인지과학, 제29권 제2호
Korean Journal of Cognitive Science
2018, Vol. 29, No. 2, 121～135.
http://dx.doi.org/10.19066/cogsci.2018.29.2.003

무용 숙련성에 따른 동작결과예측 능력의 차이: 삐루엣 앙 디올 동작을 중심으로*

한 시 완　　류 제 광†　　이 우 종　　양 종 현
서울대학교　　인천대학교

무용수의 움직임은 시각적 처리 과정을 통해 관찰자에게 지각되며, 관찰자는 지각된 시각정보를 바탕으로 무용수의 동작에 대한 평가와 감상을 수행한다. 관찰자의 운동수행능력이 정확한 평가와 감상에 필요한 것인지에 관해 많은 논의가 있으나, 일관된 결론을 내리지 못하고 있다. 이에 본 연구에서는 타인의 동작결과를 예측하는 능력이 관찰자의 운동 숙련성에 따라 어떻게 달라지는지 살펴보고자 하였다. 연구참여자는 총 27명으로 무용 숙련도에 따라 세 집단(숙련자, 중간숙련자, 초보자)으로 각 9명씩 참여하였다. 연구참여자는 컴퓨터 모니터를 통해 제시되는 무용 동영상을 본 후 동작의 성공 여부에 대해 판단하였다. 영상의 길이를 달리 편집하여 동작의 성공 여부를 판단하는데 필요한 정보의 양을 체계적으로 조작하였으며, 시간차단 기법을 사용하여 영상 길이 조건별 연구참여자의 반응 정확도를 측정하였다. 연구결과 판단을 위해 활용할 수 있는 시각적 정보가 충분하지 않은 조건에서 숙련자들은 중간숙련자와 초보자에 비해 더 높은 정답 반응을 나타냈으며 초보자는 숙련자와 중간숙련자에 비해 더 높은 오답 반응을 나타내었다. 이러한 결과는 비슷한 수준의 지각 숙련성을 보유하고 있더라도 동작 숙련성에 따라 무용동작에 대한 결과예측 능력이 차이를 보이며, 높은 운동 숙련성을 가지고 있는 경우 동작결과에 대한 예측 능력이 높다는 것을 보여준다. 또한 높은 지각 숙련성은 주어진 정보가 불충분한 상황에서 성급한 반응을 유보하여 오답률을 낮추는 데 도움을 주는 것으로 생각된다. 결론적으로 본 연구를 통해 동작 숙련성과 지각 숙련성은 관찰된 동작의 결과예측 정확성에 각각 다른 방식으로 기여하고 있음을 알 수 있었다.

주제어 : 지각판단, 발레 무용수, 운동숙련성, 시간차단기법, 심리물리학, 운동공감

---

* 이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2015S1A5B5A07041003).

† 교신저자: 류제광, 서울대학교 인지과학연구소, 서울시 관악구 관악로 1 서울대학교 14동 307호
연구 분야: 감각-운동 인지신경과학
E-mail: ryujk@snu.ac.kr

서 론

전통적으로 시각 정보의 처리 과정에 대한 연구들은 인간의 정보처리 과정이 컴퓨터와 유사한 방식으로 이루어진다고 가정하였다(Newell, Shaw, & Simon, 1958). 이 관점에 따르면 시각을 통해 유입된 정보는 지각과정을 거쳐 추상화되어 기억체계에 저장되며, 그 후 적합한 반응 명령을 형성하여 요구되는 과제를 수행하는데 활용된다(Anderson & Bower, 1973; Kladzky, 1975; Marr, 1982). 또한 시각적 지각 및 정신적 활동은 동작 시스템의 반응을 산출하는데 큰 영향을 미치지만, 동작 시스템의 작용은 시각적 지각 및 정신적 활동에 아무런 영향을 주지 않는 것으로 받아들여져 왔다(Wel, Sebanz, & Knoblich, 2012).

한편 인간의 감각 운동 시스템에 관한 최근의 연구들은 체화된 인지의 관점에서 지각 시스템과 동작 시스템의 관계를 바라본다. 체화된 인지 관점에서는 지각과 동작이 우리 신체의 물리적 속성에 밀접하게 결속되어 통합적이고 상호적인 관계를 맺고 있다고 주장한다(Gomile & Calve, 2008). 이 접근에서 지각은 다른 인지과정들에 선행하여 독립적으로 발생하는 현상이 아니며, 동작은 운동 명령의 실행 이상의 의미로서 인지의 통합적이고 상호적인 한 측면을 구성한다(Knoblich, 2008). 체화된 인지의 관점에서 지각과 동작의 관련성을 실험적으로 다루어온 연구자들은 이를 설명하기 위한 몇 가지 이론들을 제안하였으며, 그 중 공통부호화 이론(common coding theory)은 지각과 동작이 공통의 부호화를 통해 표상된다는 이론이다(Prinz, 1997). 공통부호화 이론에 따르면, 만약 관찰자가 타인의 움직임을 관찰하는 경우 관찰자는 타인의 움직임에 대한 지각표상을 형성하게 된다. 이 때 관찰자가 형성한 지각표상은 운동 시스템이 동작을 수행하기 위해 형성하는 동작표상과 동일하다. 다시 말해 지각 시스템과 동작 시스템은 그 내용을 표상하기 위하여 공통의 기전을 활용하고 있으며, 그 결과 관찰자의 지각표상이 활성화되면 공통의 부호화 기전을 공유하고 있는 운동 체계 역시 활성화 된다는 것이다.

공통부호화 이론은 원숭이의 거울 뉴런에 관한 연구(Rizzolatti & Craighere, 2004), 동작 관찰과 동작 실행의 신경기전에 관한 연구(Gallese, Fadiga, Fogassi & Rizzolatti, 1996; Gallese & Metzinger, 2003), 동작의 상상과 동작의 수행에 관여하는 신경기전에 관한 연구(Henrik Ehrsson, Geyer & Naito, 2003) 등을 통해 구체적으로 연구 되었으며, 이후 인터널 모델(internal model)에서 이루어지는 시뮬레이션을 상정한 연구들을 통해 지각과 동작 시스템의 역동적 상호관계가 보다 상세히 탐구되었다(Blakemore & Decety, 2001; Grush, 2004; Jeannerod, 2001; Wilson & Knoblich, 2005; Wolpert, Doya, & Kawato, 2003). 이 연구들에 따르면 관찰된 동작에 의해 형성된 지각표상은 그 동작에 대한 시뮬레이션에 활용되는데, 타인의 동작결과에 대한 예측 정확성은 관찰자의 인터널 모델이 얼마나 정확하게 형성되어 있는지에 따라 달라진다. 즉, 인터널 모델이 정교하다면 예측은 더 정확하다는 것이다. 예를 들어 다트 던지기 실험(Knoblich & Flach, 2001), 손글씨 실험(Knoblich, Seigerschmidt, Flach, & Prinz, 2002)에서 타인의 움직임을 보는 것 보다 자신의 움직임을

보고 평가하는 경우 더 높은 정확성을 보였다. 이러한 결과는 인터널 모델과 같은 기전을 통해 지각과 동작이 공통의 부호를 활용할 수 있게 됨을 보여주는 결과로 받아들여지고 있다.

이상의 연구들 외에도 다양한 분야에서 동작의 숙련성이 지각 능력에 미치는 영향을 연구하였으며, 주로 특정 분야의 숙련자들이 초보자들에 비해 더 나은 지각적 판단 능력을 보인다는 실험적 증거를 제시하고 있다(Abernethy & Zawi, 2007; Agoliti, Cesari, Romani & Urgesi, 2008; Casile & Giese, 2006; Hecht, Vogt & Pronz, 2001; Repp & Knoblich, 2007, 2009). 지각 기술에 초점을 맞추어 진행된 이 연구들에서는 숙련자가 관찰 대상의 신체 움직임 정보를 활용하여 그 결과를 예측한다는 것을 일관되게 보고하고 있다. 예를 들어 숙련된 배드민턴 선수는 상대의 공격 방향을 더 정확하게 예측하고(Abernethy & Zawi, 2007), 숙련된 농구 선수는 자유투 성공 여부를 더 정확하게 예측한다(Aglioti, Cesari, Romani, & Urgesi, 2008)는 것이다.

한편 우수한 운동능력을 보유한 숙련자들이 우수한 지각 판단 능력을 지니고 있다는 여러 연구결과들은 공통부호화 이론을 지지하는 결과로 받아들일 수도 있지만, 숙련자가 보여주는 높은 수준의 지각 능력이 오랜 기간 축적된 지각적 경험에 의해 획득된 것일 수도 있다는 점에서 약점을 가진다. 대부분의 경우 운동 숙련성은 지각 숙련성을 동반하며, 따라서 장기간 훈련을 통해 얻게 된 운동숙련성과 그에 따른 지각숙련성은 서로 분리하여 생각하기 어렵다. 즉 숙련자들이 보여주는 뛰어난 예측 판단 능력이 자신들의 운동 숙련성 때문인지 아니면 지각 숙련성 때문인지 쉽게 결론 내릴 수 없다는 것이다. 이러한 문제에 대응하여 Cross, Kraemer, Hamilton, Kelly, & Grafton(2009)은 지각 숙련성과 운동 숙련성 중 어떤 것이 관찰된 동작의 지각 판단 능력에 더 많은 영향을 미치는지 알아보기 위한 연구를 수행하였다. 이 연구에 따르면 타인의 동작을 관찰하는 동안 나타나는 운동 관련 뇌영역의 활성화는 해당 동작에 대한 훈련 여부에 따라 다르게 나타났으나, 훈련의 방법이 영향을 주지 않았다. 즉 관찰 학습을 하건 실제 움직임 학습을 하건 관계없이 훈련된 동작을 관찰하는 경우 공통된 뇌 영역의 활성화가 나타났다. 이러한 결과는 운동과 지각 어느 쪽이든 숙련성을 획득기만 한다면, 공통된 영역의 활성화를 이끌어 낸다는 것으로, 이는 지각과 동작의 공통부호화 이론을 강력히 지지하는 증거가 된다.

Cross 등(2009)의 연구를 통해 지각과 동작의 숙련성에 공통의 기전이 관여하고 있음을 확인하였다. 그러나 관찰된 동작의 결과예측과 관련하여 두 종류의 숙련성이 어떤 영향을 미치는지에 관한 충분한 근거를 제공하는 것은 아니다. 이와 관련하여 Cross 등(2009)의 연구에서 동작 숙련성 조건에서는 동작 관찰 관련 네트워크가 활성화 되었고 지각 숙련성 조건에서는 시각적 분석 관련 네트워크의 활성화가 나타났다는 점에 주목할 필요가 있다. 다시 말해 지각 숙련성과 운동 숙련성은 각기 다른 기능적 네트워크의 활성으로 연결되며, 두 기능적 네트워크 사이에 일부 중첩된 활성 영역이 존재한다는 것이다. 따라서 지각 숙련성과 동작 숙련성이 관찰된 동작의 결과예측 능력의 향상에 어떻게 기여하고 있는지에 관한 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

이상에서 살펴본 것과 같이 지금까지의 연구들을 통해 지각과 동작의 공통부호화 이론은 폭

넓게 지지 받고 있다. 그러나 숙련자의 높은 지각판단 능력이 운동숙련성에 의한 것인지 아니면 지각숙련성에 의한 것인지 일관된 결론을 내리지 못하고 있으며, 운동 숙련성과 지각 숙련성이 동작의 결과예측에 각기 어떤 방식으로 기여할 수 있는지에 관해서는 더 많은 연구가 필요함을 확인할 수 있었다. 이에 본 연구에서는 동작결과의 예측판단에 활용할 수 있는 정보를 체계적으로 조작한 조건에서, 높은 수준의 지각 숙련성과 운동숙련성을 가지고 있는 숙련자 집단, 지각 숙련성은 숙련자와 동등하지만 운동숙련성이 낮은 중간 숙련자 집단, 그리고 지각 숙련성과 운동 숙련성이 모두 낮은 초보자 집단의 결과예측 능력을 비교하였다. 이를 통해 동등한 수준의 지각 숙련성을 가지고 있는 경우 운동 숙련성의 차이가 동작의 결과예측 능력에 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 하였으며, 지각 숙련성의 차이에 따른 예측 반응의 차이를 살펴보고자 하였다.

연구방법

연구대상

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 20대 여성 무용수 27명을 연구참여자로 모집 하였다. 숙련자 집단은 10년 이상의 무용 경력을 갖고 있으며, 국제 수준의 콩쿨 3위 이상의 수상 경력이 있는 국내 최고 수준의 무용수로 하였다. 중간숙련자 집단은 숙련 집단과 동일하게 10년 이상의 무용 경력을 갖고 있으며, 국제 수준의 콩쿨 입상 실적이 없는 무용수로 하였다. 마지막으로 초보자 집단은 경력 2년 미만의 초보 무용수를 모집하였다(표 1 참고). 본 연구의 모든 내용과 방법은 중앙대학교 생명윤리위원회로부터 승인(1041078-201509-HRSB-166-01)을 받아 진행하였으며, 모든 연구참여자는 실험에 대한 충분한 설명을 듣고, 동의서 작성 후 실험에 참여하였다.

〈표 1〉 연구대상의 특성

집단	평균연령(세)	평균경력(년)
숙련자(n = 9)	21.40 ± .70	14.50 ± 3.50
중간숙련자(n = 9)	21.30 ± .67	13.50 ± 2.07
초보자(n = 9)	24.10 ± 2.23	1.32 ± .41

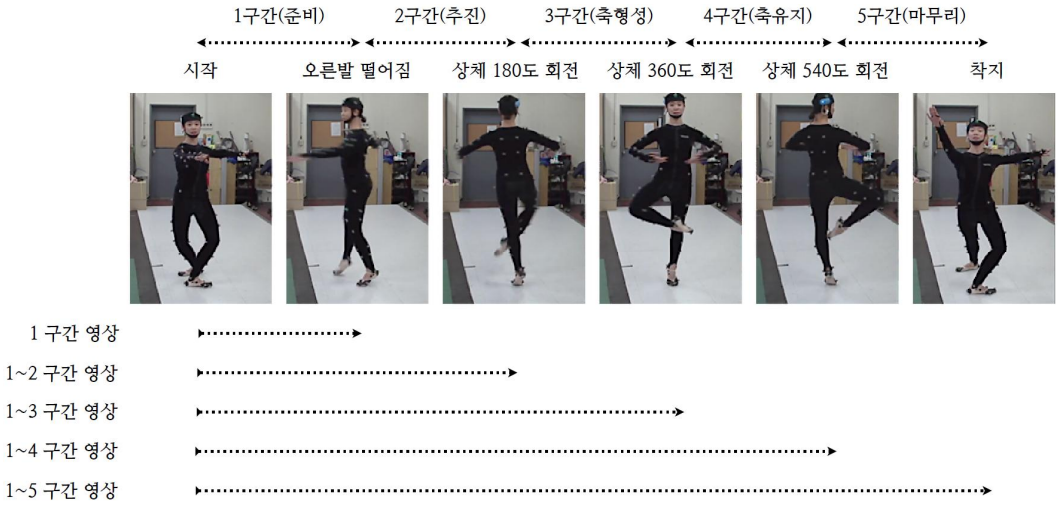
연구장비

실험에 필요한 영상을 얻기 위하여 10년 이상의 경력을 가진 대학생 무용수의 삐루엣 앙디올 동작을 디지털 비디오 캠코더(30Hz, 1920×1080)를 사용하여 촬영 하였다. 촬영된 영상은 Matlab Image Processing Toolbox™(Mathworks, 2015)을 사용하여 편집하였다. 연구대상자들의 동작결과예측 반응 수집을 위하여 15인치 노트북(NT900X4B-A58, Samsung Electronics)을 사용하였다. 시각 자극의 제시 및 반응 데이터의 저장은 Psychtoolbox-3(Brainard, 1997)와 Matlab R2015a(Mathworks, 2015) 프로그램을 사용하였다.

연구방법 및 절차

무용 영상 촬영 및 편집

본 연구에서는 실험 자극으로 숙련된 무용수의 발레 삐루엣 앙디올 2회전 동작을 촬영한 영상을 사용하였다. 실험 영상의 제작을 위하여 경력 10년이상의 무용수 10명을 모집하였다. 실험 영상의 촬영에 참여한 무용수들은 본 연구의 연구참여자로는 참여하지 않았다. 촬영된 영상은 무용 지도경력 20년 이상의 전문가 4명에 의해 5점 척도로 평가를 받았다. 전문가들의 심사를 통해 개인당 성공 수행 2개와 실패 수행 2개를 채택하여, 총 40개의 영상을 선정하였다. 선정된 영상은 사전에 정의된 발레 턴의 동작 이벤트에 따라 5개의 구간으로 나누어 편집하였다. 1구간(준비)은 시작부터 오른발 떨어지는 시점까지, 2구간(추진)은 오른발이 떨어지는 시점부터 상체가

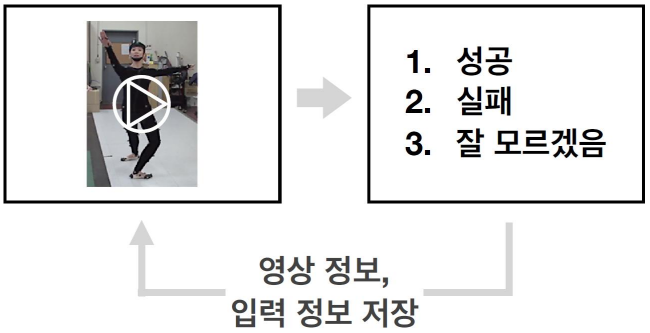


(그림 1) 삐루엣 앙디올 2회전 동작의 주요 이벤트와 실험 조건별 영상 구간

180도 회전하는 시점까지, 3구간(축 형성 초기)은 상체가 180도 회전하는 시점부터 360도 회전하는 시점까지, 4구간(축 유지)은 상체가 360도 회전하는 시점부터 540도 회전하는 시점까지, 5구간(마무리)은 상체가 540도 회전하는 시점부터 착지자세까지로 구분하였다(그림 1). 위에서 선정된 40개의 영상은 각각 5개 영상(1 구간 영상, 1~2 구간 영상, 1~3 구간 영상, 1~4 구간 영상, 1~5 구간 영상)으로 나뉘어 총 200개의 영상으로 제작이 되었고, 이 영상들은 연구참여자의 동작예측 과제 수행을 위한 실험자극으로 사용되었다.

동작결과예측 실험

연구대상자들은 모니터에 제시되는 삐루엣 앙디올 동작의 부분 영상을 보고 그 결과를 예측하여, 동작의 '성공', '실패', '잘 모르겠음' 중 하나의 반응을 선택하도록 하였다. 노트북 모니터를 통해 총 200개의 삐루엣 앙디올 영상이 무작위 순서로 제시되었으며, 연구 대상자의 반응은 키보드로 입력하였다. 입력된 결과는 영상 자료의 정보와 함께 하드디스크에 저장되었다(그림 2).



(그림 2) 동작결과예측 실험의 진행 절차

실험설계 및 자료처리 방법

본 연구에서는 무용수의 숙련성(숙련자, 중간숙련자, 초보자)과 시각자극의 길이조건(1구간~5구간)을 독립변인으로 하여 종속변인인 동작결과예측 정확도에 대한 차이를 알아보기 위하여 반복측정 이원 분산분석을 실시하였다. 통계분석을 위해 SPSS 22.0 프로그램을 사용하였으며, 통계적 유의수준은 .05로 하였다.

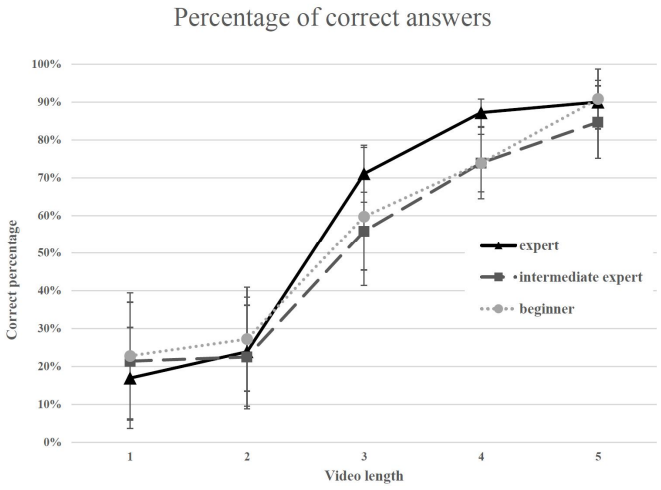
결 과

영상길이 조건에 따른 숙련성과 정답반응

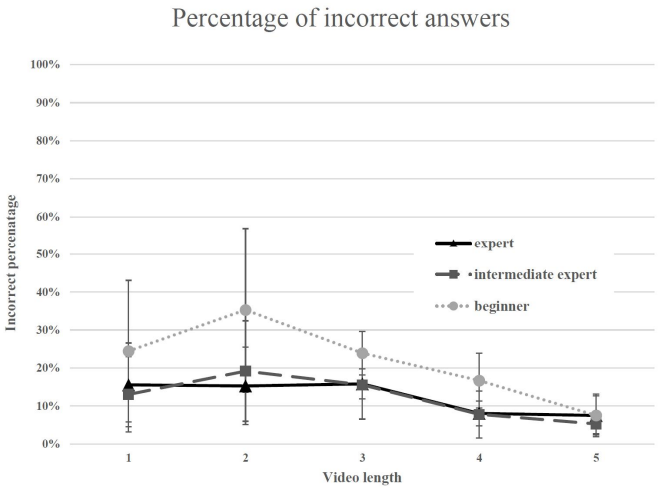
정답반응에 대한 3(숙련자, 중간숙련자, 초보자) × 5(1구간, 2구간, 3구간, 4구간, 5구간) 반복측정 이원분산분석을 실시하였다. 분석 결과 구형성 가정이 충족되지 않아($\chi^2(9) = 37.8$, $p < .001$) 다변량 검증(multivariate test)을 실시하였다. 영상길이 조건에 대한 주효과는 통계적으로 유의미하였고($F(2.28, 54.6) = 353$, $p < .001$), 영상길이 조건과 숙련성의 상호작용 효과도 존재하였다($F(4.55, 54.6) = 3.09$, $p = .019$). 영상길이 조건별 무용 숙련성에 따른 정답률은 <그림 3>과 같다. 각 조건별 집단 간 정답률 차이를 살펴본 결과 3구간 영상 조건($F(2, 24) = 3.39$, $p = .05$)과 4구간 영상 조건($F(2, 24) = 9.97$, $p = .001$)에서 통계적으로 유의한 차이를 확인하였다. Tukey 사후검증 결과 3구간 영상 조건에서는 숙련자($M = 71.1$, $SD = 7.51$)와 중간숙련자($M = 55.8$, $SD = 10.4$)의 정답률에서 통계적으로 유의한 차이를 확인하였고($p<.05$), 4구간 영상 조건에서는 숙련자($M = 87.2$, $SD = 3.63$)와 중간숙련자($M = 73.9$, $SD = 7.61$), 숙련자와 초보자($M = 73.9$, $SD = 9.45$) 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 확인하였다($p < .05$).

영상길이 조건에 따른 숙련성과 오답반응

오답반응에 대한 3(숙련자, 중간숙련자, 초보자) × 5(1구간, 2구간, 3구간, 4구간, 5구간) 반복측정 이원분산분석을 실시하였다. 분석 결과 구형성 가정이 충족되지 않아($\chi^2(9) = 64.7$, $p < .001$)



(그림 3) 숙련성과 영상 길이에 따른 정답률 차이

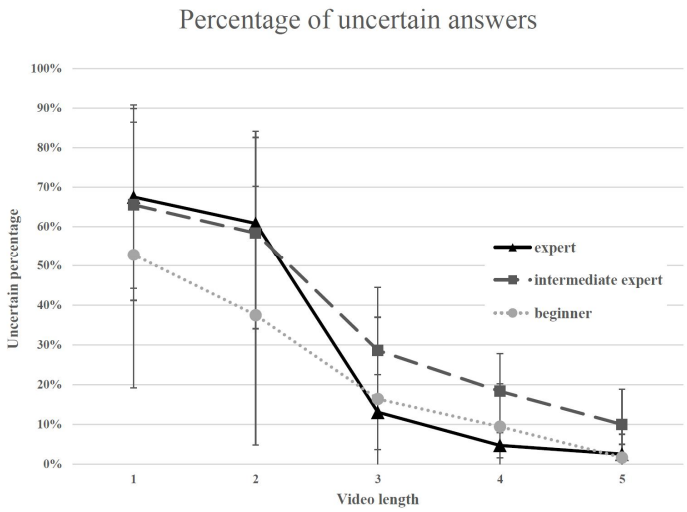


(그림 4) 숙련성과 영상 길이에 따른 오답률 차이

다변량 검증(multivariate test)을 실시하였다. 영상길이 조건에 대한 주효과는 통계적으로 유의미하였고(F(1.64, 39.4) = 15.7, p < .001), 숙련성에 따른 주효과도 통계적으로 유의미하였다(F(2, 24) = 5.301, p = .012). 영상길이 조건과 숙련성의 상호작용 효과도 존재하였다(F(3.42, 39.4) = 18.70, p = .049). 영상길이 조건별 무용 숙련성에 따른 오답률은 그림 4와 같다. 각 조건별 집단 간 정답률 차이를 살펴본 결과 2구간(F(2, 24) = 4.06, p = .030), 3구간(F(2, 24) = 4.67, p = .019)과 4구간(F(2,24) = 6.87, p = .004)에서 통계적 유의성이 존재하였다. Tukey 사후검증 결과 2구간에서는 숙련자(M = 15.3, SD = 10.2)와 초보자(M = 35.3, SD = 21.7)간 통계적 차이가 존재하였고(p = .033), 3구간에서는 숙련자(M = 15.8, SD = 3.95)와 초보자(M = 23.9, SD = 5.74) 사이에서 (p = .040) 그리고, 중간숙련자(M = 15.6, SD = 8.99)와 초보자 사이에서 (p = .033) 각각 통계적으로 유의미한 차이를 확인하였다. 4구간에서도 숙련자(M = 8.06, SD = 3.25)와 초보자(M = 16.67, SD = 7.18) 사이에서 (p = .011) 그리고, 중간숙련자(M = 7.78, SD = 6.18)와 초보자 사이에서 (p = .009) 각각 통계적으로 유의미한 차이를 확인하였다.

영상길이 조건에 따른 숙련성과 불확실반응

불확실반응에 대한 3(숙련자, 중간숙련자, 초보자) × 5(1구간, 2구간, 3구간, 4구간, 5구간) 반복측정 이원분산분석을 실시하였다. 그 결과 구형성 가정이 충족되지 않아(χ^2(9) = 84.3, p < .001) 다변량 검증을 실시하였다. 영상길이 조건에 대한 주효과는 통계적으로 유의미하였고(F(1.45, 34.9) = 93.0, p < .001), 영상길이 조건과 숙련성의 상호작용 효과는 존재하지 않았다(F(2.90, 34.9) = 1.94, p = .142). 영상길이 조건별 무용 숙련성에 따른 오답률은 그림 5와 같다.



(그림 5) 숙련성과 영상 길이에 따른 불확실 반응의 차이

논의 및 결론

본 연구의 목적은 관찰자의 운동 숙련성과 지각 숙련성이 관찰된 동작의 결과예측 정확성에 미치는 영향을 살펴보고, 이를 바탕으로 지각과 동작의 공통부호화 이론을 검증하는 것이다. 이를 위해 10년 이상의 경력을 가진 숙련된 발레 무용수와 동등한 발레 경력을 가지고 있으나 운동 숙련성이 낮은 중간 숙련자, 그리고 발레 경력 2년 미만의 초보자를 대상으로 관찰된 동작의 결과예측 정확성을 평가하였다. 연구 결과 숙련자는 중간 숙련자에 비해 제한된 시각 정보 조건에서 더 높은 정답 반응을 보였으며, 초보자는 숙련자와 중간 숙련자에 비해 제한된 시각 정보 조건에서 더 높은 오답 반응을 보였다. 여러 선행 연구에서 높은 운동 숙련성은 관찰된 동작의 결과예측에 긍정적인 효과를 가진다는 것이 알려져 있으며, 본 연구에서도 이러한 결과를 재확인하였다(Abernethy & Zawi, 2007; Agoliti, Cesari, Romani & Urgesi, 2008; Casile & Giese, 2006; Hecht, Vogt & Pronz, 2001; Repp & Knoblich, 2007, 2009).

숙련성과 지각 능력의 관계를 다룬 이전 연구들에서 높은 운동 숙련성은 지각 능력의 향상을 가져온다는 결과들이 보고되었으며, 이러한 결과는 공통부호화 이론을 지지하는 것으로 받아들일 수 있다. 그러나 높은 운동 숙련성을 획득하는 과정에서 지각 숙련성 역시 동시에 발달할 수 있으므로, 관찰된 동작의 결과예측에 어떤 숙련성이 더 중요한 영향을 미치는지에 관해 정확히 알 수 없었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 동등한 수준의 관찰 경험을 가진 두 집단이 연구에 참여하였으며, 이를 통해 동등한 지각 숙련성을 갖춘 경우 운동 숙련성에 따

른 차이를 검증할 수 있었다. 본 연구에 참여한 숙련자와 중간 숙련자는 모두 10년 이상의 전문적인 발레 훈련을 받은 전문가들이기 때문에, 본 연구에서는 이들의 관찰 경험 또는 지각 숙련성을 동일하다고 가정하였다(Starkes & Allard, 1993). 다만 두 집단의 차이는 현재 보유하고 있는 그리고 실제 동작을 수행할 수 있는 운동숙련성의 차이에서 유발된 것으로 생각할 수 있다. 물론 두 집단 간의 관찰 경험 또는 지각 숙련성의 차이가 존재할 가능성을 배제할 수는 없으나, 숙련자와 중간 숙련자 사이에 오답률의 차이가 나타나지 않았다는 점(<그림 4>), 두 집단의 잘 모르겠음 반응에서 유사한 반응 패턴을 보였다는 점(<그림 5>) 등을 고려할 때 대체적으로 유사한 수준의 지각 숙련성을 갖추고 있다고 판단된다. 본 연구의 결과에서 나타난 것과 같이 동등한 수준의 지각 숙련성을 가지고 있는 경우에도 운동 숙련성이 높은 경우 통계적으로 유의하게 높은 정답 반응을 나타내었다(<그림 3>의 조건 3과 4). 따라서 무용 숙련자 집단의 우수한 동작결과예측 능력은 장기간의 무용경험 뿐 아니라 무용수가 지니고 있는 현재의 수행 능력의 차이로 말미암아 나타난 것으로 해석할 수 있다. 다시 말해 운동 숙련성이 관찰된 동작의 예측 정확성을 높이는데 기여하고 있음을 보여준다(Catmur, Walsh & Heyes, 2007; Aglioti et al., 2008). 이러한 결과는 운동 숙련에 따라 정교화된 인터널 모델을 활용한 시뮬레이션에 근거하여 지각 반응이 이루어진다고 하는 공통 부호화 이론의 예측을 지지하는 것이며(Calvo-Merino, Glaser, Grezes, Passingham & Haggard, 2005; Calvo-Merino, Grezes, Glaser, Passingham, & Haggard, 2006; Cross, Hamilton & Grafton, 2006; Rizzolatti, & Craighero, 2004), 특히 운동 숙련성에 동반될 수 있는 지각 경험이 미칠 수 있는 영향을 통제하였다고 하는 점에서 의미가 있다.

오답 반응에 대한 분석 결과에서는 운동 숙련성과 지각 숙련성이 모두 낮은 초보자 집단이 숙련자와 중간 숙련자 집단에 비해 유의하게 높은 오답 반응을 나타내었다(<그림 4>의 조건 2, 3 그리고 4). 반면 숙련자와 중간 숙련자 집단의 오답 반응은 상호간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 즉 오답 반응에서 운동숙련성의 차이는 통계적으로 유의한 결과를 가져오지 않았으나 지각 숙련성의 부족은 통계적으로 유의하게 높은 오답반응을 이끌어내었다. 이러한 결과는 운동 숙련성과는 별개로 높은 지각 숙련성이 오답반응을 낮추는데 긍정적 영향을 미치고 있기 때문으로 해석할 수 있다. 특히 조건 2에서 초보자 집단의 오답률은(M = 35.3%, SD = 21.7) 숙련자(M = 15.3%)와 중간 숙련자(M = 19.2)에 비해 상당히 높게 나타났다. 동일한 조건에서 초보자 집단은 잘 모르겠음 반응이 37.5%에 머무르는데, 이는 숙련자(60.9%)와 중간숙련자(58.3%)에 비해 상당히 낮은 비율이다. 이러한 결과는 초보자의 경우 판단의 근거가 되는 정보가 부족한 상황에서 유보적 반응 대신 결과예측 판단을 더 많이 수행하였고, 그 결과 오답 반응이 증가한 것으로 해석될 수 있다. 이는 지각 숙련성이 관찰된 동작의 판단을 위한 수행전략에 어떤 영향을 미치는지에 관한 의미 있는 정보를 제공한다. 본 연구의 오답 반응과 잘 모르겠음 반응에서 보여진 결과는 농구 선수를 대상으로 한 선행연구의 결과와 상반되는 것인데. 농구를 대상으로 한 Aglioti 등(2008)의 연구에서는 운동 숙련성 집단이 지각 숙련성 집단에 비해 유의하게 낮

은 잘 모르겠음 반응을 보였고, 초보자와 지각 숙련성 집단은 유의하게 높은 오답 반응을 보였다. 관련하여 Aglioti 등(2008)은 잘 모르겠음 반응은 의사결정의 전략을 반영하는 것으로 논의하였으며, 모든 집단에서 의사결정을 위한 충분한 운동학적 정보가 추출되었을 때 신속히 반응을 하는 전략이 적용되고 있다고 주장하였다. 선행연구와 본 연구의 결과가 상반되게 나타난 원인은 종목의 특성 때문으로 해석할 수 있다. 농구는 빠르게 판단하는 것이 가져다주는 이득이 크기 때문에 조금이라도 단서가 주어지면 빠르게 결정하는 전략을 적용하는 것으로 보인다(Aglioti et al., 2008). 반면 발레의 경우 빠른 판단을 통해 얻게 되는 이득이 거의 없고, 오히려 더 확실한 정보가 축적된 후 정확한 판단을 내리는 것을 더 중요하게 여기기 때문으로 생각할 수 있다(Giese & Poggio, 2003; Gray, Neisser, Shapiro, & Kouns, 1991; Johansson, 1973). 또한 숙련된 무용수들은 정교하고 정형화된 발레 턴 동작에 관해 많은 경험을 가지고 있으므로 명확한 판단 기준을 확보하고 있을 가능성이 높고, 따라서 판단을 내리기 위한 정보가 부족한 상황에서 판단을 유보하는 것은 매우 합리적인 전략이라고 생각할 수 있다(Cross & Ticini, 2012; Cross, Kirsche, Ticini & Schütz-Bosbach, 2011).

이상의 내용을 토대로 할 때 운동 숙련성과 지각 숙련성은 관찰된 동작의 결과예측 과정에 서로 다른 방식으로 기여하고 있는 것으로 보여진다. 지각숙련성과 운동숙련성이 동반될 경우 지각 숙련성만 가지고 있는 경우보다 더 적은 양의 정보로 더 정확한 판단을 할 수 있음을 알 수 있었으며, 이러한 차이는 정보가 누적될수록 더 강하게 나타났다. 한편 지각숙련성이 부족한 경우 오답반응이 높아지는데, 지각숙련성을 보유하고 있는 두 집단에서는 통계적으로 유의하게 낮은 오답반응을 보였으며, 초보집단에 비해 통계적으로 유의하지는 않으나 높은 유보적 반응을 보였음을 확인할 수 있었다. 즉, 충분한 정보가 축적되기 전까지 판단을 유보하는 전략의 적용을 통해 오답 반응을 보일 확률을 낮추는 전략을 사용하고 있다고 할 수 있다. 지각 숙련성은 반응 전략의 형성에 관여하는 것으로 생각되는데, 지각 숙련성을 가지고 있다는 것은 어떤 주어진 정보를 축적하고 판단에 어떻게 활용할지를 인지적으로 결정하는 프로세스에 관여하는 것으로 추정된다. 한편 운동 숙련성에 따른 시뮬레이션은 의식적으로 접근 가능한 것은 아닐 것이나, 두 시스템의 공통된 표상에서 정교한 결과를 산출하는데 도움을 주기 때문에 충분한 정보가 축적된 경우(조건 3, 4) 정답 반응을 높이는데 기여하는 것으로 추정된다.

종합적으로 본 연구결과는 무용수가 무용 동작에 대한 정보를 받아들이고 처리하며 이해하는 과정에 대한 정보를 제공해주었다. 숙련된 무용수는 중간숙련자 및 초보자에 비해 동작의 결과를 더 빠른 시점에 보다 정확하게 판단할 수 있었다. 무용 수행 능력에 따라 무용동작에 대한 평가능력이 다르다는 것을 나타낸 것이다. 본 연구는 관찰자가 보유하고 있는 운동숙련성 수준에 따른 지각판단 능력의 차이를 심리물리학적 증거로 제시하였다. 무용 숙련자들의 지각판단 능력이 관찰학습에 의해서만 결정되는 것이 아니며, 운동숙련성 즉 해당 동작에 대한 정교화된 운동 프로그램의 보유 여부에 따라 결정됨을 보여준 것이다. 숙련된 무용수들은 미세한 차이도

지각할 수 있는 능력을 발휘한 것으로 생각할 수 있다. 운동숙련성의 영향이 관찰을 통한 학습을 뛰어 넘는 차이를 가져왔다는 점은 중요한 발견이다. 후속연구에서는 지각 숙련성과 운동 숙련성이 무용 관련 다양한 과제와 상황에서 어떻게 영향을 미치는지 살펴보는 연구가 수행되어야 할 것이다. 특히 본 연구에서는 3 alternative choice 반응을 사용하였기 때문에, 신호탐지 이론을 적용한 분석을 적용하는데 어려움이 있다. 이를 보완하기 위한 분석방법을 개발하여 적용하는 것도 필요하다고 사료된다. 또한 EEG 또는 fMRI를 이용한 실험을 통해 지각 숙련성과 운동 숙련성이 각 단계별 정보처리의 차이에 미치는 영향을 검증할 필요가 있다. 만약 시간적 해상도가 확보된 실험방법론을 통해 시간에 따라 축적되는 정보의 양과 그에 따른 예측 판단 정확도의 관계를 신경생리적으로 살펴본다면 운동 숙련성과 지각 숙련성의 상호관계를 보다 세밀히 규명할 수 있을 것이다.

참고문헌

Abernethy, B., & Zawi, K. (2007). Pick-up of essential kinematics underpins expert perception of movement patterns. *Journal of Motor Behavior, 39*, 353-367.

Aglioti, S. M., Cesari, P., Romani, M., & Urgesi, C. (2008). Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nature Neuroscience, 11,* 1109-1116.

Anderson, J. R., & Bower, G. H. (1973). *Human associative memory.* Washington, DC: Winston and Sons.

Blakemore, S. J., & Decety, J. (2001). From the perception of action to the understanding of intention. *Nature Reviews Neuroscience, 2*(1), 561-567.

Calvo-Merino, B., Glaser, D. E., Grezes, J., Passingham, R. E. & Haggard, P. (2005). Action observation and acquired motor skills: an fMRI study with expert dancers. *Cerebral Cortex*, *15*, 1243-1249.

Calvo-Merino, B., Grezes, J., Glaser, D. E., Passingham, R. E. & Haggard, P. (2006). Seeing or doing? Influence of visual and motor familiarity in action observation. *Current Biology, 16*, 1905-1910.

Casile, A., & Giese, M. A. (2006). Non-visual motor learning influences the recognition of biological motion. *Current Biology, 16*(1), 69-74.

Catmur, C., Walsh, V. & Heyes, C. (2007). Sensorimotor learning configures the human mirror system. *Current Biology, 17*, 1527-1531.

Cross, E. S., & Ticini, L. F. (2012). Neuroaesthetics and beyond: new horizons in applying the science of the brain to the art of dance. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, *11*(1), 5-16. https://doi.org/10.1007/s11097-010-9190-y

Cross, E. S., Kirsch, L., Ticini, L. F., & Schütz-Bosbach, S. (2011). The impact of aesthetic evaluation and

physical ability on dance perception. *Frontiers in Human Neuroscience*, *5*, 1-10. https://doi.org/ 10.3389/ fnhum.2011.00102

Cross, E. S., Kraemer, D. J. M., Hamilton, A. F. D. C., Kelley, W. M., & Grafton, S. T. (2009). Sensitivity of the action observation network to physical and observational learning. *Cerebral Cortex, 19*(2), 315-326.

Cross, E. S., Hamilton, A. F. & Grafton, S. T. (2006). Building a motor simulation de novo: observation of dance by dancers. *Neuroimage, 31*, 1257-1267.

Gallese, V,. Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, *119*, 593-609.

Gallese, V., & Metzinger, T. (2003). Motor ontology: The representational reality of goals, actions, and selves. *Philosophical Psychology, 13*(3), 365-388.

Giese, M. A. & Poggio, T. (2003). Neural mechanisms for the recognition of biological movements. *Nature Reviews Neuroscience, 4*, 179-192.

Gomila, A., & Calvo, P. (2008). Directions for an embodied cognitive science: towards an integrated approach. In P. Calvo & A. Gomila (Eds.), *Handbook of cognitive science: An embodied approach*(pp. 1-25). Amsterdam: Elsevier.

Gray, J. T., Neisser, U., Shapiro, B. A. & Kouns, S. (1991). Observational learning of ballet sequences: the role of kinematic information. *Ecological Psychology, 3*, 121-134.

Grush, R. (2004). The emulation theory if representation: Motor control, imagery, and perception. *Behavioral and Brain Sciences, 27,* 377-442.

Hecht, H., Vogt, S., & Prinz, W. (2001). Motor learning enhances perceptual judgment: A case for action-perception transfer. *Psychological Research, 65,* 3-14.

Henrik Ehrsson, H., Geyer, S., & Naito, E. (2003). Imagery of voluntary movement of fingers, toes, and tongue activates corresponding body-part-specific motor representations. *Journal of Neurophysiology, 90*(5), 3304-3316.

Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: A unifying mechanism for motor cognition. *NeuroImage, 14*, S103-S109.

Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception & Psychophysics, 14*, 201-211.

Kladzie, R. L. (1975). *Human memory: Structures and processes*. San Francisco: W. H. Freeman & Co.

Knoblich, G., & Flach, R. (2001). Predicting the effects of actions: Interactions of perception and action. *Psychological Science, 12,* 467-472.

Knoblich, G., Seigerschmidt, E., Flach, R., & Prinz, W. (2002). Authorship effects in the prediction of

handwriting strokes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 55A*, 1027-1046.

Marr, D. (1982). *Vision.* San Francisco: W. H. Freeman.

Newell, A., Shaw, J. C., & Simon, H. A. (1958). Elements of a theory of human problem solving. *Psychological Review, 23,* 342-343.

Prinz, W. (1997). Perception and action planning. *European Journal of Cognitive Psychology, 9*, 129-154.

Repp, B. H., & Knoblich, G. (2007). Action can affect auditory perception. *Psychological Science, 18,* 6-7.

Repp, B. H., & Knoblich, G. (2009). Performed or observed keyboard actions affect pianists' judgements of relative pitch. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 62*, 2156-2170.

Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience, 27*, 169-192.

Starkes, J., & Allard, F. (1993). *Cognitive issues in motor expertise* (Vol. 102): Elsevier.

Van der Wel, R.., Sebanz, N., & Knoblich, G. (2012). Action Perception from a Common Coding Perspective. In K. Johnson & M. Shiffrar (Eds.), *People Watching: Social, Perceptual, and Neurophysiological Studies of Body Perception* (pp. 103-120). New York: Oxford University Press.

Wilson, M., & Knoblich, G. (2005). The case for motor involvement in perceiving conspecifics. *Psychological Bulletin, 131,* 460-473.

Wolpert, D. M., Doya, K., & Kawato, M. (2003). A unifying computational framework for motor control and social interaction. *Philosophical Transactions of the Royal Society, 358*, 593-602.

1차 원고 접수: 2018. 05. 02
1차 심사 완료: 2018. 05. 19
2차 원고 접수: 2018. 06. 18
2차 심사 완료: 2018. 06. 18
최종 게재 확정: 2018. 06. 18

(*Abstract*)

Differences in Ability to Predict the Success of Motor Action According to Dance Expertise - Focusing on Pirouette En Dehors

Han, Siwan[1)] Ryu, Je-Kwang[1)] Yi, Woojong[1)] Yang, Jonghyun[2)]

[1)]Seoul National University [2)]Incheoun National University

Dancers' motions are perceived by observers through visual processes with visual information forming the basis for the observers' appreciation and evaluation of the dancers' motions. There have been many discussions as to whether or not observers' personal athletic capabilities form an essential basis for accurate assessment of the motions of others but, so far, no valid conclusions have been reached. The purpose of this study is to investigate how the ability to predict motions of others varies depending on the athletic expertise of the observers. Participants of this research were ballet dancers of varying athletic expertise. Twenty seven participants were divided into three groups with nine in each: beginners, intermediate experts and experts. The participants watched the same dance video and then evaluated whether the motion would be successful or not. The movement related visual information required to evaluate the success of the motion was systematically adjusted by controlling the length of the video. Using the temporal occlusion method, this study measured the response accuracy of the participants by category of expertise. Under the circumstance with insufficient visual information to utilize, the experts showed higher rates of correct response than the intermediate experts and the beginners. The beginners showed higher rates of wrong response than the experts and the intermediate experts. These results showed that the ability to predict success or failure of a dance motion varied depending on motion expertise of the observers, although they had similar level of expertise in perception. Participants considered to have high athletic expertise showed high prediction ability on the result of the motion. In addition, high expertise in perception reduced the likelihood that participants would make hasty responses under the circumstance with insufficient information and helped to reduce wrong response rate. In conclusion, this study showed that motor expertise and perceptual expertise contribute to prediction accuracy of observed motions.

Key words : Perceptual judgement, Ballet dancer, Motor expertise, Temporal occlusion methods, Psychophysics, Motor resonance