



한국운동역학회지, 2003, 제13권 3호, pp. 327-340
Korean Journal of Sport Biomechanics
2003, Vol. 13, No. 3, pp. 327-340

발레의 1st Position 점프 동작 시 신발 유형에 따른 하지의 운동학적 비교분석

염창홍* · 박영훈** · 서국웅*** (부산대학교)

ABSTRACT

A Comparison analysis of kinematics of lower extremities for 1st position jump in ballet between two types of ballet shoes

Youm, Chang-Hong* · Park, young-hoon** · Seo, kook-woong***
(Pusan National University)

C. H. YOUM, Y. H. PARK, K. W. SEO. A Comparison analysis of Kinematics of lower extremities for 1st position jump in ballet between two types of ballet shoes. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 13, No. 3, pp. 327-340, 2003. The purpose of this study was to investigate the height of jump, angle of the ankle and knee, the angular velocity of the ankle and knee between two types of ballet shoes during a jump in the 1st position. The subjects were 5 female ballet majors of university in Busan, the majors who have been dancing ballet for six years on the average.

The conclusions are as follows:

2003년 10월 29일(수)접수

* Corresponding author, 609-735, 부산시 금정구 장전동 산30번지 부산대학교 대학원 체육학과
연락처 : kevinyoum@yahoo.co.kr, Tel : 017-572-2521

** 대학원생, 609-753, 부산시 금정구 장전동 산30번지 부산대학교 대학원 체육학과

*** 교수, 609-753, 부산시 금정구 장전동 산30번지 부산대학교 사범대학 체육교육과

1. The height of jump had no significant difference between two types of ballet shoes, and then the average of the height of jump with point shoes group(20.24 ± 4.62 cm) was a little higher than ballet shoes group(17.50 ± 4.05 cm).
2. The angle of the ankle had no significant difference for all events between two types of ballet shoes. The minimum angle of ankle joint was represented to 54.36. at the E1 of the left ankle angle of the ballet shoes and the maximum value was showed 155.43. at the E3 of the right ankle angle of the point shoes.
3. The angle of the knee had no significant difference for all events between two types of ballet shoes. The minimum angle of knee joint was represented to 99.54. at the E1 of the left knee angle of the ballet shoes and the maximum value was showed 174.25. at the E3 of the right knee angle of the point shoes.
4. The angular velocity of the ankle had no significant difference for all events between two types of ballet shoes. The minimum angular velocity of the ankle was represented to 4.35 deg/s at the maximum height(E3) of the point shoes and the maximum value was showed 597.81 deg/s at the take-off(E2) of the right ankle angle of the point shoes.
5. The angular velocity of the knee had significant difference between two types of ballet shoes at the event 1($p < .05$). The minimum angular velocity of the knee was represented to -1.68 deg/s at the maximum height(E3) of the point shoes and the maximum value was showed 360.25 deg/s at the take-off(E2) of the left knee angle of the ballet shoes. The other events had no significant difference between two types of ballet shoes.

KEY WORDS : KINEMATICS, BALLET SHOES.

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

무용은 마음으로부터 나오는 내적 충동을 표현하는 자연스러운 움직임으로 신체의 올바른 자세와 정렬 즉, 신체적인 면이 결합되어야 한다. 따라서 무용수는 신체를 통하여 아름다운 동작을 구사하기 위해 끊임없는 노력을 하여야 한다.

발레에서 1st position 점프 동작은 모든 수직 도약 동작의 기본이고, 동작간의 연결에 주로 사용 되는 매개체이다. 그리고 높은 도약에 이어서 안정되고 균형 잡힌 착지를 행할 수 있어야 한다 (White, 1996). 또한 점프는 활동성이 강하며, 동작 시 힘과 파워를 필요로 하고, 균형 잡힌 강한 발의 점프 능력, 가벼운 착지, 유연한 발목과 무릎부위의 근육은 효과적인 점프 수행에 필요한 것이다 (Grant, 1982).

하지의 외전(turn out)은 힙에서부터 대퇴, 무릎, 발목, 발끝에 이르는 두 다리가 이루는 각도가 180. 로 회전되는 상태를 말한다. 발레 기술은 외전을 기본 자세로 하며, 외전은 무용수가 몸의 평형상태를 유지하여 안정감을 얻도록 하고, 또한 원하는 방향으로 신속하게 체중의 이동을 할 수 있도록 운동의 범위를 넓혀주는 자세이다. 그리고 외전 시켰을 때와 시키지 않았을 때의 힙관절의 가동범위는 큰 차이가 있다(Vaganova, 1969). 따라서 발레에 있어 조화로운 점프는 동작의 전개가 자연스러워야 하고 도약 시와 착지 시에 하지관절이 순차적으로 수행되어 근골격계의 충격을 감소시켜야 할 것이다.

발레에서 부상의 60% 이상이 하체 특히 발과 발목 부위에서 일어나며(Bronner & Brownstein, 1997; Milan, 1994; Wiesler, Hunter, Martin, Curl & Hoen, 1996), 하체상해의 원인으로 부정확한 외전과 연조직의 불균형, 대퇴 사두근의 활동감소로 인한 염좌, 빈번한 플리에(plie)와 포인트(point) 등을 들 수 있다(권영후, 2001).

무용수가 근육의 역할을 이해하고 각 관절에서 허용되는 관절운동의 종류를 아는 것이 매우 중요하다(Chatfield, 1993; Chatfield, Sveistrup, Trepman, Gellman, Micheli, & De Luca, 1998; Trepman et al., 1994; Woolcott & Barr, 1996). 따라서 연구자들은 뼈와 관절의 구조적인 특성이나 무용의 기능적 측면에 대한 효과에 초점을 맞추어 왔다.

무용을 구성하는 기본동작들을 정확하게 습득한다면, 근육과 골격의 상해에 대한 예방은 물론 실제 작품에서도 예술적으로 보다 아름다운 동작을 수행할 수 있을 것이다. 또한, 발레상해와 관련된 중요한 요소로 포인트 슈즈(point shoes)의 착용을 들 수가 있다. 슈즈는 <그림 1>에서와 같이 가죽이나 canvas로 만들어진 연습용 슈즈(ballet shoes)와 겹감은 공단, 발가락 부분의 box는 특수한 풀과 아교로 굳혀서 만들어진 포인트 슈즈가 있다. 이 포인트 슈즈는 주로 공연 시에 착용된다. 즉, 포인트 슈즈의 착용과 포인트 슈즈의 조기 착용으로 인한 상해에 관한 연구를 위해서는 먼저 연습용 슈즈와 포인트 슈즈 착용 시 운동학적 차이의 규명이 필요하다.



Fig.1 ballet shoes & point shoes

따라서 본 연구는 발레에 있어서 기초가 되는 동작중의 하나인 1st position 점프 동작 시 신발의 유형에 따른 도약높이, 좌우 발목관절의 각도와 각속도, 그리고 좌우 무릎관절의 각도와 각속도를 비교 분석하여 점프 동작을 이해하고 효율적인 변인을 제시하여 합리적·과학적 지도방법과 올바른 자세의 습득으로 인한 상해를 예방할 수 있는 기초 자료를 제공하는 데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 부산광역시 소재대학교의 발레전공 여자 5명으로 하였다. 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

Table 1. Physical characteristics of subjects

그룹	나이 (yrs)	체중 (kg)	신장 (cm)	경력 (yrs)	
발레 (n=5)	M SD	22.2 1.30	48.8 4.76	160.6 6.43	6.6 1.67

2. 실험절차

각 피험자의 신체적 특성을 측정된 후, 피험자들은 워밍업(warm-up)을 충분히 실시하였다. 영상 분석 시 디지털라이징을 정확하고 용이하게 하기 위해서 검은색 레오타드(leotard)와 타이즈(tights)를 착용시켰으며, 피험자의 관절점에 랜드마크를 부착하였다.

동작이 이루어질 수 있는 범위 내에 수직으로 통제점 틀을 세우고, High speed 비디오 카메라 (Panasonic AG-456UP)의 촬영속도 60field/sec, 노출시간 1/2000초, S-VHS 테이프로 기록하였다.

통제점 틀에 대한 좌표화는 틀 내에 있는 총 32개의 통제점을 순서대로 5회 반복 디지털라이징하여 3차원 실공간 좌표를 구하였으며, 이때 오차는 0.46cm 였다. 실공간좌표의 기준점은 피험자의 오른쪽 뒤 아래의 점으로 하고, 전후방향을 Y축, 좌우방향을 X축, 지면에 대하여 수직방향을 Z축으로 하였다. 2대의 비디오 카메라를 피험자로부터 약 10m 정도 떨어진 곳에 약 90. 로 설치한 다음, 촬영준비가 모두 완성된 후, 2대의 비디오 카메라를 작동시켜 통제점 막대를 1분간 촬영한 후 이를 제거하였다. 카메라의 촬영속도를 일정하게 유지하기 위해 실험이 시작되는 시점부터 비디오 카메라를 연속으로 작동시켜 녹화를 하였다.

1st position 점프 동작을 최대굴곡국면(Event 1), 발끝이지국면(E2), 최대상승국면(E3), 발끝착지국면(E4), 최대굴곡국면(E5)의 과정으로 동작의 범위를 설정하였으며, 각각 5회의 실험동작을 실시한 후, 자료는 본 실험자와 피험자가 가장 바람직한 일회의 동작을 선택하여 처리하였다.

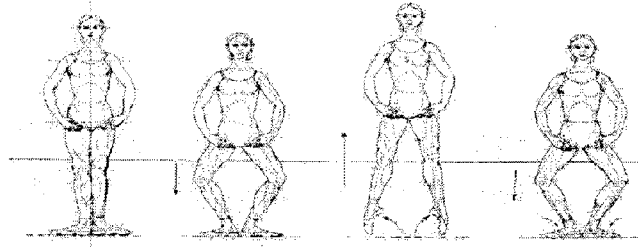


Fig.2 1st position jump

3. 자료처리

본 연구에서 관절점과 인체모형은 12개의 관절점에 의해 연결된 강체로 정의하며, 인체분절 자료는 Modified Yeadon-Kwon(1993)을 이용하였다. 자료분석은 KWON3D Motion Analysis Version 3.0(Kwon, 2002)을 사용하였다. Missing point 처리를 위하여 60Hz, Partial pre interpolation을 사용하고 차단주파수 6Hz Butterworth low pass filter를 사용하여 자료를 filtering하였으며, DLT(Abdel-Aziz & Karara, 1971)를 이용하여 3차원 좌표를 구성하였다.

통계처리는 SPSS 10.0을 이용하여, 신발 유형간의 도약높이, 좌우발목관절의 각도와 각속도, 그리고 좌우무릎관절의 각도와 각속도의 평균과 표준편차를 구하고, 각 변인에 대한 평균차이를 검증하기 위하여 t-test($\alpha \leq .05$)를 실시하였다.

III. 연구 결과 및 논의

본 연구는 부산광역시 소재 대학교 발레 전공 여자대학생 5명을 대상으로 3차원 영상분석을 통하여 발레의 1th position 점프 동작 시 신발의 유형에 따른 도약높이, 좌우발목관절의 각도와 각속도, 그리고 좌우무릎관절의 각도와 각속도를 비교 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 도약높이

도약높이는 준비자세에서의 무게중심 수직변위와 최대로 도약한 지점에서의 무게중심 수직변위의 차이로 정의하였다. 무용수는 높이 점프하여 오랜 시간 머물기를 요구받고, 오랜 시간 머물게 되면 다른 동작을 구사할 수 있는 시간적 여유를 가질 수 있다. 또한 체공시간은 신체의 크기나 체중에 의하여 영향을 받는 것이 아니라 오직 도약 높이에 의하여 영향을 받는다(서차영, 1983; Laws, 2002). 그리고 인간의 신체는 물체와는 달리 체공동안에 신체 형태를 변화할 수 있다(Laws, 2002).

Table 2. Comparison of the jump height between two types of ballet shoes

(unit : cm)

item	ballet shoes(n=5)		point shoes(n=5)		result of t-test	
	M	SD	M	SD	t-value	p
jump height	17.50	4.05	20.24	4.62	-.998	.347

<표 2>에서 나타난 바와 같이 두 그룹의 도약높이는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 도약높이의 평균값은 연습용 슈즈 그룹 17.50±4.05 cm, 포인트 슈즈 그룹 20.24±4.62 cm로 포인트 슈즈 그룹의 도약 높이가 다소 크게 나타났다. 이러한 결과는 민현선(1996)의 20.9±3.7 cm와 비교해볼 때, 연습용 슈즈그룹은 다소 낮게 나타났으며, 포인트 슈즈 그룹은 비슷한 결과를 나타내었다.

또한 Steffen(1986)의 14.2 cm 보다 약간 높게 나타났다. 이는 발끝이 이륙하는 구간에서 슈즈의 구조상 포인트 슈즈의 길이가 연습용 슈즈 보다 다소 길기 때문에 도약 시 지면과 접촉하는 시간이 길어져 도약에 도움을 준 것으로 사료된다. 그 이유는 원하는 수직 상승속도를 성취하기 위해서 체중보다 큰 힘을 충분히 오랜 동안 발휘해야 하기 때문이다(Laws, 2002).

포인트 슈즈의 착용이 다소 숙련된 경우에 있어 도약 높이에는 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

2. 좌우발목관절의 각도

연습용 슈즈 그룹과 포인트 슈즈 그룹의 국면별 좌우 발목관절의 각도는 <표 3>, <표 4>, <그림 3>과 같다. 두 그룹간에 국면별로 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았다.

<표 3>, <표 4>에서 보는 바와 같이 점프 시 발목이 최대로 굴곡되어진 제 1 국면(E1)에서 발목각도의 최소값을 나타낸다. 또한 발끝이 지면으로부터 이지되어 신체가 완전히 신전된 체공기 국면(E3)에서 최대값을 가지며, 착지 시(E5)에는 다시 최소값을 가지는 것을 볼 수 있다.

Table 3. Comparison of the angle of the right ankle joint between two types of ballet shoes

(unit : deg)

events	ballet shoes(n=5)		point shoes(n=5)		result of t-test	
	M	SD	M	SD	t-value	p
E1	55.21	3.64	55.60	2.77	-.190	.854
E2	118.24	3.93	117.76	2.13	.243	.814
E3	151.05	4.64	155.43	5.49	-1.362	.210
E4	111.09	6.14	109.95	5.06	.320	.757
E5	58.14	2.21	55.71	3.85	1.222	.256

Table 4. Comparison of the angle of the left ankle joint between two types of ballet shoes

(unit : deg)

events	ballet shoes(n=5)		point shoes(n=5)		result of t-test	
	M	SD	M	SD	t-value	p
E1	54.36	1.52	57.28	3.31	-1.793	.111
E2	119.74	4.44	117.29	4.52	.862	.414
E3	151.28	1.78	151.22	5.87	.024	.981
E4	110.73	5.83	110.74	4.92	-.002	.999
E5	62.20	4.28	59.70	2.57	1.119	.296

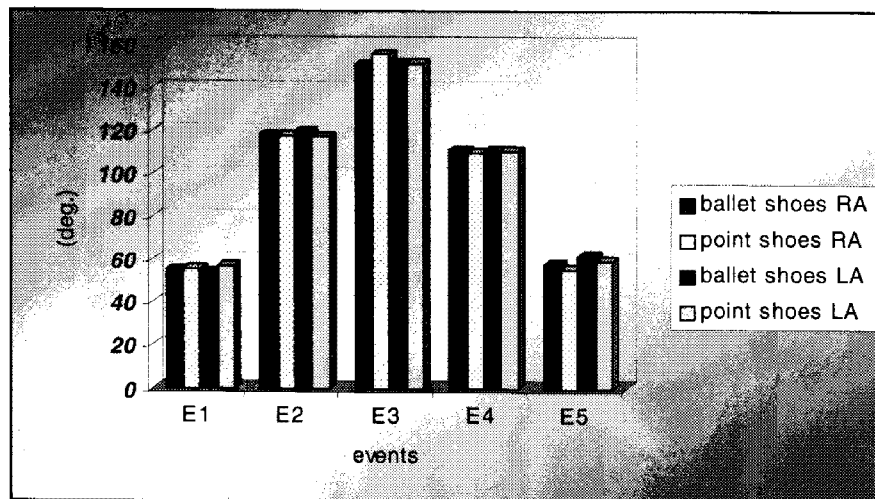


Fig. 3. The angle of the ankle joint between two types of ballet shoes

점프 시 발목관절의 최소각은 54.36. 로 연습용 슈즈 제1국면의 왼 발목관절에서, 최대각은 155.43. 로 포인트 슈즈 제3국면의 오른 발목관절에서 나타났다. 이러한 결과는 송인아(1998)의 제 2 포지션에서 발목관절의 최소각 82.75. 와 비교해서 많은 차이를 보여주고 있는 데 이는 제 1 포지션이 제 2 포지션 보다 깊은 플리에를 통하여 점프가 이루어지기 때문이라 사료되며, 최대각은 175.57. 로 보다 높게 나타났는데, 이는 본 실험에 참여한 피험자들의 발목관절 저축굴곡(plantar flexion) 능력이 다소 낮은 것으로 생각된다.

점프 시 보다 깊은 플리에에는 발휘될 수 있는 평균의 힘과 실제 점프높이를 감소시킨다고 하였으며, 여기서의 보다 큰 플리에에는 무용수의 근력에 따른 개인차에 영향을 받는다(Laws, 2002). 그리고 발레 점프의 경우에 상체를 수직으로 들어올린 상태에서 하지를 많이 굴곡하기란 쉽지가 않다.

3. 좌우무릎관절의 각도

연습용 슈즈 그룹과 포인트 슈즈 그룹의 국면별 좌우무릎관절의 각도는 <표 5>, <표 6>, <그림 4>와 같다. 두 그룹간에 국면별로 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 5. Comparison of the angle of the right knee joint between two types of ballet shoes

(unit : deg)

events	ballet shoes(n=5)		point shoes(n=5)		result of t-test	
	M	SD	M	SD	t-value	p
E1	101.30	2.88	103.50	3.71	-1.046	.326
E2	167.98	2.41	166.99	3.08	.563	.589
E3	169.26	2.76	170.15	3.06	-.482	.643
E4	164.90	6.16	165.85	3.35	-.304	.769
E5	109.01	8.57	104.84	7.43	.823	.434

Table 6. Comparison of the angle of the left knee joint between two types of ballet shoes

(unit : deg)

events	ballet shoes(n=5)		point shoes(n=5)		result of t-test	
	M	SD	M	SD	t-value	p
E1	99.54	4.01	103.65	1.84	-2.077	.071
E2	165.78	2.83	167.33	3.69	-.744	.478
E3	172.80	2.06	174.25	1.20	-1.359	.211
E4	163.99	6.26	164.00	2.33	-.007	.994
E5	110.41	8.38	107.16	8.34	.615	.555

무릎관절 역시 <표 5>, <표 6>에서 보는 바와 같이 점프 시 무릎이 최대로 굴곡되어진 제 1 국면 (E1)에서 무릎각의 최소값을 나타낸다. 또한 발끝이 지면으로부터 이지되어 신체가 완전히 신전된 체 공기 국면(E3)에서 최대값을 가지며, 착지 시(E5)에는 다시 최소값을 가지는 것을 볼 수 있다. 점프 시 무릎관절의 최소각은 99.54. 로 연습용 슈즈 제 1 국면의 왼 무릎관절에서, 최대각은 174.25. 로 포인트 슈즈 제 3 국면의 오른 무릎관절에서 나타났다. 이러한 결과는 송인아(1998)의 제 2 포지션에서 무릎관절의 최소각 98.25. 와 비슷한 값을 보여주고 있고, Steffen(1986)의 제 1 포지션에서 턴 아웃 점프 시 139.00. , 안재선(1991)의 114.2. 와 비교해서는 다소 작은 값을 나타내었다.

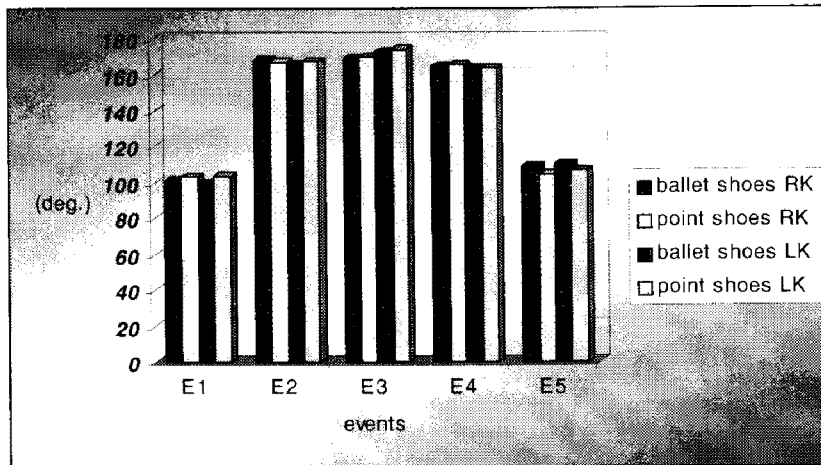


Fig. 4. The angle of the knee joint between two types of ballet shoes

이는 도약 시 관절각이 작을 수록 점프에 긍정적 영향을 미치는 것은 사실이나, 보다 깊은 플리에 는 도약에 장애가 될 수도 있다(Laws, 2002)는 것을 보여주고 있다고 사료된다. 그리고 최대각은 송 인아(1998)의 제 2 포지션에서의 178.63. 보다는 다소 작은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 무릎의 신전 능력이 다소 떨어지는 것으로 볼 수 있으며, 무릎의 신전 능력을 향상시키기 위해서는 대퇴사 두근의 근력과 햄스트링의 신전능력 향상이 요구되어진다(Fitt, 1996).

우아하고 아름다운 발레 점프는 도약 시 고관절, 무릎관절, 발목관절, 중족골관절과 발앞꿈치가 순 차적으로 움직여지는 것이 바람직하며, 착지 시에도 순차적으로 충격력을 최소화하면서 균형 있게 착지하여야한다(송인아, 1998). 그리고 이러한 점프의 순차적 움직임을 강화할 수 있는 틀르베 (releve), 플리에, 포인트 등과 같은 훈련이 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

4. 좌우발목관절의 각속도

연습용 슈즈 그룹과 포인트 슈즈 그룹의 국면별 좌우발목관절의 각속도는 <표 7>, <표 8>과 <그

림 5>와 같다. 두 그룹간에 국면별로 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았다.

<표 7>, <표 8>에서 보는바와 같이 점프 시 발목관절의 최소 각속도는 신체의 무게중심이 최고점에 도달하는 순간(E3)이며, 본 실험에서의 최소 각속도는 4.35 deg/s로 포인트 슈즈 오른 발목관절에서 나타났다. 반면에 최대 각속도는 597.81 deg/s로 포인트 슈즈 오른 발목관절의 이지 국면(E2)에서 나타났다. 발레슈즈와 포인트 슈즈간에는 좌우 발목관절에서 포인트 슈즈의 각속도가 이지 국면(E2)과 착지국면(E4)에서 다소 크게 나타났다.

Table 7. Comparison of the angular velocity of the right ankle joint between two types of ballet shoes
(unit : deg/s)

events	ballet shoes(n=5)		point shoes(n=5)		result of t-test	
	M	SD	M	SD	t-value	p
E1	121.54	39.28	93.67	16.98	1.456	.183
E2	540.16	50.03	597.81	29.78	-2.214	.058
E3	-26.36	24.17	4.35	42.03	-1.417	.194
E4	-515.60	56.48	-548.83	33.36	1.133	.290
E5	12.17	48.38	-19.53	31.49	1.228	.254

Table 8. Comparison of the angular velocity of the left ankle joint between two types of ballet shoes
(unit : deg/s)

events	ballet shoes(n=5)		point shoes(n=5)		result of t-test	
	M	SD	M	SD	t-value	p
E1	107.19	56.21	68.79	52.20	1.120	.295
E2	520.91	61.76	560.46	21.98	-1.439	.214
E3	-28.17	30.45	-17.48	34.18	-.522	.616
E4	-469.32	26.86	-498.45	14.94	2.120	.067
E5	26.12	95.68	-31.74	95.59	.957	.367

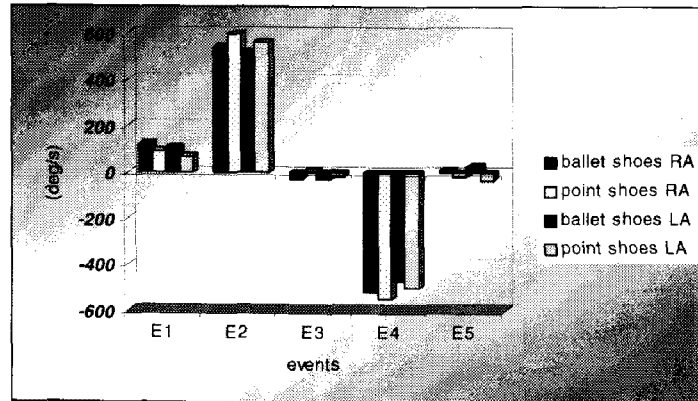


Fig. 5. The angular velocity of the ankle joint between two types of ballet shoes

송인아(1998)는 제 2 포지션에서의 발목관절 최대 각속도를 802.46 deg/s로 보고하고 있는데 본 연구의 최대 각속도와 비교해볼 때 다소 큰 차이를 나타내고 있다. 이는 무용수의 숙련 정도와 동작의 박자에 대한 빠르기와 관련이 있는 것으로 사료된다.

본 연구에 의하면 점프 시 각속도는 발목관절, 무릎관절의 순으로 나타났다. 그리고 보다 큰 각속도를 얻기 위해서는 짧은 시간에 분절의 굴곡과 신전이 이루어져야 한다. 그러나 무용점프는 박자에 맞추어야 하므로 각속도를 크게 하기는 힘들다. 따라서 안무 시 점프 동작의 박자를 빠르게 하는 것이 이로운 것이다(송인아, 1998).

5. 좌우무릎관절의 각속도

연습용 슈즈 그룹과 포인트 슈즈 그룹의 국면별 좌우무릎관절의 각속도는 <표 9>, <표 10>, <그림 6>과 같다. 좌우무릎관절의 각속도는 제 1 국면(E1)에서 발레 슈즈 그룹이 포인트 슈즈 그룹 보다 통계적으로 유의하게 크게 나타났으며, 그 외 다른 국면에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 9. Comparison of the angular velocity of the right knee joint between two types of ballet shoes (unit : deg./s)

events	ballet shoes(n=5)		point shoes(n=5)		result of t-test	
	M	SD	M	SD	t-value	p
E1	296.64	87.87	168.38	63.32	2.648	.029*
E2	321.36	53.72	355.00	68.46	-.865	.412
E3	-4.00	20.56	-1.68	16.44	-.197	.849
E4	-319.01	46.40	-333.25	45.06	.492	.636
E5	-137.39	120.91	-171.90	71.06	.550	.597

* p < .05

Table 10. Comparison of the angular velocity of the left knee joint between two types of ballet shoes
(unit : deg/s)

events	flat shoes(n=5)		point shoes(n=5)		result of t-test	
	M	SD	M	SD	t-value	p
E1	243.85	74.05	124.71	76.14	2.508	.036 [*]
E2	360.26	21.77	335.14	51.18	1.010	.342
E3	-9.85	21.82	-17.96	30.96	.479	.645
E4	-318.77	58.42	-348.65	40.99	.936	.377
E5	-113.66	92.55	-125.47	98.28	.196	.850

p <.05

<표 9>, <표 10>에서 보는 바와 같이 점프 시 무릎관절의 최소 각속도는 최고의 높이에 도달하는 순간(E3)이며, 본 실험에서는 -1.68 deg/s로 포인트 슈즈 오른 무릎관절에서 나타났으며, 최대 각속도는 360.25 deg/s로 포인트 슈즈 오른 무릎관절의 이지 국면(E2)에서 나타났다.

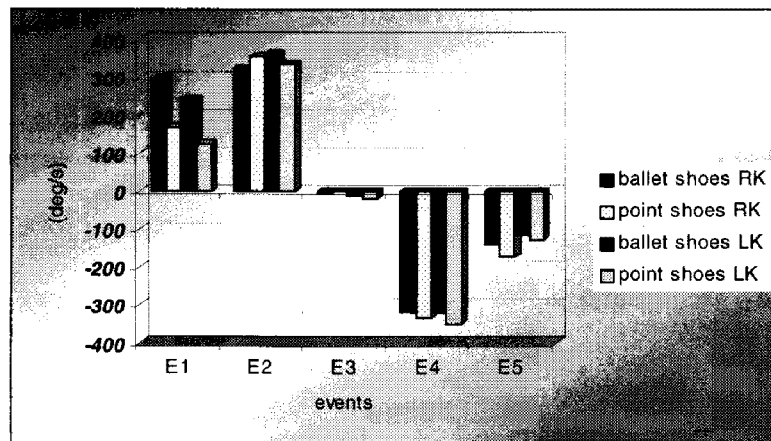


Fig. 6. The angular velocity of the knee joint between two types of ballet shoes

무릎관절 최대각속도 또한 송인아(1998)의 제 2 포지션에서의 무릎관절 최대 각속도 592.29 deg/s와는 다소 큰 차이를 나타내고 있다. 그리고 발레슈즈보다는 포인트 슈즈의 무릎관절 각속도가 다소 크게 나타났다.

발레 슈즈와 포인트 슈즈 그룹의 무릎관절 각속도는 제 1 국면(E1)에서 .05 수준에서 통계적으로 유의하게 차이가 나타났는데 이는 무릎이 최대로 굴곡되어진 국면에서는 다소 작은 각속도를 보여주고, 발끝이 이지되는 순간에 가장 큰 각속도를 가져야 한다(laws, 2002)는 내용과 일치한다고 볼 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 부산광역시 소재 대학교 발레 전공 여자대학생 5명을 대상으로 3차원 영상분석을 통하여 발레의 1st position 점프 동작 시 신발의 유형에 따른 도약높이, 좌우발목관절의 각도와 각속도, 그리고 좌우무릎관절의 각도와 각속도를 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 도약높이는 연습용 슈즈 그룹과 포인트 슈즈 그룹간에 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 그 평균값은 연습용 슈즈 그룹 17.50 ± 4.05 cm, 포인트 슈즈 그룹 20.24 ± 4.62 cm로 포인트 슈즈 그룹의 도약 높이가 다소 크게 나타났다.
2. 좌우발목관절의 각도는 연습용 슈즈 그룹과 포인트 슈즈 그룹간에 국면별로 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 발목관절의 최소각은 54.36° 로 연습용 슈즈 제1국면(E1)의 왼 발목관절에서, 최대각은 155.43° 로 포인트 슈즈 제3국면(E3)의 오른 발목관절에서 나타났다.
3. 좌우무릎관절의 각도는 연습용 슈즈 그룹과 포인트 슈즈 그룹간에 국면별로 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 무릎관절의 최소각은 99.54° 로 연습용 슈즈 제1국면(E1)의 왼 무릎관절에서, 최대각은 174.25° 로 포인트 슈즈 제3국면(E3)의 오른 무릎관절에서 나타났다.
4. 좌우발목관절의 각속도는 연습용 슈즈 그룹과 포인트 슈즈 그룹간에 국면별로 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 발목관절의 최소 각속도는 최고의 높이에 도달하는 순간(E3) 4.35 deg/s로 포인트 슈즈의 오른 발목관절에서, 최대 각속도는 597.81 deg/s로 포인트 슈즈의 오른 발목관절의 이지 국면(E2)에서 나타났다.
5. 좌우무릎관절의 각속도는 제1국면(E1)에서 발레 슈즈 그룹이 포인트 슈즈그룹 보다 유의하게($p < .05$) 크게 나타났으며, 무릎관절의 최소 각속도는 최고의 높이에 도달하는 순간(E3)이며, -1.68 deg/s로 포인트 슈즈 오른 무릎관절에서, 최대 각속도는 360.25 deg/s로 포인트 슈즈의 오른 무릎관절의 이지 국면(E2)에서 나타났다. 그 외 다른 국면에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

향후 무용 훈련의 많은 부분을 차지하는 기본동작에 대한 지면반력과 근전도측정을 통한 신체 전체의 움직임, 근육의 적절한 발휘정도, 발에 있어서의 도약과 착지 시 압력의 분포와 압력중심이동에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다. 그리고 많은 대상자와 다양한 그룹으로 인한 객관적 자료 도출이 병행되었으면 한다.

참 고 문 헌

- 권영후(2001). 역학적 관점에서의 무용의 이해: 무용역학. 서울: 대한무용학회 제30집, pp. 134-143.
- 민현선(1996). 발의 기본 포지션에 따른 쏘떼(saute) 동작의 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문
경성대학교 대학원.
- 서차영(1983). 무용수의 외상발생 요인에 관한 조사 연구. 한국체육학회지 22, 2, 71-78.
- 송인아(1998). Turn-out과 Parallel 수직점프의 무용역학적 분석. 대한무용학회 제20집: 267-286.
- 송인아(1998). 발레 Turn-out 수직점프의 미적 특성에 대한 무용역학적 분석. 미간행 박사학위논문
이화여자대학교 대학원.
- Chatfield, S.J. (1993). Electromyographic response of dancers to isokinetic work and select dance movement. *Kinesiology and Medicine for Dance* 16, 60-82.
- Chatfield, S. J., Sveistrup, H., Woolcott, M. H., & Barr, S.(1996). Electromyographic and kinematic analysis of movement reprogramming in dance. *Impulse* 4, 220-234.
- Fitt, S.S. (1996). *Dance Kinesiology*. USA: Schirmer books.
- Grant, G.(1982). *Technical manual and dictionary of classical ballet*. New York.
- Laws, K.(2002). *Physics and the art of dance*. New York: Oxford Univ. Press.
- Milan, K. R. (1994). Injury in ballet: a review of relevant topics for the physical therapist. *J Orthop Sports Phys Ther* 19, 121-129.
- Steffen, R. J.(1986). The effect of fatigue on the performance of a vertical jump in dance. Unpublished Master of arts Dissertation. University of New York.
- Trepman, E., Gellman, R. E., Micheli, L. J., & De Luca, C. J.(1998). Electromyographic analysis of grand-plie in ballet and modern dancers. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30, 1708-1720.
- Trepman, E., Gellman, R. E., Solomon, R., Ramesh-Murphy, K., Micheli, L. J., & De Luca, C. J.(1994). Electromyographic analysis of standing posture and demi-plie in ballet and modern dancers. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 26, 771-782.
- Vaganova, A.(1969). *Basic principles of classical Ballet*. New York: Dover Publications.
- Wiesler, E. R., Hunter, D. M., Martin, D. F., Curl, W. W., & Hoen, H.(1996). Ankle flexibility and injury patterns in dancers. *Am J Sports Med* 24, 754-757.
- White, J.(1996). *Teaching classical ballet*. Florida: Univ. press of Florida.