한국운동역학회지, 2007, 제17권 4호, pp. 201-208
Korean Journal of Sport Biomechanics
2007, Vol. 17, No. 4, pp. 201-208

태권도 주춤 서 몸통지르기 유형별 생체역학적 변인 비교 분석

A Biomechanical Analysis of Four Different Taekwondo Body Punch Types in Horseback-Riding Stance

강성철 · 김의환 · 신현무 · 김성섭 · 김태완*(용인대학교)
Kang, Sung-Chul · Kim, Eui-Hwan · Shin, Hyun-Moo · Kim, Sung-Sup · Kim, Tae-Whan*(YongIn University)

ABSTRACT

S. C. KANG, E. H. KIM, H. M. SHIN, S. S. KIM, and T. W. KIM, A Biomechanical Analysis of Four Different Taekwondo Body Punch Types in Horseback-Riding Stance. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 4, pp. 201-208, 2007. The purpose of this study is to compare 4 different body punch types(type 1: a punch using a shoulder, type 2: a punch using a waist, type 3: a punch using lower extremities, and type 4: a punch with elbows by your side at chest level) in horseback-riding stance and establish suitable teaching theory and method, which would be a useful reference to Taekwondo instructors on the spot(in Taekwondo dojangs all around Korea). Five exhibition players from Korean national Taekwondo exhibition team participated in this study. Each participant was asked to perform the four different types of punches and their kinematic and kinetic data were recorded with 7 vicon cameras(125Hz) and two force plates(AMTI, 1200Hz). We analyzed displacement, time, resultant center of body mass trajectory, velocity, trunk angular velocity, and ground reaction force(GRF) from each body segment in body punch and the result. I performed 1-way ANOVA(RM) for average values of each player after standardization and statistical significance was set as $p<.05$. was as the following ;

First, they showed a tendency to take the body punch posture with the biggest motion at a shoulder and on descending order a waist and a knee. Second, a mean time for each body punch on ascending order 0.46sec. for type 2, 0.49sec for type 3, 0.50sec. for type 4, and 0.56sec. for type 1. Third, a mean resultant center of body mass trajectory for each body punch the longest 4.07cm for type 3 and the shortest 2.458cm for type 1. Fourth, a mean of maximal velocity of a fist strike was the fastest 5.99㎧ for type 3, 5.93㎧ for type 4, 5.67㎧ for type 2, and 5.01㎧ for type 1 on the descending order. Fifth, a mean of maximal trunk angular velocity of the fastest 495.6deg./sec. for type 4 and 337.7deg./sec. for type 1 on the descending order. Sixth, strongest value was type 3, 2 for anterior-posterior ground reaction force(left -54.89N, right 60.58N), type 4 for medial-lateral GRF(left 83.59N, right -80.12N), and type 3 for vertical GRF(left 341.79N, right 426.11N).

KEYWORDS : TAEKWONDO, PUNCH, HORSEBACK-RIDING

* burumi75@hotmail.com

Ⅰ. 서 론

태권도의 기술 동작은 수련 내용에 따라 기본 동작, 품새, 겨루기, 호신술, 격파, 등으로 구분하고, 동작의 형태에 따라 서기, 막기, 지르기, 찌르기, 치기, 차기, 피하기 등으로 나눌 수 있다(국기원, 2001).

겨루기는 상대 선수에게 발 또는 주먹으로 효과적인 타격을 함으로써 상대에게 충격을 주고 점수를 얻는 경기를 말하고, 격파는 사물에 타격을 가함으로써 송판·벽돌과 같은 사물이 원래 모습을 유지하려는 힘 보다 큰 충격력에 의해 조직의 구조가 깨지도록 초래하는 것을 말한다. 겨루기·격파는 모두 큰 충격량을 전달함으로써 상대 혹은 사물에 변화를 일으키는 소기의 목적을 달성하고, 품새는 공격과 방어의 모든 동작을 집결해서 혼자서도 수련할 수 있게 연무 형식으로 만들어 놓은 것으로, 겨루기·격파의 특성을 모두 포함하고 있다.

특히, 태권도의 주먹지르기와 발차기는 공격수단으로 삼는 대표적인 동작이며, 이 중 주춤서 몸통지르기는 태권도를 처음 접할 때 가장 먼저 배우는 기술로써, 이 동작은 정확성과 동작의 특성을 찾는 것이 매우 중요하다.

국기원(1995)에 의하면 지르기는 팔굽을 뻗으며 주먹이 주로 일직선으로 움직여 목표를 가격하는 경우를 말하며 미는 팔굽을 굽힌 채로 또는 편 채로 손이나 주먹이 원을 그리며 움직여 목표를 가격하는 것이고 찌르기는 사용부위가 주먹이 아니라 손끝이라는 점만 다를 뿐 지르기 기술과 모든 것이 같다고 했다. 이상의 지르기, 찌르기, 치기는 태권도의 공격기술 중 손기술에 해당되고 차기는 다리를 움직여 발을 끌어올려 발의 사용부위로 상대의 목표를 가격하여 제압시키는 것으로 발기술에 해당된다.

지금까지의 태권도에 관한 선행연구들을 살펴보면, 운동학적 분석(장기준, 1985 ; 양동영, 1986 ; 윤동섭, 1986 ; 윤창진, 1997 ; 이주상, 1999) 및 운동역학적 연구(성낙준, 1984 ; 정찬, 1985 ; 김창국, 1991 ; 강성철, 1998 ; 김용이, 1999 ; 구희성, 1999 ; 신제민, 1999 ; 양창수, 1999 ; 김규완, 2000 ; 김원섭, 2001 ; 김성하, 2002) 등 대부분의 선행 연구들이 발차기에 관한 과학적 연구에 필요한 기초자료를 제공하는 수준에 머물고 있는 실정이다. 그러나 태권도의 지르기에 관한 연구는 최근에 들어서야 최치선(2004)의 태권도 지르기 동작 시 목표 거리와 지르기 방식에 따른 충격력 비교 연구를 실시되었으나 이 연구는 지르기 동작의 충격력을 분석한 것으로 지르기 동작의 전반적인 형태를 분석하지는 않았다.

태권도의 기본동작인 주춤 서 몸통지르기 기술은 전완의 굴곡과 신전 그리고 내외회전에 의한 회전운동과 근력 및 외력에 의한 각운동량 전이를 효율적으로 수행하는 동작이다. 이러한 몸통지르기 동작을 현재 운동학적 및 운동역학적으로 연구되어 있는 논문들이 전무한 실정이다. 또한 일선 지도자들이 지르기를 가르칠 때 개개인 마다 조금씩 다르게 지도하고 있는 현실이다. 따라서 몸통지르기의 정량적인 이론체계 정립 및 지도의 체계화를 위해 몸통지르기 기술의 특성분석이 필요하다고 사료되어 연구를 착수하게 되었다.

본 연구의 목적은 태권도 기본동작 중 하나인 주춤 서 몸통지르기를 4가지 유형에 따라 발생되는 운동학적 및 운동역학적 변인들의 특성과 차이를 비교하여 일선 지도자들에게 기초적 자료를 제공하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

연구의 대상은 현 국가대표 품새 시범단 5명(연령 21.4±0.9, 신장 175.4±5.1, 체중 68.9±6.6)을 선정하였다.

2. 실험장비

본 연구에 사용되어진 실험장비는 <표 1>과 같다.

3. 실험방법

본 연구의 실험 장소는 경기도 소재 Y. 대학교 국제

표 1. 실험장비

구 분	모델명	제조사
촬영장비	MX13 1.3 Motion Capture Camera	Vicon (UK)
데이터 수집장비	MX Control	Vicon (UK)
	MX Net	Vicon (UK)
지면반력기	BP400600	AMTI (USA)
인체계측기	Martin 계측기	Takei (Japan)
분석용 소프트웨어	Workstation	Vicon (UK)
	Bodybuilder	Vicon (UK)
	Polygon	Vicon (UK)

스포츠과학연구원 생체역학실험실에서 수행하였다.

실험 전 피험자에게 실험에 대한 상세한 의도와 절차를 세부적으로 설명하여 정확하게 이해하도록 하고, 양질의 데이터와 부상방지를 위해 피험자들에게 준비운동을 시킨 후, 인체계측을 위하여 신장계, 체중계, 인체측정기, 줄자를 이용하였다.

측정 대상자가 도착하면 검정색 반 스판덱스를 갈아입힌 후 키와 몸무게를 측정한 후 줄자로 위 전상장골가시(ASIS)에서 내측복사(Med. Malleolus)까지의 거리를 측정해 다리 길이를 재고, 너비측정기를 이용하여 상지의 견봉(Acromin)에서 겨드랑이까지의 거리를 측정(Shoulder offset), 팔꿈치너비, 손목너비, 손바닥두께를 측정하고 하지의 무릎너비와 발목너비를 측정하였다.

운동역학적 변인을 분석을 위하여 전, 후, 좌, 우, 대각선 방향으로 리얼타임 적외선 비디오카메라(Vicon I.R., Strobe & Pus, MX13)가 7대 설치하였으며, 부가적으로 실험전체 장면의 녹화를 위해 실험 전면에 디지털캠코드(NV-GS300GD, Pnansonic)를 설치하였다. 또한 4가지 몸통지르기 유형별 지면반력을 측정하기 위해 AMTI Co.(USA)의 Force Plate 2대를 사용하였으며, 이때 샘플링 비율(sampling rate)은 1,200Hz로 설정하였다. 모든 실험 장치는 데이터 처리 장치인 데이터 스테이션에 연결되어 있다.

기준좌표계(Global reference frame) 설정을 위하여 L-Frame을 이용하였으며, 이때 전후방향을 X축, 좌우방향을 Y축, 상하방향을 Z축으로 설정하였다. 이어 T wand를 사용하여 1분 정도 공간의 좌표값을 촬영하였고, 인체 39곳에 표면 마커(직경 14mm)를 부착하여 실험을 실시하였다. 7대의 적외선 카메라의 샘플링비율은 초당 125Hz로 설정하였다.

1) 지르기 유형별 형태

본 연구에서 사용되어진 지르기 유형은 다음과 같다.

* 유형 1 : 어깨만 이용하여 지르기
* 유형 2 : 허리를 이용하여 지르기
* 유형 3 : 하지를 이용하여 지르기
* 유형 4 : 팔 굽을 가슴위치에서 지르기

2) 각도의 정의

본 연구에서 몸통의 각도는 전역좌표계(Global coordinate)을 기준으로 카단각(cardan angle)을 사용하여 몸통의 3축의 각도을 산출하였다<그림 1>.

4. 자료분석

본 연구에서 3차원좌표 및 운동학적, 운동역학적 데이터 산출을 위해 Vicon Co.의 Workstation 5.2.4과 Polygon 3.1(Vicon, UK) 분석 프로그램을 이용하였다.

프로그램에서 산출된 자료는 Microsoft Excel 2003을 이용하여 각 피험자마다 4가지 몸통지르기를 5회 측정하여 개인별 평균값을 산출하였다.

본 연구에서 통계분석의 주요한 목적은 지르기 유형에 따라 평균의 차이가 있는지를 검증하는 것이다. 따라서 본 연구의 실험설계는 지르기 유형별 반복 측정하였으며, 모든 변수는 SPSS 11.0 프로그램을 사용하여 반복 일원변량분석하여 데이터를 비교하였다. 분석을 위한 모든 유의성은 $p<.05$로 설정 하였다.

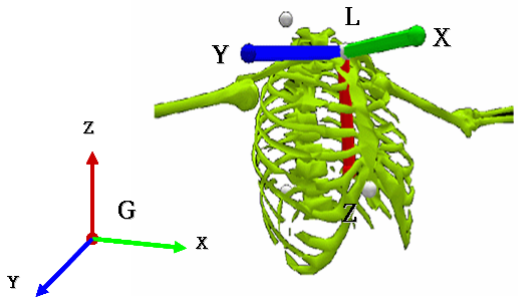

그림 1. 몸통각의 정의

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 몸통 지르기 유형별 각 부위의 변위

태권도 몸통 지르기를 4가지 유형으로 나누었다. 이러한 유형들이 과연 연구자가 의도한 유형으로 잘 통제되었는지를 알아보기 위해 유형별 각 부위의 변위를 알아보았다. 변위는 준비자세로부터 오른쪽 팔꿈치가 최대 신전되었을 때 전후(X축)의 이동거리를 분석한 것으로 그 결과는 <표 2>와 같다.

몸통지르기 유형별 각 부위(어깨, 허리, 무릎)의 변위 차이를 알아보기 위해서 반복 측정된 일요인변량분석을 실시한 결과에 따르면, 유형별간 오른 어깨(p<.079), 오른 허리(p<.063), 오른 무릎(p<.136) 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다.

몸통지르기유형별로 잘 통제가 되었는지를 알아보기 위해 각 부위의 변위를 살펴보면, 유형 1은 어깨만 이용하여 몸통지르기 동작으로 허리와 무릎이 다른 유형에 비하여 적은 움직임을 나타냈으며, 유형 2는 허리를 이용하여 몸통지르기 동작으로 유형 1에 비하여 허리와 무릎을 많은 움직임을 나타냈다. 유형 3은 하지를 이용하여 몸통지르기 동작으로 허리는 유형 1과 2보다 많은 움직임을 나타냈으며, 무릎이 다른 유형에 비해 가장 많은 움직임을 나타냈고, 유형 4는 팔굽을 가슴높이에서 몸통지르기 동작으로 어깨와 허리가 가장 많은 움직임을 나타낸 것을 알 수 있었다.

전반적으로 몸통지르기 유형별로 잘 통제되었으며, 각 부위의 변위는 무릎부위보다는 허리, 허리부위보다는 어깨의 움직임을 크게 하면서 몸통 지르기를 하는 경향을 나타내 보였다.

2. 몸통지르기 유형별 소요시간

태권도 몸통지르기 유형별 소요시간은 준비자세로부터 오른쪽 팔꿈치가 최대 신전되었을 때까지의 시간을 분석한 것으로 그 결과 <표 3>과 같다.

몸통지르기 유형별 소요시간에서는 유형 2(0.46초)가 가장 짧은 소요시간을 나타냈으며, 그 다음 순으로 유형 3(0.49초), 유형 4(0.50초), 유형 1(0.56초)순으로 나타났으며, 반복측정된 일요인변량분석을 실시한 결과 통계적 유의한 차이(p<.146)는 나타내지 않았다.

3. 몸통지르기 유형별 합성신체중심의 이동거리

태권도 몸통지르기 유형별 합성신체중심(COM)의 이동 거리는 준비자세로부터 오른쪽 팔꿈치가 최대 신전되었을 때 이동한 거리를 분석한 것으로 그 결과는 <표 4>와 같다.

몸통지르기 유형별 합성 신체중심의 이동거리를 살펴보면, 유형 3(4.07cm)이 가장 많은 중심이동을 나타

표 2. 어깨, 허리, 무릎의 변위 (unit : cm)

	Types	M±SD	p	contrast
오른 어깨	유형 1	2.13±0.45	.079	
	유형 2	2.13±0.41		
	유형 3	2.39±0.48		
	유형 4	2.57±0.53		
오른 허리	유형 1	0.50±0.25	.063	
	유형 2	0.66±0.37		
	유형 3	0.93±0.25		
	유형 4	0.79±0.09		
오른 무릎	유형 1	0.40±0.09	.136	
	유형 2	0.50±0.26		
	유형 3	0.87±0.27		
	유형 4	0.49±0.24		

표 3. 평균 소요시간 및 일원변량분석 (unit : sec.)

Types	M±SD	p	contrast
유형1	0.56±0.08	.146	
유형2	0.46±0.06		
유형3	0.49±0.05		
유형4	0.50±0.06		

표 4. 합성신체중심의 평균 이동거리 및 일원변량분석 (unit : ㎝)

Types	M±SD	p	contrast
유형1	2.58±0.84	.074	
유형2	3.48±1.09		
유형3	4.07±1.22		
유형4	3.61±0.66		

내 보였으며, 그 다음 순으로 유형 4(3.61cm), 유형 2(3.48cm), 유형 1(2.58cm) 순으로 나타났으며, 반복 측정된 일요인변량분석을 실시한 결과 통계적 유의한 차이(p<.074)를 나타내지 않았다.

통계적으로는 유의한 차이는 보이지 않았으나 지르기 유형별 평균의 값들을 살펴보면 유형 3과 유형 1에서 합성 중심이동거리가 차이를 보였는데 이는 유형 3은 하지를 사용하여 몸통 지르기를 하였기에 가장 많은 이동을 유형 1은 어깨만 이용하였기에 가장 작은 이동을 나타낸 것으로 사료된다.

4. 몸통지르기 유형별 주먹의 최대속도

태권도 몸통지르기 유형별 주먹의 최대속도는 준비자세로부터 오른쪽 팔꿈치가 최대 신전되었을 때까지의 주먹의 최대속도를 분석한 것으로 그 결과는 <표 5>와 같다.

몸통지르기 유형별 주먹의 평균 최대속도를 살펴보면, 유형 3(5.99㎧)이 가장 빠른 속도를 나타냈으며, 그 다음 순으로 유형 4(5.93㎧), 유형 2(5.67㎧), 유형 1(5.00㎧) 순으로 나타났다. 지르기 유형별 주먹의 최대속도 차이를 알아보기 위해서 반복 측정된 일요인변량분석을 실시한 결과 통계적 유의한 차이(p<.010)를 나타내 보였다. 이에 다중비교를 실시한 결과 유형1 vs. 유형4에서 서로 유의한 차이를 나타내 보였다.

Putnam(1993)은 분절운동의 순서화(sequencing)를 설명하기 위하여 운동학적 변수를 사용하였는데, 관절의 각속도가 근위에서 원위로 연속적으로 증가하고, 분절 끝점의 합성직선속도(resultant linear velocity)가 근위에서 원위로 점차 더욱 빨라진다고 하였으며, 최치선(2003)의 태권도 지르기 동작 시 목표 거리와 지르기 방식에 따른 충격력 비교 연구논문에서 팔 길이 80%에서 4.9㎧의 속도가 발생하였는데, 이는 본 연구의 유형 1과 비슷한 동작으로 그 속도 또한 유사하게 나타났다.

5. 몸통지르기 유형별 주먹의 최대각속도

몸통지르기 유형별 몸통의 최대각속도(Z축)는 준비자세로부터 오른쪽 팔꿈치가 최대 신전되었을 때까지의 몸통의 최대각속도를 분석한 것으로 그 결과는 <표 6>과 같다.

몸통지르기 유형별 몸통의 평균 최대각속도를 살펴보면, 유형 4(495.6deg./sec.)가 가장 빠른 각속도를 나타냈으며, 그 다음 순으로 유형 2(434.2deg./sec.), 유형 3(434.2deg./sec.), 유형 1(337.7deg./sec.) 순으로 나타났다. 지르기 유형별 몸통의 최대각속도 차이를 알아보기 위해서 반복 측정된 일요인변량분석을 실시한 결과 통계[적 유의한 차이(p<.031)를 나타내 보였다. 이에 다중비교를 실시한 결과 유형1 vs. 유형3에서 서로 유의한 차이를 나타내 보였다. 이러한 결과는 유형 4는 팔굽을 가슴위치에서 몸통을 지르기 하였기에 가장 빠른 각속도를 나타냈으며, 유형 1은 어깨만 사용하였기에 가장 느린 각속도를 나타낸 것으로 사료된다.

6. 몸통지르기 유형별 지면반력

태권도 몸통지르기 유형별 지면반력은 오른쪽 팔꿈치가 최대 신전 시 지면반력 값을 분석한 것으로 그 결과는 <표 7>과 같다.

표 5. 유형별 주먹의 평균 최대속도 및 일원변량분석
(unit : ㎧)

Types	M±SD	p	contrast
유형1	5.01±0.46		
유형2	5.67±0.52	.010*	유형1 vs. 유형4
유형3	5.99±0.55		
유형4	5.93±0.33		

* p<.05

표 6. 유형별 주먹의 평균 최대각속도 및 일원변량분석
(unit : deg./sec.)

Types	M±SD	p	contrast
유형1	337.69±105.63		
유형2	434.18±90.50	.031*	유형1 vs. 유형3
유형3	488.92±78.10		
유형4	495.56±108.27		

* p<.05

표 7. 유형별 평균 지면반력 및 일원변량분석 (unit : N)

Fx	Types	M±SD	*p*	contrast
왼 발	유형 1	-18.23±25.52	.019*	
	유형 2	-36.83±32.18		
	유형 3	-54.89±45.84		
	유형 4	-12.05±31.03		
오른 발	유형 1	6.45±6.00	.149	
	유형 2	60.58±25.39		
	유형 3	40.47±41.00		
	유형 4	20.77±19.99		

+ : 후방, - : 전방

Fy	Types	M±SD	*p*	contrast
왼 발	유형 1	39.66±25.35	.647	
	유형 2	54.81±43.40		
	유형 3	80.92±36.68		
	유형 4	83.59±36.25		
오른 발	유형 1	-53.17±10.94	.723	
	유형 2	-80.12±22.42		
	유형 3	-49.68±33.86		
	유형 4	-95.65±24.19		

+ : 우측, - : 좌측

Fz	Types	M±SD	*p*	contrast
왼 발	유형 1	332.06±41.59	.499	
	유형 2	313.85±58.84		
	유형 3	341.79±79.34		
	유형 4	291.11±84.24		
왼 발	유형 1	358.37±39.56	.105	
	유형 2	370.30±81.22		
	유형 3	426.11±48.28		
	유형 4	427.13±56.89		

* $p<.05$

지르기 유형별 전후측(Fx) 지면반력 차이를 알아보기 위해서 반복 측정된 일요인변량분석을 실시한 결과에 따르면, 왼발에서는 유의한 차이($p<.019$)를 나타내 보였으며, 오른발에서는 유의한 차이($p<.149$)는 없었다. 왼발에서 유의한 차이가 있어 다중비교를 실시한 결과 유형별간에는 유의한 차이는 나타나지 않았다.

좌우측(Fx) 지면반력에서 왼발($p<.647$)과 오른발($p<.723$) 모두 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았고 수직(Fz) 지면반력에서도 왼발($p<.499$)과 오른발($p<.105$) 모두에서 유의한 차이는 나타나지 않았다.

태권도 몸통 지르기의 유형별 전후 지면반력은 왼발에서는 유형 3, 오른발에서는 유형 2가 가장 큰 값을 보였으며, 좌우 지면반력은 왼발과 오른발에서는 유형 4가 가장 큰 값을 나타내는 특징을 보였다. 수직지면반력은 유형 3이 가장 높은 값을 나타내 보였다.

위의 결과를 종합해보면, 주춤 서 몸통지르기는 지면을 누르는 힘이 하지, 허리, 어깨, 팔꿈치, 손으로 힘이 전달되는 연쇄계(kinetic chain)가 필요하며, 소요시간을 짧게 하여, 몸통의 각속도를 높이면서 중심을 잘 이용해야만 빠르고 파워 있는 몸통지르기를 할 수 있다고 사료된다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구는 태권도 유형별 몸통지르기의 정량적인 이론체계 정립과 지도의 체계화를 위해 몸통지르기 기술의 생체역학적 변인을 분석하여 일선 지도자들의 향후 훈련방법에 기초적 자료를 제공하는데 목적이 있다. 이 목적을 달성하기 위하여, 현 국가대표 품새 시범단 5명을 대상으로 적외선 카메라(Vicon, 7대))와 지면반력판(force plate, 2대)로 이루어진 3차원 동작분석 시스템을 사용하여, 태권도 유형별 몸통지르기의 각 부위의 변위, 시간, 합성중심 이동거리, 속도, 각속도 및 지면반력을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 4가지 지르기 유형별 각 부위의 변위(어깨, 허리, 무릎)에서 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 지르기 시 무릎부위보다는 허리를 허리부위보다는 어깨부위의 움직임을 크게 하면서 지르기를 수행하였다.

둘째, 몸통지르기 유형별 소요시간에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 지르기 시 소요시간 순으로 유형 2(0.46초)가 가장 짧은 소요시간을 유형 1(0.56초)이 가장 많은 소요시간을 나타내 보였다.

셋째, 몸통지르기 유형별 합성신체중심의 이동거리에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 지르기 시 합성신체중심의 이동거리는 유형 3(4.07㎝)이 가장 큰 신체중심의 이동을 보였고 유형 1(2..58㎝)이 가장 적은 신체중심의 이동을 나타내 보였다.

넷째, 몸통지르기 유형별 주먹의 최대속도에서 통계적으로 유의한 차이(p<.010)를 나타내 보였으며, 이에 다중비교를 실시한 결과 유형 1과 유형 4에서 유의한 차이를 나타내 보였다. 지르기 시 주먹의 최대속도는 유형 3(5.99㎧)이 가장 빠른 속도였으며, 유형 1(5.01㎧)이 가장 늦은 속도를 나타내 보였다.

다섯째, 몸통지르기 유형별 몸통의 최대각속도에서 통계적으로 유의한 차이(p<.031)를 나타내 보였으며, 이에 다중비교를 실시한 결과 유형 1과 유형 3에서 유의한 차이를 나타내 보였다. 지르기 시 몸통의 최대각속도는 유형 4(495.92deg./sec.)가 가장 큰 몸통의 각속도를, 유형 1(337.69deg./sec.)이 가장 느린 각속도를 나타내었다.

여섯째, 몸통지르기 유형별 지면반력은 전후, 좌우, 수직 모두 통계적으로 차이는 나타나지 않았으며, 전후 지면반력은 왼발에서는 유형 3, 오른발에서는 유형 2가 가장 큰 값을 보였으며, 좌우 지면반력은 왼발과 오른발에서는 유형 4가 가장 큰 값을 나타내보였다. 수직지면반력에서는 유형 3이 가장 높은 값을 나타내 보였다.

참 고 문 헌

강성철 (1998). **태권도 차기동작의 분형에 따른 운동역학적 특성 분석**. 미간행 박사학위논문, 성균관대학교 대학원.

김규완 (2000). **초·중·고·대학교 태권도 선수의 앞차기 동작 비교 연구**. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.

김성하 (2002). **태권도 뒤후려차기 시 숙련자와 비숙련자간 주동근 동원양상과 피로도 비교 분석**. 미간행 석사학위논문, 서울대학교 대학원.

김창국 (1991). **태권도 돌려차기 동작의 운동역학적 분석**. 미간행 박사학위논문, 고려대학교 대학원.

김용이 (1999). **태권도 옆차기 기술의 3차원적 운동역학적 분석**. 미간행 석사학위논문, 연세대학교 대학원.

김원섭 (2001). **태권도 앞돌려차기의 운동역학적 특성이 차기발에 미치는 효과**. 미간행 박사학위논문, 성균관대학교 대학원.

구희성 (1999). **태권도 나래차기 동작의 운동역학적 분석**. 미간행 박사학위논문, 성균관대학교 대학원.

국기원 (1995). **태권도 교본**. 오성출판사.

국기원 (2001). **국기 태권도 교본**. 오성출판사.

성낙준 (1986). **태권도 기본 발차기의 역학적 분석**. 스포츠과학 연구과제 종합보고서. 대한체육회.

신용석 (1993). **태권도 뒤후려차기 기술의 각 운동량 분석.** 미간행 석사학위논문, 연세대학교 대학원.

신제민 (1999). **기술수준에 따른 태권도 돌려차기 동작의 협응 및 제어형태 비교**. 미간행 박사학위논문, 연세대학교 대학원.

이주상 (1999). **태권도 끌어 앞 돌려차기 연속동작에 대한 운동학적 분석**. 미간행 석사학위논문, 고려대학교 교육대학원.

양동영 (1986). **태권도 차기동작의 역학적 에너지 변화에 관한 생체역학적 분석**. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.

양창수 (1999). **태권도와 합기도의 돌려차기 동작시 타격 목표 높이가 운동역학적 요인에 미치는 영향**. 미간행 박사학위논문, 국민대학교 대학원.

윤동섭 (1986). **태권도 뒷차기의 운동학적 분석**. 미간행 석사학위논문, 성균관대학교 대학원.

윤창진 (1997). **태권도 차기 동작시 발속도에 대한 신체분절의 기여도**. 미간행 석사학위논문, 서울대학교 대학원.

장기준 (1985). **태권도 앞차기와 찍어차기의 운동학적 분석**. 미간행 석사학위논문, 연세대학교 대학원.

정찬 (1985). **태권도 발차기시의 근전도적 연구**. 미간행 석사학위논문, 동아대학교 교육대학원.

최치선 (2004). **태권도 지르기 동작 시 목표 거리와 지르기 방식에 따른 충격력 비교 연구**. 미간행 석사학위논문, 서울대학교 대학원.

하철수 (2002). **운동역학**. 형설출판사.

Putnam, C. A. (1993). Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: descriptions and explanations. *Journal of Biomechanics*, 26, Suppl.1 125-135.

Schneider, K., Zernicke, R. F., Schmit, R. A., & Hart, T. J. (1989). Changes in Limb dynamics during the pactice of rapid arm movements. *Journal of Biomechanics*, 22(8/9), 805-817.

투 고 일 : 10월 31일
심 사 일 : 11월 6일
심사완료일 : 12월 14일