



한국무용 상해유발동작의 운동역학적 분석*

정경원(세종대학교) · 김수미**(숙명여자대학교) · 이수현(세종대학교)

국문초록

본 연구의 목적은 한국무용수를 대상으로 한국무용 움직임 중 두발모아 뛰어 한발 착지 동작과 연풍대 동작의 운동역학적 요인을 분석하여 무용수의 동작 효율성을 향상시켜 상해를 예방하기 위한 기초 자료를 제공하고자 하는 것이다. 연구대상은 무릎상해(n=5), 발목상해(n=5), 정상(n=8) 그리고 무형문화재 전수자(n=5) 그룹으로 구분하였고 두 동작의 전·후방, 내·외측, 상·하방 변위 및 굴신회전, 배측굴곡, 내회전을 측정하기 위해 5대의 적외선 카메라를 사용하여 동작분석을 400Hz로 측정하였다. 자료 처리는 일원변량 분석을 하였고 유의한 차이가 있을 경우에 $p = .05$ 수준에서 duncan 사후검증을 실시하였으며 결과는 다음과 같다. 첫째, 두발모아 뛰어 한발 착지 동작 시 그룹간 무릎의 운동역학적 요인을 분석한 결과, 지면반력기 위에서 상·하 지면반력이 가장 높은 시점와 오른발이 지면반력기에서 떨어지기 직전의 시점에서 전수자그룹이 무릎, 발목 및 정상그룹보다 전·후방 움직임이 유의하게 낮게 나타났다($p < .001$). 또한 무릎의 굴신회전은 정상 및 전수자그룹이 무릎 및 발목부상그룹보다 유의하게 높게 나타났다($p < .005$). 따라서 점프를 하고 바닥에 닿은 다음 앞으로 걸어가는 동작을 자연스럽게 구사하기 위해 전수자 그룹이 착지시 무릎의 충격을 자연스럽게 흡수하면서 무릎의 유연한 움직임을 나타내는 것으로 사료된다. 둘째, 연풍대 동작의 그룹간 무릎의 운동역학적 요인을 분석한 결과, 연풍대 동작 시 오른발이 지면반력기에 떨어지기 직전의 시점에서 전수자그룹이 무릎, 발목, 정상그룹보다 내·외측 움직임이 유의하게 크게 나타났으며 상·하방 움직임에서는 무릎부상그룹이 전수자, 발목, 정상그룹보다 유의하게 낮게 나타났다($p < .001$). 따라서 앉았다 일어나 앞으로 걸어가기 위해 무릎의 내·외측 움직임과 발목의 내회전이 커야 숙련된 동작을 수행할 수 있는 것으로 생각된다. 이상과 같은 결과를 토대로 무용수의 동작 효율성을 향상시켜 상해를 예방

하기 위한 기초 자료로 활용한다면 한국무용 상해유발 동작에 대한 체계적인 훈련프로그램 구성과 부상치료 및 상해 예방에도 도움이 될 것이라고 사료된다.

주요어 : 한국무용, 무용상해, 연풍대, 운동역학

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

신체의 움직임에 의하여 인간의 본능과 의사전달 수단으로 사용되었던 무용은 인간의 사상이나 감정을 표현하는 예술의 한 장르로 발전해 왔다. 무용수들은 움직임의 예술적 가치를 완성시키기 위해 제한된 신체의 움직임을 통해 표현하는데, 한국무용은 일반적으로 우리나라에서 예로부터 전승되어 내려오는 춤과 소멸되어 이름만 남아 있는 춤, 그리고 이를 바탕으로 현대에 새롭게 창조되어진 춤 등을 아우른다(권운방, 2003). 최근 한국무용은 발레나 현대무용 동작을 접목하여 전통적인 춤사위에 비해 빠른 템포와 큰 동작을 묘사하는 창작적인 무용의 형태로 작품이 변화하고 있다. 이에 따라 신체적 한계를 뛰어넘는 동작이나 강한 힘이 가해지는 동작의 수행으로 인해 신체의 불균형을 초래하기도 하고 상해를 입는 경우가 많이 발생한다. 또한 무용수들은 과도한 훈련, 지나친 긴장, 나쁜 훈련방법, 잘못된 무용습관 및 근력의 불균형(서차영, 2008; 김명자, 1990; 방유선 2006; 윤희천, 1996) 등으로 각종 상해에 노출되어 있으며 이러한 상해로 인해 최고의 무용수가 되기 위한 노력이 좌절되어 더 이상 무용을 할 수 없는 결과를 낳기도 한다(Khan et al., 1995).

따라서 무용수들이 겪는 상해를 예방하기 위한 노력이 필요하다고 생각되는데, 국외에서는 오래전부터 무용이나 운동과 관련된 상해에 대한 연구가 이루어져 왔고(Bowling, 1989, Ryan & Stephens, 1983), 상해의 원인을 규명 하는 것뿐만 아니라 최근에는 상해를 많이 입는 부위에 대한 연구를 통해 보다 심도 있고 체계적인 연구를 통해 상해의 예방 및 치료에 적용하는 연구들이 보고되었다(Solomon, Brown, Gerbino & Micheli, 2000; Byhring & Bo, 2002; Hillier, Peace, Hulme & Healy, 2004). 반면 국내에 보고된 무용 상해와 관련된 연구들의 경향을 살펴보면 주로 상해 경험과 원인, 그리고 그에 대한 대처방법 등을 주로 설문조사를 통해 무용 상해의 실태파악을 다룬 연구들(이은진, 2009; 김다래, 2015; 이성진, 2005; 김향선과 임학선, 2008; 김은정, 2003)과 이학적 검사, X-ray, 각도계 등을 통해 상해유형에 대한 조사 논문(김수경과 최성이, 2003; 윤완영, 2013; 최성이, 1995)이 보고되었지만 아직까지 무용 상해에 대한 과학적 접근이 부족한 실정이다. 민현주(2011)도 2006년부터 2010년까지 국내외 무용과학 연구의 주제경향을 비교해 본 결과 국내의 학술지 게재논문의 주제 경향이 국제 무용의학 및 과학회의 학술지에 비해 해부학 및 생리학, 생체역학, 스포츠의학 등의 주제/분야에 비중이 현저하게 적고 물리 치료 및 재활, 운동치료 등에 관한 주제/분야는 거의 부재하다고 하였는데, 무용수의 상해 예방·처치·재활을 위한 과학적 접근, 기술 수행 능력의 향상을 위한 과학적 접근이 필요하다고 주장하였다. 무용의 과학적 접근은 인간의 움직임, 특히 움직임과 관련한 여러 가지 현상들을 연구하는 학문으로서, 인간의 신체활동을 보다 효율적이고 안전하게 만드는데 기여할 뿐만 아니라, 무용 활동을 통해 얻은 효과를 극대화 하는 방향으로 그 초점이 모아졌다(김재영, 2008). 즉, 무용과학의 첫 번째 목적인 안정성 확보와 더불어 무용수의 능력과 효율을 극대화 하여 공연작품에서 최상의 연기를 하는 것을 목적으로 한 것이다. 이제는 무

용을 단지 움직임의 예술로서 제한하는 것이 아닌 움직임의 과학이라는 시각에서 무용 동작을 이해하는 연구가 필요하다(오혜순, 1993). 따라서 움직임의 과학적 분석이 필요한 것이고 이를 통해 상해가 빈번하게 발생하는 동작에 대한 이해뿐만 아니라 상해를 예방하는데도 도움을 줄 것이다. 그러나 한국무용은 국외에서 다루기 힘든 영역으로 과학적 분석이 매우 미비한 실정이다. 실제로 무용수들의 상해 경험을 분석한 연구를 살펴보면 최근 1년내 외상 경험이 전공별로 발레(82.9%), 한국무용(95.2%), 현대무용(74.4%)로 나타났고, 가장 많이 다치는 부위는 발목(31.7%)이었으며, 외상시 통증을 크게 느끼는 부위는 무릎(32.1%)으로 발레(42.4%)와 현대무용(30.6%)은 발목, 한국무용(64.4%)이 무릎에서 높게 나타났다고 보고하였다(이은진, 2009). 특히 김다래(2015)는 한국무용 동작 중 두발 모아 뛰어 한발 착지의 경우 42.3%가 상해 경험이 있다고 하였으며 이 동작의 동작 구간별 상해 유형을 살펴보면 마지막에 한발로 착지할 때(71.1%), 슬개골(31.0%)과 족근골(40.5%)부위에 상해를 입은 것으로 보고하였다.

최근 한국무용의 과학적 접근을 시도한 연구들이 보고되고는 있지만(이지선, 2007; 나안숙, 2014; 조은옥과 김규완, 2012; 이지선과 김지태, 2014) 주로 한국무용 동작에 대한 역학적 분석을 다루고 있다. 아직까지 상해를 입은 무용수를 대상으로 부상이 자주 일어나는 동작의 운동학적 분석을 실시한 연구는 미비한 실정인데, 무용동작에 있어 상해빈도가 높은 동작을 찾아내어 그 원인을 분석하고 예방의 해결책을 찾으려 하는 것도 좋은 상해 예방방법이 될 것이다(Howese., 1972).

과거에는 무용수의 예술적 가치를 이끌어내고자 구전되어 내려오는 기술을 바탕으로 무조건적인 반복을 통한 훈련을 했다면 앞으로 무용인들에게 신체를 과학적으로 분석하고 검증하여 적용시키는 운동학적, 역학적 원리의 이해가 필요하다고 생각된다. 무용에서의 운동학의 적용을 통해 무용동작을 과학적으로 분석하고 바른 동작을 구사할 수 있도록 한다면 상해의 발생 부위에 대한 예방 및 치료에 긍정적 영향을 줄 수 있을 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 한국무용수를 대상으로 한국무용 동작에서 발목 또는 무릎에 가장 많은 상해를 유발하는 한국무용 움직임 중 디딤체, 두발모아 뛰어 한발 착지, 연풍대 동작을 3D 차원 분석방법을 사용하여 운동학적 관절 토크를 측정하고, 힘, 근력 그리고 파워를 분석하여 한국무용에 필요한 신체 각 부위의 비효율적인 동작의 파악을 통해 무용수의 동작 효율성을 향상시켜 상해를 예방하기 위한 기초 자료를 제공하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 연구대상자들은 확률적 표집방법중의 하나인 집락표집(cluster sampling)방법을 사용하여 서울시 소재 S대학교 무용과에 재학 중인 여학생 중 한국무용을 전공한자로 선정하였고, 숙련자와의 동작 비교를 위하여 한국무용 경력 20년 이상의 무형문화재 전수자 5명을 선별하였다. 본 연구의 목적과 필요성을 이해하고 실험에 자발적인 참여할 것을 실험에 앞서 실험 동의서에 모두 서명을 하였다.

연구대상자들은 사전 설문조사를 통해 최근 1년 이내 무릎과 발목에 상해 유무를 조사하여 무릎 또는 발목 상해가 있는 대상자와 상해가 없는 대상자를 선정하였으며, 무형문화재 전수자 5명을 숙련자 그룹으로 선정하였다.

표 1. 연구대상자의 신체적 특성 및 경력(n=23)

구분	나이(세)	신장(cm)	체중(kg)	경력(개월)
무릎상해(n=5)	19.86±.90	164.79±3.69	53.50±3.51	100.57±52.79
발목상해(n=5)	19.43±.79	165.50±4.51	50.67±5.86	91.14±48.61
정상(n=8)	21.00±1.05	166.60±4.35	49.62±2.13	132.60±39.84
전수자(n=5)	31.12±2.07	162.52±3.25	53.53±3.52	293.75±32.45

2. 실험도구 및 절차

본 연구에 사용 된 실험 도구는 아래 <표 2>와 같다.

표 2. 실험도구

실험장비	모델명	제조사, 국가
적외선 카메라	Eagle	
통계점	Seed, Wand frame	motion analysis corp., santa rosa, CA,USA
반사마커	15mm	

1) kinematics 분석

운동학적 데이터는 다섯대의 적외선카메라를 사용하여 동작분석을 400Hz로 기록하였다. 카메라는 3CCD 방식으로 인터레이스-프로그래시브 스캔 방식을 지원하고, IEEE1394케이블이나 6mm 테이프를 이용하여 영상의 저장이 가능하며, 30frames/sec의 속도로 촬영, 디인터 레이싱 기법을 이용하여 60fields/sec로 분석하고, Kwon 3D 3.1Software프로그램을 이용하여 각 관절점의 위치 좌표를 산출하였다.

2) Data mining

해부학적 좌표계는 <그림 1>과 같이 대퇴골(femur)과 경골(tibia)에 형성하였으며 이러한 좌표계의 설정으로 무릎관절의 움직임을 대퇴골에 대한 경골의 상대적 움직임으로 표현할 수 있다. 연구대상자의 하지에 실제 슬관절의 굴신축과 가장 비슷한 상관절구를 가로지르는 선(trans-epicondyle line)을 형성할 수 있는 지점을 해부학적 랜드마크로 사용하여 마커를 부착하였다.

연구대상자의 두발모아 뛰어 한발 착지 동작과 연풍대 동작에 대하여 지면과의 접촉이 일어난 지점 이후의 데이터를 수집하였다. 운동학 및 운동역학 데이터는 버터워스 저역통과 필터(butterworth low-pass filter)의 차단주파수(cutoff frequency)를 15Hz로 사용하여 노이즈(noise)를 제거하였다. 역동역학(inverse dynamics) 해석에 의하여 무릎에서 작용하는 힘과 모멘트를 계산하였으며 각각 몸무게(BW), 몸무게와 신장의 곱(BW*Ht)으로 나누어 정규화(normalize)하였다.

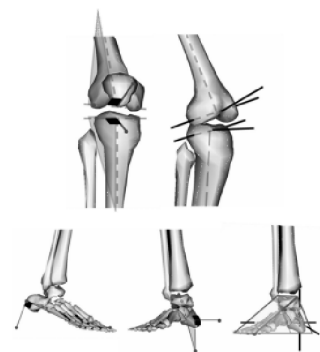


그림 1. 대퇴부, 경골, 발의 해부학적 좌표계 체계

본 실험의 운동학적, 운동역학적 분석을 시행하기 위해 반사 마커를 무릎과 발목관절에 부착하였다. 반사 마커는 <그림 2>와 같이 양 다리의 전상장골극(anterior superior iliac spine), 대전자(greater trochanter), 허벅지(thigh), 내,외측 대퇴골상과(lateral & medial femoral epicondyles), 내,외측 경골 고평부(lateral & medial edges of tibial plateau), 정강이(shank), 내·외측 복사뼈(lateral & medial malleoli), 첫 번째와 다섯 번째 중족골(first & fifth metatarsal)에 부착하였다.

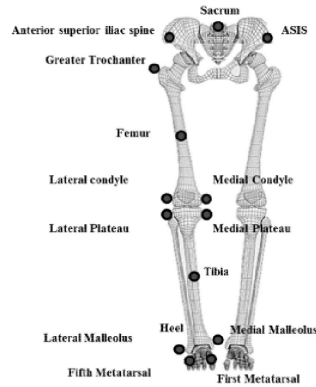


그림 2. 해부학적 표지

3) 동작분석 구간

① 두발모아 뛰어 한발착지 동작의 Event 설정은 다음과 같다.

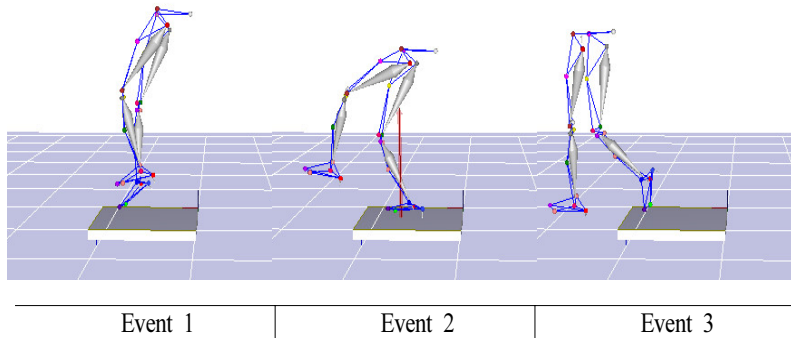


그림 3. 두발모아 뛰어 한발착지 동작의 Event 구분

- Event 1 : 점프동작을 하여 오른발이 지면반력기에 닿는 시점
- Event 2 : 지면반력기 위에서 상·하 지면반력이 가장 높은 시점
- Event 3 : 오른발이 지면반력기에 떨어지기 직전의 시점

② 연풍대 동작의 Event 설정은 다음과 같다.

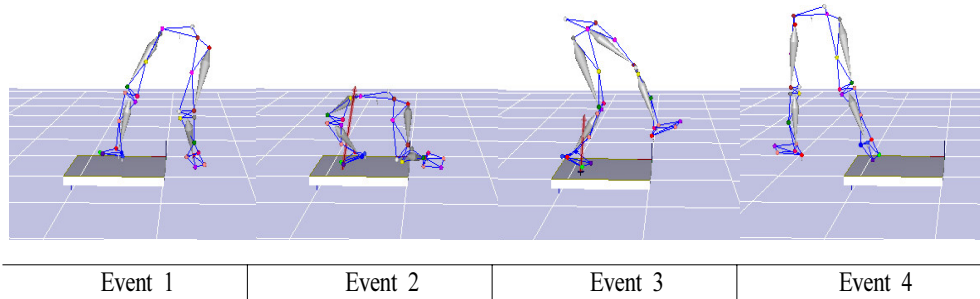


그림 4. 연풍대 동작의 Event와 Phase 구분

- 연풍대 동작 Event 1 : 연풍대 동작을 하기 위하여 오른발이 지면반력기에 닿는 시점
- 연풍대 동작 Event 2 : 지면반력기 위에서 배측굴곡이 가장 높은 시점
- 연풍대 동작 Event 3 : 지면반력기 위에서 무릎 굴신회전 값이 가장 높은 시점
- 연풍대 동작 Event 4 : 오른발이 지면반력기에 떨어지기 직전의 시점

4. 자료처리

본 연구의 실험결과 자료처리는 SPSS 20.0 통계프로그램을 이용하여 측정항목의 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하고, 상해 부위와 숙련도에 따른 운동역학적 요인의 집단간 차이 검정을 위하여 일원변량 분산분석(One-way ANOVA)를 실시하였으며 사후검증은 duncan을 실시하였다. 이때 유의수준 $\alpha=.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 두발모아 뛰어 한발착지 동작의 요인별 집단간 비교

두발모아 뛰어 한발착지 동작의 이벤트 1(점프동작을 하여 오른발이 지면반력기에 닿는 시점), 2(지면반력기 위에서 상하 지면반력이 가장 높은 시점), 3(오른발이 지면반력기에 떨어지기 직전의 시점) 구간의 운동 역학적 요인의 집단간 차이를 비교한 결과는 <표 5>와 같다.

무릎의 경우 이벤트 2구간에서 전·후방 변위가 집단간에 유의한 차이가 나타났으며, 무릎 부상그룹과 정상그룹이 전수자보다 낮게 나타났다($p<.05$). 그리고 이벤트 3구간에서 전·후방 변위가 집단간에 유의한 차이가 나타났으며, 발목 부상그룹, 무릎 부상그룹 그리고 정상그룹이 전수자보다 낮게 나타났다($p<.05$), 굴신회전은 이벤트 3구간에서 집단간에 유의한 차이가 나타났으며, 발목 부상그룹과 무릎부상그룹이 정상그룹과 전수자보다 낮게 나타났다($p<.05$).

발목의 경우 두발모아 뛰어 한발착지 동작의 이벤트 2구간에서 배측굴곡은 집단간의 유의한 차이가 나타났으며, 전수자가

발목 부상그룹과 정상 그룹보다 낮게 나타났고 발목 부상그룹과 정상그룹이 무릎 부상그룹보다 낮게 나타났다($p<.05$).

표 5. 두발모아 뛰어 한발차지 동작의 요인별 집단간 비교

구분	그룹	이벤트	평균± 표준편차	제공합	자유도	평균 제공	F	유의 확률	사후 분석
무릎	전·후방 변위 (mm)	A	7.768±2.741	115.300	3	38.433	9.369	.001	A,C,D
		B	9.617±1.257						
		C	8.677±2.437						
		D	13.909±1.459						
	굴신 회전 (°)	A	16.266±2.252	271.561	3	90.520	10.174	.000	B,A,C,D
		B	15.236±3.684						
		C	18.719±3.674						
		D	24.732±5.259						
발목	배측 굴곡 (°)	A	61.714±4.521	745.022	3	248.341	6.311	.004	B,A,C,D
		B	61.706±8.892						
		C	71.262±7.066						
		D	75.270±9.542						
	내·외측 변위 (mm)	A	-5.329±7.117	490.259	3	163.420	7.490	.002	D<B,C<A
		B	-11.874±3.637						
		C	-11.367±4.766						
		D	-19.277±.000						

note : A 무릎 부상그룹 B 발목 부상그룹 C 정상그룹 D 전수자

2. 연풍대 동작의 요인별 집단간 비교

연풍대 동작의 이벤트 1(오른발이 지면반력기에 닿는 시점), 2(무릎이 최대 굴곡한 시점), 3(무릎이 펴진 시점), 4(오른발이 지면반력기에서 떨어지기직전 시점) 구간의 운동 역학적 요인의 집단간 차이를 비교한 결과는 <표 5>과 같다.

무릎의 경우 연풍대 동작의 이벤트 4 구간에서 내·외측 변위는 집단간에 유의한 차이가 나타났으며, 무릎 부상그룹, 발목 부상그룹 그리고 정상그룹이 전수자보다 낮게 나타났다($p<.05$). 그리고 이벤트 4구간에서 상·하방 변위는 집단간에 유의한 차이가 나타났으며, 전수자, 발목 부상그룹 그리고 정상그룹이 무릎 부상그룹보다 낮게 나타났다($p<.0001$).

발목의 경우 연풍대 동작의 이벤트 2구간에서 내회전은 집단간에 유의한 차이가 나타났으며, 발목 부상그룹이 전수자보다 낮게 나타났다($p<.05$). 그리고 이벤트 3구간에서 내회전은 집단간의 유의한 차이가 나타났으며, 무릎 부상그룹과 정상그룹이 발목 부상그룹보다 낮게 나타났다($p<.05$).

표 6. 연풍대 동작의 요인별 집단간 비교

구분	그룹	이벤트	평균± 표준편차	제공합	자유도	평균 제공	F	유의 확률	사후 분석
무릎	내·외측 변위 (mm)	A	-10.760±2.607	3136.816	3	1045.605	9.969	.000	A,B,C<D
		B	-8.697±20.206						
		C	-6.398±6.892						
		D	19.793±7.53						

구분	그룹	이벤트	평균± 표준편차	제공합	자유도	평균 제공	F	유의 확률	사후 분석
상·하방 변위 (m)	A	4	25.582±14.847	2568.421	3	856.140	12.648	.000	D,B,C<A
	B		27.764±5.691						
	C		31.083±6.265						
	D		35.08±.254						
발목 내회전(°)	A	2	-.591±6.973	722.116	3	240.705	3.404	.039	B<D
	B		14.708±15.829						
	C		1.596±4.581						
	D		5.684±.547						
	A	3	-1.245±7.864	918.103	3	306.034	4.048	.022	A,C<B
	B		16.171±16.262						
	C		1.521±4.328						
	D		5.683±.956						

note : A 무릎 부상그룹 B 발목 부상그룹 C 정상그룹 D 전수자

IV. 논 의

1. 그룹간 무릎의 운동역학적 요인

두발모아 뛰어 한발 착지 동작 수행 시 이벤트2와 3구간에서 전수자의 무릎 전·후방 변위가 부상그룹과 정상그룹보다 높게 나타났는데 이러한 결과는 두발모아 뛰어 한발 착지 동작의 정확한 동작을 수행하기 위해 무릎의 전·후방 움직임이 커야 함을 알 수 있다. 무릎의 굴신회전의 경우 이벤트 3 구간(오른발이 지면반력기에 떨어지기 직전의 시점)에서 정상그룹과 전수자 그룹이 발목상해 그룹과 무릎 상해 그룹보다 유의하게 높게 나타났는데 점프 이후 앞으로 걸어 나가기 위해 상해가 없어야 무릎의 굽히고 펴는 각을 높게 할 수 있다는 것을 알 수 있다.

연풍대 동작의 이벤트 4 구간(오른발이 지면반력기에 떨어지기 직전의 시점)에서 무릎의 내·외측 변위가 무릎 부상 그룹, 발목 부상 그룹 그리고 정상그룹보다 전수자 그룹이 유의하게 높게 나타났는데 앉았다 일어나 앞으로 걸어가기 위해 무릎의 내·외측 움직임이 커야 숙련된 동작을 수행할 수 있는 것으로 생각된다.

하지의 관절은 점프하여 착지시 체중의 수배에 달하는 충격을 받으며 이 충격이 상해의 원인이 된다. 일반적으로 체중의 약 3.5배에서 12배에 달하는 지면반력을 일으키고, 이는 하지의 주요 관절인 무릎과 발목 관절을 통해 신체에 직접적으로 전달되어 관절과 근육에 과부하를 일으킨다(Moran & Marshall, 2006; Self & Paine, 2001). 이러한 착지 시 충격을 최소화하기 위해 하지의 주요관절이 사용되며 특히, 약 41%의 무릎관절을 활용한다(Decker, Torry, Wyland, Sterett & Steadman, 2003). 무릎 관절의 굴곡 각도는 여러 가지 복합적인 요인 중 전방십자인대 부상의 위험 요소중 하나로(Ford et al., 2006; Hewett,

Ford, Myer, Wanstrath & Scheper., 2006), 점프후 착지시 무릎의 최대 굴곡각이 증가하는 것은 하지의 굴곡 움직임 범위를 증가시킴으로서 충격력을 분산시키는 부드러운 착지를 수행하는 것이다(김철주, 이경일, 홍완기, 2011). 이러한 결과는 본 연구에서 나타난 전수자의 무릎 관절움직임에 대한 결과를 지지해 준다고 할 수 있다.

2. 그룹간 발목의 운동역학적 요인

두발모아 뛰어 한발착지 동작의 이벤트 2 구간(지면반력기 위에서 상·하 지면반력이 가장 높은 시점)에서 발목의 배측 굴곡이 전수자 그룹이 발목 부상 그룹과 정상 그룹보다 유의하게 낮게 나타났고, 무릎 부상 그룹보다 유의하게 낮게 나타났다. 체중을 가장 많이 싣고 버티고 있는 동작의 수행시에는 발목의 국곡을 적게 하는 것이 좋다는 것을 알 수 있다.

연풍대 동작의 이벤트 2 구간(지면반력기 위에서 무릎 굴신회전 값이 가장 높은 시점)에서 발목의 내회전이 발목 부상 그룹이 전수자 그룹보다 유의하게 낮게 나타났는데 앓았다 일어나는 시점에서 다음 동작을 이어나가기 위해 전수자의 경우 발목을 유연하게 움직여 수행할 수 있다는 것을 알 수 있고 이벤트 3 구간(오른발이 지면반력기에 떨어지기 직전의 시점)에서 무릎 부상 그룹과 정상 그룹이 발목 부상 그룹에 비해 발목 내회전이 유의하게 낮게 나타났는데, 이러한 결과는 동작을 마무리하여 앞으로 걸어가기 위해 발목이 불안정하면 발목이 안쪽으로 회전하는 경향이 있음을 알 수 있다.

반복된 발목 손상 혹은 기능적 저하는 자세 조절 감각을 저하(Van Deun, Staes, Stappaerts, Janssens, Levin, & Peers, 2007; Konradsen, Beynnon & Renstrom, 2000)시키고, 하지 정렬의 이상(Khamis & Yizhar, 2007) 등을 유발시킨다. 연습량이 많고 기술 수준이 높을수록 신체 분절간의 협응과 제어가 자유롭게 이루어져 신체분절간의 자유도가 높아진다고 하는데(김기웅, 신제민, 김병현, 2002) 본 연구의 결과와 비교해 볼 때 상해 경험이 없고 숙련될수록 신체분절간의 협응과 제어가 자유롭게 이루어져 발목의 배측 굴곡이 낮아도 신체 중심이 자연스럽게 이동되어 안정적인 동작을 수행한다고 볼 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 한국무용수를 대상으로 무용수들의 상해부위나 숙련도에 따라 무릎, 발목 및 지면반력에 어떻게 영향을 미치는가를 알아보기 위하여 한국무용 동작에서 발목 또는 무릎에 가장 많은 상해를 유발하는 한국무용 움직임 중 두발모아 뛰어 한발 착지 동작과 연풍대 동작의 운동역학적 요인을 분석하고, 한국무용에 필요한 신체 각 부위의 비효율적인 동작을 파악하여 무용수의 동작 효율성을 향상시켜 상해를 예방하기 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다. 한국무용 상해유발동작의 운동역학적 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 두발모아 뛰어 한발 착지 동작의 운동역학적 분석결과, 점프를 하고 바닥에 닿은 다음 앞으로 걸어가는 동작을 자연스럽게 구사하기 위해 전수자 그룹이 착지시 무릎의 충격을 자연스럽게 흡수하면서 무릎의 유연한 움직임을 나타내는 것으로 생각된다.

둘째, 연풍대 동작의 운동역학적 분석결과, 오른발이 지면반력기에 떨어지기 직전의 시점에서 전수자그룹의 내·외측 움직임이 높게 나타나 앓았다 일어나 앞으로 걸어가기 위해 무릎의 내·외측 움직임과 발목의 내회전이 커야 숙련된 동작을 수행할 수 있는 것으로 보인다.

이상과 같은 결과를 토대로 한국무용에 필요한 신체 각 부위의 비효율적인 동작을 파악함으로써 무용수의 동작 효율성을 향상시켜 상해를 예방하기 위한 기초 자료로 활용한다면 한국무용 상해유발 동작에 대한 체계적인 훈련프로그램 구성과 부상치료, 및 상해 예방에도 도움이 될 것이라고 사료된다. 후속 연구에서는 보다 다양한 집단과 동작들을 본 연구와 같이 운동역학적 분석을 통해 한국무용 동작 구사에 있어 가장 효율적이고 바른 동작을 구사할 수 있도록 훈련프로그램을 계획하고 훈련에 따른 부상예방효과를 제시한다면 상해의 발생 위험을 감소시켜 더욱 아름답고 효과적인 무용동작을 수행할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 권운방(2003). **무용학개론**, 서울 :대한미디어.
- 김기웅, 신제민, 김병현(2002). 기술수준에 따른 신체분절간 협응특성 비교. **한국체육학회지**, 41(5), 895-911.
- 김다래(2015). **예술 고등학교 무용전공별 상해 특성의 무용 역학적 질적 분석 : 전공별 상해원인, 상해다발동작구간과 상해 부위, 상해기전과의 관계**. 미간행 석사학위논문. 이화여자대학교 교육대학원.
- 김수경, 최성이(2003). 발레전공자와 한국무용전공자의 발목관절 상해 유형에 관한 연구 -중,고등학생을 중심으로- **한국무용과학회지**, 7, 11-21.
- 김영자(1990). **베드민턴 선수들의 상해요인에 관한 연구**. 미간행 석사학위논문. 조선대학교 교육대학원.
- 김은정(2003). 무용수들의 무용참가와 상해에 관한 연구. **대한무용학회지**, 36, 185-200.
- 김제영(2008). 무용과학 연구의 성과와 과제. **한국무용학회지**, 7(2), 61-70.
- 김철주, 이경일, 홍완기(2011). 하지근력의 좌우 비대칭성이 드롭 랜딩 시 동적 안정성에 미치는 영향. **한국운동역학회지**, 21(2), 173-179.
- 김향선, 임학선(2008). 한국무용 전공 여고생들의 대퇴후부근(슬건근) 상해에 관한 연구. **한국무용과학회지**, 16, 1-14.
- 나안숙(2014) 대학 무용 전공자의 궁중무용 동작에 대한 운동역학적 분석. **한국무용과학회지**, 31(3), 69-82.
- 민현주(2011). 국내외 무용 과학 연구의 주제 경향 비교. **대한무용학회지**, 66, 71-88.
- 방유선(2006). **발레경력이 인체체형에 미치는 영향**. 미간행 박사학위논문. 서울대학교 대학원.
- 서차영(2008). **무용기능학**. 금강미디어.
- 오혜순(1993). 무용동작 학습과정의 개념적 모델. **한양대학교 체육과학 연구소 체육과학**, 13, 93-113.
- 윤완영(2013). 발레 무용수와 일반여대생의 Q-angle 분석을 통한 상해예방 제안. **한국무용과학회지**, 30(2), 103-113.
- 윤희천(1996). **대학 운동선수의 운동 상해 시 응급처치 실태에 관한 연구**. 미간행 석사학위 논문. 경기대학교 대학원.
- 이성진(2005). **무용전공 여고생들의 상해형태 및 원인에 관한 연구**. 미간행 석사학위논문. 원광대학교 교육대학원.
- 이은진(2010). **무용 전공별 동작 유형에 따른 무용 외상 요인에 관한 연구**. 미간행 석사학위 논문. 세종대학교 일반대학원.
- 이지선(2007). 승무연풍대 동작의 운동학적 분석. **체육과학연구**, 18(1),30-38.
- 이지선, 김지태(2014). 광주검무 연풍대 동작의 운동학적 분석. **한국체육과학회지**, 23(4) 1387-1396.
- 조은옥, 김규완(2012). 자진모리장단의 연풍대 동작시 하지의 운동학적 및 운동역학적 분석. **한국체육과학회지**, 21(2) 1269-1281.
- 최성이(1995). 발레무용수의 족관절 상해 유형에 관한 연구. **대한무용학회지**, 18, 255-266.
- Bowling, A.(1989). Injuries to dancers: prevalence, treatment, and perceptions of causes. *BMJ* 18;298(6675):731-734.
- Byhring, S., Bo, K.(2002). Musculoskeletal injuries in the Norwegian National Ballet: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports*, 12: 365-370.
- Decker, M. J., Torry, M. R., Wyland, D. J., Sterett, W. I., Steadman, J. R.(2003). Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing, *Clinical Biomechanics*, 18(7), 662-669.
- Ford, K. R., Myer, G. D., Smith, R. L., Vianello, R. M., Seiwert, S. L., Hewett, T. E.(2006). A comparison of dynamic

- coronal plane excursion between matched male and female athletes when performing single leg landings. *Clin Biomech(Bristol, Avon)*. 21(1):33-40.
- Hewett, T. E., Ford, K. R., Myer, G. D., Wanstrath, K., Scheper, M.(2006). Gender differences in hip adduction motion and torque during a single-leg agility maneuver. *J Orthop Res*. Mar;24(3):416-21.
- Hillier, J. C., Peace, K., Hulme, A., Healy, J. C.(2004). Pictorial review: MRI features of foot and ankle injuries in ballet dancers. *Br J Radiol*. 77(918):532-7.
- Howese, A., J.(1972). Orthopaedists and ballet. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 89, 52-63.
- Khamis, S., & Yizhar, Z.(2007). Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait & Posture*, 25(1), 127-134.
- Khan, K., Brown, J., Way, S., Vass, N., Crichton, K., Alexander, R., Baxter, A., Butler, M., Wark, J.(1995). Overuse injuries in classical ballet. *Sports Med*. 19(5):341-357.
- Moran, K. A., & Marshall, B. M.(2006). Effect of fatigue on tibial impact accelerations and knee kinematics in drop jumps. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(10), 1836-1842.
- Ryan, J., Stephens, E.(1983). *The Epidemiology of Dance injuries*, Chicago. Pluribus press.
- Self, B. P., & Paine, D.(2001). Ankle biomechanics during four landing techniques. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 33(8), 1338-1344.
- Solomon, R., Brown, T., Gerbino, PG., Micheli, LJ.(2000). The young dancer. *Clin sports Med*. 19(4): 717-39.
- Van Deun, S., Staes, F. F., Stappaerts, K. H., Janssens, L., Levin, O., & Peers, K. H.(2007). Relationship of chronic ankle instability to muscle activation patterns during the transition from double-leg to single-leg stance. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(2), 274-281.

ABSTRACT

A Kinetic Analysis of Korean Traditional Dance Movement Inducing Injuries

Jung, Kyeong-Won(Sejong University), Kim, Su-Mi(sookmyung women's University), Lee, Su-hyun(Sejong University)

The purpose of this research were to analyze the kinetics of Korean Traditional Dance movement which were consist of Jump on one Foot and YeonPungDae. We have recording the three Korean Traditional Dance movement which factors are causing injuries among dancers. We have recruited 23 Korean female dancers via cluster sampling and survey for injury history which were knee injury group(n=5), ankle injury group(n=5), normal group(n=8), high skill group(n=5). We have recording three movement using 5 camera with 400Hz 3D motion analysis device and measuring ground reaction force via platform. To analyze the data, One-way ANOVA were employed following duncan post-hoc test at $p=.05$ level.

To kinetic analyzing the Korean Traditional Dance movement inducing Injury, the result and conclusion of this study is as follows: First, Jump on One Foot movement was a significant different at knee anterior-posterior translation which were lower translation in high skill group compare to knee, ankle & normal group during event 2 & 3 phase($p<.001$). Also, there was a significant different at knee flexion-extension rotation which were higher rotation in normal & high skill group compare to knee & ankle group during event 3 phase($p<.005$). To improving Jump on One Foot movement, It is recommended to more knee anterior-posterior translation which absorbing more impact force at landing phase. Second,, YeonPungDae movement was a significant different at knee medial-lateral translation which were higher translation in high skill group compare to knee, ankle and normal group during event 4 phase($p<.001$). To improving YeonPungDae movement, It is recommended to more knee medial-lateral translation and ankle internal rotation which decreased a unstable ankle movement.

Key words : Korean Traditional Dance, Dance Injury, YeonPungDaedance, kinematics

논문투고일: 2017. 5. 31

논문심사일: 2017. 6. 30

심사완료일: 2017. 7. 25