

택견 내지르기 동작 시 디딤발 오금질 유무에 따른 운동역학적 차이 분석

오성근¹ · 안용길²

¹상명대학교 예술경영연구소, ²용인대학교 유도학과

A Comparative Study on the Kinetic Factors in Taekkyon Naejirgi with and without Knee Bending of Supporting Leg

Seong-Geun Oh¹ · Yong-Kil Ahn²

¹The art managements Institute, Sangmyung University, Seoul, Korea

²Department of Judo, Yong-in University, Yongin, Korea

Received 23 May 2013; Received in revised form 19 June 2013; Accepted 26 June 2013

ABSTRACT

Naejirgi is one of the fastest, most forceful and most often being used kicks in Taekkyon games, The purpose of this study was to investigate kinetic factors on two types of Naejirgi kick, one of which uses knee bending of supporting leg and the other uses little it. 12 taekkyoners (11 males and one female) who are the students of Y University participated in this study. They have been practicing on Taekkyon for five years or more. Positions of CoM, the elapsed time of each phase, vertical ground reaction forces, joint moments and impulses of supporting leg were analyzed for this study. The results were as follows; in Naejirgi with knee bending of supporting leg than without knee bending of supporting leg, the vertical motion range of whole body CoM was larger during phase 2 and 3, the elapsed time of phase 4 were longer, players stayed longer in the nearest location to opponent, during phase 4 the vertical ground reaction forces of supporting foot were larger, and joint extension moments and angular impulses of supporting leg (especially knee) were larger. In conclusion supporting knee bending is not a useful strategy for Naejirgi, because players stay longer in the nearest position to opponent and consumed more muscle force and energy for producing the vertical momentum which is unnecessary for pushing down the opponent.

Keywords : Taekkyon, Naejirgi, GRF, Joint moment, Impulse

I. 서 론

한국 전통무예 택견은 발을 주로 사용하여 상대를 차거나 걸어서 넘어뜨리는 경기이며, 품밟기라는 독특한 보법을 통해 모든 공방이 이루어진다는 특징을 갖고 있다(Shin, 1725; Oh & Jang, 2008; Heo & Nam, 2002). 이렇듯 택견의 발기술은 품밟기라는 다리관절, 특히 디딤발의 오

금질(무릎관절을 굽혔다 펴는 동작)을 통해서 이루어지는데, 이 디딤발 오금질이 발차기의 타격력이 아닌 도괴력(넘어뜨리는 힘)을 극대화시키는 필수적인 방법으로서 강조돼 왔다. 따라서 대부분의 지도자들은 발차기에 앞선 필수 동작으로서 디딤발 오금질이 필수적이라 가르치고 있다. 이러한 오금질이 도괴력을 극대화시킬 뿐만 아니라 상대에게 타격을 가하지 않고 넘어뜨릴 수 있는 최선의 방법이며, 이것이 타 무술 발차기와 구분 짓는 택견의 특징적 요소라 여겨지고 있다.

물론 상당수 택견 발질기술의 도괴력을 극대화하는데 디딤발 오금질이 필요한 것은 사실이다. 그러나 택견 기술 중 대표적인 발질이면서 도괴력을 발휘하는데 가장 효과

Corresponding Author: Yong-Kil Ahn
Department of Judo, Yong-in University, 470 Samga-dong Cheoin-gu, Yongin, Gyeonggi, Korea
Tel : +82-10-9017-7532
E-mail : taekkyon449@empas.com

적인 발차기인 내지르기(발바닥으로 상대의 배나 가슴을 수평으로 밀쳐내는 동작)는 수평으로 자신의 운동량을 상대에게 전달시켜 상대를 뒤로 넘어지게 하는 발차기인데, 오금질 즉, 디딤발의 무릎을 굽혔다 펴는 동작은 수직방향의 운동량을 증가시키는 행위로서 내지르기에는 별 도움이 되지 않을 것으로 추론된다. 왜냐하면, 내지르기는 그 수행 목적상 수직방향의 운동량은 최소화하고 수평방향의 운동량을 최대화해야 하기 때문이다. 그럼에도 불구하고 많은 수련자들은 내지르기 동작에 앞서 디딤발 오금질을 필수적으로 수련하고 있을 뿐만 아니라 심판판정 시에도 이를 필수적으로 적용하고 있다.

이렇듯 모든 발질에 앞서 일률적으로 디딤발 오금질을 적용하는 현상이 나타난 것은 택견이 5~60십년간 그 맥이 끊어졌다 복원된 역사적 한계 때문에 고수들 간의 겨루기를 통한 경험과학적 기술이 거의 전수되지 않았으며, 게다가 복원과정에서 생체역학적 연구 또한 거의 이뤄지지 않았기 때문으로 판단된다(Oh & Jang, 2008).

택견 주요 기술에 대한 연구는 운동학적 연구에 거의 국한되어 있으며, 품밟기(Sung, Choi, & Baik, 2001; Oh & Ryu, 2010; Yeon, Lee, Kim J. H., Kim D. M., & Lim, 2011; Lim & Oh, 2008; Jang & Jung, 2006a; Jeong, 2011), 두름치기(Kim, Jang, & Jung, 2007; Jang & Jung, 2006b), 걸치기(Jang & Jung, 2006c), 회목치기(Kim, 2012) 동작에 대한 운동학적 연구는 이뤄졌으나, 가장 빠르고 위력적면서도 가장 자주 활용되는 대표적인 발질 공격인 내지르기에 대한 연구는 전혀 이뤄지지 않고 있다.

또한, 품밟기 유형에 대한 비교분석을 통해 바람직한 유형을 제시한 연구(Oh & Ryu, 2010)를 제외하고는 대부분의 연구들이 단순히 우수선수들의 동작패턴을 살펴보거나 건강목적인 운동효과를 알아보는 데 목적을 두었기 때문에 바람직한 택견 동작이나 수련방법을 제시하는 데는 기여했다고 할 수 없다. 따라서 택견의 경기력 향상이나 효율적 훈련법 마련을 위해서는 주요 기본 기술에 대한 분석적 연구가 필요할 것으로 사료되며, 우선적으로 가장 대표적인 기술이지만 현재 수련되고 있는 발질요령 및 심판규정이 운동역학적으로 추론을 통해 제안된 발질요령과 상충되는 내지르기 기술에 대한 연구가 시급하다고 할 수 있다.

그런데, 택견 내지르기 기술에 대한 운동역학적 연구가 전혀 없어 선행연구결과의 도움을 기대하기는 어렵다. 다만, 유사 무예 동작으로서 태권도 앞차기가 있는데, 이에 대해 여러 연구자들이 운동학적 또는 운동역학적 연구결과를 보고했으나(Kim & Seo, 2001; Kim, 1998; Kim, Shin, & Choi, 1998; Kim & Sihm, 2000; Oh, 2011), 태권도 앞차기와 택견의 내지르기는 정지영상으로 보면 비슷해 보일 수도 있지만, 두 발질의 목적이 전혀 상이하기

때문에 운동형상학적 측면뿐만 아니라 운동역학적 측면에서 전혀 다르게 나타난다.

앞차기는 짧은 시간에 충격량을 집중시켜 타격력을 극대화 시키는 것이 목적이고, 반면 택견경기에서는 보호 장비를 착용하지 않기 때문에 밀쳐내는 목적 이외에 상대에게 강한 타격을 가하는 발차기는 허용되지 않는다. 따라서 택견 내지르기는 타격력은 절제하면서 밀어 참으로써 운동량전이(충격량)를 극대화 시키는 것이 목적이기 때문에 태권도 앞차기에 대한 선행연구결과의 활용이 매우 제한적이다.

또한 태권도 경기에서는 몸통과 얼굴공격만이 허용되지만 택견 경기에서는 모든 신체 부위를 공격할 수 있다. 이는 두 종목 간에 또 하나의 큰 차이를 발생시키는데, 태권도 앞차기 공격과는 달리 택견 내지르기 공격 시에는 디딤 발도 반격 당할 수 있다는 것과 공격당해 넘어지면 패로 이어진다는 것을 의미한다. 따라서 앞차기 동작에서 고려하지 않았던 디딤 발의 미끄러질 가능성도 고려해야 할 필수적 요소인 것이다.

따라서 본 연구에서는 택견의 가장 대표적인 기술인 내지르기의 두 가지 유형, 첫째 현재 지배적으로 전승되고 있는 디딤 발 오금질을 한 후 내지르는 유형(이하 ‘디딤발 오금질 유’라 함)과, 또 하나는 운동역학적 추론에 기초하여 제안된 것으로서 디딤 발 오금질은 최소화시키면서 내지르는 유형(이하 ‘디딤발 오금질 무’라 함)에 대해 운동역학적 변인을 비교 분석하여 택견의 경기규칙상 상대에게 상해를 입히지 않고 밀어쳐서 넘어뜨린다는 목적과 상대보다 먼저 공격에 성공해야 한다는 무술적 목적을 동시에 만족시키는 내지르기 기술을 제시하고자 한다.

이를 위해 몇 가지 가설을 시험해 보았다. 첫째, 내지르기 시 디딤발 오금질 유무에 따라 국면별 소요시간은 차이가 있을 것이다. 둘째, 디딤발과 지면과의 마찰력을 결정하는 지면반력은 내지르기 시 디딤발 오금질 유무에 따라 차이가 없을 것이다. 셋째, 디딤발 오금질 유무에 따라 디딤발쪽 다리관절의 각충격량은 차이가 있을 것이다.

1. 택견 용어 정의

- 1) 내지르기 : 발바닥으로 상대의 배나 가슴을 수평으로 밀쳐내는 동작.
- 2) 굽실 : 관절을 굽혀 에너지를 모으는 동작.
- 3) 능청 : 굽혔던 관절을 펴므로써 에너지를 발산하는 동작.
- 4) 오금질 : 무릎을 굽혔다 펴는 동작.
- 5) 왼발 굽실 : 왼발을 땅에 딛을 때 해당 동작 내에서 왼쪽 무릎을 최대한 굽힌 상태 또는 동작.
- 6) 무릎제기 : 해당 동작 내에서 차는 발쪽 무릎을 최대한 높이로 들어 올린 상태 또는 동작.

2. 내지르기에 대한 운동역학적 추론

내지르기 시에는 가능한 크게 수평운동량을 생성시켜 차는 발을 통해 상대에게 최대한으로 전달시켜야만 상대를 뒤로 넘어뜨릴 가능성이 높아진다. 그러나 수평이동이 목적인 걷기나 달리기와 마찬가지로 내지르기에서도 어쩔 수 없이 수평운동량과 수직운동량이 함께 생성되는데, 이 때 수직운동량을 최소화시켜야만 근육의 에너지소비량을 최소화시킬 수 있으며, 동작수행시간도 단축시킬 수 있다 (Neumann, 2004).

내지르기 동작수행 시 수직운동량이 발생하는 경우는 일차적으로 오른발 추진기(P1)이다. 이때는 수평운동량을 생성시키면서 불가피하게 수직운동량도 생성된다. 그 다음은 체중수용기(P2)에 디딤발 오금이 굽혀졌다가 무릎제기 극면(P3)에 피지면서 오금질이 수행될 때 수직운동량이 발생되는데, 이때는 지면과 다리관절의 기하학적 위상 때문에 수평보다는 수직방향으로 훨씬 더 많은 운동량이 발생하게 된다. 따라서 내지르기 할 때 디딤발 오금질을 최소화시켜야만 근활동에너지의 낭비 없이 빠르게 가능한 큰 수평운동량을 상대에게 전달할 수 있을 것이다. 따라서 체중수용을 위해 어쩔 수없이 수행하게 되는 수동적 무릎굽힘 이외의 의도적으로 추가적인 무릎굽힘을 수행하는 것은 내지르기 목적달성에 도움이 되지 않으며, 근력과 시간낭비를 초래할 것으로 예상된다.

II. 연구방법

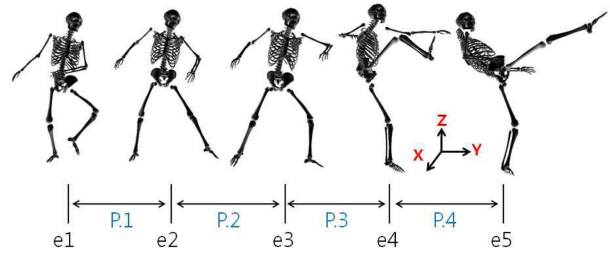
1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 택견수련 경력 5년 이상이고, 체질량지수(BMI)가 25이하인 ‘○’대학 택견전공 남녀대학생 12명이며, 그 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2. 실험도구 및 절차

본 연구 목적을 수행하기 위하여 3차원 동작분석이 실시되었다. 영상자료 수집을 위해 Qualisys사의 적외선 카메라 (Pro Reflex MCU 240, Sweden, Sampling frequency: 100 frame/sec) 7대가 사용되었으며, 내지르기 동작 중 두 발에 의한 지면반력을 측정하기 위하여 두 대의 지면반력기 (Type 9286A, Kistler, Switzerland, Sampling frequency: 1000 Hz)가 사용되었다. 동작이 행해지는 구간은 NLT (Nonlinear Transformation)방법을 이용하여 calibration 되었으며, 각 기기들을 메인 컴퓨터로 동조시켰다.

각 대상자들은 본 실험에 앞서 충분한 준비운동을 실시하였으며, 상하의를 모두 탈의하고 반바지형 타이즈(여학



e1 : Right knee Goomsil
 e2 : Left toe contact
 e3 : Left knee Goomsil
 e4 : Right Knee up
 e5 : Right Naejirgi
 P1 : Right foot push off
 P2 : Weight receiving of Left foot
 P3 : Raising of right knee
 P4 : Right Naejirgi

Figure 1. Events and phase of two types of Naejirgi

Table 1. Anthropometrical data for subjects

Subj.	Sex	Age (yrs)	Height (cm)	Mass (kg)	BMI (kg/m ²)
S1	m	22	182	64.4	19.4
S2	m	25	173	69.8	23.3
S3	m	22	183	82.1	24.5
S4	m	22	172	65.4	22.1
S5	m	25	172	73.5	24.8
S6	m	25	173	61.1	20.4
S7	m	22	187	77.6	22.2
S8	m	19	172	58.2	19.7
S9	m	19	172	62.1	21.0
S10	m	24	173	69.0	23.1
S11	f	19	160	39.7	15.5
S12	m	20	163	54.6	20.6
M		22	178	70.2	22.1
SD		2.4	5.1	6.5	1.5

생은 신축성 반팔내의 포함)를 입고 본 실험에 참여 하였다. 운동학적 자료의 산출을 위하여 인체는 13개의 분절로 구성된 강체로 정의하였고, 각 분절의 위치를 추적하기 위하여 총 72개(관절마커: 24개, 추적마커: 48개)의 반사마커를 피험자의 몸에 부착하였다(Figure 2). 추적마커 부착형태는 발과 머리를 제외한 모든 분절에는 클러스터 타입(cluster type)을 사용하였다.

각 대상자의 신체 해부학적 상태를 고려한 자료 산출과 관절마커와 추적마커의 관계 규정을 위해 해부학적 자세로 서서 standing calibration을 실시한 후, 추적마커만을 부착한 채 실험동작을 수행하였다. 또한, 자연스러운 실험 동작을 위해 해당 동작을 지면반력관 위에서 충분히 연습한 다음, 두 유형의 내지르기(디딤발 오금질이 있는 유형

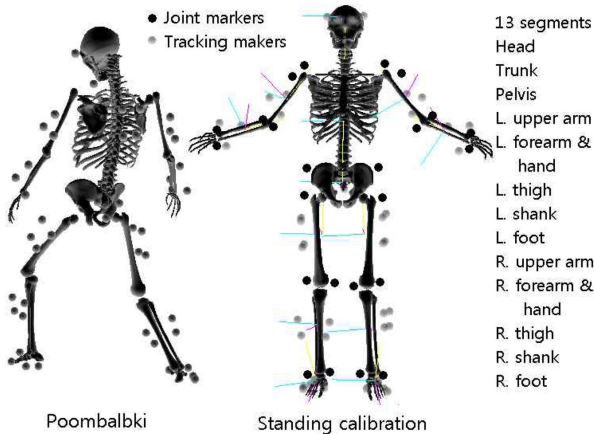


Figure 2. Anatomical location of reflective markers

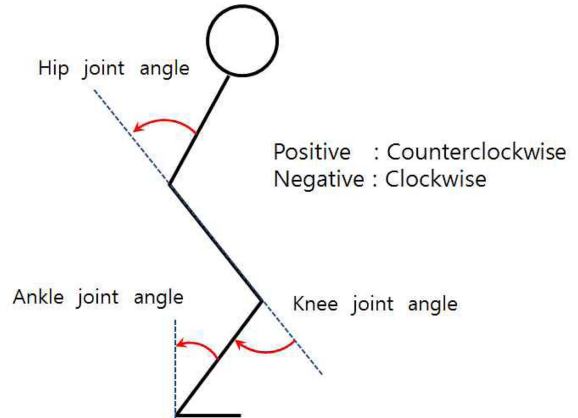


Figure 3. Definition of lower limb joints angles

과 없는 유형)를 좌우 2회씩 자신의 선호 속도로 미리 정해진 무작위 순으로 수행하도록 하였으며, 두 동작 간 1분의 휴식시간을 주었다.

3. 연구 변인 및 자료 처리

1) 분석구간

본 연구에서는 디딤발 오금질 유/무에 따른 내지르기 동작을 비교하였으며, 이를 위해 다음 연구변인들을 산출하였으며, 내지르기 동작의 이벤트와 국면은 <Figure 1>에 나타난 바와 같이 설정하였다.

2) 분석 변인

국면별 소요시간% : 공격을 위해 소요되는 시간은 겨루기 공방에 있어 매우 중요한 요소이기 때문에 내지르기 동작 총소요시간에 대한 국면별 소요시간 비율을 산출하여 비교해 보았다.

디딤발의 수직 지면반력(ground reaction force) : 발차기 공격 시 디딤발이 불안정하면 상대의 반격(특히, 디딤발에 대한 반격)에 의해 넘어지기 쉬운데, 그렇게 되면 경기에 패하게 된다. 이때 안정성을 결정짓는 요인 중 디딤발의 기하학에 따른 지지면과 무게중심의 관계는 두 유형간 차이가 없을 것으로 가정해도 큰 무리가 없을 것이다. 왜냐하면 두 유형 모두 디딤발을 지면과 완전히 접촉한 상태로 차며, 무게중심의 높이도 서로 차이가 없기 때문이다. 그렇다면 디딤발과 지면과의 마찰력이 안정성을 결정짓는 매우 중요한 요인으로 작용할 것이기 때문에 마찰력의 크기를 좌우하는 디딤발의 수직 지면반력을 산출하였다.

수직지면반력을 시간으로 적분하면, 수직충격량을 산출할 수 있다. 이는 수직방향 운동량의 변화량을 나타내므로 내지르기 동작 시 두 유형 간 수직운동량생성의 차이를 분석할 수 있다.

관절모멘트 적분값 (각충격량 = $\int M dt$) : 디딤발쪽 다리관절에 의해 생성되는 각충격량을 알아보기 위해 다리관절모멘트를 시간으로 적분하여 산출하였다(Winter, 1990). 이는 주로 수직운동량변화와 관련된 디딤발 오금질이 택견 내지르기의 운동기능과 직접적인 관계가 없을 것으로 예상되기 때문이다. 왜냐하면 택견 내지르기에서는 수평운동량의 극대화가 요구되기 때문이다. 이 때 적용된 다리관절(발목, 무릎, 엉덩)각의 정의는 <Figure 3>과 같다.

3) 자료 및 통계 처리

실험에서 생성될 수 있는 Random error를 제거하기 위하여 산출된 변인들은 Butterworth 4차 저역필터 (차단 주파수 6Hz)를 사용하여 필터링 되었다. 모든 데이터는 Qualisys Track Manager(Qualisys, Sweden)와 Visual3D (C-motion, USA)를 이용하여 계산되었다.

본 연구의 목적을 달성하기 위해 12명의 대상자의 수행 데이터 모두를 SPSS 17.0 프로그램을 이용한 대응 t-검정 (paired t-test)을 실시하였다. 본 연구의 통계적 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

1. 다리 관절각 및 무게중심 (CoM)

택견 내지르기 동작 시 디딤발쪽 다리관절 특히 무릎을 굽혔다 펴는 경우(디딤발 오금질이 있는 유형)와 디딤 발쪽 무릎 굽힘은 최소화하면서 내지르는 경우(디딤발 오금질이 없는 유형)에 대해 다리관절각을 <Figure 4>에 나타내었다. 원발굽실(e3) 전후 국면에서 디딤발 오금질이 없는 유형보다 디딤발 오금질이 있는 유형의 경우에 발목과 무릎관절이 더 많이 굽혔다 펴지는 것($p<.05$)을 볼 수 있다(Table 2).

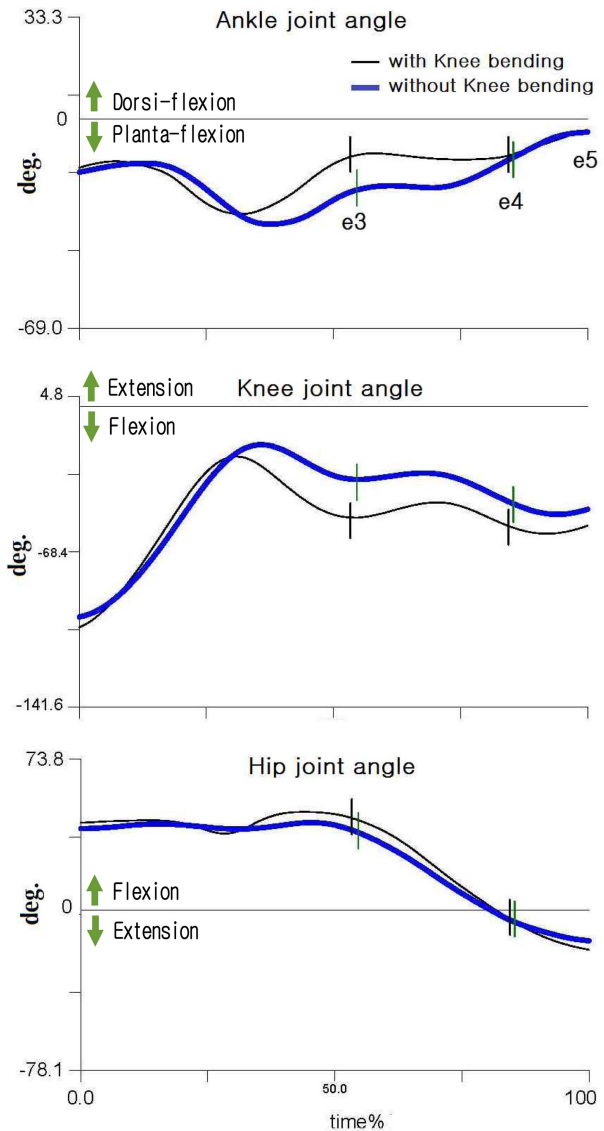


Figure 4. Left leg joint angle with and without knee bending (Unit; deg.)

Table 2. The angular range of left leg joints in phase 2 with and without knee bending (unit: deg.)

joint	knee bending		without		p
	M	SD	M	SD	
ankle	24.9	11.6	16.3	9.4	.020
knee	30.8	13.3	16.5	7.1	.002
hip	13.0	11.5	7.1	3.9	.126

신체무게 중심의 수직변위(높이)를 나타내는 <Figure 5>를 보면, 역시 왼발 굽실(e3) 전후 국면에서 디딤발 오금질이 없는 유형보다 디딤발 오금질이 있는 유형의 경우가 다리관절의 더 많은 굽실에 의해 신체무게중심도 더 큰 변화를 보이고 있다.

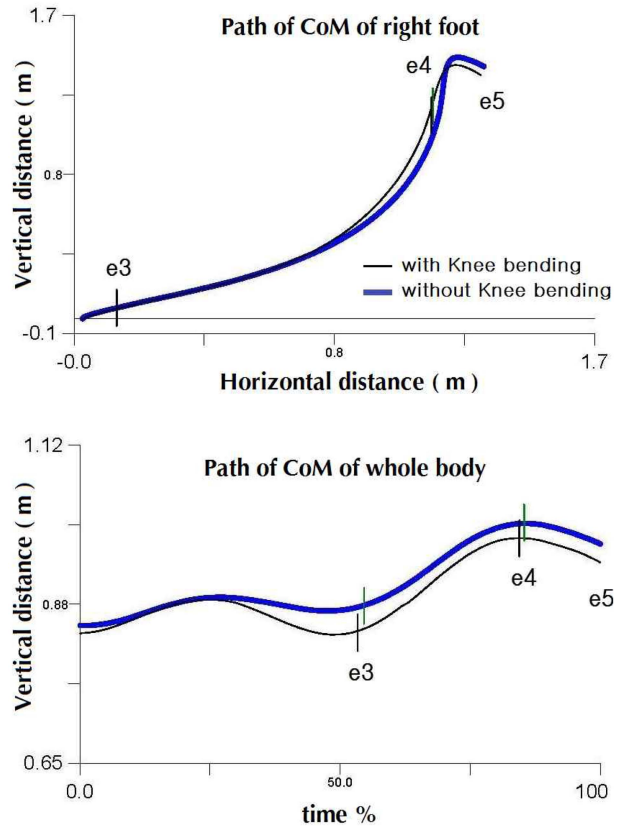


Figure 5. Displacements of CoM of right foot and whole body with and without knee bending

Table 3. The elapsed times of each phase with and without knee bending (* unit: time%, ** unit: ms)

phase	knee bending		without		p
	M	SD	M	SD	
P1*	34.6	4.5	38.5	4.8	.014
P2*	18.0	4.3	16.7	4.7	.554
P3*	30.6	3.2	31.2	2.4	.612
P4*	16.7	2.6	13.5	2.6	.000
P3+P4**	527	52	464	40	.000

2. 국면별 소요시간

<Table 3>에 두 가지 굽실 유형에 대한 내지르기 공격 시 국면별 소요시간(시간 또는 시간%=소요시간/총소요시간×100)을 나타내었다. 오른발 한발로 체중을 지지하고 있다가(e1: 오른발 굽실) 체중을 앞으로 이동시키는 오른발 추진기(P1)에는 디딤발 오금질이 없는 유형이 디딤발 오금질이 있는 유형보다 더 많은 시간을 소요했으나($p<.05$), 오른발 바닥으로 상대의 몸통을 밀쳐내는 오른발 내지르기 국면(P4)에서는 더 짧은 시간을 나타냈다($p<.05$).

Table 4. Vertical impulse and GRF of left foot with and without knee bending (* unit: BW%·s, ** unit: BW%)

phase	knee bending		without		p	
	M	SD	M	SD		
vertical impulse*	p2	15.6	5.6	13.3	5.2	.393
	p3	32.3	4.8	31.2	3.4	.398
	p4	15.6	2.9	10.6	1.8	.000
vertical GRF**	e3	142.7	9.6	143.3	18.9	.891
	e4	67.7	12.1	62.6	14.6	.256
	e5	97.4	12.8	82.8	14.4	.000

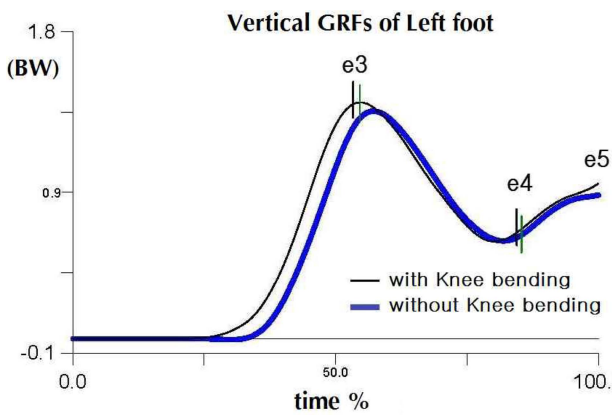


Figure 6. Vertical GRFs of left foot

3. 디딤발 수직 지면반력

두 가지 굽실 유형에 대한 내지르기 공격 시 각 이벤트 별(e3-e5) 왼발 수직 지면반력과 각 국면별(P2-P4) 왼발 수직지면반력의 적분값을 <Table 4>와 <Figure 6>에 나타내었다($p < .05$). 오른발 무릎제기(e4)~내지르기(e5) 즉, 내지르기 국면(P4)에서 수직지면반력의 적분값(수직방향 충격량)의 경우 디딤발 오금질이 없는 유형이 디딤발 오금질이 있는 유형보다 더 작았다($p < .05$).

4. 디딤발 관절모멘트 및 각 충격량

두 가지 굽실 유형에 대한 내지르기 공격 시 각 이벤트 별(e3-e5) 왼(디딤발)쪽 다리 관절 모멘트(굽힘/뽐)와 각 국면별(P2-P4) 관절모멘트(굽힘/뽐)의 적분값(각 충격량)을 <Table 5>과 <Figure 7>에 나타내었다.

오른발 무릎제기(e4) ~ 내지르기(e5) 즉, 내지르기 국면(P4)의 발목, 무릎 및 엉덩관절 모두에서 모멘트의 적분값(각 충격량)에 대해 디딤발 오금질이 없는 유형이 디딤발 오금질이 있는 유형보다 더 작게 나타났으나($p < .05$), 엉덩관절과 발목관절의 차이는 크지 않았고, 무릎관절에서 두 유형 간 각 충격량의 차이가 크게 나타났다($p < .05$).

Table 5. Left leg joint moments and angular impulses with and without knee bending (unit: BW)

phase	knee bending		without		p		
	M	SD	M	SD			
ankle	m	e3	-37.8	17.1	-30.7	21.5	.389
		e4	-24.1	15.3	-23.7	10.2	.892
		e5	-42.2	21.0	-34.5	11.3	.046
		P1	0.2	0.1	0.2	0.1	.019
	i	P2	-3.3	3.1	-1.5	1.6	.071
		P3	-13.1	6.0	-12.0	5.0	.510
		P4	-6.1	3.4	-4.0	1.4	.016
		m	e3	78.1	40.5	61.6	37.0
	e4		54.2	28.9	33.8	24.2	.041
	e5		116.0	27.5	89.1	24.1	.004
	P1		-1.0	0.7	-0.7	0.5	.005
	i	P2	5.4	7.1	3.5	4.9	.524
P3		13.6	7.5	9.3	6.2	.153	
P4		17.1	4.8	9.5	3.5	.000	
m		e3	-99.7	53.1	-111.5	41.2	.161
	e4	-10.4	36.6	-13.3	29.0	.636	
	e5	73.1	22.8	67.1	17.0	.311	
	P1	6.2	1.7	7.2	2.1	.008	
i	P2	-12.9	4.2	-12.1	3.9	.474	
	P3	-19.2	11.3	-18.4	6.2	.652	
	P4	7.0	3.7	4.1	3.2	.003	

IV. 논의

택견 발질기술 중 내지르기는 발바닥으로 상대의 배나 가슴을 수평으로 밀쳐내서 넘어뜨리거나 현저히 중심을 흐트러뜨리는 것을 목적으로 한다. 따라서 운동역학적 추론에 기초하면 수평운동량을 최대한 크게 상대에게 전달시켜야만 그 목적을 달성할 수 있다. 그러나 현재 지배적으로 전수되며 경기규칙에서 강제되고 있는 내지르기 요령은 내지르기(P3)에 앞선 디딤발 오금질을 필수적으로 요구하고 있는데, 이는 운동역학적 추론과 상충된다. 그러나 내지르기에 대한 운동학적 또는 운동역학적 연구는 전혀 이뤄지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 겨루기 측면에서 효율적인 내지르기 기술을 제시하고자 두 내지르기 유형에 대한 운동역학적 변인들을 비교 분석하였다.

1. 수직충격량

택견 내지르기 동작 시 다리관절각을 살펴본 결과

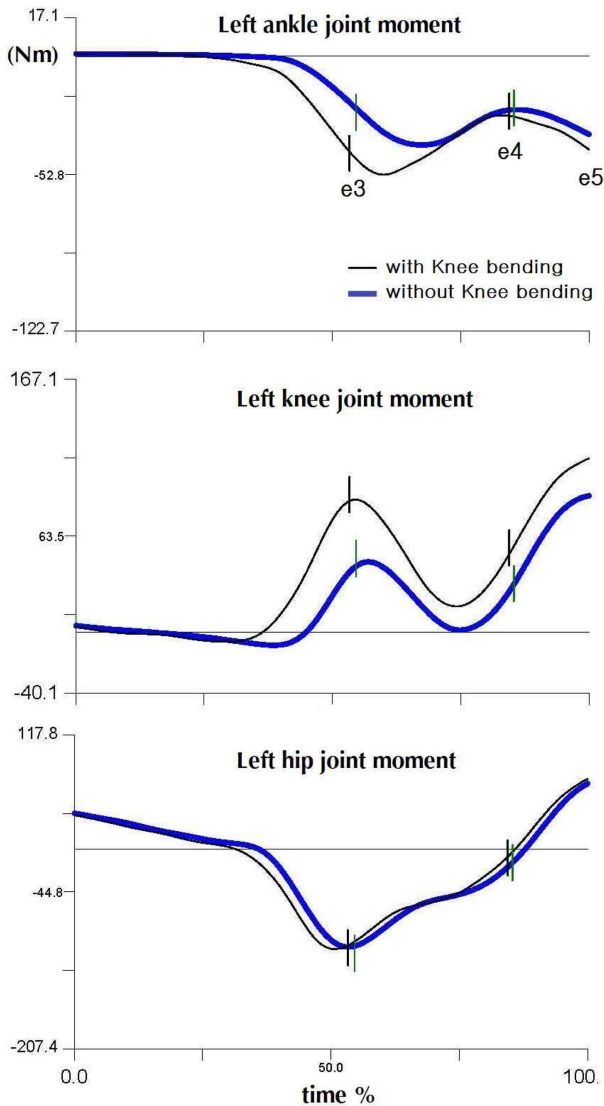


Figure 7. Joint moments of left leg

(Figure 4, Table 2), 왼발굽실(e3) 전후 국면에서 디딤발 오금질이 없는 유형보다 디딤발 오금질이 있는 유형의 경우에 발목과 무릎관절이 더 많이 굽혔다 펴지는 것으로 나타났다($p < .05$), 이 시기(e3, 전후국면)에 신체무게중심의 수직변위도 더 큰 변화($p < .05$)를 나타냈다(Figure 5). 이는 내지르기 목적상 불필요한 수직운동량 생성에 다리관절이 기여하고 있다는 것을 의미하며, 결국 디딤발 오금질로 인한 결과로 해석된다.

국면별 수직지면반력의 적분값 즉, 수직충격량을 산출해 본 결과, 내지르기 국면(P4)에서 디딤발 오금질이 없는 유형이 디딤발 오금질이 있는 유형보다 더 작게 나타났는데 ($p < .05$), 이는 내지르기 동작 시 디딤발 오금질이 있는 유형이 디딤발 오금질이 없는 유형보다 다리 근력 에너지를 더 많이 소비한다고 할 수 있으며, 이것이 누적되면 순발

력과 지구력을 함께 요구되는 택견 겨루기 경기에서 지구력 손실을 유발하고 결국에는 순발력 손실도 초래할 가능성이 크다는 것이다.

이에 대한 또 다른 증거로서 다리관절의 각충격량(모멘트의 적분값)을 살펴본 결과, 내지르기 국면(P4)의 발목, 무릎 및 엉덩관절 모두에서 디딤발 오금질이 없는 유형이 디딤발 오금질이 있는 유형보다 더 작게 나타났으며 ($p < .05$), 엉덩관절과 발목관절의 차이는 크지 않았고, 무릎관절에서 두 유형 간 각충격량의 차이가 크게 나타났다. 이는 디딤발 오금질이 있는 유형의 더 높은 수직충격량(지면반력으로부터 산출된)에 대해 무릎관절의 각충격량의 기여도가 더 크다는 것을 시사한다. 이는 디딤발 오금질이 없는 유형에 비해 디딤발 오금질이 있는 유형의 경우가 무릎관절 펌 근육들을 더 크게 활용한다는 것을 의미한다. 따라서 디딤발 오금질은 지면과 다리관절의 기하학적 내지르기 본래의 목적인 수평운동량생성에 쓰이기보다는 수직운동량 생성에 이용되기 때문에 에너지 효율 측면에서는 더 비효율적이라 판단된다.

2. 반격의 위험성

한편, 택견 내지르기 동작에서 고려해야 할 또 다른 사항은 디딤발을 반격당할 수 있으며, 이는 결정적 패인으로 작용할 수 있다는 것이다. 따라서 반격위험성에 대해 다음 두 가지 측면을 고려해야 한다.

첫째는 반격에 노출된 시간이다. 즉, 반격가능거리에서 머무는 시간 또한 고려해야 한다. 디딤발을 공격가능거리에 놓았다는 것은 반대로 반격당할 거리에 놓았다는 것을 의미한다. 국면별 소요시간을 살펴보면, 디딤발 오금질이 있는 유형에 비해 오금질이 없는 유형이 국면(P3+P4) 소요시간이 더 짧게 나타났는데($p < .05$), 이는 상대의 반격이 용이한 근접한 거리에서 머물러야 하는 시간(P3+P4)이 짧다는 것을 의미한다. 따라서 반격당할 가능성 측면을 고려한다면, 디딤발 오금질이 있는 유형보다 디딤발 오금질이 없는 유형이 더 유리한 공격기술이라 할 수 있다.

둘째는 내지르기 시 디딤발에 의해 유지되는 안정성 측면을 고려해야 한다는 것이다. 안정성을 결정짓는 요인 중 디딤발의 기하학에 따른 기저면과 무게중심의 관계는 두 유형간 차이가 없을 것으로 가정해도 큰 무리가 없을 것이다. 그렇다면 수직지면반력(지면에 작용하는 수직하중)이 디딤발과 지면과의 마찰력의 크기를 결정한다고 할 수 있다. 따라서 내지르기 국면(P4)에서 상대적으로 큰 값을 보인 디딤발 오금질이 있는 유형의 경우 지면과의 마찰력이 더 컸기 때문에 공격 시 상대의 반격에 의해 안정성을 잃고 넘어질 확률이 적다고 할 수 있다.

그러나 국면 말기의 짧은 시간을 제외하곤 거의 같은 지

면반력값을 보인다는 것(Figure 6)과 겨루기 특성상 내지르기 국면(P4) 말기에는 디딤발을 반격하기가 용이치 않다는 것을 감안하면, 반격의 위험성에 미치는 마찰력의 효과는 두 유형간 차이가 거의 없다고 할 수 있다. 게다가 반격에 노출된 국면(P3+P4)의 소요시간이 짧다는 것(Table 4)은 마찰력의 효과를 상쇄시키고도 남음이 있다고 할 수 있다.

따라서 불필요한 수직운동량 생성에 근력과 에너지를 소비하는 디딤발 오금질이 있는 유형보다는 디딤발 오금질이 없는 유형이 공격과 공격 시 당할 반격에 대한 위험성 측면에서 볼 때 더 유리한 기술이라 할 수 있다.

V. 결 론

운동역학적 분석을 통하여 디딤발 오금질 유무에 따른 두 가지 내지르기 유형의 무술적 유용성을 비교하기 위하여 신체 무게중심의 변위와 국면별 소요시간, 디딤발의 수직지면반력, 관절모멘트 및 관절각충격량을 산출해 분석하였고, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 원발굽실(e3) 전후 국면에서 디딤발 오금질이 없는 유형보다 디딤발 오금질이 있는 유형의 경우에 다리관절의 더 많은 굴신에 의해 신체무게중심의 수직변위도 더 큰 변화를 보였다.

2. 디딤발 오금질이 있는 유형보다 디딤발 오금질이 없는 유형의 경우 오른발 내지르기 국면(P4) 소요시간 비율이 더 짧았으며, 또한 상대의 반격이 용이한 근접한 거리에서 머물러야 하는 시간(P3+P4)도 짧았다.

3. 내지르기 국면(P4)의 수직지면반력의 적분값(수직방향 충격량)의 경우 디딤발 오금질이 없는 유형이 디딤발 오금질이 있는 유형보다 더 작았다.

4. 내지르기 국면(P4)의 다리(발목, 무릎 및 엉덩)관절 모두에서 모멘트의 적분값(각충격량)에 대해 디딤발 오금질이 없는 유형이 디딤발 오금질이 있는 유형보다 더 작게 나타났다. 엉덩관절과 발목관절의 차이는 크지 않았고, 무릎관절에서 두 유형 간 각충격량의 차이가 크게 나타났다.

위 결과를 종합하면, 택견 내지르기 동작은 가장 빠르고 자주 사용되는 대표적인 발질 공격동작으로서 상대를 밀어 넘어뜨리기 위한 수평운동량을 극대화해야 하고 상대의 방어와 반격기회를 최소화해야 한다. 그러나 디딤발 오금질이 있는 유형은 오금질이 없는 유형에 비해 내지르기 공격 시 상대의 반격가능거리에 머무는 시간이 길어 반격 위험성이 더 컸으며, 디딤발쪽 다리관절 특히, 무릎 관절 모멘트가 커서 수직운동량을 생성하는데 근력과 에너지를 더 많이 소비한다. 따라서 에너지 비효율성뿐만 아니라 반격 위험성이 더 큰 디딤발 오금질이 있는 유형은 택견 내지르기에 유용한 굽실 기술이 아닌 것으로 판단된다.

따라서 내지르기의 굽실동작은 디딤발 오금질이 아니라

차는 발을 들어 올려 무릎제기한 상태 즉, 다리관절을 적절히 굽힌 상태로 규정해야 할 것으로 판단된다. 따라서 디딤발 오금질을 모든 발차기에 일률적으로 적용하는 것은 재고되어야 하고, 향후 연구를 통해 다른 발질 기술도 디딤발 오금질과 굽실의 관련성에 대한 재검토가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서 다루지 않은 내지르는 다리에 대한 역학적 연구는 내지르기 기술 연구에 중요하기 때문에 향후 연구자들의 관심이 필요할 것으로 사료된다. 이를 위해서는 내지르는 다리의 충격력(접촉력)을 정량적으로 측정할 수 있는 실험설계가 필수적이라 판단된다.

참고문헌

- Heo, I. W., & Nam, D. H. (2002). A study on Korean martial arts in the Haedong-Jukji. *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 4(1), 202-215.
- Jang, G. T., & Jung, T. U. (2006). Kinematic analysis of Taekkyon Poombarbgi(steps). *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 8(1), 173-188.
- Jang, G. T., & Jung, T. U. (2006). Kinematic analysis of Taekkyon Gyeotchigi(kicking). *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 7(2), 205-218.
- Jang, G. T., & Jung, T. U. (2006). Kinematic analysis of Taekkyon Dureumchigi(kicking). *Korea Sports Research*, 17(5), 565-574.
- Jeong, R. J. (2011). *A study on the original form of Pumbapgi in Taekkyon*. Unpublished master's thesis. Suncheon National University.
- Kim, K. W., & Seo, J. S. (2001). The biomechanical analysis of Tae Kwon Do Ap-chagi motion. *The Korean Journal of Physical Education*, 40(2) 803-811.
- Kim, S. S. (2012). *Kinematic analysis of Hoimokchigi in Taekkyon*. Unpublished master's thesis. Suncheon National University.
- Kim, S. K. (1998). A study of the energy transfer between the low limb segments during the Taekwondo front kick. *The Korean Journal of Physical Education*, Vol 37(2), 213-219
- Kim, Y. E., Shin, Y. S., & Choi, J. Y. (1998). Dynamic relationship between segments during front kick in Taekwondo. *The Korean Journal of Physical Education*, 37(3), 307-318.
- Kim, W. S., & Sihm, S. H. (2000). A biomechanical analysis of the abmlechagi Taekwondo technique. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 9(2), 43-65.
- Kim, J. C., Jang, K. T., & Jung, T. W. (2007). The effect of the supporting leg's knee angle during the movement of Taekkyon Dureumchigi(kicking). *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 9(1), 129-148.
- Lim, S. W., & Oh, J. K. (2008). Effects of Tackyun Pum-balb-gi and balance training on physical fitness and balance confidence in female elderly. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 34, 1063-1072.
- Neumann, D. A. (2004). *Kinesiology of the muscularoskeletal system*, Singapore, Singapore: Mosby.

- Oh, S. G., & Ryu, J. S. (2010). A comparative study on the kinematic factors and GRF with Poombalgi types in Taekkyon. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 20(1), 1-9.
- Oh, S. G., & Jang, K. T. (2008). Review of taekkyon game rule through analysis for historical materials. *Korea Society for Sport Anthropology*, 3(1), 77-93.
- Oh, C. H. (2011). Biomechanical analysis of Taekwondo front kick between excellent and non-excellent players. *The Korean Journal of Physical Education*, 50(4), 367-378.
- Sung, B. J., Choi, J. I., & Baik, H. H. (2001). The study of exercise intensity on the speed of Taekgyun Pumbalgi. *The Korean Journal of Physical Education*, 40(2), 645-653.
- Shin, Y. B. (1725). 大快圖 (*Dae Qoae Do*). A Unpublished genre painting in the Chosun Era.
- Winter, D. A. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement. 2nd edition*. Willy-Interscience Publication, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Yeon, G. R., Lee, I. H., Kim, J. H., Kim, D. M., & Lim, I. S. (2011). Effect of Taekkyon Pumbalgi on correction of Genu Valgus in the elementary school students for 12 weeks. *The Korean Journal of Growth and Development*, 19(4), 249-252.