

고등학교 발레 전공생의 해부학적 족부 변형에 따른 족관절 가동범위, 기능수행능력, 거골경사각 및 족부 상해 비교

이청무, 이주희

숙명여자대학교 체육교육과

Comparing Ankle Range of Motion, Functional Ability, Talar Tilt Angle and Foot Injuries between High School Ballet Majors with and without Foot Deformities

Chung Moo Lee, Joo Hee Lee

Department of Physical Education, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

Background: The purpose of the study was to compare and contrast ankle range of motion, functional ability, talar-tilt angle and foot injuries between high school ballet majors with and without foot deformities and to provide fundamental data about effective intervention methods for their successful performance and injury prevention.

Methods: Subjects were 18 female high school ballet dancers, eight with foot deformities and ten without foot deformities. For statistical analysis, the independent *t*-test (SPSS 20.0; SPSS Inc, Chicago, IL, USA) was used and the significant level of $P < 0.050$ was selected.

Results: 1. Foot injuries of plantar flexion and talar tilt were significantly different between the two groups ($P < 0.050$). 2. The deformity group displayed a higher proportion of mechanical instability compared to that of the control group.

Conclusions: Foot deformities in high school students majoring in ballet can have negative effects to the ankle joint, with a strong possibility of ankle instability and foot injuries linked to talar tilt, and quite probably, of chronic ankle sprain.

Korean J Health Promot 2014;14(2):74-81

Keywords: Foot deformities, Foot injuries, Range of motion

서 론

무용이란 신체의 무한한 움직임을 통해 사상과 감정을 전달하는 예술의 한 형태이다. 무용은 크게 한국무용, 현대무용, 발레로 구분할 수 있으며¹⁾ 그 중에서도 발레는 고도의 기술력과 체력이 요구되는 무용 예술의 한 장르이다.²⁾

발레 무용수에게 요구되는 고도의 테크닉적인 표현기술들은 주로 하지의 움직임을 통해 구사된다. 하지의 관절은 고관절, 슬관절, 족관절로 구성되어 있으며 이 관절들의 유기적 관계는 신체 전체의 안정성과 손상방지 및 정상적인 기능 수행에 중요한 역할을 하고 있다.³⁾ 특히 발레는 발을 외전시키는 턴아웃 동작과 발끝으로 서기 위한 토슈즈의 착용으로 인하여 정상적인 보행에 수반되는 움직임 이상의 동작들이 족부를 통해 수행된다. 따라서 발레 무용수가 미적 표현을 극대화하기 위해서는 뛰어난 족관절의 유연성 및 족부 근력이 필수적으로 요구된다. 그 뿐 아니라 평형성, 민첩성 등의 체력요소 또한 다양한 점프동작 및 회전기술 등을 수행하는 데 있어 중요한 지표이다.^{4,5)}

족부는 인체의 체중이 최종적으로 전달되는 부위로서 효율적인 충격 흡수를 위해 해부학적인 특성상 아치의 형

■ Received : March 19, 2014 ■ Accepted : June 5, 2014

■ Corresponding author : **Chung Moo Lee, PhD**

Department of Physical Education, Sookmyung Women's University, Suryeon Faculty Building 611, Cheongpa-ro 47-gil 100, Yongsan-gu, Seoul 140-742, Korea

Tel: +82-2-710-9439, Fax: +82-303-0799-0369

E-mail: chung@sm.ac.kr

■ This Research was supported by the Sookmyung Women's University Research Grants (1-1303-0199).

태를 취하고 있다. 족부 아치는 전신의 정렬에 크게 영향을 미치므로 정상 각도를 유지하는 것이 필수적이다.⁶⁾ 족부 아치의 변형 유무 및 그 정도는 지표면과 종골의 족저면이 만나서 이루는 종골피치각(calcaneal pitch angle)의 측정을 통해 평가되며 20°-25도는 정상, 20도 미만은 편평족으로 분류된다.⁷⁾ 아치의 각도가 정상범위보다 크거나 작으면 관절 및 근육에 피로도를 증가시키고 보행 및 운동수행의 효율성을 떨어뜨리며 더 나아가 신체 상해를 유발시킬 수 있다. 특히 무용수에게 있어서 족부 아치는 중심잡기, 도약과 착지, 회전 등 다양한 무용 동작을 안정되고 완벽하게 수행하는 데 영향을 미칠 뿐만 아니라 족부의 스트레스 완화에 기여한다는 점에서 더욱 중요하다.^{6,8,9)} 족부의 아치각과 운동수행 능력 간의 관계에 대한 선행 연구들을 살펴보면 족부의 아치가 낮은 사람은 정상족부와 비교했을 때 평형능력이 떨어지고¹⁰⁾ 족부의 아치가 높을수록 평형성과 민첩성이 뛰어나며 발레를 포함한 각종 신체활동을 오랫동안 수행할 수 있는 것으로 보고되었다.^{8,11)}

한편 대부분의 발레 무용수들은 생리·해부학적 한계를 초과하는 동작과 장기간의 연습으로 인해 각종 상해에 쉽게 노출되어 있다.⁹⁾ 무용 상해의 유형과 증상에 관한 연구는 1980년대부터 활발하게 이루어졌다.¹²⁻¹⁸⁾ 상해의 유형을 살펴보면 근육통, 염좌 등의 일시적인 부상에서부터 만성적인 부상에 의한 골격의 변형까지 매우 다양하게 발생하는 것으로 보고되었다.⁵⁾ 운동 상해는 운동의 종목이나 특성에 따라 발생 부위와 종류가 다양하게 나타나며 그 중에서도 발목 상해는 발생률과 재발률이 가장 높은 것으로 보고되고 있다.^{19,20)} 특히 발레 무용수들은 토슈즈 및 동작의 특이성으로 인해 다양한 족부변형이 초래되는 것으로 나타났다.^{9,11-13)} 구체적으로 발레 전공자들의 무지외반각, 종족궁각, 중족골간각의 족부형태는 정상범위에서 벗어나 있으며 전·후방충돌증후군의 원인이 될 수 있는 돌출물, 삼각골 등 족관절의 다양한 해부학적 변형이 보고되고 있다. 이처럼 발레무용수는 일반인보다 높은 족부 변형률과 상해 발생률을 보이고 있으며 이러한 상해의 원인으로는 토슈즈의 압박, 만성적인 족관절 스트레스, 특수한 동작수행 등이 보고되었다.^{12,14)} 또한 앞서 언급된 족부형태 변형으로 인해 발목의 불안정성, 기형발톱, 티눈, 굳은살, 비골근력의 약화 등의 추가적인 후유증이 초래될 수 있는 것으로 나타났다.²¹⁻²³⁾ 따라서 발레 무용수의 족부 변형은 무용수들의 발과 발목의 안정성에 부정적인 영향을 미칠 수 있을 뿐만 아니라 추가적인 상해 발생 및 통증으로 인한 기능수행능력의 저하를 유발시킬 수 있을 것으로 생각한다.

그러나 이와 관련하여 보고된 대부분의 연구들은 무용수들의 족부변형 상태, 상해 종류, 전공별 상해 비교 등과 같이 상해 실태 및 현황 보고에 국한되어 있는 실정이며¹²⁻¹⁸⁾ 변형

유무에 따라 무용 수행능력과 추가 상해에 어떠한 차이가 있는지에 대한 의·과학적 연구는 극소수에 불과하다. 또한 무용수의 족부변형과 관련된 선행연구의 대부분이 전문 무용수 혹은 대학전공생을 대상으로 이루어졌으며 고등학생 무용전공생들을 대상으로 실시된 연구는 매우 미비한 실정이다.

발육발달의 측면에서 볼 때 청소년기는 해부·생리적 성숙이 완전하게 이루어지지 않은 단계로 이 시기에 과도한 운동수행으로 인해 발생하는 신체의 변형 및 상해는 전문 무용수의 꿈을 향해 멀리 도약하는 데 걸림돌이 되며 일상 생활에까지도 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 그러나 이 시기에 적절한 기능 회복을 위한 중재를 실시할 경우에는 빠른 시일 내에 개선이 가능할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 아직 완전한 성장이 이루어지지 않은 고등학교 발레 전공생들을 대상으로 족부의 변형유무에 따라 족관절 가동범위, 기능수행능력, 거골경사각(talar tilt) 및 족부 상해에 어떠한 차이가 나타나는지 알아봄으로써, 족부변형이 무용수행과 관련된 기능에 영향을 미치는가를 살펴보고 나아가 성공적인 무용 수행 능력과 상해 예방에 도움을 줄 수 있는 효과적인 중재요법의 마련을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

방 법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 현재 서울시에 소재한 S예고에 재학 중인 발레전공생 18명(정상군: 10명, 변형군: 8명)으로 하였다. 대상자 선정에 앞서 Lee²²⁾와 Shin¹⁷⁾의 설문을 바탕으로 제작된 기초 설문지를 통해 응답자의 나이, 학년, 전공, 무용 경력, 부상 경험, 주 사용부위 등을 조사하였고, 족부 변형 여부를 파악하였다. 대상자의 X-ray, 문진, 관절가동범위 등의 의학적 검사는 안양시에 소재한 S병원에서 실시하였으며, 모든 영상자료의 판독 및 분석은 정형외과 전문의와의 협력 하에 이루어졌다.

족부형태의 측정 방법 및 변형 여부는 족부정형외과학⁷⁾에서 제시한 기준을 적용하여 종골피치각을 측정하였다. 종골피치각의 측정은 지표면과 족저면이 만나서 이루는 각을 측정하였으며 20-25도에 해당하는 대상자는 정상군, 20도 이하는 변형군으로 분류하였다. 또한 과거의 병력 및 상해 여부 등을 고려하여 최근 3개월 이내 하지외상 병력이 있는 자, 다리 수술 병력이 있는 자 등 연구결과에 영향을 미칠 수 있는 자는 대상자 선정에서 제외하였다. 선정된 대상자들에 한하여 실험당일 오전 생체전기저항 측정법(Inbody 520; Biospace, Seoul, Korea)을 이용하여 체지방

를, 체지방량, 제지방량 등을 측정하였다(Table 1).

2. 측정도구 및 방법

1) X선 촬영 및 X선 필름 계측

연구대상자는 안양시에 소재한 S병원 영상의학과에서 VIDIX II (JW중외메디컬, Seoul, Korea) 기기를 이용하여 X선 촬영을 실시하였다. 발의 형태 측정을 위하여 정면상과 측면상을 촬영하였으며 정면상을 통해서서는 거골경사각을, 측면상에서는 종골피치각을 계측하였다. 촬영 조건은 거리 220 cm, 노출시간 0.1 sec, 관전압 65 kVp, 관전류 320 mA으로 하였다.

종골피치각은 종골의 하측면과 족부 전방의 하측면을 길게 이어주는 선을 그고 종골의 가장 돌출된 두 점을 연결한 선이 이루는 각을 측정하였다. 종골피치각의 정상범위는 20-30도이며 15도 미만인 경우 편평족으로 진단하고 30도 이상은 요족으로 진단한다(Figure 1).^{7,24)}

거골경사각은 스포츠나 무용에서 빈발하는 상해유형인

기능적 발목 불안정성과 기계적 불안정성(mechanical instability)을 진단하는 측정방법으로 거골경사각이 클수록 족관절 불안정성이 높은 것으로 진단하며 거골경사각이 9도를 넘게 되면 기계적 불안정성으로 진단한다.²⁵⁾ 기계적 불안정성은 내반 스트레스 방사선 검사를 통해 염좌의 인대를 객관적으로 측정하여 알 수 있다. 내반 스트레스 방사선 검사(inversion stress test)는 발목관절을 10도 정도 족저굴곡시킨 후에 경골을 내회전한 상태에서 일정한 부하를 주어 촬영을 실시하였으며 거골의 상부 관절면과 경골 관절면 사이의 각을 계측하였다(Figure 2). 모든 X-선 사진은 한 명의 전문의와 두 명의 전공의의 협력 하에 동일한 방사선사가 촬영하였다.

2) 족관절 가동범위 측정

관절가동범위란 근육의 수축에 의해 발생하는 관절 움직임의 크기를 말하며^{26,27)} 저측굴곡, 배측굴곡은 시상면에서 발을 전·후방으로 움직이는 운동의 각도를 의미한다.¹¹⁾ 족관절 가동범위의 측정은 고니오미터(Goniometer PVC, Anymedi, Seoul, Korea)를 사용하였으며, 측정방법은 그림 3, 4와 같다. 연구 대상자가 앉은 자세에서 무릎과 고관절을 고정시킨 후 고니오미터의 중심축은 외측 복사뼈에 위치시키고 고정자는 비골의 외측선에 수평하게 위치시켜 5번째 중족골의 외측면에 가동자를 평행하게 하여 측정하였다. 족관절의 정상 관절 가동범위는 저측굴곡이 45-50도, 배측굴곡이 10-20도이다.^{26,27)}

3) 기능수행능력

(1) 평형성 테스트(balance test)

평형성은 신체를 일정한 자세로 유지할 수 있는 능력을

Table 1. General characteristics of subjects^a

Variables	FDG (n=8)	NCG (n=10)
Age, y ^c	17.50±0.53	17.20±0.78
Career, mo ^c	109.00±29.47	103.30±18.86
Height, cm	164.46±5.28	162.99±2.48
Weight, kg	47.16±3.46	47.75±2.69
FM, kg	8.27±2.28	7.53±1.46
FFM, kg	20.98±2.19	22.06±1.11
%fat, %	20.45±1.23	21.83±1.12
BMI, kg/m ²	17.40±1.14	17.77±0.74
Calcaneal pitch angle ^b , °	18.46±1.57	22.39±2.69

Abbreviations: FDG, foot deformity group; NCG, normal comparison group; FM, body fat mass; FFM, fat-free mass; %fat, percent fat mass; BMI, body mass index.

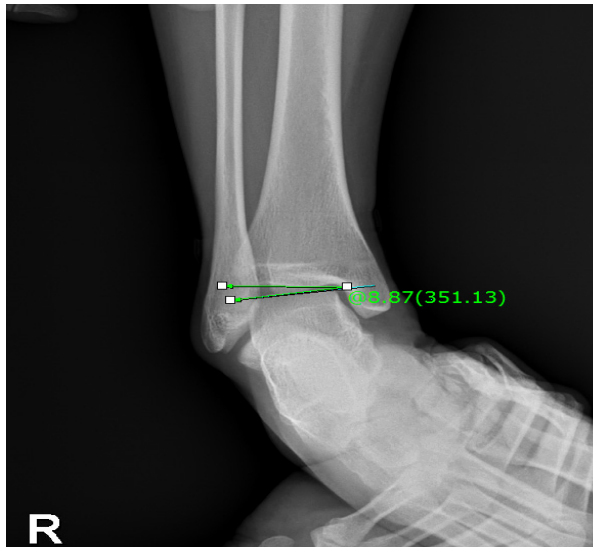
^aValues are presented as mean±SD.

^bLateral view of right foot.

Figure 1. Calcaneal pitch angle



Figure 2. Talar tilt



말하며 일상생활이나 스포츠현장에서 행하는 밸런스, 미적 능력, 균형, 안정의 측면에서 중요한 역할을 담당한다.^{28,29)} 무용수들의 평형성 테스트는 Ko³⁰⁾가 제시한 방법을 사용하여 측정하였다. 이 측정방법은 양손을 허리에 위치하고 마루 위에 한쪽 발로 서서 신체의 움직임이 없이 평형을 유지하며 오래 지탱할 수 있는 능력을 측정하는 것으로 이 테스트의 신뢰도는 0.87, 객관도는 0.99로 보고되고 있다. ‘시작’과 동시에 지지되고 있는 다리의 뒤꿈치를 들고 몸을 똑바로 유지시키는 방법으로 동작이 끝날 때까지

Figure 3. Plantar flexion



Figure 4. Dorsi flexion



지의 시간을 초단위로 측정하였으며 3회를 시행한 후 가장 좋은 측정치를 기록하였다.³⁰⁾

(2) 민첩성 테스트(side step test)

민첩성이란 재빠른 동작으로 신체를 잘 조정하고 부드럽게 반응할 수 있는 능력 혹은 신체 동작에 있어서 전신 또는 부분 동작을 신속하게 변경한다든지 운동의 방향을 재빠르게 바꿀 수 있는 능력을 말한다.³¹⁾ 민첩성 테스트는 온몸을 좌·우로 이동하는 동작을 규정된 시간 안에 얼마나 많이 할 수 있는가를 측정하는 것으로 중앙선을 중심으로 좌우 120 cm의 거리에 테이프를 부착하여 시작과 동시에 한쪽 발이 오른쪽 선을 넘어 다시 중앙선을 중심으로 같은 방식으로 왼쪽 선을 넘어 다시 중앙선으로 돌아오는 방식을 반복하였으며 20초 동안 실시한 총 횟수를 측정하여 평가하였다.^{30,31)}

4) 족부 상해

족부 상해는 족부정형외과 전문의를 통해 기형발톱, 굳은살과 X선 판독을 통해 9도 이상의 기계적 불안정성을 가진 학생들을 구분하였다. 검사 결과는 양성(+, positive), 음성(-, negative)으로 표기하여 진단하였다.

3. 자료처리 방법

자료처리 방법은 SPSS 20.0 통계프로그램(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 정상군과 변형군 간에 종속변인의 차이는 독립표본 *t*검증(independent *t*-test)을 이용하여 분석하였다. 측정된 변인의 평균과 표준편차를 산출하였으며 모든 통계적 유의수준은 $P < 0.050$ 로 설정하였다. 정상군과 변형군의 독립표본 *t*검증 분석에 앞서 샤피로-윌크 정규성 검정(Shapiro-Wilk test)을 수행하여 표본 집단의 정규분포를 만족하는 데이터임을 확인하였다(Table 2). 족부 상해는 빈도분석을 이용하여, 그룹 간 상해발생 빈도와 발생률(%)을 비교하였다.

Table 2. Shapiro-Wilk test

Variables	FDG (n=8)			NCG (n=10)		
	Statistic	df	P	Statistic	df	P
Range of motion						
PF, °	0.867	8	0.141	0.911	10	0.291
DF, °	0.958	8	0.790	0.927	10	0.418
Balance test, s	0.857	8	0.112	0.928	10	0.432
Side step test, times/20 s	0.882	8	0.197	0.873	10	0.108
Talar tilt, °	0.967	8	0.873	0.946	10	0.622

Abbreviations: FDG, foot deformity group; NCG, normal comparison group; PF, plantar flexion; DF, Dorsi flexion.

Table 3. Comparison of ankle range of motion, functional ability and talar tilt^a

Variables	FDG (n=8)	NCG (n=10)	t	df	P ^b
Range of motion					
PF, °	82.75±5.52	92.60±8.69	-2.778	16	0.013
DF, °	19.37±6.20	21.30±8.98	-0.514	16	0.614
Functional ability					
Balance test, s	32.37±26.75	38.50±16.47	-0.598	16	0.558
Side step test, times/20 s	16.12±1.12	16.40±1.17	-0.503	16	0.622
Talar tilt, °	6.57±2.95	3.70±2.42	2.266	16	0.038

Abbreviations: FDG, foot deformity group; NCG, normal comparison group; PF, plantar flexion; DF, Dorsi flexion.

^aValues are presented as mean±SD.

^bCalculated by independent t-test.

결 과

1. 족관절 가동범위

고등학교 발레 무용수들의 발의 형태학적 특성에 따른 족관절 가동범위에 관한 연구결과는 표 3과 같다. 저측 굴곡에 대한 측정 결과 변형군은 82.75±5.52도이며, 정상군은 92.60±8.69도로 변형군의 저측굴곡력이 정상군보다 낮게 나타났으며, 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($P<0.050$). 배측 굴곡에 대한 측정 결과 변형군은 19.37±6.20도, 정상군은 21.30±8.98도로 변형군의 배측굴곡력이 정상군보다 낮았으나 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

2. 기능수행능력

고등학교 발레 무용수들의 발의 형태학적 특성에 따른 기능수행능력에 관한 연구결과는 표 3과 같다. 평형성 측정 결과 변형군은 32.37±26.75초, 정상군은 38.50±16.47초로 변형군의 평형능력이 정상군보다 낮았으나 집단 간 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 민첩성 측정 결과 변형군은 16.12±1.12초, 정상군은 16.40±1.17초로 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

3. 거골경사각

고등학교 발레 무용수들의 발의 형태학적 특성에 따른 거골경사각의 비교결과는 표 3과 같다. 거골경사각 측정 결과 변형군이 6.57±2.95도, 정상군이 3.70±2.42도로 변형군의 거골경사각이 정상군보다 높게 나타났으며 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($P<0.050$).

4. 족부 상해

고등학교 발레 무용수들의 발의 형태학적 특성에 따른 족

Table 4. Comparison of foot injury rates^a

Variables	FDG (n=8)	NCG (n=10)
Mechanical instability	3 (37.5)	3 (30.0)
Ingrowing toenail	1 (12.5)	0 (0)
Callus	10 (100)	10 (100)

Abbreviations: FDG, foot deformity group; NCG, normal comparison group.

^aValues are presented as N (%).

부 상해율에 관한 비교결과는 표 4와 같다. 발레 전공자의 상해율의 경우 기계적불안정성은 변형군이 37.5%, 정상군은 30.0%로 변형군이 더 높게 나타났다. 기형발톱은 변형군이 12.5%, 정상군은 0%로 변형군이 더 높은 것으로 나타났으며 굳은살의 경우 변형군이 100%, 정상군은 100%로 동일한 상해율을 갖는 것으로 나타났다.

고 찰

고등학교 발레 전공생들은 정확도가 요구되는 전형적인 발레 동작으로 인하여 장시간의 강도 높은 연습을 필요로 하며 토슈즈의 착용으로 인한 족부의 변형 및 다양한 상해를 지니고 있는 것으로 보고되었다.^{12-15,24,32)} 특히 완전한 성장이 이루어지지 않은 고등학생들의 족부변형은 만성적으로 고착될 가능성이 높을 뿐만 아니라, 완성도 있는 무용 동작을 수행하기 위한 기술 발휘에도 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구에서는 발레를 전공하는 예술고등학교 학생들을 대상으로 족관절의 해부학적 변형 정도를 파악하고, 변형여부에 따라 족관절 가동범위, 기능수행능력 및 족부 상해를 비교하여 분석하였다.

종골피치각은 무용수의 보행에 있어 체중을 지탱하고 아치의 유연성을 통한 충격 흡수 등을 소화하는 매우 중요한 구조라 할 수 있다.^{6,28)} 본 연구의 결과 발레 전공 대상자 18명 중 8명의 종골피치각이 평균 18.46±1.57도로 정상범위인 20도 이하로 낮아져 있는 것을 발견할 수 있었다. 대상자의 특성을 살펴보면 족부 변형집단의 경력이 정상

군보다 높은 것으로 나타났으며 신체조성에 있어서는 1.47 cm 정도의 신장의 차이는 조금 있었으나 체중, 체지방량, 제지방량, 신체질량지수 등에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 무용경력이 족부형태의 종골피치각에 영향을 미친다는 Shon²⁹⁾의 연구보고와 일치하는 결과로서 장기간의 무용연습이 족근 중족부의 인대들의 손상과 족부 아치와 관련된 주변 근육의 위축 및 불균형 등으로 인하여 족부의 아치를 낮추는 것으로 볼 수 있다.

족부변형에 따른 기능수행능력을 조사하기 위하여 관절가동범위, 평형성, 민첩성을 측정한 결과, 발레 전공생들의 변형집단과 정상집단의 관절가동범위는 일반적인 정상 각도보다 매우 높은 수준의 저측 굴곡력을 지니는 것으로 나타났다. 발레 무용수에게 발의 저측굴곡은 발레의 기본 동작인 포인트의 미적 기준과 토슈즈의 수행능력을 충족시키는 매우 중요한 요소이다. 따라서 일반인들의 저측 굴곡 각도는 약 45-50도로 알려져 있으나^{26,27)} 본 연구의 대상자들은 포인트와 플렉스 동작의 숙련에 따른 족부의 근기능 특성이 강화된 것으로 사료된다. 또한 족부 변형집단의 저측굴곡력이 정상집단의 저측굴곡력에 비해 유의하게 낮은 것으로 나타났다($P<0.050$). Tiberio³³⁾는 족부 아치의 부정확한 정렬은 체중 부하 시기의 하지 운동능력을 감소시키며 족부 유연성에 부정적인 영향을 미친다고 보고하였다. 따라서 종골피치각이 낮을수록 발레의 저측굴곡력에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 사료된다.

발의 형태학적 특성과 운동에 관한 연구들을 살펴보면 많은 연구들이 종골피치각이 높을수록 평형성과 순발력에서 우세한 운동능력을 갖는 것으로 보고하였다. Kim¹⁰⁾은 족저면적과 평형유지와의 관계에서 편평족인 사람은 장거리 도보나 질주에 영향이 있고, 완곡 내측이 적기 때문에 평형유지 시간이 짧다고 하였으며, Ryu³⁾의 연구에서는 족부변형과 정적평형성 및 순발력은 유의한 상관관계가 있는 것으로 보고했다. 또한 Choi¹¹⁾에 의하면 일반적으로 종골피치각이 클수록 발레를 포함한 각종 신체 활동을 효과적으로 장시간에 걸쳐 수행할 수 있게 된다고 보고하였다. 본 연구에서는 족부의 변형 여부에 따라 평형능력과 민첩성을 측정한 결과 두 집단 간에 유의한 차이는 나타나지 않았으나 변형집단이 정상집단에 비해 평형능력과 민첩성이 모두 떨어지는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Chun과 Choi³⁴⁾의 연구와 일치하는 결과로서 고유수용성 감각의 경우 족부 형태의 변형 및 상해에 의해서만 그 기능이 결정되는 것이 아니라 하지 전체의 협응 능력에 따라 수행능력이 결정되기 때문에 유의한 차이를 보이지 않은 것으로 사료된다. Chun과 Choi³⁴⁾의 연구에서도 족관절 변형에 따른 근 기능 특성에서는 유의한 차이가 나타났으나 대상자 모두가 전문 운동 선수 집단으로 반복적이고 지속적인

발목의 동작들로 인해 이미 일정수준의 기능 상태를 유지하고 있는 것으로 사료되기 때문이라고 보고하였다.

족부 아치의 변형은 족부의 안정성과 운동 기능을 비정상적으로 변화시키며 족부 주변 근육들의 불균형을 가져온다. 또한 이러한 현상들이 만성적일 때 발목관절 불안정성 등으로 발전되어 비정상적인 생역학적 변화를 초래하는 것으로 보고되었다.^{33,35,36)} 본 연구에서도 족부변형에 따른 발목관절의 불안정성의 여부를 비교하기 위하여 거골경사각을 측정해 본 결과 변형군과 정상군의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($P<0.050$). 선행연구들에 따르면 발목 불안정성의 발생 원인은 인대의 손상, 발목 주변근의 위축 그리고 발목 관절 ROM의 변화 등이 될 수 있을 것으로 제안하였다.^{37,38)} 따라서 족부 아치 변형은 앞서 논의한 바와 같이 발목관절의 유연성 및 근력에도 영향을 미치기 때문에 기능수행력의 저하 및 부상 상해율로 인한 발목의 기능적 불안정성에도 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다. Kim과 Choi¹⁵⁾의 연구보고에 의하면 발레전공자의 발목관절 상해는 족부의 해부학적 변형을 가진 경우 족관절 염좌 및 아킬레스 염좌를 동반한 세 가지 이상의 족부 상해를 가진 경우가 전체의 75%를 차지하는 높은 상해율을 지니는 것으로 나타났다. Shon²⁹⁾의 연구에서도 족부의 질환이 없는 발레 전공 집단은 대부분 높은 족부 아치를 지니고 있는 것으로 나타났다.

족부변형에 따른 발레전공생들의 족부 상해여부를 빈도 분석을 실시한 결과 기계적 불안정성을 지닌 무용 전공생들의 빈도수는 두 집단 모두 3명씩 동일한 상해빈도를 나타냈으나 상해율에 있어서는 변형군 37.5%, 정상군 30.0%로 변형군이 조금 높은 기계적 불안정성을 지니는 것으로 나타났다. 발레의 기본 동작인 포인트와 데미포인트(demi pointe) 자세는 족관절이 가장 불안정한 자세들로 체중의 중심이 조금만 변화하여도 균형을 잃어 족관절 염좌의 손상을 받기 쉬운 자세이다.¹²⁾ Lee 등⁷⁾에 의하면 족관절 불안정성은 반복적인 족관절 염좌로 인해 족관절의 인대가 만성적으로 파열되어 있거나, 원래의 길이보다 늘어나 있는 상태 또는 족관절의 인대에 정상적으로 존재하는 운동평형 감각의 손상으로 인해 발생하는 것으로 무용수들에게 빈발하는 증상으로 보고되고 있다. 또한 기형발톱, 굳은살 등의 족부 상해의 경우에도 큰 차이가 없는 비슷한 빈도율을 보이는 것으로 나타났다. 기형발톱, 굳은살 등의 족부 상해는 토슈즈의 마찰과 압박으로 인해 생기는 족부 상해이다.^{21,22)} 특히 기형발톱의 경우 변형군에서 12.5%로 정상군에 비해 높은 상해율을 갖는 것으로 나타났는데 이는 족부의 변형된 형태가 족부 아치에 영향을 미쳐 토슈즈 착용시 발생하는 족저압에 따른 추가 상해로 인한 족부 상해인 것으로 사료된다. 기형발톱은 포인트 동작 시의 토슈즈의

비정상적인 압력에 의해 체중의 중심이 발가락으로 쏠리게 되어 일어날 수 있는 족부 상해로 보고되고 있다.²¹⁾ Choi¹³⁾의 연구에서도 경력 10년 이상의 직업 발레 집단이 경력 3년의 아마추어 집단과 달리 기형발톱과 티눈 증상을 지니고 있는 것으로 보고되었다. 또한 굳은살의 경우 고등학생 발레 전공생들은 변형유무와 관계없이 장시간의 발레 연습 및 토슈즈의 착용으로 인하여 18명 전원이 굳은살을 가지고 있는 것으로 사료된다. 심한 굳은살의 경우 통증을 일으킬 수 있으며, 기형발톱의 경우 피부 연조직안으로 성장된 발톱으로 인해 감염을 일으킬 수 있으므로 무용수들은 적절한 슈즈의 관리와 발톱의 정돈 등으로 추가적인 족부 상해를 미연에 방지하는 것이 매우 중요할 것으로 사료된다.²¹⁾

한편 본 연구에서는 족부 변형 집단을 족부 아치가각이 16도 이상 20도 미만에 해당되는 대상으로 제한하였기 때문에 족부 아치가각이 15도 이하에 해당하는 편평족 무용수들의 기능적 불안정성 및 상해 발생률에 어떠한 영향을 미칠 수 있는지는 파악할 수 없었다. 따라서 이들에 관한 구체적인 기능수행능력과 상해에 관한 연구가 필요하다고 사료된다.

이러한 연구의 결과를 종합해 볼 때 발레를 전공하는 고등학교 무용전공생의 족부 아치의 변형은 발목관절의 저축굴곡력에 부정적인 영향을 미치며 만성적인 발목 염좌율을 높일 수 있는 거골경사각과도 관련되어 발목 불안정성 및 족부 상해율을 높일 가능성이 있는 것으로 나타났다.

요 약

연구배경: 본 연구에서는 고등학교 발레 전공생들을 대상으로 족부의 해부학적 변형유무에 따른 족관절 가동범위, 기능수행능력, 거골경사각 및 상해율을 비교해 봄으로써 이들의 성공적인 무용 수행 능력과 상해 예방에 도움을 줄 수 있는 효과적인 중재방법의 수립을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

방법: 예술고등학교 발레전공학생들 18명을 대상으로 족부의 해부학적 변형유무를 파악하고 변형여부에 따라 족관절 가동범위, 기능수행능력, 거골경사각 및 족부 상해를 비교하여 기능적 특성의 차이를 분석하였다. 자료처리방법은 SPSS 20.0 통계프로그램을 이용하였으며 측정된 모든 변인의 평균과 표준편차를 산출하여 독립표본 t검증을 이용하여 분석하였다. 모든 통계적 유의수준은 $P<0.050$ 로 설정하였다. 또한 빈도분석을 이용하여 그룹 간 상해발생 빈도와 발생률을 비교하였다.

결과: 1. 정상집단의 저축굴곡 능력은 변형집단보다 유의하게 큰 것으로 나타났다. 2. 민첩성과 평형성 측정결과 변

형집단과 정상집단 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 3. 변형집단의 거골경사각은 정상집단보다 유의하게 큰 것으로 나타났다. 4. 정상집단보다 변형집단에서는 기계적 불안정성을 가지는 비율이 더 높게 나타났으며, 기형발톱, 티눈, 굳은살에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

결론: 고등학교 발레 전공생의 족부 아치의 변형은 발목관절의 저축굴곡력에 부정적인 영향을 미치며 만성적인 발목 염좌율을 높일 수 있는 거골경사각과도 관련되어 발목 불안정성 및 족부 상해율을 높일 가능성이 있는 것으로 나타났다.

중심단어: 변형, 상해, 운동범위

REFERENCES

1. Song BR, Jung MS. Dance and politics. The Korean Journal of Dance 2007;51(1):181-93.
2. Jung MS, Choi SY, Shim JH, Tark JH. A comparative study of body composition, basic physical strength and cardiopulmonary function between Korean, ballet and modern dancers. The Korean Journal of Dance 2006;46(1):209-25.
3. Ryu JY. A Study on Physical Strength and Foot Deformation of Professional Dancers and Ordinary People [dissertation]. Daegu: Catholic University of Daegu; 2011. Korean.
4. Kim JS. Kinematic analysis of grand jete in Ballet. The Korean Journal of Dance 1992;14(1):112-31.
5. Do JN. A comparative studies on the bone density, physical fitness, and information processing ability among Korea dance, ballet, and general women. The Korean Journal of Dance 1998;24(1):81-93.
6. Park JH. Study on flow lines of ballet stance. The Korean Journal of Dance 2013;71(5):43-61.
7. Lee KT, Kwak KD, Kim DY, Kim ES, Kim JY, Kim JY, et al. Foot and Ankle Surgery. Seoul:Koonja;2004. p.1-560.
8. Kim MJ. Analysis of Characteristics between Exercise Ability and Foot Form according to Three Kinds of Dancers [dissertation]. Chungnam: Chungnam National University; 1991. Korean.
9. Choi SY. A comparative study on pressure applied to toes while performing ballet movements. The Korean Journal of Dance 1998;23(1):399-417.
10. Kim KS. The effect footprint angle on equilibrated state. Korean J Phys Educ 1977;15:41-5.
11. Choi SY. A study on the changes of structure and function of ballerinas foot. Korean J Phys Educ 1991;30(2):233-8.
12. Lee KT, Kim HC, Jung WK. Foot and ankle disorders in classical ballet dancers. Korean J Sports Med 1996;14(2):256-9.
13. Choi SY. A study on the types of foot and ankle injuries in ballet dancers. The Korean Journal of Dance 1995;18(1):255-66.
14. Ha KI, Han SH, Chung MY, Yang BK, Kwag JG. The foot deformity of ballerina. Korean J Sports Med 1993;11(1):74-8.
15. Kim SK, Choi SY. Study on patterns of an ankle joint injury of ballet majors and Korean dance majors: centering on the students of secondary school. Hanguk Muyong Gwahak Hoeji [Official Journal of Korean Society of Dance Science] 2003; 7(1):11-21.

16. Kim JM, Shon JH. The necessity of prevention and rehabilitation of dance injuries. *The Korean Journal of Dance* 2003;36(1):201-21.
17. Shin MY. A Study on Injures of Ballet Majoring Students [dissertation]. Seoul: Chung-Ang University; 2000. Korean.
18. Lee HJ. A Study on the Analysis and Prevention of Dance Injury according to Dancers' Speciality and Object [dissertation]. Yongin: Yong In University; 2007. Korean.
19. Jerosch J, Bischof M. Proprioceptive capabilities of the ankle in stable and unstable joints. *Sports Exerc Inj* 1996;2:167-71.
20. Klement A, Sandholzer H, Frenzen A. [Sports and leisure injuries in summer]. *MMW Fortschr Med* 2005;147(26):26-9. German.
21. Lee HH. Dance Injuries. Seoul:Keumkoang;1992. p.1-245.
22. Lee SH. A Study on the Causes of Injuries by the Movement of Modern Dance Major [dissertation]. Seoul: Chung-Ang University; 2008. Korean.
23. Priscilla M, Margaret S. Science of Dance Training. Champaign, Illinois:Human Kinetics Books;1988. p.147-92.
24. Lee AD. A Comparison on the Lower Extremity Deformities among Different Types of Dance Majors [dissertation]. Seoul: Ewha Women's University; 2004. Korean.
25. Karlsson J, Lansinger O. Laternal instability of the ankle joint. *Clin Orthop Relat Res* 1992;(276):253-61.
26. Hislop H, Avers D, Brown M. Daniels and Worthingham's Muscle Testing. China, Missouri:Elsevier Saunders;2014. p.1-528.
27. Hoppenfeld S. Physical Examination of the Spine and Extremities. Upper Saddle River, New Jersey:Prentice Hall International; 1976. p.197-235.
28. Son SY, Park SB, Choi SY. A study on the gait of ballet dancers. *Hanguk Muyong Gwahak Hoeji* [Official Journal of Korean Society of Dance Science] 2003;7(1):39-50.
29. Shon HN. A Study on the Professional Dancers' Feet Transformation [dissertation]. Seoul: Ewha Women's University; 1997. Korean.
30. Ko HH. Measurement and evaluation in human performance. Seoul:Yeonsea University;2003. p.1-503.
31. Korea Institute of Sport Science. Exercise Prescription. Seoul:21st Publishing;2010. p.1-306.
32. Lee KT, Bang YS. Dance Medicine and Science. Seoul:Koonja; 2009. p.1-142.
33. Tiberio D. Pathomechanics of structural foot deformities. *Phys Ther* 1988;68(12):1840-9.
34. Chun SY, Choi OJ. The ankle joint position sense, strength and functional ability of the soccer player with functional ankle instability. *Korea J Sports Sci* 2009;18(3):1119-30.
35. Hyung IH. The Effect of Balance and Muscle Activities on the Stability of Foot [dissertation]. Daegu: Daegu University; 2008. Korean.
36. Hyung IH, Bae SS. Effect of lower extremity on the joint therapy and active exercise of ankle and foot complex. *J Korean Soc Phys Med* 2008;3(2):89-96.
37. Bernier JN, Perrin DH. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;27(4):264-75.
38. Norkus SA, Floyd RT. The anatomy and mechanisms of syndesmotic ankle sprains. *J Athl Train* 2001;36(1):68-73.