



호흡이 Ballet Pour de Bra 동작의 부드러움에 주는 영향

Does the Control of Breathing Help a Dancer to Perform a Smoother Ballet Pour de Bra?

정귀인(부산대학교) · 남기정*(서울대학교)

Chung, Kui-In(Pusan National University) · Nam, Ki-Jeong*(Seoul National University)

ABSTRACT

K. I. CHUNG, and K. J. NAM. Does the Control of Breathing Help a Dancer to Perform a Smoother Ballet Pour de Bra? *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 17, No. 1, pp. 185-190, 2007. The purpose of this study was to investigate the effects that breathing, thoracic and abdominal, had on the smoothness while performing ballet pour de bra. Five skilled ballet dancers(age: 24 ± 1 , height: 163.4 ± 2.88 , weight: 44.4 ± 1.34) with experience of over 10 years participated in this study. Each participant performed the ballet movement three times with abdominal respiration and with thoracic respiration. The kinematic data was recorded at 60 Hz with three digital cameras (Sony VX-2100). The pour de bra movement consists of two phases, up and down. The up phase is defined as the movement from the en bas through the en avant to the en haut. The down phase is defined as the movement from the en haut through the à la seconde to the en bas. During these two phases the Jerk Cost (JC) factor was calculated for the shoulder, elbow and wrist to quantify the smoothness. The group who performed the movement while abdominal respiration had a lower JC factor and so it was concluded that while abdominal respiration the smoothness of the movement was increased as opposed to the thoracic respiration.

KEYWORDS : SMOOTHNESS, JERK COST, POUR DE BRA, RESPIRATION

I. 서론

무용은 신체의 움직임에 통한 내적이고 외적인 아름다움을 표현하는 예술이다. 신체를 사용하여 동작을 수행하는 것은 인간의 본능적인 욕구라고 할 수 있으며, 신체의 움직임은 움직임의 과학이라고 정의할 수 있다. 따라서 미적 감각을 유지할 뿐만 아니라 여러 가지

의 동작을 수행하는 동시에 사상과 감정을 전달해야 하기 때문에 무용은 예술적 감정과 과학적 관점이 동시에 수반되어야 한다(도정임, 1997).

이에 따라 무용의 신체 움직임이 스포츠 과학적인 측면에서 분석이 이루어질 때 보다 정확한 이론적 토대가 정립될 수 있으며, 무용 수행 능력의 향상과 함께 과학적 지도 방법으로서의 효과적인 지도가 가능할 것

이다. 또한 무용의 추상적인 아름다움을 과학적으로 근거를 명확하게 할 수 있을 때 한 차원 높은 표현예술로 발전 할 수 있을 것이다.

무용의 가장 기본적인 특성은 움직임이며 호흡은 움직임을 가능하게 하는 원인인 힘을 어떻게 사용하는가에 대한 움직임의 특질로 나타난다. 호흡은 무용에서 맺고 푸는 개념을 의미하며 호흡을 통한 동작과 동작 사이의 움직임 과정에서 보여 지는 무용수의 에너지 흐름의 공간인 것이다. 호흡의 운동학적 설명은 폐나 기도도를 통해 공기를 유입, 유출시키는 역학적 과정이며, 흉곽 내 관절의 움직임에 의해 호흡 시 형태가 변화하게 되는 것이다. 흡기(inspiration)시에는 늑골과 흉골 부위에 부착된 근육의 수축에 의해서 흉곽 내부의 용적이 증가한다. 흉곽이 팽창함에 따라서 흉곽사이 공간내의 압력이 더욱 감소하여 폐를 팽창시키는 흡입력을 발생시킨다. 호기(expiration)는 폐에서 대기 중으로 공기를 내보내는 과정이다. 호흡 시 흉곽 내의 용적은 수직적인 내·외측의 변화를 가져온다. 흡기 시에는 횡경막의 수축에 의해서 둥근 지붕모양을 가진 횡경막의 높이가 낮아짐으로서 흉곽의 수직 직경이 증가되며 호기 시 상방으로 원위치 하게 된다.

Ballet의 기술적 분석을 바탕으로 한 사전 연구를 살펴보면, 김은희(2006)는 발레의 기본 팔 동작을 운동학적으로 분석하여 특징을 설명하였고, 염창홍 외 3인(2004)은 Grand Battement Jeté à la seconde 동작을 숙련자와 비숙련자간 운동학적 변인들을 비교 분석하였다.

발레 동작에서 가장 중요한 특징은 상체는 하체에서 올라오는 힘과 호흡이 외부로 분출되기 위한 통로 역할을 해야 하며, 상체 동작을 통하여 표현의 내용이 보다 구체화되고 전체적인 동작의 모양으로 갖추어지게 되는 것이다(홍미애, 1983). 결과적으로 상체와 하체의 동작은 서로 상호보완적이어야 하며 유기적 관계에 의하여 연결되어 전체적인 무계를 지니면서 부드럽게 표현되어야한다. 즉, 무용에서 동작의 완성도는 호흡과 관련 있다고 설명할 수 있다. 본 연구에서의 호흡은 일반적 숨쉬기의 과정인 흉식 호흡과 무용 동작 수행 시에 동작과 시간의 변화에 따라 이루어지는 복식호흡으로 정의한다.

베가노비는 신체(body)는 다른 부분들을 포함하여 전체적으로 완벽한 조화를 이루어야 한다고 가르쳤다. 그녀의 방법은 머리와 팔의 조합된 움직임(움동)의 도움을 받아 몸체를 완벽하게 숙달하는 것에 기초하고 있다. 또한 몸체(torso)를 완벽하게 정렬시키기 위해서는 어깨를 내리 누르는 동시에 마치 자신을 던져 올리는 것처럼 느껴져야 한다고 언급했다.

여기서 부드러움의 정도란 무용의 숙련자와 비 숙련자를 구분할 때 언급되는 무용의 특징 중 하나이다. 다양한 기술적인 움직임 과제들을 관찰할 때, Winstein과 Schmidt(1989)는 부드러움의 차이가 관찰자에게 상대적으로 알아채기 쉽다는 결론을 내렸고, 이들의 주장을 근거로 하여 Hreljac(1993, 2000), Nagasaki(1991), Schneider와 Zemick(1989), Wiegner와 Wierzbicka(1992) 등은 동작의 부드러움을 측정할 수 있는 객관적 평가방법을 제시하였다. 이러한 모든 연구에서 부드러움을 정량적으로 측정하는 것은 세련되고 우아한 움직임에서의 과제의 기술 수준에서 부드러움이 증가되고 또한 더 많이 학습된다고 증명하였다(류제광, 2002).

부드러움을 정량적으로 측정하는 변수로는 주로 저크(jerk)가 많이 사용된다. 저크는 위치 좌표를 시간에 대하여 3번 미분한 값이다. 저크 코스트(jerk-cost)를 이용하여 동작의 부드러움을 정량화 할 수 있다. 이 양은 주어진 시간 동안에 발생한 저크의 제곱을 시간에 대하여 적분한 값으로 정의되어 사용된다.

운동 역학 및 운동 제어 분야에서 숙련된 운동 수행은 저크 강도의 감소라는 특성을 가지고 있다고 시사하고 있고 최소 저크 가설에 입각하여 숙련된 사람의 경우 팔은 최대한 매끄럽게(smooth) 움직인다는 것이다. 즉, 전체 움직임에 대한 저크 제곱의 적분 값이 최소화되는 것이다(Zarsiorsky, 1998).

따라서 본 연구의 목적은 러시아 키로프 발레단에서 운영하는 베가노바 스쿨에서 정의하는 팔의 네 가지 동작을 수행하는 과정에서의 상체에서 이루어지는 호흡(복식호흡)과 일반적 숨쉬기(흉식호흡)의 과정에서 나타나는 숙련자의 부드러움의 차이를 알아보는데 있다. 즉, 본 연구를 통하여 무용의 추상적인 아름다움의 과학적인 근거를 명확하게 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 외국무용(발레)을 전공하는 무용 경력 10년 이상의 숙련자 5명을 선정하였으며 피험자의 신체적 특성은 다음과 같다.

2. 실험도구

운동학적(kinematic) 자료를 얻기 위해 세 대의 디지털 비디오 카메라(SONY VX-2100)를 사용하였고 샘플링 빈도는 60Hz, 셔터스피드는 1/250초로 설정하였다. 카메라 간의 동조를 위하여 manual trigger를 이용 LED 불빛 신호를 영상 정보에 기록하였다. 또한 호흡과 동작의 리듬을 맞추기 위해 메트로놈을 사용하였다.

3. 실험절차

실험대상자는 실험에 들어가기 전에 충분한 준비운동과 본 동작을 연습하였다. 본 연구에서의 무용 동작은 발레의 pour de bra 동작으로서 베가노바에서 정의하는 팔의 네 가지 기본자세를 취하게 된다. <그림 1>은 베가노바에서 정의하는 팔의 네 가지 기본자세를 보여주고 있다. 제 1자세는 en bas, 제 2자세는 en avant, 제 3자세는 en haut, 제 4자세는 à la seconde이다. 발레의 pour de bra 동작은 en bas에서 시작해서 en avant을 거쳐 en haut를 만들며 팔을 들어올리는 UP 동작과 en haut에서 à la seconde를 거쳐 다시 en bas를 만드는 팔을 내리는 DOWN 동작으로 구성

표 1. 실험대상자의 특성 (n=5)

| subjects | age(세) | height(cm) | weight(kg) | 경력(年) |
|----------|--------|------------|------------|-----------|
| A | 23 | 165 | 43 | 13 |
| B | 25 | 167 | 46 | 16 |
| C | 25 | 160 | 43 | 13 |
| D | 24 | 161 | 45 | 15 |
| E | 23 | 164 | 45 | 17 |
| M±SD | 24±1 | 163.4±2.88 | 44.4±1.34 | 14.8±1.79 |

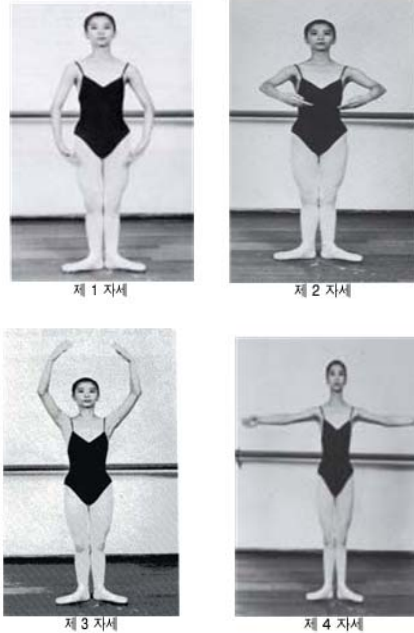


그림 1. 팔의 네 가지 기본자세(도정임,1997)

된다. UP 동작은 팔을 앞으로 뻗으면서 올리는 동작이며 DOWN 동작은 팔을 옆으로 붙여서 내리는 동작이다. 따라서 본 연구에서는 pour de bra 동작을 UP 동작과 DOWN 동작의 두 부분으로 구분하여 분석하였다. 각 피험자는 발레의 pour de bra 동작을 두 가지 조건(복식호흡, 흥식호흡)에서 각각 3회씩 총 6회를 수행하였다.

4. 변인 및 자료처리

Kwon 3D V.3.1을 이용하여 kinematic 자료를 산출하였고 MS Office Excel 2003을 이용하여 저크 코스트를 계산하였다. 측정된 데이터는 2차 Butterworth 필터(2nd order zero-lag Butterworth filter)를 사용하여 잡음을 제거하였고, 차단주파수는 잔차기법을 이용하여 계산하여 6HZ로 설정하였다(Winter, 1987). 속도, 가속도, 저크를 구하기 위한 일차, 이차, 및 3차 미분은 차분 방정식(finite difference equation)에 의하여 계산하였다.

팔을 들어 올리는 동작(UP 동작)과 팔을 내리는 동

작(DOWN 동작)에서의 손목, 팔꿈치, 어깨 관절의 저크 코스트를 산출하였다. 저크는 위치벡터를 시간에 대하여 3번 미분하여 얻을 수 있다. 부드러움을 정량적으로 측정하기 위한 저크 코스트(Jerk-Cost, 단위: cm/s⁵)는 각 관절에 가해지는 가속도의 시간에 대한 변화율의 제곱의 적분 값으로 다음과 같이 정의된다.

$$JC = \int_0^T \left(\frac{d^3r}{dt^3} \right)^2 dt = \int_0^T \left(\frac{da}{dt} \right)^2 dt$$

본 연구에서 x방향은 내외(medio-lateral)방향 또는 좌우방향, y방향은 전후(anterior-posterior)방향, z방향은 수직(vertical)방향으로 정하였다.

UP 동작의 저크 코스트는 동작의 특성 상 수직과 전후 성분을 구하였고 DOWN 동작에서는 수직과 좌우 성분의 저크 코스트를 산출하였다.

또한, 본 연구의 무용 동작 시 상완과 전완이 이루는 각도 변인인 팔꿈치 각도를 계산하였다. 숙련자일수록 팔꿈치 각도를 동작의 처음부터 끝까지 유지시키려고 한다.

호흡의 두 조건 간의 변인의 차이점을 살펴보기 위해 종속 t-검증을 실시하였고, 유의수준은 .05로 설정하였다. 이를 위해 통계분석프로그램은 SPSS 12.0k(SPSS Inc. USA)를 사용하였다.

1) 이벤트 및 구간 설정

(1) 이벤트(events)

- ① START(Start): 제 1 기본자세. en bas
- ② TOP(Top of swing): 제 3 기본자세. en haut
- ③ END(End): TOP 이 후 제 1 기본자세가 되는 시점. en bas

(2) 구간(phases)

- ① UP: START에서 TOP까지.
en bas ⇒ en avant ⇒ en haut
- ② DOWN: TOP에서 END까지.
en haut ⇒ à la seconde ⇒ en bas

(3) 용어정리

- ① 호흡: 발레의 pour de bra 과정에서의 상체에서 이루어지는 복식호흡(abdominal type of respiration).
- ② 무호흡: 무용에서 요구되는 복식호흡이 아닌 일반적 숨쉬기(흉식호흡, thoracic respiration).

III. 결과 및 논의

1. 저크 코스트(Jerk Cost)

본 연구에서 저크 코스트는 세 관절점에 가해지는 가속도의 시간에 대한 변화율을 제곱하여 적분한 값으로 정의하며, 이 수치가 0에 가까울수록 동작이 부드럽다고 판단할 수 있다.

우선 UP동작에서의 저크 코스트를 분석한 결과를 <표2~3> 살펴보면, 손목과 팔꿈치 관절의 수직 방향으로의 저크 코스트 수치가 호흡을 동반한 움직임에서 통계적으로 유의하게 낮은 수치를 보이고 있다. 이는 팔을 들어 올리는 움직임에서는 호흡이 전후 성분에는

표 2. UP 동작 수직성분 저크 코스트 (단위 : cm/s⁵)

| 관절 | 호흡 | | 무호흡 | | t | p |
|-----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | 평균 | 표준편차 | 평균 | 표준편차 | | |
| 손 목 | 190.40 | 45.77 | 335.01 | 57.93 | -4.084 | .015* |
| 팔꿈치 | 55.81 | 16.11 | 95.91 | 16.23 | -3.766 | .020* |
| 어깨 | 2.44 | .28 | 2.44 | .27 | -.041 | .970 |

표 3. UP 동작 전후성분 저크 코스트 (단위 : cm/s⁵)

| 관절 | 호흡 | | 무호흡 | | t | p |
|-----|--------|-------|--------|-------|------|------|
| | 평균 | 표준편차 | 평균 | 표준편차 | | |
| 손 목 | 111.70 | 50.30 | 104.52 | 20.21 | .366 | .733 |
| 팔꿈치 | 38.76 | 6.09 | 38.19 | 12.13 | .116 | .913 |
| 어깨 | 1.47 | .41 | 1.44 | .24 | .154 | .885 |

아무런 영향을 주지 못하지만 수직 성분에는 동작을 부드럽게 해주는데 도움을 준다고 할 수 있다.

또한 어깨는 동작의 회전축이 되는 지점으로 움직임이 거의 없기 때문에 저크 코스트의 수치가 매우 낮은 것을 볼 수 있다.

<표4>와 <표 5>는 Down 동작에서의 수직 방향과 좌우 방향의 저크 코스트 수치를 나타내고 있다. UP 동작에서와 마찬가지로 어깨 관절은 동작의 축이 되는 지점이기 때문에 저크 코스트 수치가 매우 낮은 값을 보이고 있다.

Down 동작은 팔을 내릴 때 à la seconde를 취해야 하는데, 이는 팔을 앞이 아닌 옆으로 붙여서 내리는 동작이다. 이런 동작의 차이점 때문에 Down 동작에서의 손목 및 팔꿈치 관절은 수직 성분뿐만 아니라 좌우 성분에서도 저크 코스트 수치가 통계적으로 유의하게 낮게 산출되었다. 이는 Down 동작에서 호흡은 팔을 내리는데 있어서 수직과 좌우 방향 모두에서 더 부드럽게 내리는데 도움을 준다고 판단할 수 있다.

2. 팔꿈치 신전 각도

<그림2>는 각 동작에서의 팔꿈치 신전각의 변화 양상

표 4. DOWN 동작 수직성분 저크 코스트 (단위 : cm/s5)

| 관절 | 호흡 | | 무호흡 | | t | p |
|-----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | 평균 | 표준 편차 | 평균 | 표준 편차 | | |
| 손 목 | 212.82 | 27.12 | 296.30 | 50.92 | -3.920 | .017* |
| 팔꿈치 | 64.15 | 19.43 | 112.53 | 12.34 | -4.387 | .012* |
| 어 깨 | 2.71 | .23 | 2.51 | .37 | .956 | .393 |

표 5. DOWN 동작 좌우성분 저크 코스트 (단위 : cm/s5)

| 관절 | 호흡 | | 무호흡 | | t | p |
|-----|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | 평균 | 표준 편차 | 평균 | 표준 편차 | | |
| 손 목 | 53.19 | 11.64 | 156.01 | 27.66 | -8.359 | .001* |
| 팔꿈치 | 15.72 | 4.36 | 34.18 | 6.33 | -6.935 | .002* |
| 어 깨 | 1.78 | 1.02 | 1.11 | .59 | 1.863 | .136 |

을 보여주고 있으며 <표 6>은 각 동작에서의 팔꿈치의 각도가 얼마나 많이 변화했는가를 보여주는 수치이다.

숙련자는 본 연구에서의 두 가지 동작을 팔꿈치 각도의 변화가 거의 이루어 지지 않게 수행을 할 수 있다. 즉, 좋은 수행은 동작의 처음과 끝에서의 팔꿈치 각도의 변화가 적게 이루어진 형태라 하겠다.

<그림 2>와 <표 6>을 종합해 살펴보면, 호흡의 유무는 팔꿈치 각도에 큰 영향을 주지 않는다고 할 수 있다. 패턴 양상도 비슷하며 각도 변화 범위 수치 또한 통계적으로 유의한 차를 보이지 않고 있다.

따라서 숙련자는 호흡에 상관없이 본 연구에서의 무용 동작을 거의 일정한 팔꿈치의 각도 변화 패턴을 보이며 수행한다고 할 수 있다.

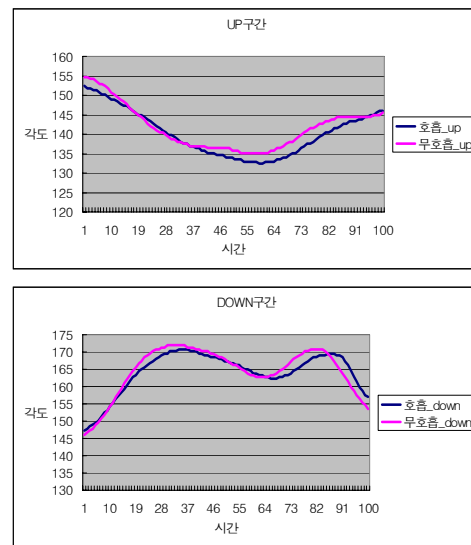


그림 2. 팔꿈치 신전 각도 변화

표 6. 각도 변화 범위

| 동작 | 호흡 | | 무호흡 | | t | p |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 평균 | 표준 편차 | 평균 | 표준 편차 | | |
| UP | 21.35 | 8.61 | 21.65 | 15.22 | -.093 | .930 |
| DOWN | 29.27 | 5.70 | 28.31 | 3.77 | .415 | .700 |

IV. 결론

본 연구는 동작의 부드러움을 정량적으로 평가하는 변수인 저크 코스트를 사용하여 발레에서의 양팔 들어 올리기 동작과 양팔 내리기 동작 시 호흡이 동작의 부드러움에 미치는 영향을 분석하였다.

분석 결과 호흡은 양팔을 들어 올리는 동작에서는 수직 성분에 통계적으로 유의한 영향을 주었으며 양팔을 내리는 동작에서는 수직과 좌우 성분 모두에서 유의한 영향을 주었다. 이는 발레의 pour de bra 동작을 부드럽게 수행하는데 호흡이 중요한 작용을 한다고 판단할 수 있는 점이다. 따라서 본 연구의 결과는 무용에서 동작을 부드럽고 아름답게 수행하기 위해서는 복식 호흡을 사용해야 한다는 지침의 타당성을 입증하는 결과라 하겠다.

차후 연구에서는 기술수준이 증가할수록 동작의 부드러움이 증가하고 이에 따라 엔드 포인트(end-point)의 저크 코스트는 감소한다는 선행연구(Hreljac, 1993, 2000)에 따라 비숙련 집단과의 비교를 통해 저크 코스트 분석이 무용 동작에서 부드러움을 평가하는데 기여할 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- 도정임 (1997). 발레클라스. 삼신각.
- 김은희 (2006). 발레에서 팔 기본 동작의 운동학적 특성. **한국운동역학회지**, 16(1), 151-158.
- 염창홍, 박영훈, 서국웅, 양충모 (2004). 발레 숙련도에 따른 센터에서 Grand Battement Jeté à la seconde 동작의 운동학적 비교 분석. **한국운동역학회지**, 14(2), 153-166.
- 류제광 (2002). 기술수준과 목표 거리에 따른 골프 퍼팅 동작의 제어 특성. 교육학석사학위논문, 서울대학교.
- Hreljac, A. (1993). The relationship between smoothness and performance during the practice of a lower limb obstacle avoidance task. *Biological Cybernetics*, 68, 4, 375-379.
- Hreljac, A. (2000). Stride smoothness evaluation of runners and other athletes. *Gait and Posture*, 11, 199-206.
- Nagasaki, H. (1991). Asymmetrical trajectory formation in cyclic forearm movements in man. *Experimental Brain Research*, 87, 653-661.
- Schneider, K., Zernicke, R. F. (1989). Jerk-cost modulations during the practice of rapid arm movements. *Biological Cybernetics*, 60, 3, 221-230.
- Weigner, A. W., Wierzbicka, M. M. (1992). Kinematic models and human elbow flexion movements: Quantitative analysis. *Experimental Brain Research*, 88, 665-673.
- Winstein, C. J., Schmidt, R. A. (1989). Sensorimotor feedback. In D. Holding(eds.) *Human Skills*. Wiley.
- Winter, D. A. (1990). *The Biomechanics and Motor Control of Human Movement* 2nd. ED. John Wiley & Sons, Inc.
- Zatsiorsky, V. M. (1998). *Kinematics of human motion*. Human Kinetics, 207.
- 투 고 일 : 1월 31일
심 사 일 : 2월 6일
심사완료일 : 3월 7일
- Hreljac, A. (1993). The relationship between smoothness and performance during the practice of a lower limb obstacle avoidance task.