

태권도 정권지르기 방식에 따른 최대 충격력과 최고속도 비교

Comparative analysis of Peak Impulsive Force and Maximum Velocity according to the Taekwondo Jeongkwon Jirigi's Pattern

안정덕
부산외국어대학교

Jeong-Deok Ahn(ajd@kaist.ac.kr)

요약

본 연구는 전통적인 태권도 정권지르기 기술인 끊어지르기를 어깨를 앞으로 밀어 넣는 밀어지르기와 비교하여 최대 충격력과 주먹의 최고 속도 및 최고속도가 발현된 지점에 대해 규명하였다. 피험자는 남성 태권도 유단자 7명으로 구성하였다. 최대 충격력은 PS2142 force platform[10]을 수직으로 세워 측정하였고, 주먹의 최고속도는 PS2103A motion sensor[12]를 이용하였다. 측정 데이터는 PASCO사에서 제공한 data studio를 통해 수집되었고, SAS 9.1 패키지를 활용해 지르기 방식에 따른 t-test를 실시하였다. 본 실험 절차를 통해 나타난 결론은 다음과 같다. 첫째, 최고 충격력에 있어서는 끊어지르기가 밀어지르기 보다 유의한 수준에서($p<.01$) 더 높은 것으로 나타났다. 둘째, 주먹의 최고속도는 밀어지르기가 끊어지르기 보다 유의하게($p<.01$) 빠른 것으로 제시되었다. 셋째, 최고속도의 발현지점에 있어서는 끊어지르기가 주먹 전체 길이의 69.1%, 밀어지르기는 76.6%로 나타났고, 통계적으로 유의한($p<.001$) 차이가 있었다.

■ 중심어 : | 태권도 | 최대 충격력 | 최고속도 | 끊어지르기 | 밀어지르기 |

Abstract

This research analyzed the peak impulsive force, maximum velocity and a spot of fist's maximum velocity comparing stop-jirugi and push-jirugi. 7 males volunteered for this experiment. peak impulsive force was measured by PS2142 force platform[10], and maximum velocity of fist was measured by PS2103A motion sensor[12]. All of data was collected in the data studio and *t*-test was applied using SAS 9.1 package. The following conclusions were drawn. First, stop-jirugi's peak impulsive force was greater ($P<.01$) than that of push-jirugi. Second, push-jirugi's maximum velocity of fist was greater ($P < .01$) than that of stop-jirugi. Third, stop-jirugi's maximum velocity of fist was occurred on 69.14% of arm's length and that of push-jirugi was occurred on 75.66%. This maximum velocity spot was ststistically significant difference($p<.001$).

■ keyword : | Taekwondo | | Peak Impulsive Force | Maximum Velocity | Stop-jirug | Push-jirugi |

1. 서론

세계 태권도 연맹은 2012년 6월 현재 202개국이 회원

으로 가입한 것으로 보고하고 있다[1]. 이 규모는 국제 경기연맹에 가입한 스포츠 종목 중에서 9번째로 많은 회원국을 보유한 것으로 지구상에서 가장 성공한 무도

접수번호 : #120727-001
접수일자 : 2012년 07월 27일

심사완료일 : 2012년 08월 22일
교신저자 : 안정덕, e-mail : ajd@kaist.ac.kr

스포츠로 성장하였음을 상징하는 수치이다. 태권도는 경기화를 추구하면서 국제화되어 한국적인 것으로 토착화되었고, 더 나아가 문화적 정체성을 확립하여 대한민국이 종주국으로 인정받고 있다[2]. 오늘날 태권도는 스포츠로 발달하면서 발기술 중심으로 기술체계를 갖추게 되었는데, 이러한 점은 중국의 우슈나 일본의 가라테가 손을 많이 사용한다는 점과 뚜렷하게 구별되는 독특함으로 정체성을 한층 강화하게 되었다. 그러나 한편으로 경기에서 효율적인 타점 위주의 발기술은 태권도 본연의 일격필살다운 위협적 파괴력을 상실하여 무도로서의 멋과 맛을 퇴색시켰다는 비난에 직면해 있다. 이러한 비난에 대처하고 무도로서의 가치를 되살리기 위한 방안으로 세계태권도 연맹에서는 품새와 위력격파의 경기화를 강구하여 실시하고 있다. 품새와 위력격파는 태권도 본연의 맨손 무예로서의 정체성과 미학적·예술적 품격을 추구하는 것으로 국제 경기화를 구축할 수 있는 제반 시스템을 갖추어 가고 있는 중이다. 특히 이들 종목에서는 손기술의 중요성이 새로이 부각되고 있다.

정권지르기는 품새와 위력격파에서 가장 많이 사용되는 손기술 중의 하나로 전통적인 태권도 수련현장에서 가장 기초적인 기술로서 수련되는 주먹지르는 방식이다. 정권지르기 동작이 완벽하게 이루어 졌을 때에는 도복 소매 끝자락에서 공기와의 마찰로 인한 짚고 세찬 소리가 나게 된다. 정권지르기는 허리에 위치한 주먹이 허리반동과 함께 회내로 회전하면서 목표물을 가격 후 follow throw를 전혀 사용하지 않고 멈춰주는 것으로 어깨가 전방으로 나아가지 않고 끊어지르는(stop jirugi) 것이 기술의 핵심이다. 끊어지르기는 동작은 그 기원을 추측할 수 없을 정도로 오래된 것으로 일본의 가라테나 태권도와 같이 강권 무도에서 사용하는 전통적인 주먹 지르기 기술인데, 다음과 같은 몇 가지 효과를 얻기 위한 것으로[2] 판단된다. 첫째, 무도에서는 공격과 방어가 신속히 전환되어야 하는데, 어깨를 밀어 넣지 않고 끊어지르는 동작은 뒤 따르는 다음 동작을 더욱 빠르고 효율적으로 수행하는데 용이 할 것이다. 둘째, 타이밍 과제에서는 속도가 빠를수록 오차가 줄어들고 정확성이 높아지는 것으로 알려져 있는데[3-5] 무도는 움직이는 상대를 타격하는 타이밍 과제이다. 어깨

를 밀어 넣지 않는 동작은 어깨를 밀어 넣는 동작보다 주먹의 최고 속도가 빠를 것으로 예측해 볼 수 있고, 따라서 목표 타격의 정확성을 높이는데 효과적일 것이다. 셋째, 끊어지르기 동작은 허리회전과 전완의 회내 운동에 이어 팔 근력에서 발생된 최대 파워를 목표물을 가격하는 한 지점에서 일제히 모아주기 때문에 더 큰 충격력을 얻는데 효과적일 것으로 예상해 볼 수 있다.

이러한 어깨를 밀어 넣지 않고 끊어 지르는 동작에 대한 몇몇 의미있는 연구결과들이 보고되고 있다. Rist[6]는 가라테와 태권도 격파 고수들의 인터뷰와 격파에 대한 연구 보고를 바탕으로 한 논고에서 주먹지르기 동작의 특징을 테니스나 골프 스윙동작에서 보여지는 follow throw가 없이 즉시 멈추고 철수하는 형태로 목표물과의 접촉시간이 5msec 정도 소요된다고 기술하고 있다. 성낙준[7]은 태권도 격파원리에 대한 논문에서 물체가 깨어진다는 것은 어떤 물체에 작용하는 충격력 때문인데, 충격력을 크게 하기 위해서는 충돌시간은 짧게 해야 되고, 격파시 충돌시간을 짧게 하기 위해서는 충돌순간에 가격에 관여하는 관절들이 굳건하게 고정되어 있어야 한다고 제시하였다. 그렇지 않으면 관절부위의 완충 효과로 인해 충돌시간이 길어지며 가해지는 충격력도 작아진다는 것이다. 또한 최치선[8]은 태권도 정권 지르는 방식과 목표물의 타격 거리에 따fms impact시 충격력과 속도, 가속도를 분석하는 흥미로운 연구를 진행하였다. 이 연구에서 지르는 방식은 정권지르기 준비자세에서 끊어 지르기 동작과 같이 주먹을 회전시키면 지르는 회내지르기, 회전없이 지르기, 옆으로 지르기 3가지 방법이였다. 그리고 목표 거리는 피험자가 팔을 완전히 뻗어올 때 길이를 100%로 가정하고, 목표물을 90%, 80%, 70%, 60%, 50%로 변형하여 살펴본다. 그 결과 80%의 거리에서 최대의 충격력과 최고의 속도 및 가속도를 나타냈고, 회내로 회전하여 지르는 방식이 가장 큰 충격력을 얻을 수 있는 것으로 보고하였다. 강성철, 김의환, 신현무, 김성섭, 김태완 등도[9] 태권도 주춤서 몸통지르기를 어깨만 이용하여 지르기, 허리를 이용하여 지르기, 하지를 이용하여 지르기, 팔굽을 가슴위치에서 지르기 동작으로 구분하여 신체 각 부위의 변위 합성중심 이동거리 속도 각속도 및 지면반력의 차이를 분석한 바 있다. 가장 최근에 안정덕[2]은 태

권도 정권지르기 동작을 끊어지르기와 밀어지르기로 구분하여 초고속 카메라를 이용한 영상분석을 실시하였다. 이 연구에는 끊어지르는 동작도 직선운동을 하는 주먹이 운동을 계속하려는 관성의 법칙에 의해 어깨를 약간 밀어 넣게 되는데 이러한 동작이 오히려 더 자연스럽다고 논의하였다.

사실 태권도 정권지르기 동작에 있어서 가장 핵심적인 요인은 어떤 방법이 충격력을 더 크게 발휘하는데 효과적인이고 가장 빠르게 운동이 이루어지는가에 있다. 지금까지의 연구결과들을 종합 해 보면, 현재 태권도 수련 과정에서 정통적으로 채택하고 있는 허리 반동과 주먹과 팔의 회내 회전을 이용하여 어깨가 앞으로 나아가지 않고 멈춰주는 정권지르기 방식이 이 보다 큰 충격력을 얻는데 효과적인 지르기 동작이라는 데 거의 일치된 결과[7-9]를 보이고 있다.

본 연구에서는 지금까지의 연구에서 한발 더 나아가 어깨가 앞으로 나아가지 않고 팔을 완전히 뻗은 상태에서 주먹을 멈춰주는 전형적인 태권도 정권지르기인 끊어지르기(stop-jirugi)와 똑 같은 방식에서 어깨를 앞으로 밀어주는 밀어지르(push-jirugi) 방식간에 충격력과 주먹의 최고속도 및 최고속도가 나타난 위치를 비교 분석해 보고자 하였다. 이러한 연구 주제를 설정하게 된 배경에는 끊어지르기와 밀어지르기가 현재 태권도를 수련하고 있는 일선 도장에서는 정권지르기 동작을 개별적으로 연습하거나 품새 동작속에서는 끊어지르는 방식으로 이루어고 있으나 송판이나 기와를 실제로 격파하는 현장에서는 어깨를 밀어 넣는 동작을 의도적으로 취하고 있다. 그리고 물체를 앞에 두고 끊어지르기로 격파를 시도해도 전방으로 뻗어나가는 팔운동에 관성의 법칙이 적용되어 타격순간에 멈춰주기 어렵고 따라서 어깨를 약간 앞으로 밀어 넣게 된다는 점을 초고속카메라를 이용한 연구에서[2] 확인된 바 있다. 또한 정권지르기 동작을 끊어지르기와 밀어지르기 동작으로 구분하여 충격력과 최고 속도와 관련한 연구가 지금까지 이루어진 바가 없다는 점에서 본 연구결과는 위력 격파 시연이나 경연대회시 보다 큰 충격력을 얻을 수 있는 동작에 대한 과학적 기초정보를 제공하는데 크게 기여할 것으로 사료된다. 뿐만 아니라 현장의 태권도 수련생이나 지도 사범들이 태권도 정권지르기 동작의 기술 원리

에 대한 과학적 타당성을 이해하는 학술적 기초자료로서 활용될 수 있다는 점에서 의미가 있다고 판단된다.

II. 연구방법

1. 피험자

본 연구에는 총 7명의 피험자가 참가하였으며, 태권도 수련경력이 7년~44년 된 남성들이었다. 이들 중 3명은 현재 일선 체육관이나 학교에서 태권도 전문 지도자로 활동하고 있었다. 피험자의 일반적 현황은 [표 1]과 같다.

표 1. 피험자 현황 N=7

참가자	성별	연령	신장(cm)	체중(kg)	수련기간(년)
A	남	46	170.1	68.7	30
B	남	54	166.5	84.4	44
C	남	48	183.7	82.8	35
D	남	22	178.3	69.5	10
E	남	20	172.6	68.6	8
F	남	19	169.4	66.3	8
G	남	19	165.4	67.4	7
M (SD)		37.5 (18.1)	172.2 (6.5)	72.5 (7.6)	20.2 (15.5)

2. 측정장비

2.1 지면반력기(Force platform)

충격력 데이터를 얻기 위하여 미국 PASCO 사에서 제작한 2-axis PS2142 force platform[10]를 활용하였다. 이 장비는 표면에 가해진 힘을 1100N(뉴우톤)까지 측정할 수 있으며, 0.1N 단위로 나타낸다. 최치선, 신인식, 서정석[11]은 태권도 정권지르기 동작시의 충격력 변인을 얻기 위하여 AMTI 사에서 제작한 OR6-5-2000 지면반력기(force platform)를 수직으로 세워놓고 활용한 바 있다. 이 연구를 통하여 충격력 측정 도구로서의 지면반력기의 타당성을 검증하였으며 충격력을 force platform에 나타난 그 자체 값으로 정확히 비교하여 연구할 수 있음을 제시하였다. 따라서 본 연구에서도 지면반력기를 타격대에 수직으로 부착하여 실험을 진행하였다.

2.2 속도 측정용 모션 센서(Motion Sensor)

주먹의 속도는 미국 PASCO에서 제작한 PS2103A Motion sensor[12]를 이용하였다. 이 장비는 0.15m~8m 범위 내의 직선운동을 하는 물체의 속도를 정확하게 측정할 수 있다. 최대 50Hz 샘플링 비율로 1.0mm 단위로 분석할 수 있는데, 물체의 위치에 따른 속도와 가속도를 얻을 수 있다.

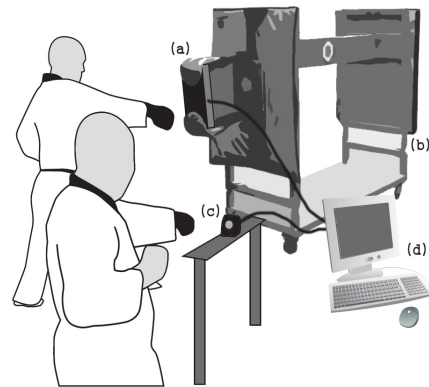
2.3 데이터 분석 자료실(Data studio)

지면 반력기(PS2142 force platform)와 PS2103A Motion sensor를 통해 측정된 데이터는 미국 PASCO사에서 제공하는 Data studio에 입력하여 연구자가 원하는 최대 충격력과 최대속도 및 최대속도가 발현된 위치값을 구하였다. Data studio는 미국 PASCO에서 만든 측정장비에 대한 데이터를 수집하고 분석할 수 software로서 개인용 컴퓨터로 활용할 수 있으며, Hz 단위로 나타낸 자료를 디지털 값으로 제공해 준다.

3. 측정절차

본 연구에서는 두 가지 실험이 진행되었다. 먼저 끊어지르기와 밀어지르기 방식에 따른 최대 충격력의 데이터를 얻기 위해서 PS2142 force platform을 종합 격파대에 수직으로 설치하였다. 종합 격파대는 높이 200cm, 무게 100kg으로 송판이나 기와 등을 세워서 고정된 후 주먹, 손날, 발을 이용하여 격파할 수 있도록 고안된 전문 태권도 용품으로 태권도 한마당 축제 시 격파 보조 장비로서 활용되기도 한다. 모든 피험자들은 force platform을 타격할 시에 손가락과 정권부의 부상을 예방하기 위하여 격투기 시합용 글러버를 착용하고 자신의 최대파워로 타격하였다. 최치선의 연구[8]에 의하면 팔길이의 80%에서 최대 충격력이 발휘되는 것으로 보고되어 피험자들 각각의 팔길이를 측정하여 80%에 목표물이 위치하도록 하였다. 모든 피험자들은 끊어지르기 동작으로 10회씩 타격하여 측정이 완료된 후 밀어지르기 방식으로 10회씩 타격하여 충격력을 측정하였다. 컴퓨터를 통해 입력된 자료는 data studio를 통해 최대 충격력 변인을 구하였다. 오전에 충격력 측정이 끝난 후 충분한 휴식을 취한 오후에 지르기 유형

에 따른 최고 속도의 차이를 알아보기 위한 실험을 진행하였다. PS2103A motion sensor를 정권지르기 동작시 주먹의 진행방향과 수평을 이루게 고정된 후 각각의 피험자들은 순서대로 끊어지르기를 개인의 최대속도로 10회씩 실시하였다. 30분간의 휴식을 취한 후 밀어지르기를 10회씩 실시하여 개인별 속도 데이터를 얻었다. 모든 자료는 측정과 동시에 실시간으로 개인용 컴퓨터를 통해 data studio로 전송되어 통계를 위한 기초자료로 전환되었다. 측정 장비와 측정 모습은 [그림 1]에 제시하였다.



(a) PS2142 Force Platform
 (b) 격파대
 (c) PS2103A motion sensor
 (d) 개인용 PC를 통해 측정자료가 데이터 스튜디오로 실시간 전송

그림 1. 측정장비 및 절차

4. 통계 처리

수집된 측정 원자료는 데이터 스튜디오를 통해 통계 분석에 활용될 수 있는 데이터로 전환된 후, SAS 9.1 통계 프로그램을 활용하여 지르기 방식에 따른 최대 충격력과 최대속도 및 최대속도 발현지점에 대한 차이를 t-test로 분석하였다. 통계적 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

III. 결과

1. 지르기 방식에 따른 최대 충격력 차이

지르기 방식에 따라 최대 충격력의 크기에 어떤 차이가 있는지를 알아보기 위하여 끊어지르기 개인별 10회,

밀어지르기 개인별 10회, 지르기 형태별로 총 70개식의 데이터를 *t*-test로 분석하였다. 그 결과는 [표 2]와 같다.

표 2. 지르기 방식에 따른 충격력 차이 N=7

	최대 충격력(N·뉴턴)	
	꿰어 지르기	밀어 지르기
<i>M(SD)</i>	274.99(18.52)	262.41(16.65)
minimum	248.11	242.86
maximum	305.09	291.12
t-test	t(5.78), p=0.0012**	

** p<.01

[표 2]에서 나타난 바와 같이, 꿰어 지르기의 최대 충격력은 평균 274.9N이고, 동일한 피험자가 밀어지르기 동작으로 실시하였을 때의 최대 충격력의 평균값은 262.4N으로 나타났다. 지르기 형태에 따른 *t*-검증을 실시한 결과, 꿰어지르기가 밀어지르기 보다 통계적으로 유의하게(p<.01) 높은 것으로 제시되었다. 이러한 결과는 어깨를 밀어 넣지 않고 허리 반동을 이용하여 목표물 타격 후 follow throw 없이 멈춰주는 전형적인 태권도의 정권지르기 방식이 어깨를 밀어 넣는 형태보다 최대 충격력을 발휘하는데 보다 효과적인 동작임을 의미하는 것이다.

2. 지르기 방식에 따른 주먹의 최고속도와 최고속도의 발현 지점 차이

지르는 형태에 따른 주먹의 최고속도의 차이를 알아보기 위하여 설치된 motion sense 기기에 밀어지르기와 꿰어지르기 동작을 각각 10회씩, 피험자 개인의 최고 속도로 실시하도록 하였다. 수집된 자료는 Data studio 통해 각각의 수행에 대한 최고 속도를 구하였고 지르기 방식에 따른 *t*-검증을 실시하였다[표 3].

표 3. 지르기 방식에 따른 주먹의 최고 속도 N=7

	최대속도(m/s)	
	꿰어지르기	밀어지르기
<i>M(SD)</i>	6.5(1.13)	6.84(1.30)
minimum	4.77	5.48
maximum	7.72	8.55
t-test	t(4.48), p=0.0042**	

**p<.01

그리고 피험자 주먹의 운동이 완전히 멈춘 순간을 100%로 봤을 때, 지르기 방식에 따라 최고속도의 발현 지점의 위치를 %로 나타내 *t*-검증을 실시하였다[표 4].

표 4. 지르기 방식에 따른 최고속도 발현 지점 N=7

	최고속도 발현지점	
	꿰어지르기	밀어지르기
<i>M(SD)</i>	69.14(0.59)	76.66(0.44)
minimum	68.46	75.52
maximum	70.40	77.23
t-test	t(22.4), p=0.0003***	

*** p<.001

[표 3]에서 꿰어지르기는 평균 최고속도가 6.5(m/s)로 나타났으며, 밀어지르기는 평균 6.8(m/s)로 나타났다. 각각의 지르기 방식간 *t*-test를 실시한 결과, 밀어지르기가 꿰어지르기 보다 통계적으로 유의하게(p<.01) 더 빠른 것으로 제시되었다. 그리고 지르기 방식에 따라 주먹의 최고속도가 나타나는 지점을 알아보기 위하여 motion sense에 기록된 최초 속도와 최종 속도를 100%로 보고 최고 빠른 속도를 나타낸 지점의 위치를 %로 전환하여 통계처리 하였다. 그 결과 꿰어지르기는 전체 팔 길이의 69.1%에서, 밀어지르기는 76.6%에서 주먹의 최고 속도가 발현 되는 것으로 제시되었다. 이러한 차이는 통계적으로 유의한 수준에서(p<.001) 꿰어지르기가 밀어지르기 보다 앞쪽에서 최고속도가 발현된다는 것을 알 수 있었다[표 4].

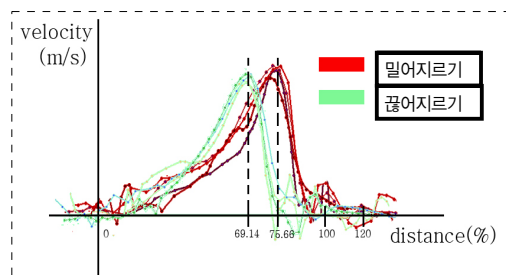


그림 2. 지르기 방식에 따른 주먹의 최고속도 발현 지점

[그림 2]는 피험자 개개인의 지르기 방식에 따른 주먹의 최고속도의 발현 지점을 그래프로 나타낸 것이다.

IV. 논의

태권도의 가장 전형적인 주먹지르기 기술인 정권지르기 동작을 목표물 타격 후 어깨와 팔의 follow throw 동작이 이루어지지 않도록 멈춰주는 끊어지르기 동작과 어깨를 밀어 넣어 follow throw를 활용하는 밀어지르기 동작으로 구분하여 최대 충격력, 주먹의 최고속도 및 최고속도의 발현위치를 비교 분석하였다. 끊어지르기는 전통적인 태권도 수련현장에서 '정권지르기'라고 부르며 주먹지르기의 가장 기초기술로서 수련되고 있으며, 밀어지르기는 기와 밧 송판 등을 충충히 쌓아놓고 위력격파를 실시하는 현장에서 볼 수 있는 주먹지르기 동작으로 목표물을 가격 후 팔과 어깨를 주먹의 운동 방향과 동일하게 follow throw한다는 것이 끊어지르기과 분명하게 구별되는 동작이다.

본 연구에서는 흥미로운 결과가 제시되었는데, 우선 최고 충격력에서는 끊어지르는 방식이 밀어지르는 방식보다 유의하게 보다 큰 충격력을 얻을 수 있는 것으로 제시되었다. 그러나 주먹의 최고 속도에서는 밀어지르기가 끊어지르기 보다 통계적으로 유의한 수준에서 더 빠른 것으로 나타났다. 충격량의 물리학적 공식은 Impulse(충격량) = Force(힘) × Time(시간)으로 나타낼 수 있는데, 여기서 Force(힘)은 근력이 크고 속도가 크면 비례해서 증가한다. 그리고 충격을 가하는 시간이 길수록 전체 충격량을 커진다. 그렇다면 밀어지르기 동작이 끊어지르기 보다 최고속도 값이 더 크고 어깨를 밀어 넣어 지르기 때문에 끊어지르는 동작보다 충격을 가하는 시간도 길어져 전체 충격량을 얻는데도 유리하다는 공식이 성립된다. 하지만 단 한 번의 타격으로 물체의 변형을 가져와 격파를 성공적으로 완성해야 하는 태권도 정권지르기 동작에서는 충격량의 전체 크기보다는 최대 충격력(peak impulsive force) 더 중요하다. 최대 충격력을 높이기 위해서는 물체에 충격을 가하는 시간이 결정적인 변수이다. 운동 제어 측면에서 충격량은 근육 수축을 통하여 생성된 힘이 사지를 움직이는데 작용한 힘의 크기로 정의할 수 있고, 동작이 지속되는 시간과 그 때 생성되는 힘의 양에 따라 결정된다고 본다. 특정한 수축을 할 때 생성되는 복잡한 유형의 힘은 운동체계에 의해 지배될 것이며, 상대적 힘과

상대적 타이밍 등과 같은 불변 매개변수와 전체적인 힘의 크기와 충격 시간 등과 같은 가변 매개변수가 인간의 운동제어 체계에 작용하여 충격량 가변성과 운동 가변성을 결정한다고 보고 있다[13]. 아래의 [그림 3]에서 나타난 바와 같이 끊어지르기와 밀어지르기의 전체 충격량이 동일하여도 접촉시간이 짧을수록 최고 충격력에서는 차이가 나게 된다. 똑같은 무게를 가진 유리컵이 콘크리트 바닥에 떨어질 때와 이불위에 떨어질 때의 전체 충격량은 같다. 그러나 콘크리트 위에 떨어진 컵이 깨어지는 이유는 충격을 받는 접촉시간이 훨씬 짧기 때문에 최고 충격력이 커져서 부서지게 된다. 따라서 이번 연구를 통하여 충격력을 높이는데 결정적인 요인은 주먹의 속도 보다는 충돌 접촉시간을 짧게 하는 것이며, 끊어지르는 방식은 주먹과 물체의 충돌 접촉시간이 밀어지르기 보다 짧게 되어 최고 충격력을 얻는데 보다 효과적인 지르기 동작이라는 것을 알 수 있었다. 이러한 사실은 충격력이 높을수록 유리한 스포츠 종목에서 경기력 향상을 위한 운동제어 메카니즘의 적용에 중요한 학술적 정보를 제공하는 것이다.

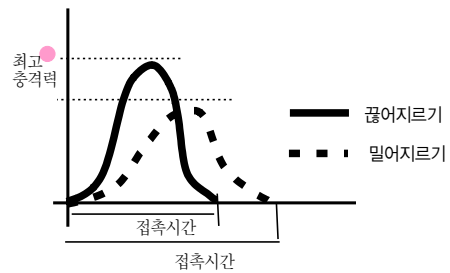


그림 3. 지르기 방식에 따른 충격력 차이

그런데 여기서 한 가지 주의 깊게 논의를 필요로 하는 부분이 있다. 기와 10장이나 대리석 10장을 충충히 쌓아 놓고 주먹으로 위력 격파를 할 때와 같은 상황을 눈여겨 보면, 참가자가 온 체중을 주먹에 실어 가격하면서 끊어지르는 것이 아니라 어깨를 완전히 밀어 넣는 동작을 취한다는 점이다. 한 장씩 공간을 만들면서 충충히 쌓여 있을 경우에는 접촉시간을 짧게 하여 최고 충격력을 크게 하는 것 보다 밀어지르기 방식으로 전체 충격량을 크게 하여 마지막 한 장 까지 힘이 전달되도록 하는 것이 격파량을 늘리는데 더 유리하다는 경험에

의한 동작일 것이다. 따라서 다음과 같은 가설을 세워 볼 수 있겠다. 즉 10cm 자리 두께의 벽돌 한 장을 깰 때에는 끊어지르기 방식으로 최고 충격력을 높이는 게 유리하고, 기와 10장을 겹쳐놓은 상황에서는 밀어지르기로 충격량을 크게 하여 마지막 한 장까지 힘이 전달되도록 하는 것이 보다 효과적이라는 것이다. 이 가설에 대한 실험적 규명은 차후 연구과제로 제시하고자 한다. Motion sense를 통해 나타난 속도 변화의 데이터를 활용하여 정권지르기 동작시 주먹의 최고 속도가 발현된 지점을 살펴본 결과, 밀어지르기는 전체 팔 길이의 76.6%, 끊어지르기는 69.1%에서 나타났다. 밀어지르는 동작은 어깨를 사용하기 때문에 전체 운동길이가 늘어났고, 최고속도도 약간 뒤쪽에서 발현된 것으로 이해된다. 그리고 이러한 차이는 통계적으로 유의하게 차이가 있는 것으로 제시되었다. 안정덕[2]의 가속도 센서를 이용한 분석에서도 밀어지르기는 끊어지르기에 비해 어깨를 앞으로 밀어 넣는 동작에 의해 가속도 진폭이 하나 더 생기는 것으로 제시한 바 있다. 이러한 결과는 밀어지르기 동작으로 격파를 수행할 때 개인의 전체 팔 길이와 격파할 물체와의 가장 효과적인 거리두기에 대한 정보를 제공하고 있다. 또한 팔과 어깨의 follow throw를 활용하면서 최고 속도를 요구하는 스포츠에서(테니스 등) 가장 효율적인 임팩트 지점을 설명하는 과학적 기초 자료로서도 응용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 세계태권도연맹홈페이지
http://www.wtf.org/about_wtf, 2012.
- [2] 안정덕, “끊어 지르기와 밀어 지르기 동작의 운동 제어적 특성에 대한 영상 분석”, 한국콘텐츠학회 논문지, 제8권, 제8호, pp.244-252, 2008.
- [3] K. M. Newell, The speed-accuracy paradox in movement control: Error of time and space. In G.E. Stelmach(Ed.), *Tutorials in motor behavior*, Amsterdam: Elsevie, 1980.
- [4] R. A. Schmidt, “Inter-limb specificity of motor response consistency,” *Journal of Motor*

Behavior, Vol.1, pp.89-99, 1969.

- [5] R. A. Schmidt, *Motor Control and Learning*. Second Edition, Human Kinetics Publishers, Inc. pp.289-293, 1998.
- [6] C. Rist, “Breaking boards : Scientist say it’s not a trick- it just takes blinding speed and a couple thousand newtons,” *Discovery*, Vol.5, pp28-29, 2000.
- [7] 성낙준, “태권도 격파의 역학적 원리”, 세계태권도학회지, 제5권, pp.159-166, 2001.
- [8] 최치선, *태권도 지르기 동작시 목표거리와 지르기 방식에 따른 충격력 비교 분석*, 미간행 서울대학교 석사학위 논문, 2003.
- [9] 강성철, 김의환, 신현무, 김성섭, 김태완, “태권도 주춤 서 몸통지르기 유형별 생체역학적 변인 분석”, 한국운동역학회지, 제17권, 제4호, pp.201-208, 2007.
- [10] PS2142 force platform, *Instruction Manual* 012-09113B, PASCO, U.S.A, 2007.
- [11] 최치선, 신인식, 서정석, “지면반력 측정기 수직 설치시 충격력 검증”, 한국운동역학회지, 제14권, 제2호, pp57-68, 2004.
- [12] PS2103A Motion sensor, *Instruction Sheet* 012-09625A, PASCO, U.S.A, 2007.
- [13] 김선진, *운동학습과 제어*, 대한미디어, p.129, 2000.

저 자 소 개

안 정 덕(Jeong-Deok Ahn)

정희원



- 2002년 8월 : 부산대학교 체육교육과 이학박사
- 2012년 5월 ~ 현재 : 부산외국어대 겸임교수

<관심분야> : 태권도원리, 운동제어 및 학습