



한국운동역학회지, 2004, 제14권 3호, pp. 259-270
Korean Journal of Sport Biomechanics
2004, Vol. 14, No. 3, pp. 259-270

Developpe a la seconde 동작 시 골반과 하지의 지향각(Orientation angles)의 운동학적 분석

정철정 · 정혜진*(성균관대학교)

ABSTRACT

**Kinmatics Analysis of pelvis and lower extremity using orientation angles
during a developpe a la seconde**

Jung Chul-Jung · Jeung He-Jin*(Sungkyunkwan University)

C. J. JUNG, H. J. JEUNG. Kinmatics Analysis of pelvis and lower extremity using orientation angles during a developpe a la seconde. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 14, No. 3, pp. 259-270, 2004. The purpose of this study was to analysis of pelvis and lower extremity using orientation angles during a developpe a la seconde. Data were collected by Kwon3D program. Two females professional modern dancer were participated in this experiment. Subjects performed a developpe a la seconde in meddle heights(about 90 deg.)

The results were as follows. The orientation angles of pelvis were, in most cases, caused by the movement of trunk and thigh. It was restricted the movement of pelvis within narrow limits because the movement of pelvis was very important to lower extremity alignment. The orientation angle of shank against thigh showed a change of angle about 3-6° in internal · external rotation. The orientation angle of foot against shank showed a change of angle about 6-7° in internal · external rotation.

KEY WORDS : DEVELOPPE A LA SECONDE, ORIENTATION ANGLE, LOWER EXTREMITY ALIGNMENT

* jeunghejin@freechal.com

I. 서론

무용은 신체를 이용해서 표현되는 예술의 한 형태로 인체에 대한 이해와 지식이 필요하며, 무용에 있어서 자세(form)와 신체 정렬(body alignment)은 중요한 요인이며(서차영, 1992), 무용 동작은 체중 이동이 빈번한 동작이므로 올바른 하지 정렬은 신체의 아름다운 선의 표현은 물론 일정한 동작으로 반복으로 발생할 수 있는 상해 예방에 중요하다. 이에 대하여 Sally(1995)는 골반의 움직임과 하지의 turn out 동작은 무용 동작 수행 시 미적 요소로서 그리고 운동학적으로 중요하다고 제시하였다.

무용동작 중 Developpe a la seconde는 Developpe 동작 중 하나의 형태로서 천천히 한 다리를 옆으로 90°이상으로 높게 뻗는 동작으로 옆으로 다리를 들어올리는 동작이고 동작 시 다리를 들어올리기 전 들어올리는 다리쪽의 엉덩이를 미리 올리는 동작이 초보자들에게 나타나는데 이는 지양해야 할 동작 중 하나이다(신정희, 2000). 그러므로 동작 시 발생하는 동작의 부자연스러움과 상해는 잘못된 동작으로부터 발생할 수 있다.

이러한 이유로 인하여 무용 동작 시 발생하는 인체의 움직임과 신체의 정렬과 하지관절의 상해의 관계에 대한 선행연구들이 이루어졌으며, 이에 대하여 살펴보면, 이혜숙(1997), 김은희 등(2000)은 무용 동작을 대상으로한 운동학적 해석에 있어서 인체 무게 중심(center of mass)과 관절 중심선을 이은 분절간의 각도 등의 영향을 고려하였다. 박기자 등(2003)은 Developpe devant 수행시 지향각을 이용한 골반과 하지의 신체정렬에 대해서 연구에서 골반의 움직임이 다리를 지면에서 다리를 들어올리는 시점까지 계속해서 변화되었다고 하였다. 하지만, 이경화 등(2004)의 Developpe derriere 수행시 골반과 하지 신체정렬에 관한 사례연구에서는 골반의 좌·우 기울기를 제외한 전·후, 상·하의 움직임에서는 무릎이 최대로 굴곡된 자세에서부터 변화되기 시작하였다고 보고하였으며, 이는 대퇴에 대해서도 비슷한 결과를 나타내었다.

신성휴 등(2004)은 Developpe devant 동작은 한발을 정지한 상태에서 다른 한 발을 들어올리는 동작이므로 잘못된 족부의 turn out 동작인하여 동작 시 지면과 발바닥 사이에서 발생하는 마찰력으로 인하여 하지의 관절의 상해를 증가시킨다고 하였다. 따라서 Developpe a la seconde 동작 수행 시 골반의 움직임과 하지의 turn out 동작이 매우 중요하다는 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 무용 동작 중 Developpe a la seconde 동작 시 골반과 하지의 지향각(orientation angles) 분석을 통하여 골반의 움직임과 지지 관절의 상대적 움직임대해 분석하고자 한다.

II. 연구 방법

본 연구는 3차원 영상분석을 이용하여 무용 동작 중 Developpe a la seconde 수행시 지향각을 이용한 골반과 하지의 능동적인 움직임을 분석하여 지지 다리의 올바른 배열과 신체 정렬에 대한 정보를 제공하기 위하여 수행되었으며, 구체적인 연구방법은 다음과 같다.

1. 연구 대상

본 연구의 피험자는 하지의 상해가 없었던 외국 무용을 전공한 전문 여자무용수 2명(나이 ; 32-49세, 신장 ; 154-167cm, 몸무게 ; 46-49kg, 경력 ; 21-33years)으로 선정하였다.

2. 실험 장비 및 절차

피험자들에게 실험 목적과 주의사항을 전달하고, 양질의 데이터와 부상방지를 위해 피험자들에게 준비운동을 시킨 후, 기준좌표계(Global reference frame) 설정을 위하여 통제점들을 촬영하였으며, 인체 21곳의 표면 마커(직경 20mm)를 부착하여 성균관대학교 운동역학실험실에서 실험을 실시하였다. 실험 시 골반과 하지의 동작분석을 위해 4대의 카메라(Panasonic WV-CP 650, Japan; 60field/sec)와 이벤트 동조기기(Visol, Korea) 2대를 사용하였으며, 카메라간의 영상을 동기화를 시키기 위하여 Horita TG-50 (Visol, Korea)을 이용하였으며, 카메라 셔터노출 시간은 1/500초로 고정시켰다.

3. 마커의 부착과 분절의 좌표 정의

본 연구에서는 골반과 하지의 3차원 좌표값과 지향각을 얻기 위해서 인체에 모두 21곳에 표면 반사 마크(20mm)를 사용하여 피험자들의 골반과 대퇴, 하퇴, 발을 정의하였다. 골반과 하지의 상대적인 움직임을 표현하기 위해서는 지역좌표계(local reference frame)를 사용해야 한다. 분절의 지역좌표계는 ACS(anatomical coordinate system)와 AL(anatomical landmark)에 의해서 정의되었다(Kacaba et al, 1989; Thor F. et al, 2003).

골반의 지역좌표는 두 곳의 ASIS(antero-superior iliac spines)와 Sacrum 의해서 정의되며 두 곳의 ASIS의 중간 지점이 골반의 지역좌표 원점이다. 좌측 ASIS에서 우측 ASIS를 잇는 선을 X축으로 정의하고 Sacrum에서 ASIS의 2분 1 지점을 잇는 선을 Y축으로 정의하며, X, Y축에 직교하는 축을 Z축의 정의하였다(Cappozzo, 1984; 1995).

대퇴의 지역좌표는 두 곳의 관절중심점(HJC-hip joint center, KJC-knee joint center)과 외측 대퇴의 중간지점(LT-lateral thigh)에 의해서 정의되었으며, KJC에서 HJC를 잇는 선을 Z축으로 정의하고 HJC에서 LT를 잇는 선을 임의의 X축으로, Z, X축에 직교하는 축을 Y축으로 정의한 후 Z축과 Y축에 직교하는 하는 X축을 설정하였다.

하퇴의 지역좌표는 두 곳의 관절중심점 KJC, AJC와 하퇴의 중간지점(LS-lateral shank)에 의해서 정의되었으며, AJC에서 KJC를 잇는 선을 Z축으로 정의하고 HJC에서 LS를 잇는 선을 임의의 X축으로, Z, X축에 직교하는 축을 Y축으로 정의한 후 Z축과 Y축에 직교하는 하는 X축을 설정하였다.

발의 지역좌표는 하나의 관절중심점 AJC(ankle joint center)와 두 번째 발가락(SM-second metatarsal head)과 뒷꿈치(CA-calcaneus posterior)에 의해서 정의되며, CA에서 SM을 잇는 선을 Z축으로 정의하고 CA에서 AJC를 잇는 선을 임의의 Y축으로, Z, Y축에 직교하는 축을 X축으로 정의한 후 Z축과 X축에 직교하는 Y축을 설정하였다(박기자, 2003; 신성휴, 2004). 이와 같이 각 하지 분절에 설정된 분절의 지역좌표계를 설정한 후 근위의 분절 지역좌표계에 대한 원위 분절의 지역좌표계의 XYZ축에 대한 상대적인 회전각을 측정한다.

4. 자료처리

본 실험에서는 카메라의 영상을 3차원 좌표로 바꾸기 위해서 DLT(direct linear transformation)방식을 이용한 Kwon3d 소프트웨어(visol, korea)를 사용하였으며, DLT 파라미터들을 얻기 위해서 20개의 통제점을 이용하였고, DLT 방식에 의해서 재구성된 좌표와 실제 통제 점과의 오차는 약 0.14cm이었다. 4개의 분절(골반, 지지다리의 대퇴, 하퇴, 발)에 대한 정의는 kwon3d의 rigid body를 사용하여 정의하였다. 실험에 적합한 3번의 동작을 선택하여 총 3개의 이벤트(e1-준비자세, e2-working leg의 무릎이 최대로 굴곡된 자세, e3-working leg의 무릎이 최대로 신전된 자세, e4-developpe devant 동작에서 working leg를 내리기 직전 자세), 3개의 국면으로 나누어 분석하였으며(박기자, 2003), 표면 마커 좌표 데이터는 butterworth low-pass 2차를 사용하여 필터링하였고, 이때 cutoff-frequency 는 6Hz로 설정하였다.

IV. 연구 결과

본 연구는 외국 무용을 전공한 전문 여자무용수 2명을 대상으로 무용 동작 중 Developpe a la seconde 수행 시 지향각을 이용한 골반과 하지의 능동적인 움직임 분석하여 얻어진 결과와 같다.

골반과 하지 분절의 지향각의 평균값과 표준편차의 결과는 <표 1>과 같다.

<표 1>에서 나타난 바와 같이 골반과 하지에 대한 지향각을 살펴보면 다음과 같다. 기준좌표계에 대한 골반의 상대적 움직임은 X축이 중심인 골반의 기울기는 e1에서 e4까지 약 12도를 회전하였으며, Y축이 중심인 골반의 좌, 우 기울기는 e1에서 e4까지 약 13도 좌측으로 기울어졌으며, Z축 중심인 골반의 전후방 회전(Left ASIS를 중심으로)은 e1에서 e4까지 약 11도에서 12도 후방회전하였다.

골반에 대한 대퇴의 굴곡, 신전은 X축을 중심으로 e1에서 e4까지 약 13도 신전되었고, 내측, 외측 회전은 Y축을 중심으로 e1에서 e4까지 약 8도 정도 내측회전하였다. 그리고 외, 내전은 Z축을 중심으로 e1에서 e2까지 5도 정도 외전하다가 e2에서 e4까지 약 3-6도 내전하였다. 대퇴에 대한 하퇴의 굴곡, 신전은 X축을 중심으로 e1에서 e4까지 신전과 굴곡 현상이 나타나지 않았다. 내측, 외측 회전은 Y축을 중심으로 e1에서 e4까지 약 3도 정도 내측회전하였다. 그리고 외, 내전은 Z축을 중심으로 한 회전은 거의 나타나지 않았다. 하퇴에 대한 발의 굴곡, 신전은 X축을 중심으로 e1에서 e4까지 약 5도 정도의 신전을 나타내었으며, 내측, 외측 회전은 Y축을 중심으로 e1에서 e2까지 약 2도 정도 내측회전하였다. 그리고 외, 내전은 Z축을 중심으로 e1에서 e3까지 약 6도 외전하였다.

위에서 나타난 결과 골반의 X, Y, Z축에 대한 회전이 가장 높은 것으로 나타났으며, X, Y축에 대한 회전은 적었으며, X축에 대한 하퇴의 회전이 가장 적게 나타나 무릎의 굴곡현상이 거의 없는 것을 알 수 있었다.

표 1. 골반과 하지 분절의 이벤트별 Orientation angle의 평균값과 표준편차 단위 : deg.

분절	축	e1	e 2	e3	e4
골반	X	-30.69±0.33	-25.20±0.22	-19.61±1.18	-18.31±3.61
	Y	0.92±2.17	-10.09±0.36	-13.50±0.03	-13.41±1.80
	Z	-2.01±2.19	-7.45±0.21	-12.47±0.11	-11.69±0.17
지지 대퇴	X	25.00±6.10	20.44±5.71	13.53±6.80	12.60±10.06
	Y	-7.89±0.26	-1.05±0.21	1.53±0.12	1.46±1.57
	Z	-9.70±21.15	-14.21±23.05	-8.81±20.60	-10.05±25.22
지지 하퇴	X	-0.01±3.48	0.26±2.88	0.82±3.62	0.79±3.95
	Y	3.95±0.11	0.55±0.09	0.79±0.46	0.42±0.23
	Z	20.72±23.62	23.08±24.87	24.39±23.02	24.76±25.65
지지 발	X	96.74±2.08	97.75±1.04	97.89±0.88	98.16±0.99
	Y	21.11±1.33	23.36±1.33	21.57±0.16	22.15±1.39
	Z	-3.15±0.54	-9.38±2.02	-9.69±2.21	-8.42±1.41

* e1-준비자세, e2-working leg의 무릎이 최대로 굴곡된 자세, e3-working leg의 무릎이 최대로 신전된 자세, e4-developpe devant 동작에서 working leg를 내리기 직전 자세

Developpe a la secnode 수행시 신체정렬에 관해서 살펴보면, <그림 1>에서부터 <그림 4>까지 나타난 결과와 같다.

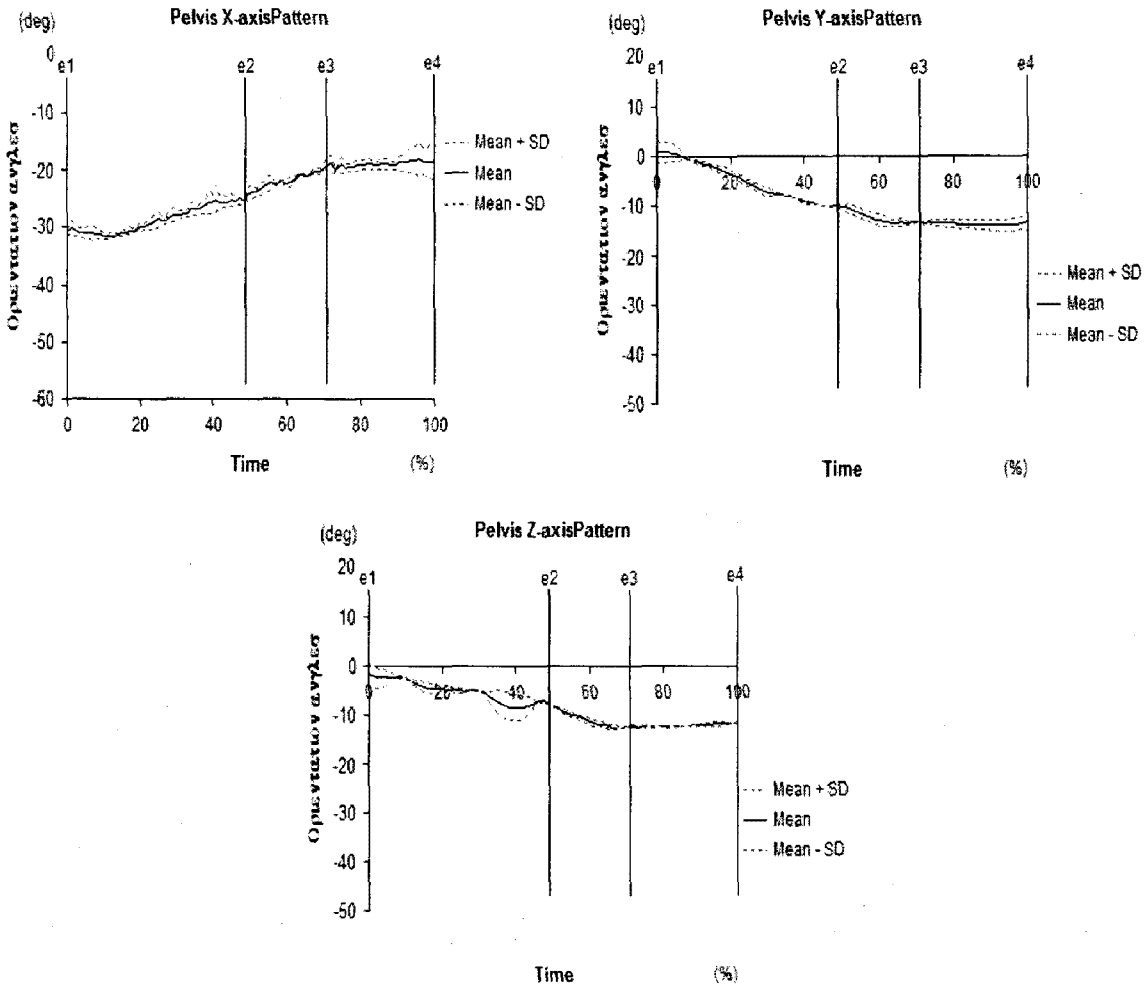


그림 1. L Pelvis X,Y,Z-axis Orientation Angle

골반 움직임은 <그림 1>에서 나타난 바와 같다. 본 연구에서는 e1(서 있는 자세)에서 골반의 기울기가 전방으로 약 30도 기울어져 있었으며, X축 상에서의 골반 움직임은 동작이 수행되면서 전방으로 기울어져 있던 골반이 서서히 후방회전 하였다. 골반의 기울기가 위쪽으로 올라가면서 X축에 대한 골반의 신체정렬은 골반의 전방기울기가 20도 정도에서 정렬되어 약 10도 정도의 회전을 보였다. Y축 상에서의 골반움직임은 좌우의 골반 기울기가 같았다가 동작이 진행되면서 e1에서 e3까지 좌측으로 기울어져 약 -13도에서 정렬되어 약 13도 좌측으로 회전을 하였다. Z축에 대한 골반의 움직임은 동작이 진행되면서 e1에서 e3까지 약 12도 좌측회전 되었다.

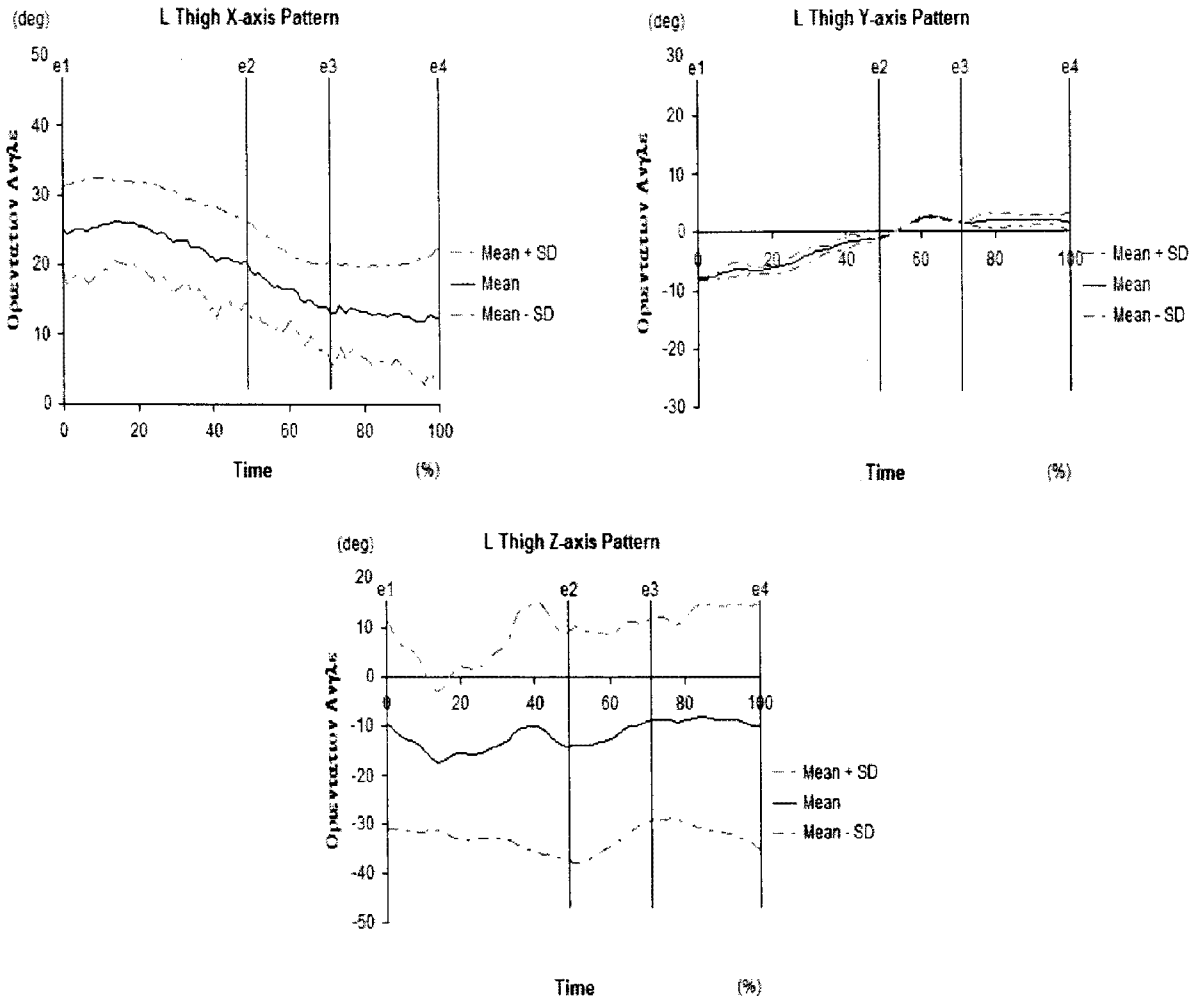


그림 2. L Thigh X,Y,Z-axis Orientation Angle

골반 분절에 대한 지지하는 대퇴의 움직임은 <그림 2>에서 나타난 바와 같다. X축 상에서 대퇴 분절의 움직임은 동작이 진행되면서 골반이 위쪽으로 들리면서 e1에서 e3까지 상대적으로 약 12도 정도의 움직임을 보였다. Y축 상에서의 대퇴 움직임은 e1에서 좌측으로 약 -7도 기울어진 상태에서 동작이 진행되면서 e2에서부터 골반의 Y축과 평행하게 되었다. Z축 상에서의 대퇴 움직임은 약 6-7도 정도의 움직임을 나타내었으며 피험자간의 차이를 보였으나, 상대각의 변화와 변화량이 비슷하였다.

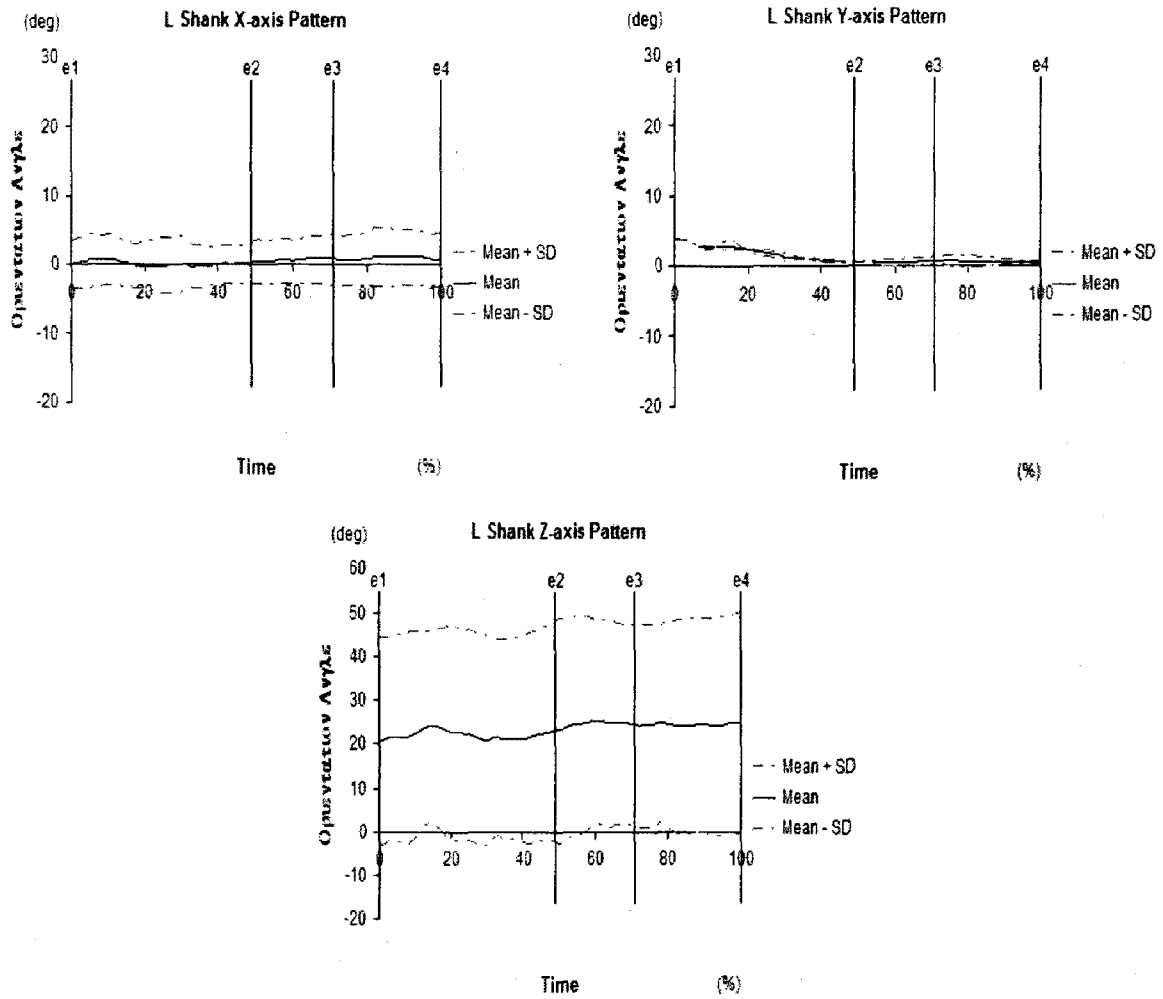


그림 3. L Shank X,Y,Z-axis Orientation Angle

대퇴 분절에 대한 하퇴의 움직임은 <그림 3>에서 나타난 바와 같다. X와 Y축 상에서 하퇴 분절의 움직임은 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. Z축 상에서도 거의 변화가 없는 것으로 나타났으나 피험자간 동작 시작의 차이로 인하여 다소 차이를 나타내었으나 상대각의 변화량에는 차이가 없었다.

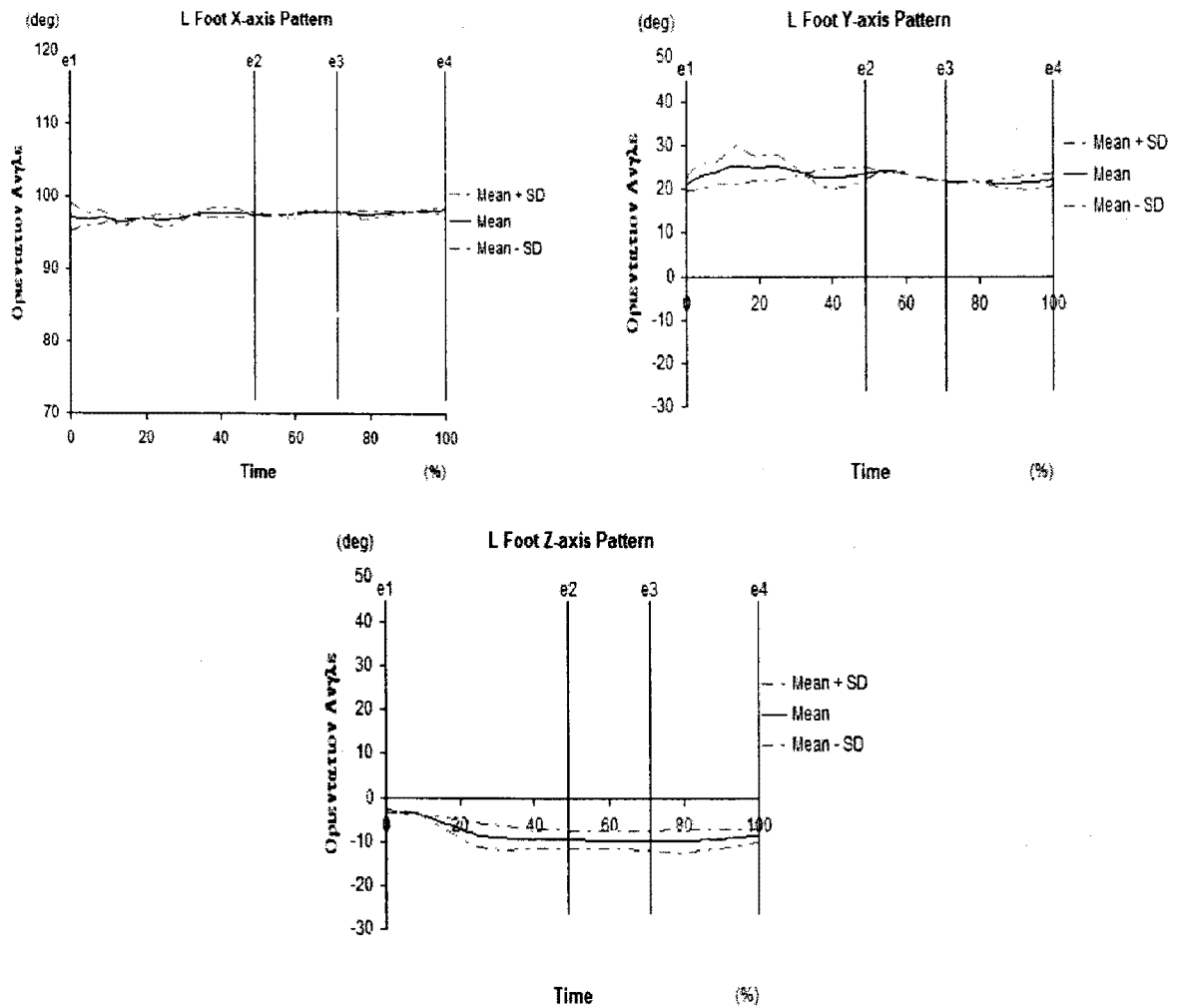


그림 4. L Foot X,Y,Z-axis Orientation Angle

하퇴 분절에 대한 발의 움직임은 <그림 4>에서 나타난 바와 같다. X축 상에서의 발의 움직임은 거의 없는 것으로 나타났으며, Y축 상에서의 발의 움직임은 e1에서 e2까지 한 쪽 다리를 들어올리는 과정에서 하퇴에 대해서 약 2-3도 정도 외번의 움직임을 나타내었으며, Z축 상에서의 발의 움직임은 e1에서 e2까지 한쪽 다리를 들어올리는 과정에서 하퇴에 대해서 약 7도 외회전 되었고 e4까지 변화가 없었다.

V. 논 의

무용 동작은 예술성을 가장 중요시 하는 동작임으로 이러한 예술적인 부분을 정량적인 데이터로

해석하기란 무척 어려운 일이며 또한 데이터화 되었다 하더라도 그 데이터로 보편화시키기는 매우 어렵다. 이러한 이유로 인하여 무용동작에 대한 정량적 해석을 기피하게 되었다. 하지만 아름다운 동작을 표현하기 위하여 많은 시간 동안 육체적으로 힘든 동작을 연습함으로써 인해 발생하는 상해와 좋지 못한 습관 등으로 잘못 된 동작으로 발생하는 관절계의 상해는 이미 알려진 사실이며, Hamilton(1977)과 이경태(1995) 등의 연구에 의해서도 밝혀진 사실이다. 따라서 많은 무용 동작에 관한 연구자들은 상해 예방을 위한 올바른 자세와 근육의 작용으로 발생하는 관절 상해에 대하여 연구하였다.

무용 동작 시 하지의 신체 정렬에 있어서 중요한 것이 올바른 골반의 움직임이다. Developpe 동작들은 한 쪽 다리를 들어올리는 것이 같으며, 한 쪽 다리를 들어올려 지지하는 다리로 체중을 이동할 때에 한 쪽으로 골반이 기울어져서는 안된다(신정희, 2000). 이와 관련하여서 이경화 등(2004)의 Developpe derriere 동작을 분석하여 보고한 결과에서는 Y축에서의 좌·우의 기울어짐을 제외한 X, Z축에서 움직임이 없는 것으로 나타났으나, 박기자 등(2003)의 Developpe devant 동작의 연구에서는 동작이 진행됨과 동시에 골반의 움직임이 시작된 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 Developpe a la seonde 동작 시 동작이 시작됨과 동시에 골반이 세 개 축을 중심으로 회전하는 것으로 나타났으나, 회전의 범위가 5-10도 정도로 나타나 골반의 움직임이 범위가 크지 않음을 알 수 있었다.

대퇴의 움직임은 박기자 등(2003), 이경화 등(2004)에서 보고된 것 보다 본 연구에서는 적은 골반에 대한 움직임을 보였다. 이는 Developpe derriere, Developpe devant 보다 Developpe a la seonde 동작에서 지지 하는 대퇴의 움직임이 보다 안정적임을 나타내고 있는 것이다.

하퇴의 움직임에서도 대퇴와 같이 선행연구들에서 나타난 결과 보다 적은 대퇴에 대한 하퇴의 움직임을 보였다. 이경태(1995)는 무용 동작 시 하지를 turn out 한 상태에서 지면에 다리를 붙이고 일정한 동작을 취할 경우 무릎관절은 정상적으로 약 3-5도 정도의 외회전이 가능하다고 하였다. 이경화 등(2004)의 연구에서도 약 3-6도 정도의 회전 범위를 나타내었다고 보고하고 있으며, 본 연구에서도 3-4도 정도의 회전 범위를 나타내어 무릎 관절의 상해 예방을 위해서는 약 3-6도 정도의 회전 범위를 벗어난 무리한 무릎관절의 회전에 유의하여야 할 것으로 사료된다.

발의 움직임은 동작의 특성상 지지하는 하지를 지면에 고정 시킨 상태에서 동작 수행을 함으로써 큰 운동 범위를 가지지는 않는다. 하지만 한 쪽 다리로 체중을 지탱하면서 동작을 수행함으로써 지면과 발은 물리적인 마찰력이 발생하게 되며 이러한 물리적인 힘은 발의 연한 근육과 피부를 반대 방향으로 밀면서 생기는 움직임이 발생하여 발이 안쪽으로 말려들어가서 생기는 상해가 발생하기 쉽다(박기자 등, 2004).

과도한 발의 turn out으로 인하여 골반이 한쪽 방향으로 과도하게 기울게 되면, 발의 rolling-in 현상을 발생시킴으로써 발 부위의 상해를 유발할 수 있다(이경태, 1995; sally, 1995). 따라서 Developpe a la seonde 동작 시 지지하는 발은 지면과 밀착되어 있기 때문에 움직임이 작게 나타나

야 할 것이다. 이에 대하여 박기자 등(2003)은 Developpe devant 동작에서 발의 움직임이 X축 상에서는 약 2-3도 정도, Y축과 Z축 상에서는 약 6-7도 정도의 움직임을 보였다고 보고하였으며, 이경화 등(2004)은 Developpe derriere 동작에서 발의 움직임이 X축과 Y축 상에서는 약 3도 정도, Z축 상에서는 약 4-5도 정도의 움직임을 보였다고 보고하였다. 본 연구에서는 Developpe a la seconde 동작 시 X축과 Y축 상에서의 발의 움직임은 약 2도 정도였으며, Z축 상에서의 발의 움직임은 약 5도 정도로 나타나 선행연구들과 유사한 결과를 나타내었다.

V. 결 론

본 연구는 무용 동작 중 Developpe a la seconde 수행시 골반과 하지의 지향각(Orientation angles)을 분석하여 골반과 지지되는 하지의 신체정렬 정보를 제시하는 것을 목적으로 한다. 이러한 목적에 따라 전문 무용수 2명을 대상으로 지향각을 이용한 골반과 하지의 분절의 능동적인 움직임을 분석하여 얻어진 결론은 다음과 같다.

골반의 움직임은 몸통과 대퇴의 움직임에 의해서 결정되며 Developpe a la seconde 동작 시 체중을 이동하는 event1에서 event2까지는 움직임을 제한하여야 하며 골반의 움직임은 지지하는 하지의 올바른 정렬에 중요한 요인으로 작용한다. 또한 Developpe a la seconde 동작 시 무릎관절 상해와 관련이 깊은 대퇴와 하퇴의 내·외회전(internal·external rotation) 지향각은 3-6도의 범위를 벗어나지 않았으며, 발의 상해와 관련이 있는 하퇴에 대한 발의 움직임은 6-7도의 움직임을 보였다.

참고문헌

- 김은희, 이진범, 이기청 (2001). 회전수에 따른 발레 삐루엣 앙드올 동작의 분석. 한국운동역학회지 11(12), pp271-230.
- 박기자, 권문석, 이경화 (2003). Developpe devant 수행시 지향각(Orientation angles)을 이용한 골반과 하지의 신체정렬. 한국스포츠리서치 14(6), pp. 2065-2074.
- 박기자, 신성유, 권문석, 김태완, 이형나 (2004). Developpe devant 수행시 하지 관절 모멘트 분석. 한국운동역학회지 14(1), pp. 133-144.
- 신성휴, 박기자, 권문석 (2004). Developpe derriere 수행시 하지 관절 모멘트 분석. 한국스포츠리서치

치 15(1), 1271-1280.

- 이경화, 박기자, 권문석 (2004). Developpe derriere 수행시 골반과 하지 신체정렬에 관한 사례연구. 한국체육학회지 43(2), pp. 561-568.
- 서차영 (1992). 무용 기능학. 서울 : 금광, pp27-31.
- 신정희 (2000). 발레예술과 과학. 서울 : 금광. pp86-87.
- 이경태 (1995). 무용의학. 서울 : 금광, pp40-50.
- 이혜숙, 이혜희 (1997). 발레 동작의 운동학적 분석. 한국운동역학회지 7(1), pp139-161.
- Cappozzo, A. (1984). Gait analysis methodology. *Human Movement Science* 3, pp27-54.
- Cappozzo, A., Catani, F., Della Croce, U., Leardini, A. (1995). Position and orientation in space of bones during movement: anatomical frame definition and determination. *Clinical Biomechanics* 10, pp 171-178.
- Hamilton W. G. (1977). Tendinitis about ankle joint in classical ballet dancer. *AM. J. Sports Med.* 5, p.84.
- Kacaba, M. P., Ramakrishnan, H. K., Wootten, M. E., Gainey, J., Gorton, G., Cochran, G. V. (1989). Repeatability of kinematic, kinetic and electromyographic data and in normal adult gait. *Journal of Orthopaedic Research* 7, pp849-860.
- Sally, S. F. (1995). *Dance kinesiology*. New York ; Schirmer Books, pp58-64.
- Thor, F. B., Daina, L. S., Jacque, A. A., David, G. L. (2003). Repeatability of gait data using a functional hip joint centre and a mean helical knee axis. *Journal of Biomechanics* 36, pp1159-1168.

투 고 일 : 10월 30일

심 사 일 : 11월 4일

심사완료일 : 12월 14일