 편 유형이 경우 무릎이 완전히 신전되지 않은 채 평균 약 140도를 유지하다가 타격국면에서 평균 약 168도의 완전히 신전되지 못한 자세에서 찌어차기가 이루어졌다.

4. 찌어차기 유형 간 상관관계

편 유형의 경우 반응시간이 빠를수록 타격 시 하퇴와 발의 속도를 증가시킴으로써 강한 차기가 가능했고, 준비국면에서 신체중심이 높을수록 진행방향으로 타격 속도에 바람직한 영향을 미쳤다.

구부린 유형은 전체 동작완료 소요시간을 줄이는 방

안으로 준비국면에서 신체중심 높이를 더 낮추고, 진행방향(Y)의 반응속도를 더 빠르게 하므로서 타격 시 하퇴 및 발의 속도를 빠르게 할 수 있었다.

종합하면 태권도 찌어차기 기술 지도 시에 준비에서 타격시까지 신체중심속도가 보다 빠르고, 신체중심변위가 길게하므로서 공격거리를 멀리 할 수 있으며, 신체중심 이동 속도가 빠르기 때문에 구부린 유형으로 찌어차는 것이 바람직하다.

그러나 구부린 유형으로 기술지도 시 평소의 준비자세보다 조금 낮은 듯한 자세에서 차기를 시도하고, 타격 국면에서 대퇴에서 하퇴, 발로 운동량(속도)이 잘 전달되게 근위분절에서 원위분절로 타이밍을 이루고, 타격국면 시 좌우 경각을 감소시키고, 타격 이후 착지까지의 시간을 단축하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

- 강성철, 김복영(1996). 태권도 돌개차기 동작의 운동역학적 분석. 한국체육학회지, 35(1), 335-345.
- 강성철(1998). 태권도 차기 동작의 분류에 따른 운동역학적 특성 분석. 성균관대학교 대학원, 미간행 박사학위논문.
- 강성철(2000). 태권도 내려찍기 기술의 운동학적 분석. 용인대학교 무도연구소지, 11(1), 253-266.
- 김승재(1996). 태권도 차기 기술의 운동학적 동작 형태 분류. 연세대학교 대학원, 미간행 박사학위논문.
- 김승재, 최지영(1998). 태권도 차기기술 분석을 위한 인체분절의 3차원 위치결정. 한국체육학회지, 37(2), 220-232.
- 김장축(1991). 태권도 돌려차기 동작의 운동역학적 분석. 고려대학교 대학원, 미간행 박사학위논문.
- 김진홍(2003). 목표물의 유무가 태권도의 찌어차기 동작에 미치는 영향. 군산대학교 대학원, 미간행 석사학위논문.
- 김창국(1991). 태권도 돌려차기 동작의 운동역학적 분석. 고려대학교 대학원, 미간행 박사학위논문.

- 김현덕(1992). 태권도 뒷차기의 운동역학적 분석. 한국 체육학회지, 31(1), 505-512.
- 문화관광부(2000). 새 천년을 함께 할 태권도 공원 조성 구상.
- 배영상(1984,1990). 태권도 돌려차기의 생체역학적 연구. 한국체육학회지, 29(1), 271-287.
- 배영상(1988). 태권도 뒷차기에 있어서 차는 다리의 기계적 에너지. 태권도 연구논문집 I, 95-101.
- 백일영(1987). 태권도 앞차기와 찍어차기의 운동학적 분석. 연세대학교 대학원, 미간행 석사학위논문.
- 성낙준(1984). 태권도 찍어차기의 역학적 분석. 서울대학교 대학원, 미간행 석사학위논문.
- 성낙준, 이승국, 박현국, 주신규, 진주의(1986). 태권도 기본 발차기의 역학적 분석. 대한체육회 스포츠과학 연구과제 종합보고서, 1, 539-591.
- 안용규(1991). 태권도 경기 중 들어찍기 기술의 득점력과 자세 및 기술유형별 분석. 대한체육과학대학 논문집, 7, 337-349.
- 양동영(1986). 태권도 차기동작의 역학적 에너지 변화에 관한 생체역학적 분석, 서울대학교 대학원, 미간행 박사학위논문.
- 우상연, 윤창진(1998). 태권도 발차기 동작의 역학적 분석. 순천향대학교 자연과학연구논문집 4(2), 293-299.
- 장기준(1985). 태권도 앞차기와 찍어차기의 운동학적 분석. 연세대학교 대학원, 미간행 석사학위논문.
- 조동희(2003). 태권도 대학선수들의 찍어차기에 대한 운동학적 특성 분석. 용인대학교 대학원, 미간행 석사학위논문
- 황인승(1985). 태권도 찍어차기의 운동역학적 분석. 86,88 올림픽 스포츠과학 학술대회 연구논총, 249-255.
- Kwon, Y.H.(1993). Kwon3D Motion Analysis Package 3.1 User's Reference Manual. Unpublished Program Manual.
- Plagenhoef, S., Evans, F.G. & Abdelnour, T.(1983). Anatomical data analyzing human motion. Research Quarterly for Exercise and Sports, 54(2), 169-178.

투 고 일 : 10월 30일

심 사 일 : 11월 20일

심사완료일 : 12월 07일