

발레 무용수들의 자세 균형성과 발레상해 경험에 관한 실증연구⁺

장소정* 성공회대학교

초록 본 연구는 우리나라의 발레 무용수들이 경험하는 상해의 원인요인으로서 자세 균형성이 중요한 영향력을 미친다는 가설을 실증적으로 검증하려는 목적으로 수행되었다. 우리나라에서 활동하는 550명의 발레 무용수들에 대한 설문조사 자료를 수집하였고, 이를 logit 이나 Tobit 회귀식 모형과 같이 여러 다른 원인요인들의 영향력에 의한 허위적 인과관계나 표본단절에서 발생할 수 있는 편이의 가능성을 통제할 수 있는 실증분석 모형을 적용하여 분석하였다. 분석결과, 자세 균형을 달성하였다고 생각하는 무용수들은 그렇지 않은 무용수들과 비교할 때 발레를 일시적으로 중단할 정도로 심각한 하지 및 허리 부위의 상해를 경험할 확률이 17.5%나 낮은 것으로 분석되었으며, 자세 균형을 달성하지 못한 무용수는 균형을 달성한 무용수들에 비해 1.37개 더 많은 신체 부위에 상해를 경험하며, 1.17개 더 많은 하지 및 허리 영역의 신체부위에 상해를 경험하는 것으로 분석되었다. 무용수들의 자세 균형성은 부상부위의 개수를 약 30%나 감소시킬 수 있는 매우 중대한 영향요인인 것으로 드러났다. 본 연구는 우리나라에서 활동하는 발레 무용수들에 대한 대규모 설문조사를 통해 실증자료를 수집하였다는 점, 다른 영향요인들의 영향력을 통제하고 표본단절에서 비롯되는 분석상의 문제점을 해결하려고 노력하였다는 점, 자세 균형성에 초점을 두어 무용수들을 훈련시키는 상해 예방 프로그램의 개발이 필요함을 논리적으로 정당화시킨다는 점에서 의미를 찾을 수 있다.

주요어 : 발레상해, 자세 균형성, 하지 및 허리부위, 상해 신체부위

I. 서론

발레 무용수는 어린 시절부터 많은 시간 반복적인 연습에 몰입하게 되고 전문적인 무용수가 되어서도 오랜 시간 동안 리허설과 공연에 몰두하게 된다. 그 과정에서 해부학적 한계를 넘어서는 과도한 턴아웃과 장시간의 신체 활동은 발레 무용수에게 잦은 부상이나 만성적 통증에 시달리게 한다. 특히 잘못된 자세 균형을 유지한 채 발레가 요구하는 신체적 능력과 예술적 기량의 반복적인 훈련은 척추 질환이나 골반의 불균형을 가져오기도 한다. 발레 무용수들에게 자세의 균형과 안정성은 무게 중심을 잘 유지한 채 한쪽 다리로 버티거나 회전, 도약하는데 필수적이다. 발레는 제어된 동작을 요구하는 동시에 잠깐의 정지의 순간을 함께 요구하기 때문에 성공적인 동작 수행을 위해서는 뛰어난 자세 제어가 필요하다. 하지만 발레는 다른 장르의 무용이나 신체 활동에 비해 과도한 턴아웃이나 한쪽 축의 회전을 요한다. 고전 발레작품 속의 베리에이션은 한쪽 다리로 지탱하고 다른 한쪽 다리를 자주 사용하는 턴이나 점프 동작들이 많다. 따라서 한쪽 다리만 과도하게 발달하는 측방향 편향(lateral bias)이 일어나 그로 인한 긴장과 스트레스를 유발하여 만성적인 통증이나 부상과도 연결되게 된다(Mertz & Docherty, 2012).

본 연구는 우리나라의 발레 무용수들이 경험하는 상해의 원인요인으로서 자세 균형성이 중요한 영향력을 미친다는 가설을 실증적으로 검증하려는 목적으로 수행되었다. 이러한 연구는 발레 무용수들이 빈번하게 경험하는 가장 큰 어려움인 상해의 원인요인들에 대한 영향력을 확인시켜줌과 동시에 상해를 예방하는 훈련 프로그램이 어디에 초점을 두

⁺ 본 논문은 저자의 박사학위 논문의 내용 및 자료를 확장하고 재분석하여 작성되었습니다.

* 성공회대학교 강사, ewha02@hanmail.net

어 개발되어야 하는가에 대한 중요한 시사점을 제공해준다는 측면에서 의미를 갖는다. 그동안 많은 선행연구들이 발레 상해 경험의 원인이므로써 자세 균형성이 중요하다는 결과를 보고하고 있다. Watkins et al.(1989), Kadel(2006), Kenny, Whittaker and Emery(2016), Deckert, Barry & Welsh(2007), Bowerman et al.(2015), Kline et al.(2013) 등의 연구들이 자세 균형성에 초점을 두어 발레 상해의 원인을 실증적으로 검증한 선행연구들에 해당한다. 이들 연구들은 설문조사 데이터에 대한 계량적 분석, 생체 역학적 데이터 분석, 질적 연구종합(qualitative research synthesis) 등의 방법론을 활용하여 자세 균형성 또는 자세정렬이 발레 무용수들의 상해 경험에 미치는 영향을 분석하고 있으며, 모든 연구들이 자세 균형성이 상해의 핵심적인 원인이었음을 밝혀내고 있다.

그러나 우리나라에서 활동하는 고전발레 무용수들에 대한 대규모 설문조사를 바탕으로 허위적 인과관계의 가능성을 통제하는 분석방법을 적용하여 계량적 실증연구를 수행한 연구는 거의 존재하지 않는다. 본 연구는 우리나라에서 활동하는 550명의 고전발레 무용수들에 대한 설문조사 자료를 수집하였고, 이를 logit 회귀식 모형 및 Tobit 회귀식 모형과 같이 여러 다른 원인들이 영향력에 의한 허위적 인과관계나 표본단절에서 발생할 수 있는 편의의 가능성을 통제할 수 있는 실증분석 모형을 적용하여 분석하였다. 본 연구의 제 II장에서는 발레 상해에 관한 일반적 원인에 대한 선행연구들과 더불어 자세 안정성에 특히 초점을 두어 분석한 선행연구들의 내용을 고찰하여 실증분석 결과에 대한 이론적 예측을 제공하였다. 제 III장에서는 본 연구의 실증자료 수집방법으로서 설문조사를 어떻게 실시하였는가를 설명하고 설문조사 표본의 인구통계학적 특성도 제시하였다. 아울러 설문문항들의 신뢰도 및 타당도 검증결과와 설문자료들을 분석할 계량적 분석모형에 대해서도 설명하였다. 제 IV장에서는 실증분석 결과에 대한 제시와 아울러 그 결과 해석에 대한 논의가 이루어졌으며, 제 V장에서는 결론을 제공하였다.

II. 발레상해의 원인: 선행연구 고찰

1. 발레 무용수들의 상해현황과 결정요인에 관한 선행연구

높은 수준의 신체적 및 예술적 기량을 요구하는 발레 스타일을 연마하기 위한 엄격한 훈련과정은 근골격계 상해(musculoskeletal injuries)의 위험에 발레 무용수들을 노출시킨다(Kenny, Whittaker & Emery, 2016). 많은 연구들에 따르면 발레 무용수들에게 발생하는 가장 빈번한 근골격계 상해는 과다 사용(overuse)에 의한 상해와 하지(lower extremity) 상해가 차지하고 있다(Kenny, Whittaker & Emery, 2016: 997). 무용수들의 발과 발목 상해에 대한 Kadel(2006)의 연구는 17%~24%의 현대 무용수들이 상해를 경험하고 있는데 반해 발레 무용수들은 월등히 높은 비율인 67%~95%의 무용수들이 상해를 경험하고 있음을 밝히고 있다. Watson et al.(2017)은 미국의 직업 현대 무용수 중 82%가 과거 12개월 내에 상해를 경험한 바 있는데 반해 직업 발레 무용수들의 경우에는 이 비율이 95%에 달하고 있다고 보고하고 있다. Viktoria et al.(2016)이나 Kline et al.(2013)에 따르면 미국 발레 무용수들의 허리 상해 경험 비율이 과거에는 8%에서 최근 들어서는 23%까지 급격하게 증가하고 있음을 알 수 있다.

Kadel(2006)의 연구는 해부학적 정렬, 올바르지 않은 훈련, 기술적 오류, 익숙하지 않은 안무나 스타일, 환경적 요인(예: 바닥 표면, 온도) 등이 발레 무용수들의 상해의 주요 원인이라고 설명하고 있다. 특히 여성 무용수의 경우에는 무월경(amenorrhea), 불규칙한 식습관, 낮은 골밀도 등이 스트레스 골절 상해의 주요 원인으로 알려져 있으며, 어린 발레 무용수들에게 흔하게 관찰되는 지연된 초경(delayed menarche) 현상도 스트레스 골절의 위험과 높은 관련성을 갖고 있는 것으로 설명하고 있다. 그 외에 혹독한 리허설 스케줄, 긴 공연 시간, 집중적인 여름 훈련 프로그램과 클래스, 리허설 시간 등이 상해 빈도의 증가와 관련성이 높은 것으로 Kadel의 연구는 보고하고 있다.

직업적 전문 무용수들의 근골격계 상해의 원인에 대한 47개의 연구 결과들을 질적인 종합(qualitative

synthesis) 방법으로 연구한 Kenny, Whittaker and Emery(2016)의 연구는 과거의 상해경험, 부정적 스트레스나 완벽주의, 무드와 같은 심리적인 요인, BMI(Body Mass Index)나 BF(Body Fat)와 같은 인체측정치(anthropometric)적 요인, 부실한 유산소 역량, 점프 및 착지 테크닉 등의 요인들과 함께 하지 정렬(lower extremity alignment), 특히 '30도 이상의 각도로 이루어지는 턴아웃에서의 천골(sacrum)의 기울기'가 근골격계 상해의 주요원인인 것으로 보고하고 있다.

발레 무용수들의 허리 부분 상해에 관해 연구한 Kline et al.(2013)에 따르면, 발레 무용수들의 상해를 유발시키는 공통적인 원인들은 과다 사용(overuse), 긴 연습시간, 바다, 부적합한 슈즈, 피로, 좋지 않은 건강 등을 꼽을 수 있으며, 이러한 원인으로 인해 척추분리증(spondylosis), 척추전위증(spondyloithesis), 퇴행성 디스크 질환(degenerative disc disease), 근좌상(muscle strains), 골절(fracture), 디스크성 통증(discogenic pain) 등의 상해들이 발생할 수 있다고 한다. 특히 이들의 연구는 척추 주위의 근육들이 제대로 조절되지 않는 점과 코어(core) 부위가 부실한 점이 허리 부분의 상해의 2가지 주요 원인으로 지목하고 있다.

2. 자세 균형성과 발레상해에 관한 선행연구

본 연구에서는 발레 무용수들에게 발생할 수 있는 상해 위험의 핵심 원인변수로서 자세 균형성 또는 안정성(postural balance or stability)에 초점을 두고 있다.¹⁾ 자세 균형성, 신체 균형성, 자세 안정성, 자세 정렬, 자세 제어 등은 상호 밀접하게 연관된 개념으로서 상호 유사한 개념을 정의하는 용어들이다. 예를 들어, '자세'의 개념은 Bruyneel(2010)의 논문에 따르면, 어느 특정한 주어진 시점에 신체부위의 집합들의 구성과 연결된 포지션을 의미하며 근골격계의 제어를 받는 것으로 정의된다. 한편 '자세 안정성(postural stability: PS)'의 개념은, Lin et al.(2011)의 연구에 따르면, "지지기반(base of support: BOS)에 대비하여 무게 중심(center of gravity)을 유지하는 능력"을 의미하며, 이에 비해 균형(balance)의 개념은 "자세 안정성이 유지되는 과정"을 의미한다. 발레 무용수들이 경험하는 상해의 원인요인으로서 이들 개념들이 중요한 작용을 한다는 사실을 실증적인 방법론을 활용하여 검증한 선행연구들은 다수 존재한다.

33명의 발레 무용수들을 대상으로 자세 안정성을 비교한 Lin et al.(2011)의 연구가 있는데, 이들의 연구는 발레 무용수들은 발레가 요구하는 극단적 범위의 동작(예를 들어 광범위 발목 저축굴곡, 극단적인 고관절 신전)을 수행하기 위해서 높은 수준의 균형 제어(balance control) 능력이 요구된다고 설명한다. 극단적 범위의 관절 동작을 수행하기 위해서는 유연성만으로는 충분하지 않으며, 균형 제어가 필요한데 만약 이것이 적절히 이루어지지 않으면 발레 무용수들은 상해의 위험에 노출된다고 설명한다.

Watkins et al.(1989)는 하지정렬의 개념을 성공적인 발레 무용수 경력에 있어서 필수적인 턴아웃 동작과 연관시켜 설명하면서, 하지정렬이 적절하게 이루어진 상태에서 턴아웃이 이루어진다면, 턴아웃은 고관절에서 이루어지게 되며 무릎은 발의 중심에 가깝게 정렬이 이루어지게 된다고 설명하고 있다. Watkins et al.(1989)에 따르면, 만약 고관절 소켓의 외전 동작범위가 제한되어 있다면 발레 무용수는 고관절이 아닌 무릎이나 발목에서 잘못된 턴아웃을 하는 보상동작(compensate movement)을 하게 되고 이러한 무리한 보상동작이 발의 내측 경계선(medial border)보다 훨씬 앞쪽에서 무릎의 정렬이 이루어지도록 하게 한다. Watkins et al은 많은 수의 의학 전문가들이 이러한 잘못된 턴아웃 동작이 근골격 구조의 비틀어짐을 유발하여 무릎, 발목, 발 등의 하지 부위에 만성적 상해를 유발시키는 원인요인이라고 지적한다고 설명하고 있다.

1) 이와 관련된 유사한 용어로서 신체 정렬(body alignment), 자세 정렬(postural alignment), 자세 균형(postural balance), 자세 제어(postural control) 등의 개념들이 여러 선행연구들에서 발레 상해의 원인요인으로서 다루어지고 있으며, 신체 균형성 또는 자세 안정성과 유사한 개념들로 이해되고 있다.

Bowerman et al.(2015)은 엉덩이, 무릎, 발목의 비정상적인 정렬은 하지 상해의 주요 위험요인이라고 지적하면서 잘못된 하지정렬은 기능의 저하와 불편함의 증가로 이어질 수 있다고 설명하였다. Bowerman et al.의 연구도 Watkins et al의 연구와 마찬가지로 턴아웃이 발레 기술의 핵심 구성요소인데, 이를 적절하게 수행하기 위해서는 근력, 연부조직 확장성(soft tissue extensibility), 골격 해부학적 요인 등이 필요하다고 설명하고 있다. 만약 어떤 무용수가 동작의 범위가 제한된 경우라면 이 무용수의 운동사슬(kinetic chain)이 턴아웃 동작을 수행하기 위해 보상전략(compensatory strategy)이 작동하게 된다고 설명한다. 만약 이러한 보상동작이 고관절이 아닌 해부학적 지점에서 발생하게 된다면, 다시 말하여 요추 전만증(lumbar lordosis), 발의 내전(pronation of the feet), 전족 외전(abduction of the forefoot) 등이 발생하게 된다면 무용수들은 매우 큰 상해의 위험에 노출되게 된다고 설명하고 있다.

III. 연구방법

1. 설문조사

본 연구에서는 우리나라의 발레 무용수들의 상해 경험에 대한 현황과 상해의 원인 요인으로서 자세 안정성과의 관련성을 살펴보기 위해서 총 550명의 발레 무용수들에 대해 회고적 설문(retrospective survey)을 실시하였다. 실시된 설문지에는 무용수들의 개인적 특성에 관한 질문 이외에도 자세 안정성 또는 균형에 대한 주관적 평가, 유연성에 대한 주관적 평가, 상해 경험, 상해 부위, 상해의 심각성, 상해의 원인, 상해에 대한 치료 등에 대한 데이터를 수집할 수 있는 설문 문항들을 포함하여 구성하였다. 앞서 설명한 바와 같이 우리나라에서 활동하는 전문 발레 무용수들 또는 발레 전공자들을 대상으로 하여 구조화된 설문을 실시하였다. 총 550명의 무용수들에게 설문지를 방문 집단조사의 방식으로 배포하고 이중 528명으로부터 응답지를 회수하였다. 제 IV장에서 수행되는 분석에서는 본 논문의 핵심 변수인 '상해 경험의 여부'에 대해 유효한 응답을 제공한 525명을 유효 표본으로 하여 대부분의 분석이 진행되었다.

설문조사를 통해 구성된 표본의 특성은 아래의 표에 제시되어 있다. 전체 표본의 76.9%인 406명은 여성 무용수이며, 나머지 23.1%인 122명은 남성 무용수로 구성되어 있다. 나이는 여성 표본이 남성 표본에 비해 약 2.4세 어리며, 키는 약 13.9 Cm 작고, 몸무게는 약 17.8 Kg 가볍다. 총 발레 경력은 여성의 경우 11.7년 남성은 10.1년이며, 프로 발레 경력은 여성의 경우 4.7년, 남성의 경우 5.5년이다. 전체 표본의 35.2%가 전문 발레단에 소속된 프로 무용수이며, 나머지 64.8%의 표본은 대학생이었다. 이들 비율은 여성의 경우에는 비슷하나(30.8% : 69.2%), 남성의 경우에는 50% : 50%로 프로와 대학생의 비율이 같았다. 그 외에 별도의 규칙적 운동을 하는 응답자의 비율, 평소 참여하는 발레 클래스, 하루 평균 발레 활동 시간 등에 대한 분포가 전체표본, 여성 표본, 남성 표본 별로 제시되어 있다. 본 논문의 핵심 변수인 '지금까지 발레로 인해 상해를 당한 경험이 있는가?'의 질문에 대한 응답은 87.1%의 응답자들이 상해 경험이 있는 것으로 응답하였고, 나머지 12.9% 만이 상해 경험이 없는 것으로 응답하였다. 상해 경험의 비율은 여성 무용수나 남성 무용수 양 집단 모두에서 비슷한 비율로 관측되었다.

표 1. 설문조사 표본 구성원의 특성

특성 (단위)	구분	전체표본	여성	남성
나이 (세)		23.1	22.6	25.0
신장 (Cm)		167.6	164.4	178.3
몸무게 (kg)		52.7	48.4	66.2
체질량지수 (kg/m ²)		18.6	17.9	20.8
총 발레경력 (년)		11.3	11.7	10.1
프로 발레경력 (년)		5.0	4.7	5.5

성별			76.9%	23.1%
소속기관	전문 발레단	35.2%	30.8%	50.0%
	대학교	64.8%	69.2%	50.0%
별도의 규칙적 운동	한다	44.4%	41.2%	54.9%
	안한다	55.6%	58.9%	45.1%
평소 참여하는 발레 클래스	참여안함	1.2%	1.3%	0.8%
	바까지	1.7%	1.8%	1.7%
	바와 센터 알레그로까지	2.9%	3.0%	2.5%
	바와 센터 모두	94.3%	94.0%	95.0%
하루 평균 발레 활동 시간	2시간 이하	13.4%	17.2%	0.8%
	2~4 시간	37.9%	41.5%	25.8%
	5~7 시간	39.1%	33.3%	58.3%
	8~10 시간	8.8%	7.7%	12.5%
	10 시간 이상	0.6%	0.3%	1.7%
지금까지 상해경험	있다	87.1%	87.4%	86.0%
	없다	12.9%	12.6%	14.1%
표본의 수 (명)		528	406	122

2. 설문문항의 신뢰도와 타당도

본 논문에서와 같이 설문문항이라는 측정도구를 개발하여 개념이나 현상에 대한 조작적 측정을 수행할 경우에는, 측정도구에 의해 수집된 정보에 기반 해서 의사결정을 하기 전에 측정도구의 질에 대한 객관적 검증이 선행되어야 한다(Singleton, Jr. & Straits, 2005: 91; Punch, 2005: 95). 이러한 객관적 검증은 대체로 신뢰도(reliability)와 타당도(validity)의 두 가지 기준에 대해 수행된다.²⁾

1) 신뢰도: Cronbach의 α 계수

신뢰도를 측정하는 방법은 여러 가지가 존재하지만 가장 널리 쓰이는 방법은 크론바흐(Cronbach)의 α 계수를 이용한 방법이다. Punch(2006), Elkin(2012), Santos(1999), Davidson Garson and Statistical Association(2016), Yu(2001) 등의 연구들에 따르면, 신뢰도를 측정하기 위해 활용되는 일반적인 방법은 Cronbach의 α 계수 이외에도 Kuder-Richardson(KR) 공식, 반분 신뢰도 계수(split-half reliability), 검사-재검사 신뢰도(test-retest reliability) 등이 있지만 여러 가지 장점 때문에 Cronbach α 계수가 신뢰도 검증을 위해 가장 보편적으로 쓰이는 방법론으로 알려져 있다.³⁾

아래의 표를 살펴보면, 산출된 Cronbach의 α 계수 값은 0.86~0.87로서 문항 간 내적 일관성은 ‘좋은’ 수준인 것으로 판단된다. Nunnally(1978: Santos, 1999 에서 재인용)나 Elkin(2012)에 따르면 α 계수 값이 0.70 이상이면 신뢰도 검사는 통과한 것으로 간주할 수 있다. 또한 Davidson Garson and Statistical Association(2016)의 보고서는 α 계수 값이 0.60 이상일 경우에는 탐색적(exploratory) 목적에서는 용인될 수 있는 수준이고, 0.70 이상일 경우에는 확인적(confirmatory) 목적에서 용인될 수 있는 수준이며, 0.80 이상일 경우에는 확인적 목적에서도 ‘좋은’ 수준으로 판단할 수 있다는 기준을 내세우고 있는데, 이들 기준에 따르면 본 연구에서 핵심적 개념을

2) 신뢰도는 측정의 질을 결정하는 핵심적 개념 중의 하나로서 측정 대상 개념을 일관적이고 믿을 만하게 측정하고 있는가에 대한 답을 의미한다. 다시 말하여 “측정 대상 개념에 대한 조작적 정의가 비슷한 상황적 조건 하에서 반복적으로 적용되었을 때 유사한 결과를 산출하는가?”라는 질문에 대한 답이 신뢰도 검증의 결과를 제공해 준다(Singleton, Jr. & Straits, 2005: 91).

3) 예를 들어 응답자에 의해 자기 보고된(self-reported) 태도와 관련된 척도들의 신뢰도와 타당도를 연구한 162개의 연구 논문들에 대해 메타 분석을 수행한 Hendrick, et al.(2013)의 연구는 저자들이 검토한 연구논문 표본의 86.4%(162개 중 140개)의 논문들이 신뢰도를 검증하는 방법으로서 Cronbach α 계수 방법론을 선택하였음을 보고하고 있다. 이는 그 다음으로 빈번하게 사용되는 방법인 검사-재검사 신뢰도 방법의 활용 비율인 31.5%(162개 중 51개)의 거의 3배에 달하는 비율이다.

차지하는 상해의 경험을 측정하는 문항 간 내적 일관성은 용인되는 수준을 넘어서 좋은 수준인 것으로 판단된다.

표 2. 설문문항 신뢰도 검증 결과

Cronbach의 α 계수	
변수	α 계수
원데이터	0.8588
표준화	0.8671

2) 타당도

위에서 제시한 Cronbach의 α 계수 방법론에 의해 검사한 신뢰도는 만약 반복적 측정이 이루어질 경우 얼마나 일관되게 결과를 산출해 낼 수 있는가를 반영한다면, 타당도는 척도가 측정하고자 하는 실제 개념과 실제 측정된 값 사이의 적합성(congruence) 또는 적합도(goodness-of-fit)를 의미한다(Singleton, Jr. & Straits, 2005). 만약 척도가 측정하고자 하는 개념을 실증적으로 대표한다면, 그 척도는 타당하다고 판단된다(Punch, 2006: 97). 한 가지 유의해야 할 점은 측정도구 또는 측정절차로서 설문 문항 그 자체에 대해서는 타당도에 대한 판단을 할 수 없으며, 타당도에 대한 판단이 이루어지는 것은 측정값에 근거하여 실제 개념을 추론(inference)하는 ‘추론결과’라는 것이다(Punch, 2006: 97).

본 논문에서는 Cronbach의 α 검사에서 대상으로 포함하였던 설문 문항들 중 Q21A~Q21M의 13개의 문항들이 현재의 상해에 관한 질문이고, Q16A~Q16M과 Q19A~Q19M의 26개 문항들이 과거의 상해에 관한 질문들이라는 점에 착안하여 만약 각 신체부위 별로 발생했던 과거의 상해가 자주 발생하였고 발레 활동에 큰 지장을 줄 정도로 심각한 것이었다면, 현재에도 상해를 경험할 확률을 높여줄 것이라는 논리적 가설에 기초해서 수렴 타당도를 검사하였다. 이는 과거의 상해경험으로 현재의 상해경험을 예측하는 예측 가능성을 검증하는 검사이기도 하기 때문에 예측 타당도라고 볼 수도 있을 것이다.

일반적으로 타당도를 검사하는 실증적 방법론은 두 척도 사이의 상관분석(correlation analysis), 요인분석(factor analysis), 회귀분석(regression analysis) 등이 활용되는데(Garson and Statistical Association, 2016; Ohio Department of Higher Education, 2019; Hendrick et al., 2013), 본 논문에서는 단순 Logistic 회귀식을 활용하여 검사를 수행하였다.

$$\log \frac{p_{ij}}{1 - p_{ij}} = \alpha + \beta X_{ij}$$

p_{ij} = 응답자 i 가 j 라는 신체부위에 현재 상해를 겪을 확률

X_{ij} = 응답자 i 가 j 라는 신체부위에 과거 경험한 상해와 관련한 변수(빈도 또는 심각성)

만약 이러한 logistic 회귀식에 대한 모형 적합도 검사 결과가 높은 수준으로 나온다면, 앞서 언급한 바와 같은 가설(즉, 만약 각 신체부위 별로 발생했던 과거의 상해가 자주 발생하였고 발레 활동에 큰 지장을 줄 정도로 심각한 것이었다면, 현재에도 상해를 경험할 확률을 높여줄 것이라는 가설)이 성립하게 될 것이고 수렴 타당도 검사를 통과한 것으로 판단할 수 있다. 최우 추정법(Maximum Likelihood Estimation)에 따라 추정이 이루어지는 logistic 회귀식의 모형 적합도는 카이 스퀘어(Chi-square) 분포를 따르는 우도비율(likelihood ratio)값을 검증 통계치로 사용하여 검증이 이루어진다. 13개 종속변수와 26개 독립변수 간의 각각의 쌍 간에 추정이 이루어진 26개의 logistic 회귀식 추정결과에서 얻어진 우도비율과 그 통계적 유의미성을 살펴본 결과, 26개 회귀식 모두

에 대해서 5% 유의수준에서 통계적 유의미성을 갖는 모형 적합도를 갖는 것으로 나타났으며, 따라서 수렴 타당도 또는 예측 타당도 검사도 통과한 것으로 결론지을 수 있다.

3. 설문조사 자료의 분석방법

위에서 이루어진 분석을 통해 설문문항을 통해 수집한 데이터의 신뢰도와 타당도가 부여되었다면, 이를 활용하여 연구가설의 검증과 관련한 의사결정을 내릴 수 있다. 이러한 의사결정을 내리기 위해 본 논문에서 활용한 방법론은 두 가지인데, 그것은 로지스틱 회귀분석법과 Tobit 회귀분석법이다.

1) 로지스틱 회귀분석법

로지스틱 회귀분석법은 위에서 수렴 타당도 검사를 위해서도 활용이 이루어졌지만, 종속변수가 이변량 변수(bivariate variable) 또는 가변수(dummy variable)일 경우 사용되는 비선형 회귀모형으로서 제 IV장에서 발레로 인한 상해의 원인요인이 무엇인가, 특히 신체의 균형 여부가 중요한 원인 요인인가의 여부를 밝히기 위한 분석모형으로 활용되게 된다. 만약 설문조사 자료에 대해 빈도분석이나 단순 t-test 분석만 활용한다면, 그 결과들이 발레로 인한 상해의 원인에 대해 시사점을 제공해줄 수는 있으나 이를 인과관계로 해석하기에는 문제점이 존재한다. 그것은 바로 과다사용이나 자세 불균형과 같은 요인들 이외의 다른 원인 요인들이 이들 요인들과 상호 관련성을 가지면서 상해의 발생에 영향을 미칠 수 있는데, 이러한 다른 원인 요인들의 영향력을 일정하게 통제하지 않은 채 단일의 원인요인에만 초점을 두어 분석할 경우에는 다른 원인 요인들에 의한 영향력까지 포함한 결과를 분석하게 되어 그 영향력이 과다 또는 과소(상관관계를 갖는 다른 요인의 영향력이 음(-)의 값을 가질 경우) 추정될 수 있다는 점이다⁴⁾.

이러한 가능성을 차단하기 위해서 본 연구에서는 다른 영향요인들의 영향력을 일정하게 통제하는 역할을 하는 다중회귀분석(multiple regression analysis) 부류의 분석기법을 활용하여 분석을 수행하였다. 특히 여러 원인 변수들이 '상해를 당할 확률'에 미치는 영향력을 분석하는 경우에는 종속변수 또는 결과변수가 연속변수가 아닌 이변량 변수(bivariate variable)이기 때문에 선형회귀식(linear regression equation)이 아니라 Logit 함수를 이용하는 Logistic 회귀분석(Logistic Regression Analysis)을 활용하였다. 분석에 활용된 식은 다음과 같다.

$$\Pr(Y=1|X) = p(X) = \frac{1}{1 + e^{-X\beta}}$$

$$\text{Logit}(p_i) = \log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \alpha + \beta_1 \text{BALANCE}_i + \beta_2 \text{FLEX}_i + \beta_3 \text{DIET}_i + \beta_4 \text{STRESS}_i + \beta_5 \text{SEX}_i + \beta_6 \text{EXER}_i + \beta_7 \text{ORG}_i + \beta_8 \text{CAREER}_i + \beta_9 \text{PRTC} + \beta_{10} \text{AGE}_i + \beta_{11} \text{BMI}_i$$

$Y_i =$ i응답자가 상해를 경험할 경우에는 1, 아니면 0

$p_i =$ i응답자가 상해를 경험할 확률

$\text{BALANCE}_i =$ i응답자가 자세 균형을 이루었다고 응답하면 1, 아니면 0의 값을 갖는 가변수

$\text{FLEX}_i =$ i응답자가 유연성이 좋다고 응답하면 1, 아니면 0의 값을 갖는 가변수

$\text{DIET}_i =$ i응답자가 식습관이 좋다고 응답하면 1, 아니면 0의 값을 갖는 가변수

$\text{STRESS}_i =$ i응답자가 정신적 스트레스가 심하다고 응답하면 1, 아니면 0의 값을 갖는 가변수

4) 예를 들어 본 연구의 설문자료 빈도 분석에서 전문 직업 무용수인지의 여부와 총 발레 경력이 10년 이상인지의 여부가 상해의 주요 원인인 것으로 나타났지만, 전문 직업 무용수일수록 발레 경력도 길기 때문에, 다시 말하여 두 변수 간에 높은 상관관계를 갖고 있기 때문에 다른 한 변수의 영향력을 통제하지 않고 분석한 빈도분석의 결과는 두 변수의 영향력이 뒤섞여 작용한 결과일 수 있다는 것이다.

SEX_i =i 응답자의 성별이 여성이면 1, 아니면 0의 값을 갖는 가변수

$EXER_i$ =i 응답자가 발레 이외의 운동을 규칙적으로 하면 1, 아니면 0의 값을 갖는 가변수

ORG_i =i 응답자가 소속한 기관이 전문 발레단이면 1, 아니면 0의 값을 갖는 가변수

$CAREER_i$ =i 응답자의 총 발레경력이 10년을 초과하면 1, 아니면 0의 값을 갖는 가변수

$PRTC_i$ =i 응답자가 하루 평균 5시간 이상을 연습하면 1, 아니면 0의 값을 갖는 가변수

AGE_i =i 응답자의 나이

BMI_i =i 응답자의 체질량 지수 (Body Mass Index = $\frac{\text{몸무게}(kg)}{\text{키}^2(m^2)}$)

2) Tobit 회귀분석법

Tobit 회귀모형은 특정한 조건 하에서만 종속변수의 값이 관찰되고 조건이 충족되지 않은 경우에는 종속변수가 특정한 값으로 변환되어 관측되는 표본을 절단표본(censored sample)의 문제를 다루기 위해서 James Tobin이 1958년에 개발한 계량경제학적 분석모형이다. 만약 절단표본의 특수성을 고려하지 않고 정규최소자승 선형 회귀모형을 사용하여 추정이 이루어질 경우 그 결과는 편향성을 지니게 되는데, 본 연구에서는 응답자들이 상해의 경험한 신체 부위가 몇 군데나 되는가를 측정하는 변수가 이러한 절단표본의 문제를 발생시키는 제한적 종속변수(Limited Dependent Variable)에 해당한다. 본 논문에서는 제 1유형 Tobit 모형(Type I Tobit Model)을 사용하여 이 문제를 해결하였다.

통상적으로 신체의 균형 여부가 상해를 당하는 신체 부위의 수에 미치는 영향을 분석하고자 할 때, 만약 선형정규최소자승 회귀식(Linear Ordinary Least Squares Regression: Linear OLS)을 사용한다면, 회귀식의 종속변수의 특성 때문에 편향(bias)이 발생할 가능성이 존재한다. 이 경우 종속변수에 해당하는 상해를 당하는 신체 부위의 수는 상해를 경험한 응답자들에 대해서만 값을 가질 뿐, 상해를 경험한 적 없는 응답자들의 경우에는 모두 0으로 추정이 이루어진다. 이와 같이 특정한 조건 하에서만 종속변수의 값이 관찰되고 조건이 충족되지 않은 경우에는 종속변수가 특정한 값으로 변환되어 관측되는 표본을 절단표본(censored sample)이라고 하며, 이러한 표본의 특수성을 고려하지 않고 선형 회귀모형을 추정할 경우 그 결과는 편향성을 지니게 된다. 따라서 본 논문에서는 James Tobin이 1958년에 절단표본 문제를 다루기 위해서 개발한 Tobit 모형 중 '제 1유형 Tobit 모형'(Type I Tobit Model)을 활용하여 분석을 수행하였다. 구체적으로 분석에 활용된 회귀식은 아래에 제시된 바와 같다.

$$y_i^* = \alpha + \beta_1 BALANCE_i + \beta_2 FLEX_i + \beta_3 DIET_i + \beta_4 STRESS_i + \beta_5 SEX_i + \beta_6 EXER_i + \beta_7 ORG_i + \beta_8 CAREER_i + \beta_9 PRTC_i + \beta_{10} AGE_i + \beta_{11} BMI_i + \epsilon_i$$

$$y_i = \begin{cases} y_i^*, & \text{if } y_i^* > 0 \\ 0, & \text{if } y_i^* \leq 0 \end{cases}$$

y_i = i 응답자가 상해를 경험한 신체 부위의 수

y_i^* = 특정한 조건 하에서는 관측이 불가능한 y_i 의 잠재변수(latent variable)

IV. 분석 결과

1. 자세 균형성이 발레 상해를 경험할 확률에 미치는 영향: Logit 회귀식 분석

아래의 표는 발레 무용수들이 상해를 경험할 확률을 앞서 제시한 Logit 회귀식으로 추정한 분석결과를 나타내고 있다. 아래에 제시된 분석결과는 원인요인으로 작용하는 다른 모든 독립변수들의 영향력을 일정하게 통제하고 추정한

개별 원인요인들의 영향력을 보여주고 있다. 표가 보여주듯이, 발레 무용수들이 한 번이라도 상해를 당할 확률에 통계적으로 유의미성을 갖는 영향을 미치는 원인요인은 세 가지로 나타났다. 첫 번째 원인요인은 본 논문의 초점 변수인 자세 균형 여부이며, 두 번째 요인은 정신적 스트레스, 세 번째 요인은 규칙적으로 별도의 운동을 하는지의 여부⁵⁾이다. 이에 반해 빈도분석 결과, 상해의 원인으로 추론 가능한 전문 직업 무용수인지의 여부, 총 발레 경력 기간, 하루 평균 연습시간 등은 유의미한 영향력을 미치지 않는 것으로 나타났다⁶⁾. 즉, 앞서 설명한 대로 이들 요인들은 상호간의 연관성을 통제하지 않은 상태에서 분석한 빈도분석 결과는 허위적인 인과관계 나타내고 있음을 알 수 있다.

한편 본 논문에서 초점을 두고 있는 원인변수인 자세 균형의 여부는 유의수준 10% 수준에서 통계적 유의미성을 갖는 음(-)의 영향력을 미치고 있는 것으로 나타났다. 다시 말하여 신체 균형을 이루고 있다고 응답한 응답자일수록 상해를 경험할 확률이 감소한다는 의미이다. 이러한 분석결과는 Watkins et al.(1989), Deckert, Barry & Welsh(2007) 등의 연구들이 자세 제어의 실패나 자세 안정성의 약화에 따라 요추, 무릎, 발, 발목 등의 신체부위에 부상이 발생할 수 있는 확률이 증가한다고 주장한 사실과도 일치하는 분석결과이다.

표 3. 발레 무용수들이 상해를 경험할 확률 추정결과: Logit 회귀식 분석

독립변수	추정 계수값	Pr > ChiSq
상수항	-4.017	0.169
유연성 좋음 (FLEX)	-0.155	0.394
자세균형을 이루고 있음 (BALANCE)	-0.421*	0.051
식습관 좋음 (DIET)	-0.221	0.394
스트레스가 심함 (STRESS)	0.681***	0.002
성별=여성 (SEX)	0.187	0.539
규칙적인 별도의 운동 함 (EXER)	0.368*	0.059
기관유형 = 전문 발레단 (ORG)	0.255	0.368
발레경력 10년 이상 (CAREER)	-0.037	0.864
하루 연습 5시간 이상 (PRTC)	0.333	0.135
나이 (AGE)	0.011	0.840
체질량 지수 (BMI)	0.090	0.515
-2 Log Likelihood		239.168
유효 표본의 수		391

주: * = 유의수준 0.1 수준에서 통계적으로 유의미; ** = 유의수준 0.05 수준에서 통계적으로 유의미; *** = 유의수준 0.01 수준에서 통계적으로 유의미.

한편 위에서 추정된 바와 동일한 Logistic 회귀식을 종속변수인 Y_i 만을 i 응답자가 하지 및 허리 부위에 상해를 경험하였을 경우에는 1, 아니면 0의 값을 갖는 가변수로 바꾸어 분석을 수행하였고 그 결과를 아래의 표에 제시하고 있다. 하지 또는 허리에 상해를 당할 확률에 통계적으로 의미 있는 영향을 미치는 원인요인들은 네 가지로 나타났다. 자세 균형 여부, 정신적 스트레스, 별도 운동 수행 여부, 그리고 하루 평균 연습시간이 그것이다. 위의 분석과 비교할 때 하루 평균 연습시간의 영향력이 이번에는 통계적으로 의미 있는 것으로 나타났는데, 이는 과다 사용(overuse)과 하지 및 허리의 상해 간의 인과관계가 더 밀접한 것으로 추론하게 하는 발견이다.

발레 무용수들의 자세 제어와 하지 안정성에 대해 신경생리학(neurophysiology)적으로 조사를 수행한 Rein et al.(2011)의 연구는 전문 프로페셔널 무용수와 아마추어 무용수를 나누어 검사를 진행하였다. Rein et al.은 프로페셔널 무용수들은 일반적으로 아마추어 무용수들에 비해 훨씬 더 넓은 범위의 동작 수행을 요구 받는 데도

5) 규칙적으로 별도의 운동을 하는지 여부의 회귀계수 추정치가 양(+)의 값으로 추정되었다. 이러한 결과는 발레로 인해 상해를 당할 확률이 별도의 운동을 할 경우 증가하는 것으로 해석되기 보다는 상해를 당한 응답자일수록 별도의 운동을 수행할 확률이 높다고 해석하는 것이 타당할 것이다.

다시 말하여 역의 인과관계 문제(reverse causality problem)가 존재하는 것으로 추정할 수 있다.

6) 빈도분석 결과는 지면 제약 때문에 논문에는 포함시키지 않았다.

불구하고 자세제어 능력이나 자세 감각 등이 훨씬 더 우월함을 밝혀냈으나 과다 사용을 요구받기 때문에 더 높은 부상의 위험에 노출될 수 있다고 설명하고 있다. Sobrino et al.(2015)의 연구도 마찬가지로 프로페셔널 발레 무용수의 경우 가장 중요한 부상원인이 과다사용이며, 특히 기술적으로 가장 난이도가 높은 동작이 요구되는 고전발레 무용수가 더 높은 부상위험에 노출되어 있다고 설명하고 있다. 본 연구의 분석도 이들 연구들과 동일한 맥락의 시사점을 제공하고 있다(장소정, 2019).

본 논문의 초점 변수인 자세 균형 여부는 아래의 표에서도 여전히 유의미성을 갖는 영향력을 미치는 것으로 나타났는데, 위의 표와 비교할 때 통계적 유의미성이 더 증가하였다. 즉, 하지 및 허리 상해 확률에 미치는 자세 균형여부의 영향력은 유의수준 5% 수준에서 유의미한 것으로 나타났는데, 이는 자세 균형여부와 하지 및 허리 부위의 상해 간의 인과관계가 전체 상해 확률과의 인과관계보다도 더 밀접할 수 있다는 것을 시사하고 있다.

표 4. 발레 무용수들이 하지 및 허리에 상해를 경험할 확률 추정결과: logit 회귀식 분석

독립변수	추정 계수 값	Pr > ChiSq
상수항	-3.293	0.251
유연성 좋음 (FLEX)	-0.238	0.181
자세균형을 이루고 있음 (BALANCE)	-0.424**	0.046
식습관 좋음 (DIET)	-0.193	0.461
스트레스가 심함 (STRESS)	0.626***	0.003
성별=여성 (SEX)	0.290	0.327
규칙적인 별도의 운동 함 (EXER)	0.407**	0.035
기관유형 = 전문 발레단 (ORG)	0.258	0.357
발레경력 10년 이상 (CAREER)	-0.009	0.968
하루 연습 5시간 이상 (PRTC)	0.407*	0.064
나이 (AGE)	0.011	0.829
체질량 지수 (BMI)	0.056	0.682
-2 Log Likelihood		243.480
유효 표본의 수		391

주: * = 유의수준 0.1 수준에서 통계적으로 유의미; ** = 유의수준 0.05 수준에서 통계적으로 유의미;

*** = 유의수준 0.01 수준에서 통계적으로 유의미.

이번에는 위에서 추정된 바와 동일한 Logistic 회귀식을 종속변수인 Y_i 만을 i 응답자가 발레를 일시 중단할 정도로 심각한 하지 또는 허리 부위 상해를 경험하였을 경우에는 1, 아니면 0의 값을 갖는 가변수로 바꾸어 분석을 수행하였으며, 그 결과를 아래의 표에 제시하고 있다. 아래의 분석에서 통계적 의미성을 갖는 영향을 미치는 요인이 세 가지로 나타났는데, 그것은 자세 균형 여부, 정신적 스트레스, 전문 발레 무용수인지의 여부를 측정하는 변수들이다.

아래의 표에서 주목할 만 한 점은 가장 통계적 유의미성이 높은 영향요인이 바로 자세 균형 달성 여부라는 점이다. 자세 균형을 이루고 있는지의 여부는 표에서 제시된 바와 같이 1% 이하의 유의수준에서 의미 있는 것으로 나타나 여러 원인 변수들 중 가장 통계적으로 유의미성이 높은 것으로 나타났으며, 위의 분석에서 가장 유의미한 영향을 미치는 원인으로 분석된 정신적 스트레스보다도 더 유의미한 것으로 분석되었다. 이는 자세 불안정성 또는 자세 제어의 실패가 그 어떤 원인 요인들에 비교하더라도 ‘심각한’ 상해에 가장 중요한 영향력을 미치는 중요 요인이라는 점을 시사한다. 또 하나의 주목할 만 한 점은 지금까지 추정된 세 개의 Logitsic 회귀식 분석에 걸쳐 모두 통계적으로 의미 있는 영향력을 미치고 있는 요인은 자세 균형 여부와 정신적 스트레스 등 두 개의 변수밖에 없다는 점이다. 다시 말하여 다른 교란요인들을 통제하였을 때 일반적 상해, 하지나 허리의 상해, 심각한 하지나 허리의 상해에 모두 유의미한 영향을 미치는 요인은 자세 균형 여부와 정신적 스트레스 만이며 이들 두 요인이 발레 무용수들의 상해 예방을 위하여 훈련과 치료를 집중해야 할 요인임을 의미하는 것이다. 직업적 전문 무용

수들의 근골격계 부상의 원인에 대한 47개의 연구 결과들을 질적인 종합(qualitative synthesis) 방법으로 연구한 Kenny, Whittaker and Emery(2016)의 연구도 과거의 부상경험, 부정적 스트레스나 완벽주의, 무드와 같은 심리적인 요인 등의 요인들과 함께 하지 정렬(lower extremity alignment), 특히 '30도 이상의 각도로 이루어지는 턴아웃에서의 천골(sacrum)의 기울기'가 근골격계 부상의 주요원인인 것으로 보고하고 있어 본 연구의 분석과 일치하는 시사점을 제공하고 있다(장소정, 2019).

표 5. 발레를 일시 중단할 정도로 심각한 하지나 허리의 상해를 경험할 확률 추정결과: Logit 회귀식 분석

독립변수	추정 계수값	Pr > ChiSq
상수항	1.818	0.337
유연성 좋음 (FLEX)	-0.112	0.342
자세균형을 이루고 있음 (BALANCE)	-0.400***	0.006
식습관 좋음 (DIET)	-0.050	0.799
스트레스가 심함 (STRESS)	0.287**	0.011
성별=여성 (SEX)	0.170	0.392
규칙적인 별도의 운동 함 (EXER)	0.058	0.622
기관유형 = 전문 발레단 (ORG)	0.280*	0.096
발레경력 10년 이상 (CAREER)	0.046	0.741
하루 연습 5시간 이상 (PRTC)	-0.060	0.656
나이 (AGE)	-0.026	0.481
체질량 지수 (BMI)	-0.075	0.399
-2 Log Likelihood		487.498
유효 표본의 수		391

주: * = 유의수준 0.1 수준에서 통계적으로 유의미; **= 유의수준 0.05 수준에서 통계적으로 유의미; ***= 유의수준 0.01 수준에서 통계적으로 유의미.

그런데 위에서 분석한 Logistic 회귀식에서 추정된 계수 값들은 바로 독립변수의 '효과'로 해석될 수는 없다. 다시 말하여 위에서 제시한 Logistic 회귀식에서 β_1 은 상해를 당할 확률에 미치는 한계효과 (marginal effect)인 $\frac{\partial p}{\partial BALANCE}$ 가 아니라 상해를 당할 확률의 Logit 함수값, 즉 $\log\left(\frac{p}{1-p}\right)$ 에 대한 한계효과, 즉 $\frac{\partial \log\left(\frac{p}{1-p}\right)}{\partial BALANCE}$ 이기 때문에 상해당할 확률에 대한 영향력의 크기를 알기 위해서는 별도의 절차를 거쳐 분석이 이루어져야 한다. 이러한 절차를 거쳐 계산한 자세 균형의 달성 여부가 각 종속변수들에 미치는 영향력의 크기가 아래의 표에 제시되어 있다. 자세 안정성을 달성할 경우 그렇지 못할 경우에 비해서 상해를 당할 확률을 8% 낮추어 주는 것임을 알 수 있다. 이러한 한계효과는 하지 및 허리부위의 상해나 하지 및 허리부위의 심각한 상해를 당할 확률에 대해서는 그 크기가 더 커지는데, 전자의 경우에는 8.3%, 후자의 경우에는 17.5%나 낮추어 주는 것으로 분석되었다. 따라서 만약 적절한 훈련 프로그램을 통해 자세 균형을 달성하는 자세 제어능력이 배양될 경우 발레 무용수가 심각한 상해를 당할 확률을 17.5%나 낮추어 주는 긍정적 효과가 있을 것으로 예상되며, 발레 무용수들의 자세 균형성 훈련 프로그램의 개발 필요성을 시사하는 결과이다.

표 6. 자세 균형성의 발레 상해에 대한 한계효과

결과변수	한계효과
상해를 당할 확률	-8.0%*
하지 및 허리부위의 상해를 당할 확률	-8.3%**
발레를 일시 중단할 정도로 심각한 하지 및 허리부위의 상해를 당할 확률	-17.5%***

주: * = 유의수준 0.1 수준에서 통계적으로 유의미; **= 유의수준 0.05 수준에서 통계적으로 유의미; ***= 유의수준 0.01 수준에서 통계적으로 유의미.

2. 자세 균형성이 발레 상해 경험 신체부위의 개수에 미치는 영향: Tobit 회귀식 분석

아래의 표를 살펴보면 발레 무용수들이 발레로 인해 상해를 경험하게 되는 신체 부위의 개수는 세 가지 원인요인들에 의해 통계적 의미를 갖는 영향을 받는 것으로 나타났다. 자세 균형 여부, 식습관, 그리고 정신적 스트레스가 그것이다. 특히 본 논문의 핵심변수인 자세 균형의 달성 여부는 정신적 스트레스와 함께 1% 이하의 유의수준에서 유의미함을 나타내는 매우 중요한 원인요인임을 알 수 있다. 이러한 분석결과는 지금까지 제시해온 앞서의 모든 분석결과들과 일치하는 결과이다.

표 7. 발레 무용수들이 상해를 경험하는 신체부위의 개수에 대한 추정결과: Tobit 회귀식 분석

독립변수	추정 계수 값	Pr > ChiSq
상수항	2.355	0.489
유연성 좋음 (FLEX)	-0.373	0.321
자세균형을 이루고 있음 (BALANCE)	-1.507***	0.002
식습관 좋음 (DIET)	-1.265*	0.051
스트레스가 심함 (STRESS)	1.685***	<.0001
성별=여성 (SEX)	0.358	0.573
규칙적인 별도의 운동 함 (EXER)	0.226	0.538
기관유형 = 전문 발레단 (ORG)	0.313	0.550
발레경력 10년 이상 (CAREER)	0.209	0.638
하루 연습 5시간 이상 (PRTC)	0.275	0.514
나이 (AGE)	0.066	0.211
체질량 지수 (BMI)	0.022	0.878
-2 Log Likelihood		1924.221
유효 표본의 수		390

주: * = 유의수준 0.1 수준에서 통계적으로 유의미; ** = 유의수준 0.05 수준에서 통계적으로 유의미;

*** = 유의수준 0.01 수준에서 통계적으로 유의미.

아래에서는 종속변수인 y_i 을 'i 응답자가 상해를 경험한 하지 및 허리 부분 신체 부위의 수'로 바꾸어 추정된 Tobit 모형 추정결과를 제시하고 있다. 표에서 볼 수 있는 분석결과는 역시 위에서의 분석결과와 동일한 맥락에서 해석이 가능하며, 자세 균형 여부와 정신적 스트레스는 얼마나 많은 하지 및 허리부위에 상해를 당하는가에 대

표 8. 발레 무용수들이 상해를 경험하는 하지 및 허리 신체부위의 개수에 대한 추정결과: Tobit 회귀식 분석

독립변수	추정 계수값	Pr > ChiSq
상수항	1.511	0.584
유연성 좋음 (FLEX)	-0.303	0.321
자세균형을 이루고 있음 (BALANCE)	-1.268***	0.001
식습관 좋음 (DIET)	-0.906*	0.085
스트레스가 심함 (STRESS)	1.231***	<.0001
성별=여성 (SEX)	0.602	0.243
규칙적인 별도의 운동 함 (EXER)	0.189	0.527
기관유형 = 전문 발레단 (ORG)	0.157	0.712
발레경력 10년 이상 (CAREER)	0.096	0.789
하루 연습 5시간 이상 (PRTC)	0.311	0.363
나이 (AGE)	0.020	0.646
체질량 지수 (BMI)	0.076	0.514
-2 Log Likelihood		1779.850
유효 표본의 수		390

주: * = 유의수준 0.1 수준에서 통계적으로 유의미; ** = 유의수준 0.05 수준에서 통계적으로 유의미;

*** = 유의수준 0.01 수준에서 통계적으로 유의미.

해 가장 유의미한 영향을 미치는 2대 요인으로 분석되었다.

Logistic 회귀분석의 경우 이루어진 논의와 마찬가지로, Tobit 모형의 경우에도 종속변수가 '상해를 경험한 신체 부위의 수' 또는 '상해를 경험한 하지 및 허리 부분 신체 부위의 수'가 아니라 이들의 일부분 관측치인 잠재변수(latent variable: 즉 y_i^*)이기 때문에 추정된 회귀계수의 값인 $\hat{\beta}_1$ 을 바로 종속변수에 대한 영향력의 크기 또는 한계효과로 해석할 수는 없다. 따라서 별도의 절차를 거쳐 아래의 표에서와 같이 한계효과(Marginal Effect)를 계산하였다. 아래의 표가 보여주듯이, 자세 균형을 이루고 있다고 응답한 무용수들은 그렇지 않은 무용수들에 비해 1.37 군데 더 적은 부위에 상해를 당하며, 하지 및 허리 부분에 있어서는 1.17군데 덜 상해를 당하는 것으로 나타났다. 앞서 분석한 상해를 당하는 신체부위의 수의 전체 평균이 4.9 군데인 것을 감안하면 이 한계효과는 상해를 당하는 신체부위의 수를 28%나 감소시켜주는 효과이다. 마찬가지로 하지 및 허리 부분의 상해를 당하는 신체부위의 수를 29% 감소시키는 것으로 분석되었다.

표 9. 자세 균형성의 발레상해 경험 신체부위의 개수에 대한 한계효과

결과변수	한계효과
상해를 당한 신체부위의 수	-1.37*
하지 및 허리부분의 상해를 당한 신체부위의 수	-1.17**

V. 결론

본 연구는 발레 무용수들이 경험하는 상해의 여러 원인요인들 중 자세 균형성이 미치는 인과적 영향력을 가능한 한도에서 교란적 영향을 배제한 채 실증적으로 검증하고자 수행되었다. 우리나라에서 활동하는 525명의 발레 무용수들에 대한 설문응답 자료를 분석한 결과 자세 균형을 달성하였는지의 여부는 무용수들이 상해를 경험할 확률에 통계적 의미를 갖는 영향력을 미치고 있음이 검증되었다. 특히 이러한 영향력은 하지 및 허리부위에 상해를 경험할 확률에 특정해서 분석하였을 때 그 통계적 유의미성이 더욱 증가함을 확인하였다. 통계적 유의미성의 증가는 발레 활동을 일시 중단할 정도로 심각한 상해를 경험할 확률에 대해 분석할 때 더 크게 나타남도 확인하였다. 수리적 계산결과 자세 균형을 달성하였다고 생각하는 무용수들은 그렇지 않은 무용수들과 비교할 때 발레를 일시적으로 중단할 정도로 심각한 하지 및 허리 부위의 상해를 경험할 확률이 17.5%나 낮은 것으로 분석되었다. 상해를 경험할 확률과는 별도로 얼마나 많은 신체 부위에 상해를 경험하는 가의 지표는 발레 상해 위험성의 광범위성을 반영하는 지표이며, 자세 균형성은 이 지표에도 통계적 유의미성이 높은 영향력을 미치는 것으로 분석되었다. 분석결과 자세 균형을 달성하지 못한 무용수는 균형을 달성한 무용수들에 비해 1.37개 더 많은 신체 부위에 상해를 경험하며, 1.17개 더 많은 하지 및 허리 영역의 신체부위에 상해를 경험하는 것으로 분석되었다. 전체 설문조사 표본이 경험하는 상해 신체부위 개수의 평균치가 4.9군데인 것을 감안하면 무용수들의 자세 불균형성은 상해부위의 개수를 약 30%나 증가시키는 매우 중대한 영향요인임을 알 수 있다.

그동안 많은 국내외 선행연구들이 발레 무용수들의 상해경험에서 차지하는 자세 균형성의 영향력을 확인하고 있지만, 본 연구는 우리나라에서 활동하는 발레 무용수들에 대한 대규모 설문조사를 통해 실증자료를 수집하였다는 점에서 의의를 갖는다. 또한 다른 영향요인들(예: 정신적 스트레스, 규칙적 운동 실시여부, 발레경력과 연습시간 등)의 영향력을 통제하고 표본단절에서 비롯되는 분석상의 문제점을 해결하려고 노력하였다는 점에서 방법론적 의미도 갖는다. 실용적 측면에서는 자세 균형성에 초점을 두어 무용수들을 훈련시키는 상해 예방 프로그램의 개발이 필요함을 논리적으로 정당화시킨다는 점에서 의미를 찾을 수 있다. 한편 본 연구에서는 자세 균형성과 더

불어 정신적 스트레스도 대부분의 종속변수에 대해서 매우 통계적의미성이 높은 영향력을 미치는 요인인 것으로 밝혀진 만큼 정신적 스트레스의 영향력에 대한 보다 심도 있는 실증분석과 아울러 정신적 스트레스 완화와 신체 균형성 향상을 동시에 달성시킬 수 있는 훈련 프로그램에 대한 연구도 향후 이루어지기를 기대한다.

참고문헌

- 장소정(2019). 신체 균형성과 안정성을 위한 발레 기본기(PRS) 프로그램 효과에 대한 생체역학적 분석. 미간행 박사학위논문. 충남대학교 대학원.
- Bowerman, E. A., Whatman, C., Harris, N., and Bradshaw, E.(2015). A Review of the risk factors for lower extremity overuse injuries in young elite female ballet dancers. *Journal of Dance Medicine and Science*, 19(2), 51-56.
- Bruyneel, A. V., Mesure, S., Pare, J. C., and Bertrand, M.(2010). Organization of postural equilibrium in several planes in ballet dancers. *Neuroscience Letters*, 485(3), 228-232.
- David Garson and Statistical Associates(2016). *Validity & Reliability 2016 Edition*, ISBN:: 978-1-62638-043-1. 1-29.
- Deckert, Jennifer L., Sarah M. Barry, and Thomas M. Welsh.(2007). Analysis of Pelvic Alignment in University Ballet Majors. *Journal of Dance Medicine & Science*, 11(4), 110-117.
- Elkin, Eric(2012). Are You in Need of Validation? Psychometric Evaluation of Questionnaires Using SAS. SAS Global Forum 2012 Statistics and Data Analysis, Paper 426-2012, 1-9.
- Kadel, Nancy J.(2006). Foot and ankle Injuries in dance. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 17, 813-826.
- Kenny, S. J., Whittaker, J. L., and Emery, C. A.(2016). Risk factors for musculoskeletal injury in preprofessional dancers: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(16), 997-1003.
- Kline, Jessica Beckmann, John R. Krauss, Sara E Maher, and Xianggui Qu.(2013). Core strength training using a combination of home exercises and a dynamic sling system for the management of low back pain in pre-professional ballet dancers. *Journal of Dance Medicine and Science*. 17(1), 24-33.
- Lin, C. F., Lee, I. J., Liao, J. H., Wu, H. W., and Su, F. C.(2011). Comparison of postural stability between injured and uninjured ballet dancers. *American Journal of Sports Medicine*, 39(6), 1324-1331.
- Metz, L., Docherty, C.(2012). Self-described differences between legs in ballet dancers: Do they relate to postural stability and ground reaction force measures?, *Journal of Dance Medicine and Science*. 16(4), 154-160.
- Punch, Keith F.(2006). *Introduction to Social Research: Quantitative and Qualitative Approaches, 2nd Edition*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Rein, S., Fabian, T., Zwipp, H., Rammelt, S., & Weindel, S.(2011). Postural control and functional ankle stability in professional and amateur dancers. *Clinical Neurophysiology*, 122(8), 1602-1610.
- Santos, J. Reynaldo A.(1999). Cronbach's Alpha:: A Tool for Assessing the Reliability of Scales. <https://www.joe.org/joe/1999april/tt3.php>.
- Singleton, Jr., Royce A. & Bruce C. Straits(2005). *Approaches to Social Research, 4th Edition*. New York, NY: Oxford University Press, Inc.
- Sobrinho, F. J., de la Cuadra, C., & Guillén, P.(2015). Overuse Injuries in Professional Ballet: Injury-Based Differences Among Ballet Disciplines. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 3(6), 1-7.
- Viktoria, Kovacsne Bobaly, Szilagyí Brigitta, Kiss Gabriella, Leidecker Eleonora, Acs Pongrac, Olah Andras, Jaromi Melinda.(2016). Application and examination of the efficiency of a core stability training program among dancers. *European Journal of Integrative Medicine*, 8S, 3-7.

- Watkins, A., Woodhull-McNeal, A. P., Clarkson, P. M., and Ebbeling, C.(1989). Lower extremity alignment and injury in young pre-professional, college, and professional ballet dancers. *Medical Problems of Performing Artists*, 4, 148-153.
- Watson, T., Graning, J., McPherson, S., Carter, E., Edwards, J., Melcher, I., and Burgess, T.(2017). Dance, balance and core muscle performance measures are improved following a 9-week core stabilization training program among competitive collegiate dancers. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(1), 25-41.

ABSTRACT

An Empirical Study on the Postural Balance and Injury Experience of Ballet Dancers⁺

Sojung Jang* Sungkonghoe University

This study was conducted for the purpose of empirically verifying the hypothesis that posture balance has an important influence as a causal factor for injury experienced by ballet dancers. Survey data on 550 classical ballet dancers working in Korea were collected and analyzed with empirical models such as logit and Tobit regression model, which can control the potential bias caused by spurious causal relationships or censored sample problem. As a result of the analysis, dancers who think they achieved posture balance were 17.5% less likely to experience serious lower extremity and waist injuries than dancers who did not achieve posture balance, and had 1.37 less body parts or 1.17 body parts in lower extremity and waist areas experiencing injuries. The posture balance of dancers was found to be a critical determinant that may determine the number of injured parts by about 30%. This study is meaningful in that it collected empirical data through a large-scale survey, controlled the influence of other covariates, tried to solve analytical problems caused by sample censoring, and logically justified the need to develop an injury prevention program for dancers.

Key words : Ballet injury, Posture balance, Lower extremity and waist area, Injury body part

논문투고일: 2022.11.30

논문심사일: 2023.01.02

심사완료일: 2023.01.17

⁺ This study was completed by expanding and re-analyzing the contents and data of the author's Ph.D. dissertation.

* Lecturer, Sungkonghoe University