



태권도 숙련자와 미숙련자의 공격뒤차기 동작에 대한 운동학적 분석

The Kinematic Analysis of Back-Kick Motion in Taekwondo

이동진* (충남대학교) · 박찬호 · 김현수 (대전대학교)

Lee, Dong-Jin* (Chungnam University) · Park, Chan Ho · Kim, Hun-Soo (Daejeon University)

ABSTRACT

D. J. LEE, C. H. PARK, H. S. KIM, The Kinematic Analysis of Back-Kick Motion in Taekwondo. Korean Journal of Sports Biomechanics, 2006, Vol. 16, No. 3, pp. 43-51, 2006. The purpose of this study was to analyze kinematic variables during turing back kick motion of Taekwondo. The subjects of this study were the 4 skilled and 4 unskilled of male university player in respectively. The experiment of this study was used two 16mm high speed cameras and its speed 125 frames/s. Analysis of this data was three dimensional cinematography using KWON3D program package.

The results were as following:

1. In the elapsed time, there was no significance difference statically between a skilled and unskilled group. But skilled group was more fast during the motion of I phase . And unskilled group was more fast during the motion of II phase so called force production section, which had an influence on Diechagi's velocity.

2. In the center of gravity of human body, the changing of it was $1.10 \pm 0.04m$, $1.12 \pm 0.03m$ of LFM(left foot movement) and $1.36 \pm 0.08m$, $1.39 \pm 0.09m$ of RKF(right knee flecion), and $1.44 \pm 0.08m$, $1.42 \pm 0.09m$ of RFI(right foot impact). There was no significance difference statically between the two groups.

3. The velocity of heel on impact was 1.13m/s in the skilled group and 1.23m/s in the unskilled group, when each angle of knee was $110.4 \pm 10.9deg/s$, $114.8 \pm 28.4deg/s$. The maximum velocity of each performance was reached before the RKF, and the velocity and angle at impact along by two groups did not show any significant difference statically.

4. In the angular velocity of just RKF of lower leg, there was significance difference statically between the two groups($p < .05$).

KEYWORDS: KINEMATIC ANALYSIS, BACK-KICK MOTION, TAEKWONDO

I. 서론

1. 연구의 필요성

동양의 여러 전통 무예 중에서 발을 많이 사용하는 무예에는 대표적으로 태권도를 들 수 있다. 태권도의 발기술은 신체의 축을 이용하여 하지의 신전과 굴곡을 반복하는 운동으로 주된 공격수단은 주먹보다 발기술의 위력이 강하며, 경기를 하게 될 때 발기술에 따른 전술은 승패를 가르는 중요한 관건이 된다. 특히 정상급 선수들이 중요한 시합에서 발기술에 따른 전략과 전술은 매우 중요하다. 따라서 다양한 태권도의 기술과 발차기 기술들은 체계적이고 과학적 원리에 따른 방법으로 지도하기 위해서는 시합사항을 면밀히 검토하고 우수선수 동작을 분석하여 효율적인 자세와 원리를 이해하므로 가장 바람직한 발기술과 체력훈련을 반복할 수 있도록 계획하는 것이 중요하다(하정훈, 2005).

차기기술은 태권도의 공격기술 가운데 가장 많이 사용되는 기술로서 발을 끌어올려 발의 사용부위로 상대의 목표를 가격하여 제압시키는 것을 차기라 한다. 이때 무릎을 접었다가 펴는 힘으로 또는 편 다리로 무릎을 굽히는 힘으로 차기도 하고 또 편 채로 다리를 돌리거나 몸의 회전력을 이용하여 다리도 따라 돌면서 상대를 가격하는 것이다. 이와 같이 다리와 발의 운동방법에 따라 차는 기술이 분리되어 사용부위에 따라 타격력도 달라진다(국기원, 1995).

일반인뿐만 아니라 전문가들 대부분이 태권도의 여러 발차기중 가장 강력한 발차기로 뒤차기를 꼽았다. 그 이유는 뒤차기가 동작이 모든 힘이 복합되어 발에 전달되는 발차기이기 때문이다.

이러한 뒤차기는 관절의 굴곡과 신전에 의한 근력과 지면의 외력에 의한 각운동량의 전이를 효율적으로 수행하는 동작이다. 뒤차기의 동작은 서있는 위치에서 차는 다리를 끌어 올려 뒤쪽으로 뺀어 차며 사용부위는 뒤축인 발차기를 말한다(국기원, 2002).

본 연구와 관련된 태권도 차기 기술에 대한 선행연구를 살펴보면 다음과 같다.

김현덕(1992)은 태권도 뒤차기 기술을 3차원 영상분

석법으로 분석하였는데, 이때 뒤차기 기술의 동작은 상체를 던지는 듯한 형태를 보이면서 각 분절을 순차적으로 회전하여 원위분절이 최대속도를 낼 수 있도록 하는 형태를 나타냈으나, 차는 타격 시 하퇴분절의 미는 듯한 형태를 보였으므로, 던지는 듯한 형태와 미는 듯한 형태의 중간 형태로 분류할 수 있다고 하였다.

김승재(1993)는 3차원 영상분석법으로 태권도 차기 기술을 동작 형태에 따라 분류를 하여 앞돌려차기와 뒤후려차기는 분절운동의 순서가 근위에서 원위로 동작이 이루어졌으며 던지는 듯한 동작 형태로 분류하고, 뒤차기는 분절운동의 순서가 근위와 원위가 동시에 회전하는 동작이 이루어져 미는 듯한 동작형태로 분류하였다.

배영상(1988)은 「태권도 뒷차기에 있어서 차기다리의 기계적 에너지 변화」에서 3차원 영상분석을 통하여 시간, 속도, 운동량, 에너지 등의 변인을 분석하였다. 이 연구에서 영상분석법과 스트레인게이지(strain gauge)를 이용하여 만든 충격량 측정계를 이용하여 돌려차기 동작의 특성과 메카니즘(mechanism) 규명을 하려 하였다. 그에 의하면 빠른 발차기를 위한 중요한 요소는 차기 다리의 대퇴로부터 하퇴로의 합리적인 에너지 전달에 있다고 하였다.

양동영(1986)은 앞력판(force platform)과 영상분석법을 이용하여 태권도 차기동작 중에서 앞차기, 돌려차기, 뒤차기, 동작의 운동학적 변인과 운동역학적 변인은 구하여 각 차기동작의 특징과 신체분절의 에너지 변화에 대하여 연구하였다.

오선홍(1996)은 제주도 선수들을 대상으로 뒤차기 동작의 정확성과 반복차기를 하였을때 유사성 정도를 파악하고, 이에 미치는 제 요인들을 규명하였다.

김승재, 김주선, 김상복 (1995)은 태권도 앞돌려차기와 뒤차기의 운동학적 동작형태 분석에서 태권도 차기 기술 가운데 앞돌려차기, 뒤차기를 선택하여 기본적 동작형태를 운동학적으로 계량화하여 분류하였다.

지금까지의 선행연구들은 태권도 차기 동작에 대해 일반적인 태권도 차기 기술의 동작 분석 및 차기 동작의 유형별 비교가 주로 이루어지고 있다. 또한 현대 태권도 경기장면에서 공격과 방어 차기에서 득점 적중률이 높은 뒤차기의 연구가 미흡하다. 또한 숙련 정도에

따른 발차기 기술의 동작에 대한 특성 및 차이점에 대한 비교 연구가 부족한 실정으로 실질적으로 기술을 지도하는데 있어서의 한계점을 노출하고 있다. 따라서 태권도 경기에서 득점 적중률이 높은 공격뒤차기 동작에 대한 고속카메라를 이용한 정확한 동작에 대한 비교 연구를 통해 과학적인 자료 제시와 동작 수련의 필요성이 제기되고 있다.

본 연구는 태권도 숙련자와 미숙련자의 공격뒤차기 동작에 대한 운동학적 요인들에 대해 상호 차이점을 비교 분석함으로써 태권도 공격뒤차기 동작의 과학적인 자료를 제시하고 효율적인 동작 수련에 기여하는데 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 피험자는 전국대회 규모의 선수경력이 6년(수련10년) 이상의 D대학교선수 숙련자 4명과 동일대학의 태권도 선수경험이 없는 미숙련자 4명을 피험자로 하였으며, 피험자의 연령, 체격 및 운동경력에 대한 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 대상자의 신체적 특성

집단	대상자	연령 (yrs.)	신장 (cm)	체중 (kg)	경력(단) (yrs.)
Skill (n=4)	S1	23	180	75	10(4)
	S2	20	177	60	12(4)
	S3	20	173	68	10(4)
	S4	21	186	72	10(3)
	M ±SD	21 ±1.41	179 ±5.47	68.75 ±6.5	10.5 ±1.0
Unskill (n=4)	S5	21	176	63	5(2)
	S6	21	170	72	3(1)
	S7	21	177	70	4(1)
	S8	21	168	57	3(1)
	M ±SD	21 ±0	172.8±4 .43	65.5 ±6.86	3.75 ±0.96

2 연구방법

1) 실험도구

본 실험에 사용된 장비에는 촬영장비와 영상분석 및 자료처리장비가 있다.

촬영장비에는 16mm 고속 카메라, 통제점 틀, 조명기, 동조용 타이머가 있으며 영상분석 및 자료처리장비에는 동작 분석기, 디지털타이저, 분석용 컴퓨터가 있다.

본 연구의 실험에서 사용한 목표물은 평소에 태권도 선수들이 연습 시 사용하는 코칭미트를 사용하였다.

2) 실험 방법 및 절차

최소 10년 이상 수련한 태권도 숙련자와 미 숙련자들로 동일한 환경과 훈련 방법으로 연습하게 하고 연구를 시작하였고 실험 전 충분한 워밍업(warming-up)을 하도록 하였다.

한사람 씩 주어진 범위 내에서 구령에 맞춰 3회씩 발차기를 하여 가장 좋은 동작을 선택하여 분석하였다.

본 연구에서 3차원 영상분석을 위하여 고속카메라 2대를 사용하여 태권도 공격뒤차기를 촬영하였으며, 노출시간은 1/500s, 카메라 속도는 125frame/s, 카메라 높이는 1.5m, 실험공간과의 거리는 10m로 서로 90° °의 각을 이루도록 설치하였다. 실험공간상에 공간좌표를 설정하기 위해 길이2m, 폭1m, 높이1m인 통제점 틀과 이벤트 동조기기가 2대의 고속카메라 필드 안에 들어오도록 줌 렌즈로 촬영범위를 조정하고 통제점 틀

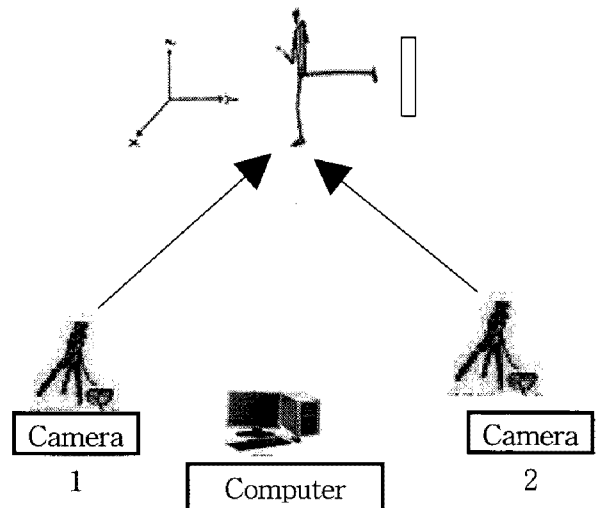


그림 1. 실험도구의 배치

은 1분 정도 촬영한 후 제거하였다. 또한 디지털이징(digitizing)의 오차를 줄이기 위하여 피험자의 복장은 간편한 수영복 차림으로 실험하였으며 인체상의 계측 점을 나타내는 발광인식표(landmarker)를 부착시켰다. 위와 같은 실험절차에 따른 실험도구의 배치는 <그림 1>과 같다.

3) 자료처리 및 분석

본 연구의 자료처리는 촬영한 영상으로부터의 좌표화와 3차원 좌표값의 계산, 운동학적 변인들의 계산으로 하였으며 구체적인 방법은 다음과 같다.

(1) 통제점 및 인체관절중심점의 좌표화

통제점의 좌표화와 인체중심의 좌표화, 동조, 직접 선형변화(direct linear transformation: DLT)방법에 의한 3차원좌표계산 및 자료의 스무딩(smoothing)을 위해 KWON3D ver.3.0 동작분석 시스템을 이용하여 영상 분석을 하였다.

(2) 동조(Synchronization)

동조(Synchronization)는 2대의 고속카메라는 셔터가 열리는 시간이 일치하지 않으므로 동일한 시각에 동일한 점을 본 것으로 보기 위해 좌표값을 계산하는 방법으로 본 연구의 동조를 위해서는 3차 스플라인 함수를 이용한 보간법을 사용하였다. 각 프레임 간 동조시간간격은 0.01초로 하여 동조된 2차원 좌표값을 구하였다.

(3) 3차원 좌표의 계산

3차원 좌표는 DLT(Direct Linear Transformation)방법으로 계산하였다.

3차원 좌표 값을 계산할 때 여러 가지 원인에 의해 노이즈가 발생하는데, 이러한 노이즈에 의한 오차를 제거하기 위하여 저역통과필터(low pass filter)방법에 의해 스무딩한 후 3차원 좌표값들을 계산하였고, 차단주파수는 6.0Hz로 하였다.

좌표화를 위한 인체모형은 인체를 21개의 관절점에 의해 연결된 강체로 정의하여 좌표화하였다. 그리고 대상자가 운동하는 방향을 Y축으로, 지면에 대하여 수직 방향을 Z 축으로, Z축에서 Y축으로의 벡터의 외적

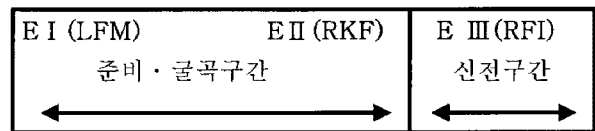
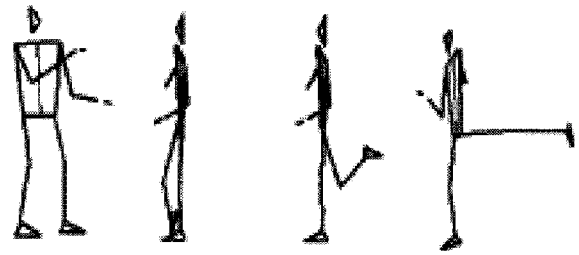


그림 2 뒤차기 동작의 주요 이벤트 및 구간

(cross product)을 X축으로 하였다<fig. 1 >.

4) 공격뒤차기 동작의 주요 이벤트와 구간

공격뒤차기 동작은 준비자세 에서 처음 지지발(왼발)이 움직이는 순간을 Event I (Left Foot Moveing; LFM), 차는 발의 무릎이 최대로 굴곡 되는 순간을 Event II (Right Knee Flexion; RKF)로 정하였고, 차는 발이 목표물(코칭 미트)에 타격되는 순간을 Event III (Right Foot Impact; RFI)로 정하고, 각 이벤트에 대한 구간은 E I (LFM)에서 E II (RKF)까지를 1구간(준비 굴곡구간), E II (RKF)에서 E III (RFI)까지를 2구간(신전구간)으로 정하였다<그림 2>.

5) 통계처리

통계처리 및 자료 처리는 엑셀 2003과 SPSS 12.0K를 이용하여 숙련자와 미숙련자의 구간별 소요시간, 중심 위치, 분절의 선속도, 관절의 각도 및 각속도에 대하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, 평균치의 차이 검정은 종속 t-test를 실시하였고 유의수준은 p<.05로 하였다.

III. 결과 및 논의

본 연구는 태권도 공격뒤차기 동작시 각 분절들의 기여도를 분석하여 공격뒤차기 동작의 구체적인 기전을 분석하고 공격뒤차기 동작의 효율적인 훈련을 위하여 수행되었다. 본 연구의 목적을 달성하기 위하여 D

대학교 태권도 선수들과 미숙련자 집단을 대상으로 3차원 영상분석을 통하여 차는 발인 오른쪽 고관절, 무릎관절, 그리고 발목관절을 중심으로 운동학적 자료를 산출하였으며 구체적인 분석결과는 다음과 같다.

1. 공격뒤차기 동작시 소요시간

공격뒤차기 동작시 각 구간별 소요시간의 결과는 <표 2>와 같다.

표 2. 구간별 소요시간 단위: sec(%)

집단	구간	I 구간	II 구간	전체시간
Skill (n=4)	S1	0.17(36)	0.30(64)	0.47(100)
	S2	0.15(35)	0.28(65)	0.43(100)
	S3	0.46(87)	0.07(13)	0.53(100)
	S4	0.39(87)	0.06(13)	0.45(100)
	M ±S.D.	0.26 ±0.16(61)	0.18 ±0.13(39)	0.47 ±0.04(100)
Unskill (n=4)	S5	0.52(91)	0.05(9)	0.57(100)
	S6	0.58(91)	0.06(9)	0.64(100)
	S7	0.52(91)	0.05(9)	0.57(100)
	S8	0.50(89)	0.07(9)	0.56(100)
	M ±S.D.	0.53 ±0.03(90)	0.06 ±0.00(10)	0.58 ±0.04(100)

<표 2>에 나타난 바와 같이 숙련자와 미숙련자의 평균과 표준편차는 I 구간에서 각각 $0.26 \pm 0.16s$ 와 $0.53 \pm 0.03s$ 로 숙련자가 더 빠르게 나타났으나, II 구간에서는 각각 $0.18 \pm 0.13s$ 와 $0.06 \pm 0.00s$ 로 미숙련자가 더 빠르게 나타났다. I 구간은 준비 자세에서 발차기준비 동작인 무릎을 최대한 굴곡 시켜 앞으로 내밀기 전까지를 가리키며 또한 힘생성 구간이라고 할 수 있는데 두 집단 간에 통계적으로는 유의한 차이는 나타나지 않았지만, 숙련자가 조금 더 빠른 것으로 보아 신체의 흔들림이 없이 바로 뒤로 회전하여 차기 준비를 하는 것으로 사료된다. 임팩트까지의 구간인 II 구간에서도 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었지만, 미숙련자가 조금 더 빠르게 나타난 것은 차는 준비가 늦어짐으로써 빨리 타격 부위에 대응하기 위해 충분한 힘 전달

이 안 된 상태에서 급하게 동작을 취하였기 때문인 것으로 사료되어 진다.

전체소요시간은 숙련자가 $0.47 \pm 0.04s$, 미숙련자가 $0.58 \pm 0.04s$ 로 숙련자가 조금 더 빠른 것으로 나타났으나 통계적으로는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

2. 타격 동작시 중심위치의 변인

공격뒤차기 동작시 각 이벤트별 중심높이의 결과는 <표 3>과 <그림 3>과 같다.

<표 3>과 <그림 3>에서 보는 바와 같이 숙련자와 미숙련자의 각 이벤트별 중심 높이의 평균과 표준편차는 각각 준비자세(LFM)에서 $1.10 \pm 0.04m$ 와 $1.12 \pm 0.03m$, 차는 발 무릎의 최대 굴곡시(RKF) $1.36 \pm 0.08m$ 와 $1.39 \pm 0.09m$, 그리고 타격시(RFI) $1.44 \pm 0.08m$ 와 $1.42 \pm 0.09m$ 로 양쪽 집단 모두 점점 높게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

표 3. 각이벤트별 신체중심 수직변화 단위: m

집단	이벤트	LFM	RKF	RFL
Skill (n=4)	S1	1.07	1.34	1.42
	S2	1.12	1.42	1.49
	S3	1.07	1.26	1.33
	S4	1.15	1.43	1.50
	M ±S.D.	1.10 ±0.04	1.36 ±0.08	1.44 ±0.08
Unskill (n=4)	S5	1.10	1.27	1.32
	S6	1.15	1.34	1.37
	S7	1.14	1.47	1.52
	S8	1.08	1.40	1.47
	M ±S.D.	1.12 ±0.03	1.39 ±0.09	1.42 ±0.09

3. 타격 동작시 각분절의 선속도

각 이벤트별로 각 분절 선속도의 평균과 표준편차는 <표 4>와 같다.

<표 4>에서 보는 바와 같이 숙련자에게 있어서 차는 발의 최대굴곡시(RKF) 고관절, 무릎, 발목, 뒤꿈치 선속도의 평균과 표준편차는 각각 $0.75 \pm 0.11m/s$, $2.05 \pm$

0.18m/s, 2.44±0.20m/s, 2.39±0.31m/s, 타격시(RFL) 고관절, 무릎, 발목, 뒤꿈치 선속도의 평균과 표준편차는 각각 0.26±0.05m/s, 1.45±0.14m/s, 1.40±0.19m/s, 1.13±0.51m/s로 나타났다.

미숙련자에게 있어서 차는 발의 최대굴곡시(RKF) 고관절, 무릎, 발목, 뒤꿈치 선속도의 평균과 표준편차는 각각 0.97±0.69m/s, 0.90±0.51m/s, 1.06±0.79m/s, 2.25±0.14m/s였으며, 타격시(RFL) 고관절, 무릎, 발목, 뒤꿈치 선속도의 평균과 표준편차는 각각 0.49±0.52m/s, 1.09±0.20m/s, 1.01±0.68m/s, 1.23±0.19m/s로 나타났다. 두 집단 간에 모든 각 분절의 선속도에 있어서는 분절마다 약간의 차이는 있었지만 모두 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

선택된 각 분절의 측정점을 측정한 피험자(K.M.H.)의 속도변화를 <그림 4>에 나타내었다. <그림 4>에서 보는 바와 같이 각 분절의 최고 속도는 차는발의 무릎을 최대로 굴곡 시켰을 때, 즉 이벤트 RKF 바로 직전 발끝에서 2.36m/s, 뒤꿈치에서 2.69m/s로 나타났으며, 타격시는 각각 1.25m/s와 1.14m/s로 나타났다.

도구 또는 신체를 이용한 동작에서는 지렛대의 원리에 의한 속도기증(summation of velocity) 현상(Elliott et al., 1986; Gheluwe & Hebbelinck, 1985; 太田, 小林, 土居, 1900; Yoshifuku, 1987)에 의하여 임팩트 또는 타

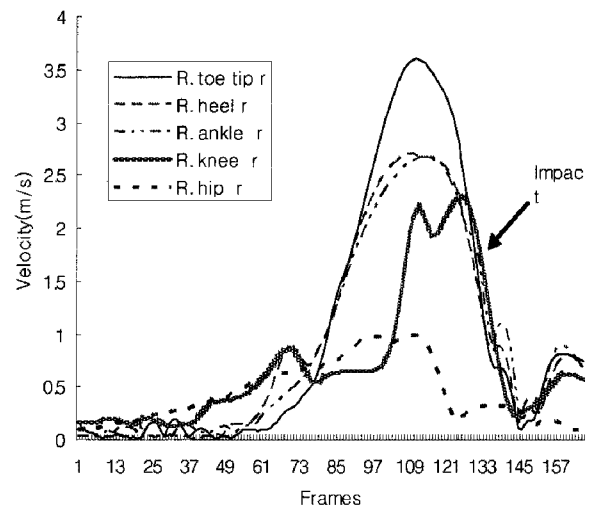


그림 4. 뒤차기 동작시 각 관절의 선속도(K.M.H)

격 바로 직전에 최고 속도에 이르는 것이 일반적이지만, 본 연구에서는 RKF 바로 직전에 최고속도에 이르는 것으로 나타났다. 태권도의 공격뒤차기동작은 다른 돌려차기 등에서 볼 수 있는 끊어 차기 동작이 아닌 앞으로 밀어 내는 동작을 취하기 때문에 이러한 경향이 나타나는 것으로 사료되어 진다.

표 4. 뒤차기 동작시 하지 관절의 선속도

단위 : m/s

집단	Hip			Knee			Ankle			Heel			
	LFM	RKF	RFL	LFM	RKF	RFL	LFM	RKF	RFL	LFM	RKF	RFL	
Skill (n=4)	S1	0.16	0.74	0.32	0.16	1.93	1.66	0.07	2.65	1.44	0.11	2.64	1.14
	S2	0.25	0.8	0.24	0.20	2.08	1.37	0.05	2.24	1.19	0.07	1.99	0.42
	S3	0.13	0.85	0.21	0.04	1.88	1.35	0.02	2.31	1.31	0.03	2.3	1.35
	S4	0.16	0.60	0.25	0.78	2.29	1.40	0.08	2.56	1.64	0.07	2.63	1.60
	M	0.18	0.75	0.26	0.30	2.05	1.45	0.06	2.44	1.40	0.07	2.39	1.13
	SD	±0.05	±0.11	±0.05	±0.33	±0.18	±0.14	±0.03	±0.20	±0.19	±0.03	±0.31	±0.51
Unskill (n=4)	S5	0.06	1.21	1.25	0.10	0.88	1.13	0.05	0.1	0.06	0.02	2.14	1.15
	S6	0.13	0.12	0.33	0.11	1.63	0.88	0.06	1.66	1.19	0.24	2.45	1.12
	S7	0.27	0.79	0.11	0.48	0.52	0.99	0.25	1.76	1.68	1.01	2.17	1.52
	S8	0.12	1.75	0.27	0.15	0.57	1.34	0.22	0.72	1.11	0.43	2.24	1.13
	M	0.15	0.97	0.49	0.21	0.90	1.09	0.15	1.06	1.01	0.43	2.25	1.23
	SD	±0.09	±0.69	±0.52	±0.18	±0.51	±0.20	±0.10	±0.79	±0.68	±0.42	±0.14	±0.19

4. 타격 동작시 각 관절의 각도변인

각 이벤트별로 각 관절 각도의 평균과 표준편차는 <표 5>와 같다.

<표 5>에서 보는 바와 같이 숙련자에게 있어서 차는 발의 준비동작(LFM)시 고관절, 무릎, 발목 각도의 평균과 표준편차는 각각 142.4±15.3deg, 134.3±19.9deg, 69.5±11.6deg 이었으며, 최대굴곡시(RKF) 고관절, 무릎, 발목관절 각도의 평균과 표준편차는 각각 105.4±13.6deg, 65.5±3.3deg, 82.1±1.3deg, 타격시(RFL) 고관절, 무릎, 발목관절 각도의 평균과 표준편차는 각각 118.3±6.4deg, 110.4±10.9deg, 73.8±13.0deg 로 나타났다.

미숙련자에게 있어서 차는 발의 준비동작(LFM)시 고관절, 무릎, 발목관절 각도의 평균과 표준편차는 각각 153.2±18.7deg, 150.6±21.3deg, 99.4±29.4deg 이었으며, 최대굴곡시(RKF) 고관절, 무릎, 발목관절 각도의 평균과 표준편차는 각각 96.9±20.1deg, 46.9±9.4deg, 51.9±20.6deg, 타격시(RFL) 고관절, 무릎, 발목관절 각도의 평균과 표준편차는 각각 130.4±22.7deg, 114.8±28.4deg, 53.4±9.8deg 로 나타났다.

두 집단 간에 약간의 차이는 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

차는 발을 대상으로 준비자세에서 타격시까지의 각

관절의 굴신운동의 경향을 보기 위하여 피험자 한명을 대상으로 <그림 5>로 나타내었다. 준비자세에서 고관절 121.6°, 무릎관절 109.8°, 발목관절 59.5° 로 약간의 굴곡된 자세를 취한 후 몸통의 회전에 의한 무릎관절을 거의 신전시킨 상태에서 차는 발을 최대한으로 굴곡(69°)시키면서 상대방 타격부위를 향하여 각관절, 특히 무릎을 신전시키면서 공격뒤차기를 시도하게 되는데, 이때 타격시 무릎의 신전각은 127°로 완전히 신전이 되지 않은 상태에서 가격이 되며 계속해서 신전되는 것으로 보아 공격뒤차기 동작은 상대방에게 좀 더 큰 손상을 입히기 위한 전형적인 밀어차기 기술인 것으로 사료되어 진다.

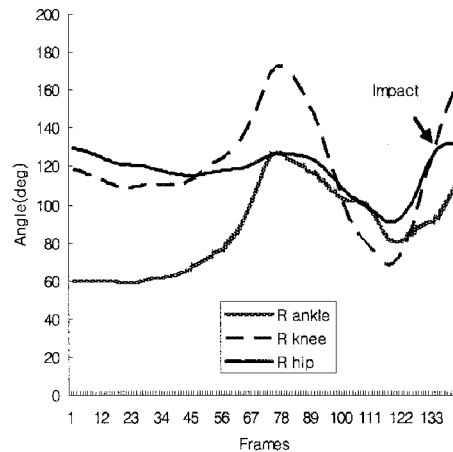


그림 5. 뒤차기 동작시 오른 하지관절 각도 변화

표 5. 뒤차기 동작시 오른 하지 관절의 상대각도 변화

단위 : deg

집단	고관절			무릎관절			발목관절			
	LFM	RKF	RFL	LFM	RKF	RFL	LFM	RKF	RFL	
Skill (n=4)	S1	121.6	91.0	125.7	109.8	68.6	126.6	59.5	82.0	91.5
	S2	147.3	112.5	112.9	132.4	62.8	105.1	59.7	83.2	63.6
	S3	158.0	120.8	121.8	158.3	62.5	102.9	81.6	83.0	64.6
	S4	142.7	97.4	112.9	136.5	68.3	107.0	77.4	80.4	75.5
	M	142.4	105.4	118.3	134.3	65.5	110.4	69.5	82.1	73.8
S.D.	±15.3	±13.6	±6.4	±19.9	±3.3	±10.9	±11.6	±1.3	±13.0	
Unskill (n=4)	S5	165.6	123.5	140.1	158.0	54.2	98.0	84.2	58.2	40.1
	S6	169.8	75.0	148.7	177.3	33.2	157.1	143.4	21.7	53.4
	S7	128.6	97.1	135.5	130.6	48.8	105.8	87.0	67.9	63.2
	S8	149.0	92.0	97.4	136.7	51.4	98.5	82.9	59.9	57.1
	M	153.2	96.9	130.4	150.6	46.9	114.8	99.4	51.9	53.4
S.D.	±18.7	±20.1	±22.7	±21.3	±9.4	±28.4	±29.4	±20.6	±9.8	

5. 타격 동작시 각속도

각 이벤트별로 각 분절 각속도의 평균과 표준편차는 <표 6>과 같다.

<표 6>에서 보는 바와 같이 숙련자에게 있어서 차는 발의 준비동작(LFM)으로부터 최대굴곡시(RKF)대퇴분절, 하지분절, 발분절 각속도의 평균과 표준편차는 각각 260.5±14.4deg/s, 183.3±17.1deg/s, 198.9±46.6deg/s 이었으며, 타격시(RFL) 대퇴분절, 하지분절, 발분절 각속도의 평균과 표준편차는 각각 205.5±14.4deg/s, 48.8±14.2deg/s, 85.2±31.6deg/s 로 나타났다.

미숙련자에게 있어서 차는 발의 준비동작(LFM)으로부터 최대굴곡시(RKF)시 대퇴분절, 하지분절, 발분절 각속도의 평균과 표준편차는 각각 190.7±93.8deg/s, 100.4±25.9deg/s, 207.5±114.2deg/s 이었으며, 타격시(RFL) 대퇴분절, 하지분절, 발분절 각속도의 평균과 표준편차는 각각 168.0±39.6deg/s, 111.7±86.4deg/s, 167.1±77.0deg/s 로 나타났다.

두 집단 간의 각속도에 있어서 유일하게 하지 분절의 이벤트 RKF에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 이것은 아마도 숙련자가 미숙련자에 비해 무리 없이 부드럽고 상당히 빠른 동작으로 신체의 회전에 의한 타격준비를 하는 것으로 보여 진다.

IV. 결 론

본 연구는 공격뒤차기 동작의 3차원 영상분석을 통하여 운동학적 요인들을 중심으로 비교 연구하는데 있다. 이를 위해 D대학의 학생들을 대상으로 숙련자와 미숙련자 그룹으로 구분하여 이들의 운동학적 요인의 차이를 비교하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 공격뒤차기 동작시 태권도 숙련자와 미숙련자 간의 구간별 소요시간은 I구간에서 숙련자가, II구간은 미숙련자가 조금 더 빠르게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

둘째, 공격뒤차기 동작시 태권도 숙련자와 미숙련자 간의 신체중심위치 변화는 준비자세(LFM)에서 차는 발 무릎의 최대 굴곡시(RKF), 그리고 타격시(RFI) 순으로 양쪽 집단 모두 점점 높게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

셋째, 공격뒤차기 동작시 태권도 숙련자와 미숙련자 간의 속도에서 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으며, 최고 속도는 RKF 바로 직전에 나타났다.

넷째, 공격뒤차기 동작시 태권도 숙련자와 미숙련자 간의 분절 각에서 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으며, 두 집단 모두 차는 발의 무릎이 굴곡된 상태에서 타격이 이루어지며 이어서 신전되는 것으로

표 6. 뒤차기 동작시 신체 분절의 각속도

단위 : deg/s

집단	대퇴			하퇴			발			
	LFM	RKF	RFL	LFM	RKF	RFL	LFM	RKF	RFL	
Skill (n=4)	S1	15.7	244.0	306.4	18.8	202.1	46.1	16.4	192.0	57.0
	S2	40.3	270.6	170.2	30.4	191.4	30.0	10.5	165.1	90.0
	S3	22.1	274.5	162.1	4.8	177.0	56.2	3.4	172.0	127.7
	S4	98.0	253.1	183.2	96.5	162.8	62.7	35.4	266.8	66.2
	M	44.0	260.5	205.5	37.6	183.3	48.8	16.4	198.9	85.2
S.D.	±37.5	±14.4	±67.8	±40.6	±17.1	±14.2	±13.7	±46.6	±31.6	
Unskill (n=4)	S5	11.5	320.9	209.3	47.0	109.6	83.5	42.3	170.5	173.8
	S6	34.9	97.4	158.6	25.2	98.2	28.8	74.0	361.9	72.6
	S7	56.8	179.0	186.6	52.0	127.6	232.6	103.5	89.7	260.8
	S8	32.1	165.7	117.3	50.8	66.1	101.6	33.3	207.9	161.2
	M	33.8	190.7	168.0	43.7	100.4	111.7	63.3	207.5	167.1
S.D.	±18.5	±93.8	±39.6	±12.5	±25.9	±86.4	±32.0	±114.2	±77.0	

나타났다.

다섯째, 공격뒤차기 동작시 태권도 숙련자와 미숙련자간의 하지분절 이벤트II(RKF) 각속도에서만 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$).

위의 연구를 바탕으로 효율적인 태권도 공격뒤차기 동작에 대해 살펴보면 부드럽고 빠른 회전력을 이용하여 힘생성을 하고 이를 바탕으로 타격준비를 함으로써 정확하고 상대에게 충격을 줄 수 있는 기술을 발휘할 것으로 사료된다. 한편, 이를 향상시키기 위한 회전력에 필요한 근활동 등과 같은 운동역학적 분석이 더불어 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 김승재(1993). 태권도 차기기술의 운동학적 동작형태 분류. 미간행 박사학위논문. 연세대학교 대학원
- 김승재, 김주선, 김상복(1995). 태권도 앞돌려차기와 뒤차기의 운동학적 동작형태 분류. 한국체육학회 33회 학술발표회 논문집, pp.533-538.
- 김현덕(1992). 태권도 뒤차기의 운동역학적 분석. 한국체육학회지, 31(1), pp.1505-1512.
- 국기원(1995). 국기 태권도 교본. 서울 : 오성출판사.
- 국기원(2002). 국기 태권도 교본. 서울 : 오성출판사.
- 배영상(1988). 태권도 뒷차기에 있어서 차는 다리의 기계적 에너지. 태권도 연구논문집 I. pp.95-101.
- 양동영(1986). 태권도 차기 동작의 역학적 Energy 변화에 관한 생체역학적 분석. 미간행 박사학위논문. 서울대학교 대학원.
- 오선홍(1996). 태권도 뒤차기 동작의 운동학 및 동작 유사성에 관한 연구. 미간행 석사학위논문. 제주대학교 교육대학원.
- 하정훈(2005). 태권도 빠른발 내려차기 동작의 운동학적 분석. 미간행 석사학위 논문. 단국대학교

대학원.

- Elliott, B.C, Tony Marsh, and Brian Blanksby(1986). A three-Dimensional Cinematographic Analysis of the Tennis Serve. International Journal of Sport Biomechanics, 2(4), 260-271.
- Gheluwe, B. V. and Hebbellinck, M.(1985). The kinematics of the service movement in tennis: a three-dimensional cinematographical approach. In, D.A. Winter, et al.(Eds), Biomechanics IX B, Human Kinetic Publishers, Illinois, 521-526.
- Kwon, Y. H.(2002). KWON3D Motion Analysis Package Version 3.1. User's Reference Manual. Anyang : Visol Inc.
- Plagenhoef, S. C., Evans, F. g., & Abdelnour, T. (1983). Anatomical data for analyzing human motion. Research Quarterly for Exercise and Sports, 54(2), 169-178
- Yoshifuku, Y., Ikegami, Y. and Sakurai, S.(1987). Energy flow from the trunk to the upper limb in tsuki motion of top-class players of the martial arts, Shorinji Kempo. In, B.Jonsson (Ed.), Biomechanics X-B, Human Kinetic Publishers, Illinois, 733-737.
- 太田 憲, 小林一敏, 土居陽治郎(1990). 加速度座標系における加速度信号の処理-バドミントンのスマッシュ動作の力學的分析-.日本バイオメカニクス學會編, 「バイオメカニクス研究1990」, 135-139.

투 고 일 : 2006. 7.30
 심 사 일 : 2006. 8. 1
 심사완료일 : 2006. 8.15