



한국여성체육학회지, 2020. 제34권 제1호. pp. 149-162
Journal of Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women
2020. Vol.34, No.1, pp. 149-162
<https://doi.org/10.16915/jkapesgw.2020.3.34.1.149>(ISSN 1229-6341)

태권도 시범자의 드롭 착지 시, 신발 유형과 내측 족궁 지지대 착용 유무에 따른 지면반력의 차이

박지인(이화여자대학교, 석사)·이경옥*(이화여자대학교, 교수)

국문초록

본 연구의 목적은 태권도 시범자의 드롭 착지 시, 신발의 유형과 내측 족궁 지지대의 착용 유무에 따른 지면반력의 차이를 분석하는 것이다. 피험자는 태권도 경력 5년 이상인 태권도 시범 전공자 또는 태권도 시범단에 3년 이상 소속되어 있는 15명이다. 맨발, 태권도화, 발가락 신발 착용 시 각각 내측 족궁 지지대 착용 유무 조건에서 드롭 착지 시 지면반력 변인들을 분석하였다. 통계처리는 비모수 반복측정 Friedman 검정을 실시하였다($p < .05$). 전체적으로 발가락 신발과 내측 족궁 지지대를 착용한 태권도화가 다른 조건보다 수직, 좌우, 전후의 수동적(충격), 능동적 힘이 감소하였다. 발가락 신발을 통해 발가락 벌림근의 사용을 유도하고, 내측 족궁 지지대를 통해 내측 족궁을 지지해주어 족궁의 탄성을 이용할 수 있게 한 것이 수동적(충격), 능동적 힘을 감소시켜 사뿐히 착지할 수 있도록 한 것이다. 따라서 태권도 시범 시, 태권도화에 내측 족궁 지지대를 착용하거나 발가락 신발 사용을 권고한다. 이러한 연구 결과는 태권도화로서 갖춰야할 기능적 요소를 구명하여 부상을 예방, 감소시키고, 나아가 시범 종목에 최적화된 태권도화 개발에 기여할 것이다.

한글주요어 : 태권도화, 발가락 신발, 내측 족궁 지지대, 드롭 착지

* 이경옥, 이화여자대학교, E-mail : yikok@ewha.ac.kr

I. 서론

운동화는 일차적으로 외부로부터 발을 보호하여 상해를 예방하고, 이차적으로 스포츠 종목의 수행력을 향상시킬 목적으로 개발되어 왔다. 그러므로 운동화는 맨발로 운동하는 것처럼 움직임을 가볍고 자연스럽게 만들어주면서 맨발일 때보다 수행력을 높여주며, 위험한 환경과 상황에 의한 상해를 예방하는 것이 역할일 것이다. 최근 들어 운동화가 세분화되면서 종목마다 전문 스포츠화가 생기고, 그 종류도 더욱 다양해지고 있다. 태권도화도 이러한 전문 스포츠화 중 하나로 태권도 수련을 위해 만들어졌고, 태권도 인구가 늘어남에 따라 수요가 높아지고 있다.

태권도는 경기나 훈련 시 맨발로 실시하기 때문에 태권도화의 필요성을 크게 느끼지 못하고 있다(박승범, 이정호, 2008; 진영완, 박승범, 2008). 하지만 태권도가 세계적인 대중 스포츠로 자리 잡으면서 시범 종목의 경우 이전 보다 공연 횟수가 늘어났으며, 기술이 다양화되고, 난이도가 높아짐에 따라 상해를 예방하기 위한 방안이 필요하게 되었다.

묘기에 가까운 화려한 발차기 기술과 위험요소가 많은 호신술, 각종 고난이도의 격파시범으로 구성된 시범 종목은 많은 상해 위험요소가 존재한다(이용주, 신민영, 2014). 특히 쉽게 할 수 없는 공중 동작 및 격파 기술은 부상의 위험이 크다(정국현, 2017). 또한 상해 예방에 대한 교육을 받은 시범 전공자는 22%밖에 되지 않아 태권도 시범 종목은 안전의 사각지대에 놓여있는 실정이다(박영재 등, 2015). 태권도 시범 종목에서 가장 많이 경험하는 상해부위는 무릎과 발이었으며(고재욱, 2012; 고재욱 등, 2012;

박영재 등, 2015; 정국현, 2017), 특히 점프 발차기의 보조자 딛고 뛰어 기술(장애물 기술)에서 상해가 가장 많이 나타났다(김중수, 2018; 정국현, 2017). 격파를 성공시키는 것이 중요하다보니 상대적으로 착지에 소홀하여 점프 발차기, 그 중에서도 보조자 딛고 뛰어 기술에서 하지의 상해가 많았다.

한편, 스포츠 과학의 발달로 부상을 예측하고, 보호 장비도 발전했다. 이러한 보호 장비의 발전은 기술력 향상에도 영향을 주었다(박보현, 한승백, 2017). 고도화된 보호 장비는 자신의 신체를 보호해 줄 것이라는 믿음을 갖게 해주었고, 그에 따라 위험을 감수하더라도 보다 역동적이며, 과감한 퍼포먼스를 보여 줄 수 있도록 만드는 원동력이 되었다(신종섭, 권구명, 2018). 그러나 이러한 보호 장비는 신체 보호라는 명목 하에 개발되었으나 고난이도 수행을 부추겨 오히려 부상을 증가시키는 보조기구가 된 것이다(Specht, 2007). 실제로 신체를 보호해주는 보호 장비가 필요하다.

이런 의미에서 태권도화의 연구와 개발은 필수적이다. 신발이 착지 시 상해를 예방하는 데 도움을 주기 때문이다(조성초, 1999; 임비오 등, 2013). 그러나 지금까지 제시된 태권도화에 관한 연구에서는 브랜드의 차이와 디자인에 대한 연구가 대부분이었다(권형수, 2002; 진영완, 락이섭, 2007; 진영완, 박승범, 2008; 박승범, 이정호, 2008). 전용 스포츠화답게 기능적인 변화가 필요하다. 신발의 진화와 함께 인솔(inside)의 개발도 많은 발전을 가져왔다. 인솔은 신발 속에 삽입하는 것으로 주로 변형된 발과 자세를 교정하고, 변형으로 인한 통증 및 손상을 예방하고 치료하기 위한 목적으로

많이 사용되고 있다 (Su, et al., 2017; Han, et al., 2019). 특히 내측 족궁을 지지해 주는 인솔은 발의 가로 아치(arch)를 지지해 주어 내측 족궁이 무너지지 않게 함은 물론 족궁의 탄성을 유지하게 하여 점프하거나 높은 곳에서 뛰어 내릴 때, 충격을 흡수하는 중요한 역할을 한다. (Lee, et al., 2017; Kim, Yi, 2017).

본 연구의 목적은 태권도 시범자의 드롭 착지 시, 신발의 유형과 내측 족궁 지지대의 착용 유무에 따른 지면반력의 차이를 분석하는 것이다. 이러한 연구 결과는 태권도화가 갖춰야 할 운동역학적 요소를 구명하여 부상을 예방, 감소시키고, 나아가 시범 종목에 최적화된 태권도화 개발에 기여할 것이다.

II. 연구 방법

1. 분석 대상

본 연구의 대상은 태권도 경력이 5년 이상의 태권도 시범 전공자 또는 태권도 시범단에 3년 이상 소속되어 있는 15명으로, 오른발잡이고, 최근 6개월 이내에 하지 상해 경험이 없어 60cm 드롭 착지를 하는 데 문제가 없는 남성으로 선정하였다. 안정 시 종골 기립 각도(RCSP: Alexander, 1997)를 측정하여 정상족($\pm 2^\circ$)을 대상으로 하였다(표 1).

표 1. 연구 대상자의 신체적 특징 (n=15)

	연령 (yr)	태권도 경력 (yr)	신장 (단)	신장 (cm)	체중 (kg)	발사이즈 (mm)
Mean	21.80	12.00	3.93	172.93	71.93	263.67
SD	3.47	3.32	.59	3.88	7.75	7.43

2. 실험 절차 및 장비

먼저 안정 시 종골 기립 각도(RCSP) 검사를 통해 피험자의 발 형태를 측정하였다. 발의 형태에 따라 연구 결과가 다르게 나올 수 있으므로 안정 시 종골 기립 각도가 ± 2 범위에 있는 정상족만을 대상으로 하였다.



그림 1. 안정 시 종골 기립 각도 측정

피험자는 실험에 앞서 10분간 워밍업을 하였고, 피로를 유발할 수 있는 강도 높은 신체 활동은 금지하였다. 또한 드롭 착지 동작을 연습하여 두발이 어깨 너비로 동시에 착지하도록 하였고, 오른발만 지면반력기 안으로 착지 할 수 있도록 유도하였다. 착지 후 자연스러운 굴곡동작을 하되 무릎관절의 최대 굴곡 각도가 60~70도가 되도록 연습하게 하였다(Peng et al., 2011).

피험자는 60cm 높이의 점프대 위에 올라가 시작 신호에 맞추어 점프대와의 거리가 20cm인 지면반력기 위에 오른발의 전족, 후족 순서로 착지하게 하였다. 실제 장애물 기술은 최소 2m이상의 높은 위치에서 착지하나, 부상의 위험을 줄이기 위해 60cm를 선택하였다. 팔의 영향을 제거하기 위해 양팔을 교차하여 손을 어깨에 대고 가슴에 붙이도록 하였으며 착지를 완료할 때까지 유지할 수 있도록 하였다.

록 지시하였다.

맨발, 태권도화(The Contestant, Adidas, 한국) (그림 2), 발가락 신발(V-AQUA, Vibram, Italy)(그림 3)을 신고, 내측 족궁 지지대(FUTURO, USA)(그림 4)의 착용유무에 따른 여섯 가지 조건의 착지를 무작위로 실시하였고, 성공적인 착지를 3회 이상 할 때 까지 실시하였다. 맨발의 조건에서 내측 족궁 지지대 착용은 탄성밴드 집을 사용하였다. 핸드폰(iPhone8, Apple, USA) 카메라를 피험자의 정측면(sagittal plane)에 설치하여 무릎관절의 최대 굴곡 각도가 60~70도의 범위에 있는 것을 확인하고, 실험자와 경력자인 피험자가 동시에 안정적인 착지로 동의 하였을 때, 그리고 지면반력기로 측정된 변인들도 안정적으로 착지한 것이 동일하게 확인되었을 때를 최적의 동작 이라고 가정하고 분석하였다. 각 신발과 내측 족궁 지지대에 대한 적응을 위해 조건별 수행 전에 5분간 적응시간을 가졌고, 각 수행 사이에 30분 이상의 휴식시간을 가져 피로로 인한 오염효과를 최소화하였다.

지면반력은 Type 9281B11 지면반력기(Kistler, Switzerland)와 증폭기(Type 9865A, Kistler, Switzerland), A/D변환기(Type 5695, Kistler, Switzerland)를 통해 측정하였으며 자료 수집률(sampling rate)은 1000Hz, 표집시간은 5초로 설정하였다.

3. 변인 분석

지면반력 변인 분석은 수직, 좌우, 전후 지면반력으로 나누어 분석하였다. 수직 지면반력은 전족 착지기의 수동적 힘(충격)①수동 정점 최댓값, ②수동 정점의 수, ③수동 증가율, ④수동 감소율, ⑤수동역적, 후족 착지기의 능동적 힘(⑥능동 정점 최댓값, ⑦능동 정점의 수, ⑧능동 증가율, ⑨능동 감소율, ⑩능동 역적), 무릎 굴곡기의 능동적 힘(⑪능동 정점 최댓값, ⑫능동 정점의 수, ⑬능동 역적)을 분석하였고, 좌우, 전후 지면반력은 각각 최댓값과 최솟값, 최대 최소 차이에 초점을 맞춰 분석하였다(그림 5).



그림 2. 태권도화



그림 3. 발가락 신발

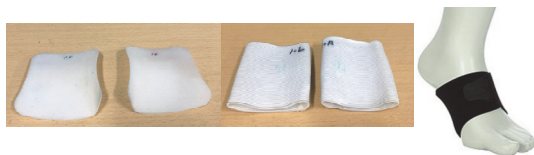


그림 4. 내측 족궁 지지 인솔(좌), 인솔 집(중), 착용(우)

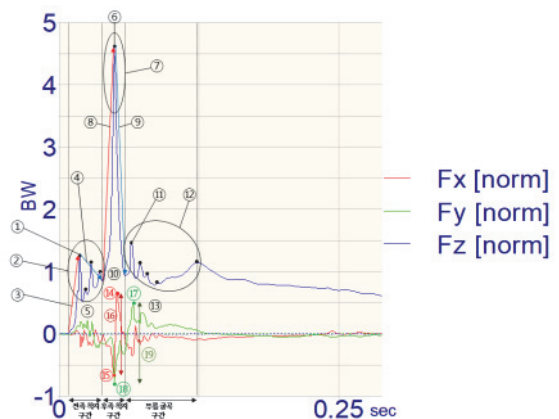


그림 5. 지면반력변인

4. 자료처리

본 연구는 Window용 IBM SPSS Statistics 22.0을 사용하여 오른발이 지면반력기 위에 착지한 순간부터 무릎이 최대로 굴곡된 시점(60~70도)까지의 자료를 분석하였다. 지면반력기에서 측정된 변인들의 자료는 각 피험자의 체중으로 나누어 표준화하였다. 신발의 유형별(맨발, 발가락 신발, 태권도화), 내측 족궁 지지대의 착용 유무에 따른 통계 분석을 위하여 비모수 반복측정 Friedman 검정을 이용하였고, 사후검정은 wilcoxon signed rank test를 하였으며, Bonferroni Correction Method(B.C. Method)로 보정하였다. 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하여 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 신발 유형과 내측 족궁 지지대의 착용 유무에 따른 수직 지면반력의 차이

1) 전족 착지 구간

수동 정점 최댓값(충격)은 발가락 신발, 내측 족궁 지지대를 착용한 맨발, 태권도화가 맨발보다 유의하게 작게 나타났다($\chi^2=27.19, p<.00$). 수동 증가율은 발가락 신발, 내측 족궁 지지대를 착용한 태권도화가 맨발보다 유의하게 작게 나타났다($\chi^2=20.18, p<.00$). 수동 역적(충격량)은 내측 족궁 지지대를 착용한 맨발, 태권도화가 맨발보다 유의하게 작게 나타났고, 내측 족궁 지지대를 착용한 태권도화가 지지대를 착용하지 않은 태권도화보다 유의하게 작게 나타났다($\chi^2=24.29, p<.00$). 반면, 수동 정점의 수와 수동 감소율은 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$)(표 2).

표 2. 전족 착지 구간

종속 변인	독립변인		Mean (\pm SD)	χ^2	p	post-hoc
	신발유형	내측 족궁 지지대				
전족 착지 수동 정점 최댓값 (BW)	맨발	무 ^a	1.84 (\pm .40)	27.19	.00***	b,c,f\{a
		유 ^b	1.51 (\pm .34)			
	발가락 신발	무 ^c	1.59 (\pm .38)			
		유 ^d	1.75 (\pm .37)			
	태권도화	무 ^e	1.81 (\pm .60)			
		유 ^f	1.53 (\pm .36)			
전족 착지 수동 정점의 수 (N)	맨발	무 ^a	4.07 (\pm 1.03)	14.58	.01*	
		유 ^b	3.07 (\pm .88)			
	발가락 신발	무 ^c	3.73 (\pm 1.03)			
		유 ^d	3.47 (\pm 1.30)			
	태권도화	무 ^e	3.27 (\pm .96)			
		유 ^f	3.07 (\pm .80)			
전족 착지 수동 증가율 (BW/sec)	맨발	무 ^a	168.30 (\pm 51.33)	20.18	.00**	c,f\{a
		유 ^b	138.31 (\pm 61.61)			
	발가락 신발	무 ^c	126.03 (\pm 33.91)			
		유 ^d	152.34 (\pm 51.68)			
	태권도화	무 ^e	133.37 (\pm 49.36)			
		유 ^f	126.96 (\pm 35.90)			

전족 착지 수동 감소율 (BW/sec)	맨발	무 ^a	-45.90 (±37.78)	6.96	.22	
		유 ^b	-51.50 (±61.20)			
	발가락 신발	무 ^c	-55.03 (±33.53)			
		유 ^d	-68.49 (±38.03)			
	태권도화	무 ^e	-62.39 (±53.65)			
		유 ^f	-48.06 (±22.52)			
전족 착지 수동 역적 (BW·sec)	맨발	무 ^a	.0283 (±.0074)	24.29	.00***	b,f<a, f<e
		유 ^b	.0208 (±.0045)			
	발가락 신발	무 ^c	.0238 (±.0040)			
		유 ^d	.0216 (±.0049)			
	태권도화	무 ^e	.0250 (±.0050)			
		유 ^f	.0204 (±.0054)			

2) 후족 착지 구간

능동 정점 최댓값은 발가락 신발, 내측 족궁 지지대를 착용한 발가락 신발, 태권도화가 맨발보다 유의하게 작게 나타났고, 발가락 신발, 내측 족궁 지지대를 착용한 태권도화가 내측 족궁 지지대를 착용한 맨발보다 유의하게 작게 나타났다. 또, 발가락 신발이 태권도화보다 유의하게 작게 나타났다

($x^2=35.00, p<.00$). 능동 증가율은 발가락 신발, 내측 족궁 지지대를 착용한 태권도화가 맨발과 내측 족궁 지지대를 착용한 맨발보다 유의하게 작게 나타났고, 발가락 신발이 내측 족궁 지지대를 착용한 발가락 신발보다 유의하게 작게 나타났다($x^2=33.09, p<.00$). 능동 감소율은 발가락 신발이 맨발보다 유의하게 크게 나타났다($x^2=15.38,$

표 3. 후족 착지 구간

종속 변인	독립변인		Mean (±SD)	x^2	p	post-hoc
	신발유형	내측 족궁 지지대				
후족 착지 능동 정점 최댓값 (BW)	맨발	무 ^a	4.36 (±1.03)	35.00	.00***	c,d,f<a, c,f<b, c<e
		유 ^b	3.91 (±.95)			
	발가락 신발	무 ^c	3.10 (±.56)			
		유 ^d	3.33 (±.83)			
	태권도화	무 ^e	3.65 (±.72)			
		유 ^f	3.20 (±.67)			
후족 착지 능동 정점의 수 (N)	맨발	무 ^a	1.73 (±.80)	5.52	.35	
		유 ^b	1.40 (±.63)			
	발가락 신발	무 ^c	1.80 (±.94)			
		유 ^d	1.87 (±.99)			
	태권도화	무 ^e	1.93 (±1.22)			
		유 ^f	1.67 (±1.05)			
후족 착지 능동 증가율 (BW/sec)	맨발	무 ^a	227.81 (±134.44)	33.09	.00***	c,f<a,b, c<d
		유 ^b	200.15 (±104.49)			
	발가락 신발	무 ^c	110.42 (±44.17)			
		유 ^d	159.80 (±87.13)			
	태권도화	무 ^e	155.21 (±54.32)			
		유 ^f	128.03 (±55.43)			

후족 착지 능동 감소율 (BW/sec)	맨발	무 ^a	-243.10 (±160.38)	15.38	.00**	a<c
		유 ^b	-216.14 (±195.44)			
	발가락 신발	무 ^c	-114.75 (±54.54)			
		유 ^d	-143.46 (±85.04)			
	태권도화	무 ^e	-152.93 (±73.76)			
		유 ^f	-131.10 (±68.88)			
후족 착지 능동 역적 (BW·sec)	맨발	무 ^a	.0642 (±.0196)	4.44	.48	
		유 ^b	.0634 (±.0198)			
	발가락 신발	무 ^c	.0685 (±.0226)			
		유 ^d	.0631 (±.0209)			
	태권도화	무 ^e	.0699 (±.0158)			
		유 ^f	.0646 (±.0198)			

$p < .00$). 반면, 능동 정점의 수와 수동 역적은 유의 차이나 나타나지 않았다(표 4).
한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$)(표 3).

2. 신발 유형과 내측 족궁 지지대의 착용 유무에 따른 좌우 지면반력의 차이

3) 무릎 굴곡 구간

무릎 굴곡 구간에서의 능동적 힘은 신발 유형과 내측 족궁 지지대 착용 유무에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았다(표 4). 신발 유형과 내측 족궁 지지대의 착용 유무에 따른 좌우 지면반력의 차이를 분석한 결과는 <표 5>와 같

표 4. 무릎 굴곡 구간

종속 변인	독립변인		Mean (±SD)	χ^2	p	post-hoc
	신발유형	내측 족궁 지지대				
무릎 굴곡 능동 정점 최대값 (BW)	맨발	무 ^a	1.60 (±.36)	11.76	.03*	
		유 ^b	1.43 (±.28)			
	발가락 신발	무 ^c	1.33 (±.21)			
		유 ^d	1.31 (±.24)			
	태권도화	무 ^e	1.38 (±.35)			
		유 ^f	1.29 (±.23)			
무릎 굴곡 능동 정점의 수 (N)	맨발	무 ^a	3.60 (±1.60)	10.14	.07	
		유 ^b	3.33 (±1.80)			
	발가락 신발	무 ^c	2.73 (±1.53)			
		유 ^d	2.60 (±1.24)			
	태권도화	무 ^e	2.80 (±1.57)			
		유 ^f	2.67 (±1.99)			
무릎 굴곡 능동 역적 (BW·sec)	맨발	무 ^a	.0931 (±.0495)	5.28	.38	
		유 ^b	.0831 (±.0427)			
	발가락 신발	무 ^c	.0822 (±.0619)			
		유 ^d	.0890 (±.0595)			
	태권도화	무 ^e	.0800 (±.0532)			
		유 ^f	.0803 (±.0454)			

표 5. 좌우 지면반력

종속 변인	독립변인		Mean (\pm SD)	x^2	p	post-hoc
	신발유형	내측 족궁 지지대				
좌우 최대 정점 (BW)	맨발	무 ^a	.39 (\pm .26)	10.46	.06	
		유 ^b	.26 (\pm .16)			
	발가락 신발	무 ^c	.21 (\pm .14)			
		유 ^d	.26 (\pm .18)			
		태권도화	무 ^e			
유 ^f	.22 (\pm .10)					
좌우 최소 정점 (BW)	맨발	무 ^a	-.60 (\pm .15)	18.58	.00**	a<c,f, e<f
		유 ^b	-.48 (\pm .17)			
	발가락 신발	무 ^c	-.41 (\pm .13)			
		유 ^d	-.46 (\pm .12)			
		태권도화	무 ^e			
유 ^f	-.36 (\pm .11)					
좌우 최대 최소 차 (BW)	맨발	무 ^a	.98 (\pm .35)	22.92	.00***	b,c,f<a
		유 ^b	.73 (\pm .27)			
	발가락 신발	무 ^c	.62 (\pm .14)			
		유 ^d	.72 (\pm .23)			
		태권도화	무 ^e			
유 ^f	.58 (\pm .13)					

다. 좌우 최소 정점(lateral)은 발가락 신발, 내측 족궁 지지대를 착용한 태권도화가 맨발보다 유의하게 크게(절댓값이 작게) 나타났고, 내측 족궁 지지대를 착용한 태권도화가 지지대를 착용하지 않은 태권도화보다 유의하게 크게(절댓값이 작게) 나타났다($x^2=18.58$, $p<.00$). 좌우 최대 최소 차의 차이는 발가락 신발, 내측 족궁 지지대를 착용한 맨발, 태권도화가 맨발보다 유의하게 작게 나타났다($x^2=22.92$, $p<.00$). 반면 좌우 최대 정점(medial)은 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$).

3. 신발 유형과 내측 족궁 지지대의 착용 유무에 따른 전후 지면반력의 차이

신발 유형과 내측 족궁 지지대의 착용 유무에 따른 전후 지면반력의 차이를 분석한 결과는 <표 6>와

같다. 전후 최대 정점(forward)은 내측 족궁 지지대를 착용한 태권도화가 지지대를 착용하지 않은 태권도화보다 유의하게 작게 나타났다($x^2=12.80$, $p<.02$). 전후 최소 정점(backward)은 발가락 신발이 태권도화보다 유의하게 크게(절댓값이 작게) 나타났다($x^2=19.49$, $p<.00$). 전후 최소 정점의 차이는 발가락 신발, 내측 족궁 지지대를 착용한 태권도화가 맨발보다 유의하게 작게 나타났고, 내측 족궁 지지대를 착용한 태권도화가 지지대를 착용하지 않은 태권도화보다 유의하게 작게 나타났다($x^2=20.67$, $p<.00$).

4. 논의

전족 착지, 후족 착지, 무릎 굴곡 구간에서 수직 지면반력은 맨발이 가장 높았다. 좌우 지면반력 역시

표 6. 전후 지면반력

종속 변인	독립변인		Mean (\pm SD)	χ^2	p	post-hoc
	신발유형	내측 족궁 지지대				
전후 최대 정점 (BW)	맨발	무 ^a	.48 (\pm .21)	12.80	.02*	f(e)
		유 ^b	.44 (\pm .17)			
	발가락 신발	무 ^c	.49 (\pm .17)			
		유 ^d	.53 (\pm .22)			
태권도화	무 ^e	.54 (\pm .21)				
	유 ^f	.42 (\pm .19)				
전후 최소 정점 (BW)	맨발	무 ^a	-.68 (\pm .27)	19.49	.00**	e(c)
		유 ^b	-.60 (\pm .26)			
	발가락 신발	무 ^c	-.48 (\pm .19)			
		유 ^d	-.54 (\pm .19)			
태권도화	무 ^e	-.70 (\pm .29)				
	유 ^f	-.50 (\pm .21)				
전후 최대 최소 차 (BW)	맨발	무 ^a	1.16 (\pm .29)	20.67	.00**	c.f(a, f(e))
		유 ^b	1.03 (\pm .27)			
	발가락 신발	무 ^c	.97 (\pm .22)			
		유 ^d	1.07 (\pm .29)			
태권도화	무 ^e	1.23 (\pm .32)				
	유 ^f	.92 (\pm .24)				

맨발이 가장 높았다. 반면, 전후 지면반력은 태권도화가 가장 높았다. 그러므로 맨발로 착지하는 것은 손상의 위험이 내재한다고 할 수 있다. 그러나 내측 족궁 지지대를 착용하였을 때 지면반력이 감소하였다. 내측 족궁 지지대의 착용이 체중에 대한 지지 구조물의 역할을 하여 발이 받는 스트레스를 감소시키고 압력을 분산시키며 족궁의 탄성을 이용할 수 있게 하여 전족이 받는 충격의 양을 감소하여 상해를 예방할 수 있는 가능성을 보여주었다고 할 수 있다(Kim, Yi, 2017; 박광용, 2008; Chiu, et al., 2007; Lott, et al., 2007; Tome J, et al., 2006).

발가락 신발은 개개의 발가락을 벌려주어 발가락 벌림근의 사용을 유도하고, 발가락을 포함한 발바닥 전체의 압력을 분산시킴을 통해 수동적, 능동적 힘을 감소시켰다(이경옥, 2009; 이경옥, 2010). 하지만

내측 족궁 지지대를 착용하였을 때는 내리기 구간에서 수동적, 능동적 힘 모두 증가하였다. 본 연구에서 사용한 발가락 신발은 (그림 3) 이미 내측 족궁을 받쳐 올려주는 강력한 접착식 끈이 있어 오히려 내측 족궁 지지대가 충격을 흡수하는데 효과적이지 않았다. 그러므로 발가락 신발도 구조에 따라 지면반력에 차이가 있으므로 과학적 근거에 따른 선택이 필요하다.

맨발과 같이 태권도화도 내측 족궁 지지대를 착용하였을 때 수동적, 능동적 힘 모두 감소하였다. 그러므로 태권도화를 착용했을 때에도 내측 족궁 지지대의 착용이 필요하다는 것을 알 수 있다 (Su, et al., 2017; Kim, Yi, 2017). 이러한 내측 족궁 지지대의 착용이 체중에 대한 지지 구조물의 역할을 하여 발이 받는 스트레스를 감소시키고 압력을 분산시키면서 족궁의 탄성을 이용할 수 있게 하기 때문이다(Kim,

Yi, 2017; 박광용, 2008; Chiu, et al., 2007; Lott, et al., 2007; Tome J, et al., 2006).

그러나 맨발 보다 태권도화 착용 시 수직, 좌우, 전후 지면 반력이 모두 낮았다. 이는 태권도화의 아웃솔을 통해 하지에 작용하는 수동적, 능동적 힘을 감소시켜 맨발보다는 사뿐히 착지한 것으로 유추할 수 있다(진영완, 광이섭, 2007; 진영완, 박승범, 2008). 그러므로 내측 족궁을 받쳐주거나 내측 족궁을 받쳐 올려주는 끈이 부착된 발가락 신발의 착용이 착지 시 수직, 좌우, 전후의 충격력과 능동적 힘을 감소함은 물론 좌우, 전후 힘의 차이도 감소하여 균형능력을 향상시키는 데에도 기여했다고 할 수 있다(김선철 외, 2014; 이경옥, 2009; 이경옥, 2010).

IV. 결론

맨발로 착지하는 것은 수동, 능동적 힘이 가장 높아 손상의 위험을 예측 할 수 있었다. 그러나 맨발에서도 내측 족궁 지지대를 착용하였을 때, 특히 수동 힘이 감소하여 충격을 작게 하는 데에 효과가 있음을 알 수 있었다. 맨발 시범용 내측 족궁 지지대를 개발하여 적용하는 것을 추후 과제로 한다.

태권도화를 착용하였을 때, 맨발보다는 수동 힘이 감소하였으나 발가락 신발 보다는 높았다. 그러므로 발가락 신발과 같이 발가락 벌림근을 활성화 하면서 내측 족궁을 받쳐 올려주는 구조의 태권도화를 개발하여 적용하는 것도 추후 과제로 한다.

태권도화 역시 내측 족궁 지지대를 착용하였을

때 수동, 능동 힘이 모두 감소하여 사뿐히 착지할 수 있었다. 그러므로 내측 족궁 지지대를 포함하는 태권도화의 개발은 선수 부상을 예방하고, 선수로써의 수명을 연장하는 데에 기여할 것이다.

따라서 발 유형이나 신발의 구조에 따라 내측 족궁 지지대의 각도, 재질도 고려하는 것이 필요하며, 이에 대한 연구는 추후과제로 한다.

이러한 결과는 다른 태권도 용품보다 개발이 뒤쳐져 있는 태권도화의 개발에 도움이 될 것이다. 내측 족궁을 지지해주거나 발가락을 사용할 수 있도록 제작된 태권도화는 시범 시, 특히 야외 시범이나 장애물 기술에서 착지로 인한 상해 발생률을 줄이고 부상 예방에도 효과가 있을 것이다. 또한 태권도화 외에 발가락 신발과 내측 족궁 지지대의 착용을 변인으로 하여 보다 다양한 차이를 분석한 것은 태권도화 연구에 관한 시각을 넓혀주는 데에 기여할 것이다. 무엇보다도 태권도 시범 종목에서 가장 부상 발생률이 높은 장애물 기술의 착지 동작을 배경으로 연구하여 태권도 시범자들의 상해를 예방하는 데에 실질적인 도움을 줄 것이다.

본 연구는 정상발인 남자를 대상으로 하였으나, 여자 또는 다른 발 유형(편평족, 요족)등으로 대상을 확대하여 런닝화가 성별과 발 유형에 따라 다르듯이 선수의 발 형태에 적합한 태권도화 개발도 필요할 것이다. 또한 x, y, z방향의 힘이 서로 어떻게 힘을 주고받으며 충격을 감소시키고, 능동적 힘을 발현하며 착지를 안정시키는지에 대한 연구도 필요할 것이다. 이에 관한 연구는 추후 과제로 한다.

참고문헌

- 고재욱 (2012). 2011 태권도 격파왕 대회 참여선수들의 급성 근, 골격계상해 발생률과 상해위험 요소에 관한 분석. **한국사회체육학회지**, 48(2), 761-772.
- 고재욱, 김승재, 지치환 (2012). 태권도 시범에서 발생한 부상 발생률과 잠재적 상해위험요인. **한국사회체육학회지**, 47(2), 897-908.
- 권형수 (2002). **태권도화 기능성 디자인 개발에 관한 연구**. 미간행 석사학위논문. 동의대학교 산업기술대학원.
- 김남희 (2013). **편평족의 엉덩이 관절 교정 운동 프로그램 적용과 발 교정구 착용 유무가 안정성 종골 기립 각도, 발목과 골반의 움직임, 코어 근력, 족압에 미치는 영향**. 박사학위논문. 이화여자대학교 대학원.
- 김선철, 배진우, 장지필 (2014). 개인별 인솔의 족궁 지지가 신체 균형능력에 미치는 영향. **대한디지탈의료영상학회논문지**, 16(1), 7-11.
- 김종수 (2018). 태권도 시범에서 부상 유발요인 탐색. **한국스포츠학회지**, 16(2), 709-717.
- 박광용 (2008). **기능성 발보조기 착용 전·후 시상면의 발목각도 변화에 관한 연구 : 편평족을 중심으로**. 미간행 석사학위논문. 경기대학교 대체의학대학원.
- 박보현, 한승백 (2017). 근대스포츠의 합리성과 부상의 관계에 대한 이론적 해석: 울리히벡의 성찰적 근대성을 중심으로. **한국융합과학회지 (구 한국시큐리티융합경영학회지)**, 6(4), 52-64.
- 박승범, 이정호. (2008). 태권도 돌려차기와 몸돌려 후려차기시 태권도화 착용에 따른 기계적 마찰력과 태권도 수행력 연구. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 18(1), 117-127.
- 박영재, 강중현, 김영한, 김태운, 안나영, 김기진, 이다미. (2015). **태권도 시범단원들에게 나타나는 상해와 기능성 도구를 이용한 트레이닝이 근육균형에 미치는 영향**. 운동사대회, 147-147.
- 신중섭, 권구명 (2018). 성찰적근대성 이론으로 바라본 태권도시범단 단원의 부상. **국기원태권도연구**, 9(2), 89-103.
- 이경옥 (2009). 발가락 신발이 발바닥 압력분포에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 23(4), 35-44.
- 이경옥 (2010). 신발의 종류에 따른 발바닥 부위별 압력분포의 차이. **한국여성체육학회지**, 24(4), 1-11.
- 이용주, 신민영 (2014). 대학 태권시범단원의 운동 상해에 관한 조사 연구. **국기원태권도연구**, 5(1), 119-138.
- 임비오, 류영, 김규완 (2013). 여자 체조선수들의 드

- 롭 랜딩 시 체조화 착용유무가 전방십자인대 부상 위험요인에 미치는 영향. **한국운동역학회지**, **23**(3), 219-223.
- 정국현 (2017). 태권도 종목별 선수들의 운동 상해에 대한 인식. **한국융합과학회지 (구 한국시큐리티융합경영학회지)**, **6**(1), 79-94.
- 조성초 (1999). Drop Jump 에 있어서 맨발 착지와 신발 착지의 생체 역학적 분석. **한국체육학회지**, **38**(3), 715-725.
- 진영완, 광이섭 (2007). 태권도화의 운동역학적 분석. **한국운동역학회지**, **17**(3), 105-114.
- 진영완, 박승범 (2008). 태권도화의 운동과학적 연구. *Journal of Life Science*, **18**(12), 1775-1778.
- Alexander, I. J. (1997). The foot: examination & diagnosis. *The foot: examination & diagnosis* (pp. x-195).
- Chiu, M. C., & Wang, M. J. J. (2007). Professional footwear evaluation for clinical nurses. *Applied Ergonomics*, **38**(2), 133-141.
- Han, K., Bae, K., Levine, N., Yang, J., & Lee, J. S. (2019). Biomechanical Effect of Foot Orthoses on Rearfoot Motions and Joint Moment Parameters in Patients with Flexible Flatfoot. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, **25**, 5920.
- Kim, J., & Yi, K. (2017). The Effects of the Foot Types and Structures of the Inner Arch Support Bands on Ground Reaction Force Variables and Sensations during 2nd Vertical Ballet Jump. **한국운동역학회지**, **27**(1), 25-33.
- Lee, S., Jeong, D., Kim, D. E., & Yi, K. (2017). Effect of taping therapy and inner arch support on plantar lower body alignment and gait. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, **27**(3), 229-238.
- Lott, D. J., Hastings, M. K., Commean, P. K., Smith, K. E., & Mueller, M. J. (2007). Effect of footwear and orthotic devices on stress reduction and soft tissue strain of the neuropathic foot. *Clinical biomechanics*, **22**(3), 352-359.
- Peng, H. T., Kernozek, T. W., & Song, C. Y. (2011). Quadricep and hamstring activation during drop jumps with changes in drop height. *Physical Therapy in Sport*, **12**(3), 127-132.
- Specht, P. G. (2007). The Peltzman effect: Do safety regulations increase unsafe behavior. *Journal of Safety, Health & Environmental Research*, **4**(3), 1-12.
- Su, S., Mo, Z., Guo, J., & Fan, Y. (2017). The Effect of Arch Height and Material Hardness of Personalized

Insole on Correction and Tissues of Flatfoot. *Journal of healthcare engineering, 2017.*

Tome, J., Nawoczinski, D. A., Flemister, A., & Houck, J. (2006). Comparison of

foot kinematics between subjects with posterior tibialis tendon dysfunction and healthy controls. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 36(9), 635-644.*

Differences in the Ground Reaction Forces according to the Shoe Type and the Inner Foot Arch Supports Wearing in the Drop Landing of Taekwondo Demonstrators

Jee-In Park(Ewha Womans University, Master Student) ·
Kyung-Ock Yi(Ewha Womans University, Professor)

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the difference of ground reaction force according to the type of shoes and whether or not the inner foot-arch supports were worn when the drop of Taekwondo demonstrators were landed. The subjects were 15 demonstrators. On wearing barefoot, Taekwondo shoes, or toe-shoes, the ground reaction force variables were analyzed when dropping with supports or not. For statistical processing, the Friedman test was performed for non-parametric repeated measurement ($p<.05$). Overall, toe-shoes and Taekwondo shoes with supports decreased passive and active power in vertical, mediolateral, and anteroposterior axis than others. It induced the use of the toe spreading muscle through toe-shoes, and supported the inner foot-arch through supports to enable the use of the elasticity of the foot-arch to reduce passive and active force to allow the feet to land smoothly. Therefore, it is recommended to wear the inner foot-arch supports or toe-shoes for Taekwondo shoes. These results will contribute to the development of Taekwondo shoes optimized for the demonstration events by preventing and reducing injuries by identifying functional elements to be equipped as Taekwondo shoes.

Key words: Taekwondo shoes, Toe shoes, Inner foot-arch supports, Drop landing

논문 접수일 : 2020. 2. 10

논문 승인일 : 2020. 3. 21

논문 게재일 : 2020. 3. 31