

무용전공 여대생들과 일반 여대생들의 무릎과 발목 등속성 최대우력과 허리펴근 등척성 최대우력 비교

원종임
전주대학교 대체의학대학 물리치료학과

Abstract

Comparison of the Isokinetic Strength of the Knee and Ankle and Isometric Strength of the Lumbar Extensor in Female Collegiate Dancers and Controls

Jong-im Won, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, College of Alternative Medicine, Jeonju University

In dancers, intact muscular coordination is a well balanced antagonist, which could be a decisive factor in protection against injury as dancers often have hypermobile joints and their ankle joints often bear their full body weight in extreme positions. The purposes of this study were to identify the isokinetic strength of the knee and ankle and the isometric strength of the trunk in female collegiate dancers and controls. Furthermore, the study aimed to investigate the peak torque ratio of knee extension to flexion, ankle plantarflexion (PF) to dorsiflexion (DF), and dominant legs to nondominant. Twenty-one female collegiate dancers (20.0 years of age) and twenty-one female collegiate students (19.3 years of age) performed isokinetic maximum efforts of the knee extensors and flexors at 60°/sec and 120°/sec, the ankle plantarflexors and dorsiflexors at 30°/sec and 120°/sec and isometric maximum efforts of the lumbar extensors at 0°, 12°, 24°, 36°, 48°, 60°, and 72°. The results were as follows: The isokinetic peak torque of the knee extensors and the ratio of knee extensors to flexors of dancers were significantly higher than those of controls ($p < .01$). However, the isometric peak torque of the back extensors ($p < .01$) and isokinetic peak torque of the ankle plantarflexors and dorsiflexors ($p < .05$) of dancers were significantly lower than those of controls. Further studies are needed to identify the difference in proprioception of the joints between dancers and controls.

Key Words: Dancers; Isokinetic strength; Isometric strength; Ratio of knee extensors to flexors.

I. 서론

무릎과 발목의 근력은, 기립유지와 신체의 원활한 이동 동작, 보행, 달리기 그리고 여러 스포츠 활동을 할 때 중요한 기능을 한다. 특히 무용가들은 무릎과 발목의 근력을 이용하여 점프, 회전, 균형의 유지, 발가락 끝으로 서기 등의 동작들을 많이 함으로써 정밀한 시간적 공간적 협응과 미적 성취를 이룬다(Bronner와 Ojofeitimi, 2006; Kuno 등, 1996). 무용가들은 이들 동작을 하는 과정에서 손상을 입기 쉬운데, 그 주된 원인은 관절의 과사용성과 발바닥굽힘 자세에서 전체 체중을 발목에 부

과하는 무용동작의 특성 때문이다.

무용가들의 손상은 대부분 무용하는 동안에 허리와 하지에서 발생한다. Koutedakis 등(1997)에 의하면, 무용가에서 허리와 골반을 비롯한 하지의 손상은 모든 손상 중 90% 이상을 차지하며, 하지 손상 가운데 많은 부분을 차지하는 곳이 발과 발목이다(Byhring과 Bo, 2002; Macintyre와 Joy, 2000; Rovere 등, 1983). 특히 발목 관절의 손상은 발목의 불안정을 초래하며, 결과적으로 관절의 자세 감각(position sense)과 균형의 결여의 원인이 된다(Schmitt 등, 2005).

무용가들의 하지 손상을 예방하기 위해서는 무릎과

발목관절의 주동근과 길항근의 균형과 협응이 요구되므로, 두 근육 사이의 최대우력 비율을 파악하는 것이 필요하다. 무릎과 발목의 최대우력(maximal force)을 알아보기 위한 근력평가로 등속성, 등장성, 그리고 등척성 방법이 이용되는데, 이 중 등속성 평가방법의 장점은, 일정한 각속도의 관절가동범위를 통해 발생하는 근력을 정확하게 측정할 수 있으며 신뢰성 또한 높다는 것이다(Kellis 등, 2000; Neder 등, 1999; Sole 등, 2007).

일반적인 경우, 발등굽힘근의 최대우력보다 발바닥굽힘근의 최대우력이 더 크다. 무용가들의 경우, Hamilton 등(1992)과 Schmitt 등(2005)의 연구에 의하면 발등굽힘에 대한 발바닥굽힘의 최대우력 비율이 일반인보다 더 크다. 즉 무용가들은 종종 발바닥 굽힘 자세에서 발목에 전체 체중을 지지해야 하므로, 발바닥 굽힘근의 최대우력은 일반인에 비해 크고 발등굽힘근의 최대우력은 일반인과 비슷하다. 이는 일반인에 비해 무용가들에서 주동근과 길항근의 불균형이 크다는 것을 의미한다.

몇몇 연구들의 등속성 평가에서 무용가는 다른 운동선수들에 비해 하지의 최대우력이 더 낮고, 더욱이 일반인들 보다 더 낮은 것으로 보고되고 있다(Benell 등, 1999; irkendall과 Calabrese, 1983). 또한 무용가에서 넙다리의 최대우력이 낮을수록 하지손상이 많으며, 손상정도도 더 심하다(Koutedakis 등, 1997). 우세다리와 비우세다리의 불균형과 관련된 Newton 등(2006)의 연구에 의하면, 오른쪽과 왼쪽다리의 무릎뻘근과 무릎굽힘근의 최대우력 비율에 불균형이 있었다. 이러한 불균형은, 서서 무릎을 구부리는 동작(squat) 시 지면반발력(ground reaction force)과 수직 점프(vertical jump) 시 지면반발력에서도 나타났다. 만약 무용가 그룹이 일반인 그룹보다 우세다리와 비우세다리에 대한 불균형이 더 크다면, 이런 불균형이 무용가들의 하지 손상에 더 많은 영향을 줄 것으로 예측할 수 있다.

무용가에 있어 주동근과 길항근의 균형과 협응은 손상을 예방하는데 중요한 요소이므로, 무용가를 대상으로 주동근과 길항근이 균형을 이루고 있는지에 대한 연구가 필요하다. 그러나 아직 무용가와 일반인을 대상으로 무릎과 발목에 대한 주동근에 대한 길항근의 비율에 대한 연구, 무용가들과 일반인의 하지근육의 최대우력을 비교한 연구, 우세다리와 비우세다리의 우력을 비교한 연구는 많지 않다.

또한 요통은 무용가들의 자주 겪는 근골격계 손상 중 하나이다. 그 원인에 대해서는 아직 정확히 밝혀진 바가 없다. 그러나 무용가들과 일반인의 허리뻘근의 근력을 비교하는 것은, 무용가들의 요통의 원인을 파악하는데 도움을 줄 수 있다.

따라서 본 연구에서는 무용전공 여대생과 일반 여대생들의 무릎관절의 뻘근과 굽힘근, 발목관절에서 발바닥굽힘근과 발등굽힘근의 등속성 최대우력을 알아보고, 허리뻘근의 등척성 최대우력을 알아보고자 한다. 더불어 무용전공 여대생과 일반 여대생의 비우세다리에 대한 우세다리의 최대우력의 비, 무릎굽힘근에 대한 무릎뻘근의 최대우력의 비, 그리고 발바닥굽힘근에 대한 발등굽힘근의 최대우력의 비를 비교하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

대상자는 서울의 A여대에 재학 중인 무용전공 여대생 21명과 일반 여대생 21명으로 총 42명이었다. 무용전공 여대생의 무용 종류는 발레, 현대무용, 한국 고전무용 등으로 구성되어 있었으며, 일주일에 15~20시간의 무용훈련을 하고 있었다. 또한 무용훈련 이외의 다른 규칙적인 운동은 하지 않았다. 일반 여대생들은 체육 또는 무용과 관련이 없는 전공에 속해 있었으며, 특별한 근력 운동에 정기적으로 참여하지 않고 있었다. 하지에 심한 정형외과적 또는 신경학적 결손이 있는 사람, 반대쪽 다리와 비교해 근력의 감소가 심하며, 통증, 마비, 감각손실이 있는 사람은 처음부터 대상자에 포함되지 않았다. 42명의 대상자 모두 오른쪽이 우세 하지였다. 우세 하지의 공을 찰 때 우선적으로 차는 발을 기준으로 하였다.

연구 대상자의 일반적 특성은 다음과 같았다. 평균 나이는 무용전공 여대생이 20.0세, 일반 여대생이 19.3세이었다. 평균 키는 무용 전공 여대생이 164.7 cm, 일반 여대생이 164.2 cm이었다. 평균 체중은 무용전공 여대생이 51.2 kg, 일반 여대생이 54.0 kg이었다. 체질량지수(Body Mass Index; BMI) 평균은 무용전공 여대생이 18.9, 일반 여대생이 20.0으로, 두 그룹 사이에 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 무용전공 여대생의 무용경력 평균은 4.8년이었다(표 1).

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=42)

특성	무용전공	
	여대생 (n ₁ =21)	일반 여대생 (n ₂ =21)
나이(세)	20.0±1.5 ^a	19.3±2.3
키(cm)	164.7±4.3	164.2±3.6
체중(kg)	51.2±4.1	54.0±5.3
질량지수(kg/m ²)	18.9±1.3	20.0±1.6*
무용경력(년)	4.8±3.8	
넙다리 둘레(cm)	40.5±2.5	39.2±3.8
장딴지 둘레(cm)	34.2±1.4	35.2±3.1

^a평균±표준편차.

*p<.05.

2. 측정도구 및 측정방법

무릎과 발목의 등속성 최대우력을 측정하기 위해 Cybex Norm TM System¹⁾을 사용하였다. 편안한 복장과 신발을 착용하여 안전한 운동이 되도록 하였고, 등속성 운동전 관절통증이나 제한이 있는지 미리 검사하였다. 넙다리뿔근과 굽힘근의 등속성 측정을 위해, 대상자를 검사대 위에 앉혀 등받이에 허리를 충분히 지지한 상태에서 발을 발판에 두도록 했다. 등속성 기계의 회전축은 넙다리의 가쪽위 관절용기(lateral epicondyle)에 두었고, 상체와 대퇴부가 움직이지 않도록 벨크로로 고정시킨 후, 정강이 보호대를 발목에 대었다. 등속성 운동을 위한 관절가동범위는 무릎관절을 135° 굽힘에서 0°로 펴도록 하였으며, 운동강도는 60°/sec와 120°/sec로 하였다(Hulens 등, 2002).

발바닥굽힘근과 발등굽힘근의 등속성 측정을 위해, 대상자를 검사대 위에 무릎관절을 편 상태로 옆드리게 하고, 기계의 회전축은 가쪽 복사(lateral malleolus)에 두었다. 골반 주위를 벨트로 묶어 상체를 고정하고 무릎관절은 똑바로 편 상태에서 무릎관절 바로 위의 대퇴를 벨크로로 고정시켰다. 발을 발판에 대도록 하고, 등속성 운동을 위한 관절가동범위는 발바닥 굽힘 50°와 발등 굽힘 20°로 하였으며, 운동강도는 30°/sec와 120°/sec로 하였다(Davies, 1987).

각 대상자에게 측정과정을 설명하고, 약 4~5회는 최대하(submaximal) 운동강도의 연습을 하였고, 그 중 1회는 최대 운동강도의 연습을 통해 운동을 충분히 숙지시킨 다음, 1분 휴식 후 검사를 3회 실시하여 최대우력 값을 구하였다. 같은 관절의 오른쪽 다리와 왼쪽 다리 검사 사이에는 1분 휴식이 주어졌으며, 무릎관절, 발목관

절, 그리고 몸통의 최대우력 검사 사이에는 5분의 휴식 시간을 주었다. 각 검사의 순서는 무작위로 실시하였다. 대상자들은 등속성 운동 훈련 경험이 많은 물리치료사에 의해 가능한 빨리 그리고 최대의 힘을 주도록 청각피드백을 받으며 운동하였다(Davies, 1987; Neder 등, 1999).

허리 펴근의 등척성 검사를 위해, MedX®lumbar extension machine²⁾을 사용하였다. 대상자를 기계의 자리에 앉게 하고, 몸을 골반 고정대와 넙다리 고정대에 고정시킨 후 대퇴와 정강이가 약 135° 유지되도록 하여 발판을 고정시켰다. 양손으로 손잡이를 잡게 한 후 패드를 이용하여 가슴과 머리를 고정시켰다. 허리의 굽힘 범위에 제한이 없는지 알아보기 위해 0°에서 72°까지 수동 관절가동운동을 3회 실시하였다. 먼저 허리를 72° 굽히도록 한 상태에서 등척성수축을 하도록 하였고, 2~3초간 서서히 근력을 증가시켜 최대 우력에 도달하도록 한 다음 1초간 이 상태를 유지하도록 하였다. 10초 동안 휴식 후 60°, 48°, 36°, 24°, 12°, 0°에서도 동일한 방법으로 등척성수축을 수행하도록 하였다(이동희, 2002)(그림1).

넙다리 둘레는 다리에 힘을 빼고 똑바로 누운 상태에서, 슬개골의 가장 위 면에서 10 cm 위를 .1 cm 간격의 줄자를 이용하여 측정하였다(In 등, 2007). 장딴지 둘레 측정은, 의자에 앉아 발바닥이 바닥에 닿지 않게 다리를 내린 상태에서, 종아리의 가장 두꺼운 부분을 .1 cm 간격의 줄자를 이용하였다(Carpenter 등, 1999).

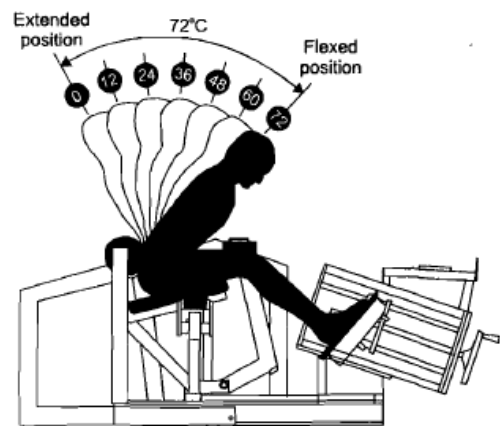


그림 1. MedX® lumbar extension machine 을 이용한 허리 펴근의 등척성 검사자세.

1) Cybex Norm 770 Isokinetic Dynamometer, Lumex Inc., NY, U.S.A.

2) MedX® Lumbar Extension Machine, MedX Inc., Ocala, U.S.A.

3. 분석방법

무용전공 여대생과 일반 여대생의 무릎뮌근, 무릎굽힘근, 발바닥굽힘근, 그리고 발등굽힘근의 등속성 최대우력을 비교하고, 각 각도에 따른 허리뮌근의 등척성 최대우력을 비교하며, 비우세하지에 대한 우세하지의 비율과 무릎굽힘근에 대한 무릎뮌근의 비율, 발등굽힘근에 대한 발바닥굽힘근의 비율을 비교하기 위해, 독립표본 t-검정 (independent samples t-test)을 실시하였다. 통계적 유의수준 $\alpha=.05$ 로 정하였고, 수집된 자료는 상용통계프로그램인 윈도용 SPSS version 14.0을 이용하여 분석하였다.

III. 결과

60°/sec에서 등속성수축시 무릎뮌근의 우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 평균 117.48 Nm이었고, 일반여대생에서 92.09 Nm이었으며, 비우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 114.50 Nm이었고, 일반여대생에서 88.07 Nm로, 우세다리와 비우세다리에서 무릎뮌근의 최대우력은 일반여대생에 비해 무용전공 여대생이 더 높았다($p<.01$). 무릎굽힘근의 최대우력은 무용전공 여대생과 일반여대생 사이에 차이가 없었다(표 2).

120°/sec에서 등속성수축시 무릎뮌근의 우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 평균 85.29 Nm이었고,

일반여대생에서 69.43 Nm 이었으며, 무릎뮌근의 비우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 82.84 Nm이었고, 일반 여대생에서 68.52 Nm로, 우세다리와 비우세다리에서 무릎뮌근의 최대우력은 일반여대생에 비해 무용전공 여대생이 더 높았다($p<.01$). 무릎굽힘근의 우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 40.41 Nm이었고, 일반여대생에서 47.53 Nm이었으며, 비우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 39.83 Nm이었고, 일반 여대생에서 46.38 Nm로, 우세다리와 비우세다리에서 무릎굽힘근의 최대우력은 무용전공 여대생에 비해 일반여대생의 최대우력이 더 높았다($p<.01$)(표 2).

30°/sec에서 등속성수축시 발바닥굽힘근의 우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 평균 54.85 Nm이었고, 일반여대생에서 63.27 Nm이었으며, 비우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 52.20 Nm이었고, 일반 여대생에서 60.03 Nm로, 우세다리와 비우세다리에서 발바닥굽힘근의 최대우력은 무용전공 여대생에 비해 일반여대생이 더 높았다($p<.05$). 발등굽힘근의 우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 13.99 Nm이었고, 일반여대생에서 19.12 Nm이었으며, 비우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 14.25 Nm이었고, 일반여대생에서 17.82 Nm로, 우세다리와 비우세다리에서 발등굽힘근의 최대우력은 무용전공 여대생에 비해 일반여대생이 더 높았다($p<.05$)(표 2).

표 2. 무릎과 발목에서 등속성 운동 시 발생된 최대우력

단위: Nm

변수	무용전공 여대생($n_1=21$)		일반 여대생($n_2=21$)	
	우세 다리	비우세 다리	우세 다리	비우세 다리
60°/sec				
무릎 뮌근	117.48±14.12 ^{a**}	114.50±13.23 ^{**}	92.09±14.66	88.07±13.46
무릎 굽힘근	55.76±8.88	52.97±9.21	55.76±8.43	53.37±7.86
120°/sec				
무릎 뮌근	85.29±14.61 ^{**}	82.84±9.75 ^{**}	69.43±11.10	68.52±11.17
무릎 굽힘근	40.41±6.61	39.83±7.90	47.53±8.20 ^{**}	46.38±7.38 ^{**}
30°/sec				
발바닥 굽힘근	54.85±10.61	52.20±10.40	63.27±12.51*	60.03±13.23*
발등 굽힘근	13.99±3.40	14.25±3.74	19.12±4.98 ^{**}	17.82±4.88*
120°/sec				
발바닥 굽힘근	28.95±7.98	29.08±8.13	40.22±8.87 ^{**}	38.47±10.01 ^{**}
발등 굽힘근	8.84±2.57	8.81±2.91	13.67±3.32 ^{**}	14.05±3.45 ^{**}

^a평균±표준편차.

* $p<.05$, ** $p<.01$.

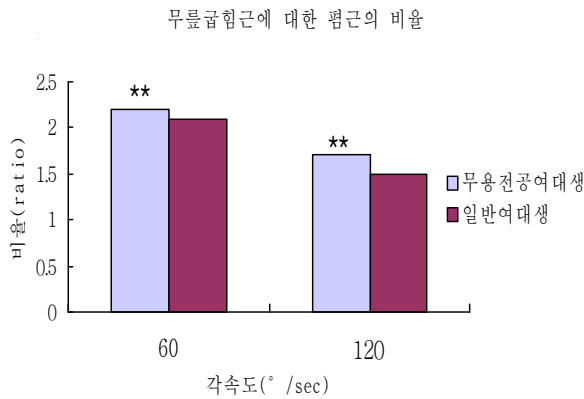


그림 2. 무용전공 여대생과 일반 여대생의 무릎굽힘근에 대한 평균의 비율(**p<.01).

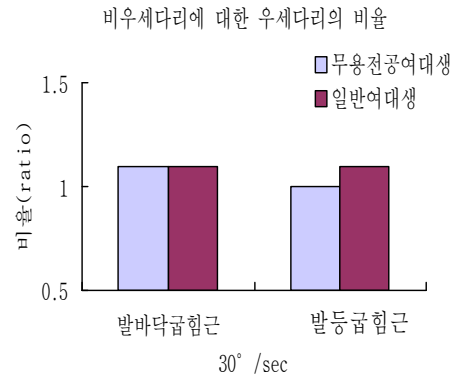


그림 3. 무용전공 여대생과 일반 여대생의 비우세다리에 대한 우세다리의 비율.

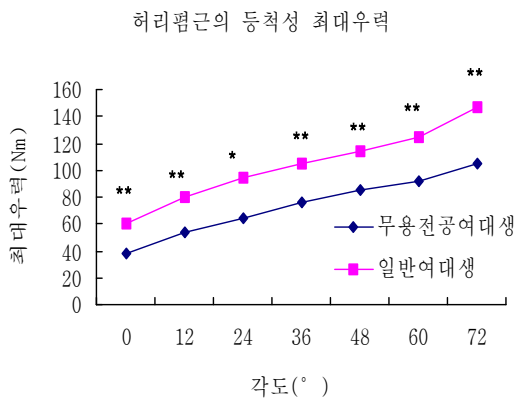


그림 4. 무용전공 여대생과 일반 여대생에서 허리뿔근의 최대우력(**p<.01).

120°/sec에서 등속성수축시 발바닥굽힘근의 우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 평균 28.95 Nm이었고, 일반여대생에서 40.22 Nm이었으며, 비우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 29.08 Nm이었고, 일반여대생에서 38.47 Nm로, 우세다리와 비우세다리에서 발바닥굽힘근의 최대우력은 무용전공 여대생에 비해 일반여대생이 더 높았다(p<.01). 발등굽힘근의 우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 8.84 Nm이었고, 일반여대생에서 13.67 Nm이었으며, 비우세다리 최대우력은 무용전공 여대생에서 8.81 Nm이었고, 일반여대생에서 14.05 Nm로, 우세다리와 비우세다리에서 발등굽힘근의 최대우력은 무용전공 여대생에 비해 일반여대생이 더 높았다(p<.01)(표 2).

60°/sec에서 등속성수축시 무릎굽힘근에 대한 무릎뿔근의 비율은 무용전공 여대생에서 평균 2.13이었고, 일

표 3. 등속성 운동시 발생된 굽힘근에 대한 평균의 비율(ratio)

변수	무용전공	일반
	여대생(n ₁ =21) 평균/굽힘근	여대생(n ₂ =21) 평균/굽힘근
무릎		
60°/sec	2.13±.29**	1.68±.36
120°/sec	2.14±.36**	1.46±.25
발목		
30°/sec	3.16±.82*	2.65±.34
120°/sec	1.95±.66	2.06±.76

^a평균±표준편차.

*p<.05, **p<.01.

반 여대생에서 1.68이었으며, 120°/sec에서 무릎굽힘근에 대한 뿔근의 비율은 무용전공 여대생에서 2.14 이었고, 일반 여대생에서 1.46으로, 일반 여대생에 비해 무용전공 여대생에서 무릎굽힘근에 대한 무릎뿔근의 비율이 더 높았다(p<.01)(그림 2). 30°/sec에서 발등굽힘근에 대한 발바닥굽힘근의 비율은 무용전공 여대생에서 3.16 이었고, 일반 여대생에서 2.65로 일반 여대생에 비해 무용전공 여대생의 발등굽힘근에 대한 발바닥굽힘근의 비율이 더 높았다(p<.05). 120°/sec에서 발등굽힘근에 대한 발바닥굽힘근의 비율은 무용전공 여대생과 일반 여대생 간에 차이가 없었다(표 3).

30°/sec의 등속성수축시 발바닥굽힘근에서 비우세다리와 우세다리의 비율은 무용전공 여대생에서 1.1이었고, 일반 여대생에서 1.1이었다. 또한 발등굽힘근에서

비우세다리에 대한 우세다리의 비율은 무용전공 여대생이 1이었고, 일반 여대생이 1.1로 발바닥굽힘근과 발등굽힘근에서 비우세다리에 대한 우세다리의 비율은 무용전공 여대생과 일반 여대생에서 차이가 없었다(그림 3). 또한 무릎펴근과 무릎굽힘근에서도 비우세다리에 대한 우세다리의 비율은 1.03~1.06으로 무용전공 여대생과 일반 여대생에서 차이가 없었다.

허리펴근의 등척성 최대우력은 0°에서 무용전공 여대생이 평균 54.42 Nm이었고, 일반 여대생이 82.18 Nm이었다. 12°에서 무용전공 여대생이 73.37 Nm이었고, 일반 여대생이 108.41 Nm이었다. 24°에서 무용전공 여대생이 86.90 Nm이었고, 일반 여대생은 127.84 Nm이었다. 36°에서 무용전공 여대생이 102.97 Nm이었고, 일반 여대생은 142.87 Nm이었다. 48°에서 무용전공 여대생이 115.08 Nm이었고, 일반 여대생은 155.88 Nm이었다. 60°에서 무용전공 여대생이 125.12 Nm이었고, 일반 여대생은 169.42 Nm이었다. 72°에서 무용전공 여대생이 142.02 Nm이었고, 일반 여대생은 199.92 Nm이었다. 이와 같이 모든 각도에서 허리펴근의 최대우력은 무용전공 여대생에 비해 일반 여대생이 더 높았다($p < .01$)(그림 4).

IV. 고찰

근력 불균형은 전에 손상된 경험, 자주 사용하는 정도, 스포츠의 종류 등 다양한 원인으로 인해 발생할 수 있다. 이러한 불균형은 일의 수행에 영향을 주고 손상의 발생을 증가시킨다(Asklings 등, 2003; Croisier 등, 2002). 특히 무용 동작 중 발바닥굽힘 자세에서 전체 체중을 발목에 부과해야 하는 특성과, 무용가들에서 종종 나타나는 관절의 과가동성 때문에 주동근과 길항근의 힘의 균형과 협응은 손상을 예방하는데 중요한 요소이다. 근력의 불균형을 확인하기 위해, 동적 상태에서의 근력평가에 자주 이용되는 방법 중 하나가 등속성 평가이다. 이러한 등속성 평가를 위해서는 일정한 속도에서 움직이는 기간 동안 발생하는 최대근력이 필요하다(De Ste Croix 등, 2003; Hislop과 Perrine, 1967).

여자 무용가 무릎의 최대우력에 대한 연구에서, Hamilton 등(1992)에 의하면 60°/sec의 속도에서 무릎펴근의 최대우력이 114.4~129.3 Nm이었고, 무릎굽힘근은 71.9~67.9 Nm로 나타났다. 본 연구에서는 같은 속도에서 무릎펴근의 최대우력이 114.5~117.5 Nm로 나타나

비슷한 결과를 보였으나, 무릎굽힘근의 최대우력이 53~55.8 Nm로 나타나, 무릎굽힘근의 최대우력은 Hamilton 등(1992)의 연구에 비해 낮은 것으로 나타났다. 또한 본 연구에서 무용전공 여대생의 무릎펴근의 최대우력이 일반여대생에 비해 높은 것으로 나타났고($p < .01$), 무릎굽힘근의 최대우력은 일반여대생에 비해 비슷하거나 오히려 낮은 것으로 나타났다. 무릎펴근은 걷거나 뛸 때 몸을 들어올려주고, 선자세에서 무릎을 구부릴 때 무릎 굽힘의 정도를 조절함과 동시에 움직임의 속도를 감소시켜 부드러운 움직임을 만들며, 신체 무게중심의 하강 시 충격을 흡수하는 작용을 한다(Grace 등, 1984; Norkin, 1988). 따라서 본 연구에서 무용전공 여대생의 무릎펴근의 최대우력이 일반여대생 보다 더 높게 나타난 원인으로 무용동작에서 무릎굽힘근에 비해 무릎펴근을 더 많이 사용되기 때문인 것으로 추정된다.

정상적인 무릎굽힘근에 대한 무릎펴근의 토크 비율은 1.5 이하이어야 한다(Perrine과 Edgerton, 1978). Kirkendall 등(1984)에 의하면, 전문 무용가에서 무릎굽힘근에 대한 무릎펴근의 비율이 1.47로 나타났다. 또한 Hamilton 등(1992)의 연구에서는 1.7~1.8로 나타났다. 본 연구에서 일반여대생의 경우 1.5~1.7이었으나, 무용전공 여대생의 경우 2.1로 두 그룹간에 차이가 있었다. 특히 무용전공 여대생에서 무릎굽힘근의 최대우력이 무릎펴근에 비해 50%도 되지 않아, 두 근육 사이에 큰 불균형이 있음을 알 수 있다. 본 연구에서 무용전공 여대생에서 무릎굽힘근에 대한 무릎펴근의 최대우력의 비율이 높은 이유는, 무용전공 여대생이 무릎펴근을 이용한 무용 활동을 더 많이 했기 때문이거나, 무릎굽힘근의 손상 후 무릎굽힘근의 근력회복이 덜 된 것으로 생각할 수 있다.

무용활동 중 점프와 같은 역동적 동작은 발목주위에 많은 스트레스를 준다. 사실 무용가들의 손상 중 신체의 다른 부위보다 발목 주위에 더 많은 손상을 가져온다(Bronner 등, 2003). 발바닥굽힘근과 발등굽힘근의 최대우력에서, Fugl-Meyer(1981)에 의하면 일반여성의 경우 발바닥굽힘근의 최대우력은 운동속도에 따라 39.0~84.4 Nm이었고, 발등굽힘근의 최대우력은 15.0~26.1이었다. 본 연구에서는 발바닥굽힘근의 최대우력은 무용전공여대생에서 29.1~54.9 Nm, 일반여대생에서 38.5~63.3이었고, 발등굽힘근은 무용전공 여대생에서 8.8~14.3 Nm, 일반여대생에서 13.7~19.1 Nm로, 발바닥굽힘근과 발등굽힘근의 최대우력이 무용전공 여대생에 비해 일반여대생에서 더 높았다. 이는 Dahlstrom 등(1997)의

연구에서 언급했듯이, 무용가의 경우 일반사람에 비해 type I 근섬유 비율이 높기 때문에 상대적으로 적은 우력을 나타냈다고 볼 수 있다. 한편 Bronner 등(2003)의 연구에서 무용가들의 근골격계 손상 중 발목과 발의 손상이 약 21%, 허리와 골반 손상이 약 17% 나타난 것으로 보아, 본 연구의 무용전공 여대생에서 잦은 발목 손상 후 근력강화 훈련이 덜 되었기 때문에 일반여대생에 비해 더 적은 최대우력을 보인 것으로도 볼 수 있다.

발등굽힘근에 대한 발바닥굽힘근의 비율과 관련된 연구들을 살펴보면, 일반인의 경우 1.5~2.4라고 보고되었고(Calmels 등, 1997), 단거리 달리기선수의 경우 3.0~3.6(Alexander, 1990)이었으며, 전문 무용가의 경우 4.4로 보고되었다(Hamilton, 1992). 본 연구에서 발등굽힘근에 대한 발바닥굽힘근의 비율은 무용전공여대생에서 1.95~3.16, 일반여대생에서 2.06~2.65로 나타나, 위의 다른 연구들과 비슷한 결과가 나타났다. 한편 30°/sec의 낮은 속도에서는 무용전공 여대생의 발등굽힘근에 대한 발바닥굽힘근의 비율이 일반여대생에 비해 높은 것으로 나타났다. 이는 낮은 속도에서 무용전공 여대생의 발바닥굽힘근과 발등굽힘근 둘 다 일반여대생에 비해 낮았지만, 발등굽힘근의 최대우력이 특히 더 낮았기 때문에 상대적으로 무용전공 여대생의 발바닥굽힘근에 대한 발등굽힘근의 비율이 일반여대생에 비해 높아졌다고 볼 수 있다.

일반적으로 오른쪽과 왼쪽 근력이 균형을 이루기 위해서는 근력이 같거나 근력의 차이가 10% 이내이어야 한다(Kirkendall 등, 1984). Kirkendall 등(1984)의 연구에서 여자 무용가의 경우 왼쪽 무릎뼈근에 대한 오른쪽 무릎뼈근의 비율이 1.06으로 나타났다. 본 연구의 결과에서도 무용전공 여대생과 일반여대생 모두 무릎과 발목관절에서 비우세다리에 대한 우세다리의 비율이 1.03~1.06으로 나타나, 우세다리와 비우세다리의 차이가 10% 이내로 근소하기 때문에 비우세다리와 우세다리의 최대우력이 어느 정도 균형을 이루고 있다고 볼 수 있다. 따라서 추후 무용전공 여대생과 일반여대생의 한쪽 다리의 손상 후 재활훈련 시 다른쪽 다리의 근력이 참고 자료가 될 수 있을 것이다.

허리뺨근의 등척성 근력에 있어, 본 연구에서 무용전공 여대생의 최대우력은 0°에서 54.42 Nm, 12°에서 73.37 Nm, 24°에서 86.90 Nm, 36°에서 102.97 Nm, 48°에서 115.08 Nm, 60°에서 125.12 Nm, 72°에서 142.02 Nm로, 일반여대생에 비해 현저히 낮게 나타났다. 더구

나 이러한 무용전공 여대생의 허리뺨근의 최대우력은 권정이 등(2000)과 남건우 등(2006)의 연구에서 요통환자들의 최대우력과 비슷한 수치를 보였다. 요통은 무용가들의 근골격계 손상 중 자주 나타나는 현상(Koutedakis 등, 1997)인 것으로 보아, 이는 무용가들에서 자주 발생하는 요통 손상 후 근력회복을 위한 재활훈련이 잘 되지 않은 것으로 추측할 수 있다. 본 연구에서는 무용전공 여대생들의 요통에 관한 조사를 하지 못한 아쉬움이 있다. 그러나 일반여대생에 비해 무용전공 여대생의 허리뺨근의 등척성 최대우력의 감소는 추후 무용전공 여대생에서 요통의 가능성을 증가시키는 요소가 될 수 있다.

대표적 무릎뺨근인 넙다리네갈래근(quadriceps)과 무릎굽힘근인 슬괘근(hamstring)은 엉덩관절의 굽힘과 폼에도 관여하며, 최적의 허리영치 리듬(lumbopelvic rhythm)을 발생시키는데 중요한 역할을 한다. 무릎뺨근과 무릎굽힘근의 힘의 불균형으로 인해 정상적인 허리영치 리듬을 손상시키며, 척추 주위에 스트레스를 증가시킬 수 있다. 만약 활동적인 사람에서 무릎굽힘근에 대한 무릎뺨근 최대우력의 비율이 1.33~1.67 이상인 경우, 요통을 일으킬 수 있다(Knapik 등, 1991; Safran 등, 1989). Koutedakis 등(1997)에 의하면, 무용가의 경우 무릎굽힘근에 대한 무릎뺨근의 비율이 높을수록 요통으로 인해 무용을 못하는 날이 많아졌다고 하였다. 따라서 본 연구에서 무용전공 여대생의 경우, 무릎굽힘근에 대한 무릎뺨근의 비율이 2.13~2.14로 무릎뺨근의 근력이 무릎굽힘근에 비해 상대적으로 매우 높았고, 허리뺨근의 최대우력이 일반 여대생에 비해 낮은 것으로 보아 추후 요통의 가능성을 증가시키는 요소가 될 수 있다고 보며, 요통 예방을 위한 노력이 필요하리라 생각된다. 추후 연구에서 무용전공 여대생의 허리뺨근의 최대우력이 감소된 원인과 요통과의 관련성을 파악하는 것이 필요하다. 또한 무용가와 일반인의 관절에 대한 고유수용성 감각의 차이를 비교하는 것이 필요하다.

V. 결론

본 연구의 목적은 무용전공 여대생과 일반 여대생의 하지 등속성 근력과 허리뺨근의 등척성 근력을 비교하여 어떤 차이가 있는지 비교하기 위한 것이었다. 이를 위해 60°/sec와 120°/sec의 속도에서 등속성 수축시 발생하는

무릎뻘근과 무릎굽힘근의 최대우력, 30°/sec와 120°/sec의 속도에서 발바닥굽힘근과 발등굽힘근의 최대우력, 그리고 허리뻘근의 근력을 비교하기 위해, 0°, 12°, 24°, 48°, 60°, 72°에서 등척성 근력을 알아보았다. 더불어 각 속도에서 비우세다리에 대한 우세다리의 최대우력 비율, 무릎굽힘근에 대한 무릎뻘근의 최대우력 비율, 발등굽힘근에 대한 발바닥굽힘근의 최대우력 비율을 비교하였다.

연구 결과 무릎뻘근의 60°/sec와 120°/sec에서 등속성 최대우력은 일반 여대생에 비해 무용전공 여대생이 더 높았다($p < .01$). 무릎굽힘근의 120°/sec에서 등속성 최대우력은 무용전공 여대생에 비해 일반 여대생이 더 높았다($p < .01$). 발바닥굽힘근의 30°/sec와 120°/sec에서 등속성 최대우력은 무용전공 여대생에 비해 일반 여대생이 더 높았다($p < .05$). 발등굽힘근의 30°/sec와 120°/sec에서 등속성 최대우력은 무용전공 여대생에 비해 일반 여대생이 더 높았다($p < .05$). 허리뻘근의 등척성 최대우력은 0°, 12°, 24°, 36°, 48°, 60°, 72° 도 모두에서 무용전공 여대생에 비해 일반 여대생의 최대우력이 더 높았다($p < .01$). 무릎굽힘근에 대한 무릎뻘근의 최대우력 비율은 일반 여대생(1.5~1.7)에 비해 무용전공 여대생(2.1)에서 더 높았다($p < .01$). 30°/sec의 낮은 속도에서 발등굽힘근에 대한 발바닥굽힘근의 최대우력의 비율은 일반 여대생(2.7)에 비해 무용전공 여대생(3.2)이 높은 것으로 나타났다($p < .05$).

무용전공 여대생의 무릎뻘근 등속성 최대우력이 일반 여대생에 비해 더 큰 이유는 무용동작 시 무릎뻘근을 더 많이 이용하기 때문으로 추정된다. 또한 무용전공 여대생의 발바닥굽힘근과 발등굽힘근의 등속성 최대우력 및 허리뻘근의 등척성 최대우력이 일반 여대생에 비해 낮은 이유는 근육 손상 후 재활 훈련이 부족한 상태에서 지속적으로 무용을 하고 있는 것 때문으로 추정된다.

인용문헌

권정이, 이강우, 김현숙 등. 척추 주위근의 단면적과 등척성 요추부 신전 근력간의 상관 관계. 대한재활의학회지. 2000;24(2):275-280.
남건우, 전병찬, 권기영 등. 요추 추간판탈출증 미세수술 후 체간 안정성을 위한 운동프로그램 비교. 대한재활의학회지. 2006;30(4):368-377.
이동희, 정제순, 이상건 등. 요통 및 골밀도에 대한 요추부 신근 강화운동의 효과. 대한재활의학회지.

2002;26(5):576-580.

Alexander MJ. Peak torque values for antagonist muscle groups and concentric and eccentric contraction types for elite sprinters. Arch Phys Med Rehabil. 1990;71(5):334-339.
Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after pre-season strength training with eccentric overload. Scand J Med Sci Sports. 2003;13(4):244-250.
Bennell K, Khan KM, Matthews B, et al. Hip and ankle range of motion and hip muscle strength in young female ballet dancers and controls. Br J Sports Med. 1999;33(5):340-346.
Bronner S, Ojofeitimi S. Gender and limb differences in healthy elite dancers: Passe kinematics. J Mot Behav. 2006;38(1):71-79.
Bronner S, Ojofeitimi S, Rose D. Injuries in a modern dance company: Effect of comprehensive management on injury incidence and time loss. Am J Sports Med. 2003;31(3):365-373.
Byhring S, Bo K. Musculoskeletal injuries in the Norwegian National Ballet: A prospective cohort study. Scand J Med Sci Sports. 2002;12(6):365-370.
Calmels PM, Nellen M, van der Borne I, et al. Concentric and eccentric isokinetic assessment of flexor-extensor torque ratios at the hip, knee, and ankle in a sample population of healthy subjects. Arch Phys Med Rehabil. 1997;78(11):1224-1230.
Carpenter MA, Tockman MS, Hutchinson RG, et al. Demographic and anthropometric correlates of maximum inspiratory pressure: The Atherosclerosis Risk in Communities Study. Am J Respir Crit Care Med. 1999;159(2):415-422.
Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, et al. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. Am J Sports Med. 2002;30(2):199-203.
Dahlstrom M, Liljedahl ME, Gierup J, et al. High proportion of type I fibers in thigh muscle of young dancers. Acta Physiol Scand. 1997;160(1):49-55.
Davies GJ. A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage and Rehabilitation Techniques. 3rd ed.

- Onalaska, S & S Publishers, Wisconsin, 1987:2-16.
- De Ste Croix M, Deighan M, Armstrong N. Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Sports Med.* 2003;33(10):727-743.
- Fugl-Meyer AR. Maximum isokinetic ankle plantar and dorsal flexion torques in trained subjects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1981;47(4):393-404.
- Hamilton WG, Hamilton LH, Marshall P, et al. A profile of the musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *Am J Sports Med.* 1992;20(3):267-273.
- Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther.* 1967;47(2):114-117.
- Hulens M, Vansant G, Lysens R, et al. Assessment of isokinetic muscle strength in women who are obese. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002;32(7):347-356.
- Grace TG, Sweetser ER, Nelson MA, et al. Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. A prospective blind study. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(5):734-740.
- In Y, Kim JM, Choi NY, et al. Large thigh girth is a relative contraindication for the subvastus approach in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2007;22(4):569-573.
- Kellis S, Kellis E, Manou V, et al. Prediction of knee extensor and flexor isokinetic strength in young male soccer players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2000;30(11):693-701.
- Kirkendall DT, Bergfeld JA, Calabrese L, et al. Isokinetic characteristics of ballet dancers and the response to a season of ballet training. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1984;5(4):207-211.
- Kirkendall DT, Calabrese LH. Physiological aspects of dance. *Clin Sports Med.* 1983;2(3):525-537.
- Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, et al. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med.* 1991;19(1):76-81.
- Koutedakis Y, Khalouha M, Pacy PJ et al. Thigh peak torques and lower-body injuries in dancers. *J Dance Med Sci.* 1997;1(1):12-15.
- Kuno M, Fukunaga T, Hirano Y, et al. Anthropometric variables and muscle properties of Japanese female ballet dancers. *Int J Sports Med.* 1996;17(2):100-105.
- Macintyre J, Joy E. Foot and ankle injuries in dance. *Clin Sports Med.* 2000;19(2):351-368.
- Neder JA, Nery LE, Shinzato GT, et al. Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999;29(2):116-126.
- Newton RU, Gerber A, Nimphius S, et al. Determination of functional strength imbalance of the lower extremities. *J Strength Cond Res.* 2006;20(4):971-977.
- Norkin C. Gait analysis. In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ, eds. 2nd ed. *Physical Rehabilitation: Assessment and treatment.* Philadelphia, F.A. Davis Co., 1988:195-217.
- Perrine JJ, Edgerton VR. Muscle force-velocity and power-velocity relationships under isokinetic loading. *Med Sci Sports.* 1978;10(3):159-166.
- Rovere GD, Webb LX, Gristina AG, et al. Musculoskeletal injuries in theatrical dance students. *Am J Sports Med.* 1983;11(4):195-198.
- Safran MR, Seaber AV, Garrett WE Jr. Warm-up and muscular injury prevention. An update. *Sports Med.* 1989;8(4):239-249.
- Schmitt H, Kuni B, Sabo D. Influence of professional dance training on peak torque and proprioception at the ankle. *Clin J Sport Med.* 2005;15(5):331-339.
- Sole G, Hamren J, Milosavljevic S, et al. Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(5):626-631.

논문접수일	2008년 11월 10일
논문게재승인일	2009년 1월 13일