

치어리딩의 푸에떼 아라스공드 (Fouette A La Second) 동작의 운동학적 분석

연은정¹·류재균²

¹ 경희대학교 체육대학원 스포츠의과학 전공² 경희대학교 체육대학 스포츠지도학과

The Kinematic Analysis of Fouette A La Second in Cheerleading

Eun-Jung Yeon¹·Jae-Kyun Ryu²

¹Department of Sports Medicine, Graduate School, Kyunghee University, Yongin, Korea

²Department of Coaching, College of Physical Education, Kyunghee University, Yongin, Korea

Received 31 January 2012; Received in revised form 4 June 2012; Accepted 18 June 2012

ABSTRACT

The purpose of this study was to research on the movement of Fouette A La Second which was a type of turning movements on cheerleading. This research was conducted for helping cheerleaders to improve their overall skills. The three cheerleading national team members were participated in this research and the movements of Fouette A La Second were recorded with 6 digital motion master 60 video cameras, operating at a sampling frequency of 60 fields/sec. Six out of ten turning motion data were collected and analyzed with Kwon3D XP. The results were as follow: 1) The subject A's Releve motion was not executed precisely because of the COG's instability. So she was required to improve the balancing ability. 2) The subject B could not execute the precise A La Second motion because of subject B's large hip angle. By tracing the projection of B's right toe on x-y plane, the subject made an elliptical orbit. Because B did not have a proper turning skills she needed to improve the muscle power and flexibility. She also needed to move quickly from Releve to Plie movement. 3) The subject C could not execute the Plie movement precisely, so she could not turn her body correctly around a certain spot. The subject C needed to decrease the knee angle at the Plie motion.

Keywords : Cheerleading, Fouette, Dance, Turn, Alasecond

I. 서 론

치어리딩은 1898년 프로 스포츠의 발전이 가장 먼저 이뤄졌던 미국에서 대학동아리 형태로 등장하여 스포츠 경기 중 관객들의 환호를 이끌기 위해 팀의 이름을 외치고 응원하는 형태에서 시작 되었고, 현재에는 전 세계 100개국 청소년들이 즐기는 학교 스포츠로 발전하였다. 치어리딩은 스텐트 치어리딩과 댄스 치어리딩으로 구분된다. 스텐트 치어리딩은 체조를 기반으로 덤블링, 점프동작과 함께 파트너십이 중요한 파트너 스텐트

토스, 피라미드 기술들을 선보이는 시각적 효과가 뛰어난 경기이다. 하지만 그만큼 부상의 위험이 높아 최근에 스텐트 치어리딩 선수들의 뇌, 손목, 발목 등의 부상에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

Shields와 Smith(2009)는 치어리더들의 뇌 손상의 잠재력에 관한 연구에서 스텐트 치어리딩을 할 때 치어리더들이 낮은 곳에서 바닥으로 떨어져도 그 충격으로 부상을 입게 되며 이러한 위험요소를 감소시키기 위해서는 필수적으로 충분히 충격흡수가 되는 매트를 사용해야 한다고 강조하였다.

Shields, Fernandez와 Smith(2009)은 스텐트 치어리딩 선수들의 부상에 대한 연구에서 스텐트 동작을 할 때 부상의 위험이 증가하는데 특히 사람을 들어야 하는 베이스(base) 역할과 뒤에서 받쳐주는 스팟터(spottter) 역할이 발목, 등, 손목 등에 부상이 크다고 하였고, 스텐트 치어리딩에서 가장 중요한 것은 안전이

본 논문은 연은정(2012)의 석사학위 중 일부를 발췌하였음.

Corresponding Author : Jae-Kyun Ryu

Department of Coaching, College of Physical Education, Kyunghee University, 1 Seochun-dong, Kihung-gu Yongin, Kyungki-do, Korea

Tel : +82-31-201-3765 / Fax : +82-31-204-8117

E-mail : ryu69kor@khu.ac.kr

2011년도 경희대학교 창조21사업 지원에 의한 결과임(KHU-20111209).

며 공중에서 떨어지는 사람을 받기 위해서는 서로의 협동심과 신뢰가 밀바탕 되어야 한다고 하였다.

댄스 치어리딩은 치어리딩 속의 댄스 부분을 독립시킨 스포츠경기로 약 2분 30초 동안 다양한 고난도 기술과 절도된 동작으로 다이내믹한 안무와 조화로운 음악에 맞춰 연기하는 단체 종목이다. 댄스 치어리딩은 예술성과 기술종목을 높게 평가하는데 예술성은 창의력 있는 안무 구성, 안무를 표현하는 능력 그리고 안무의 분위기와 음악의 조화, 더불어서 선수들의 의상을 중요시한다. 기술종목은 유연성, 근력, 균형적인 기능이 요구되는 킥, 점프, 회전동작을 정확하게 실시해야 하며 안무를 연기하는 동안 기술종목에서의 작은 실수 하나 하나가 감점 요인이 된다.

댄스 치어리딩에서 표현되는 신체적 동작은 모든 춤의 기본인 발레를 기본으로 하고 있으며, 발레의 점프(jump), 균형(balance), 회전(turn)을 바탕으로 이뤄진다.

점프동작은 높이 도약하고 충격을 흡수하여 안정적인 착지를 하는 것이 바람직하다. 무용에서 점프는 턴 아웃 상태에서 무릎을 깊게 구부리며 상체는 바르게 세워 유지한 채 발바닥으로 바닥을 밀어내 도약하고 공중에서 발끝은 저축굴곡을 이루어 미적으로 아름다움을 추구한다. 이런 미적 아름다움을 표현하기 위해서는 높은 점프를 수행하여야 하며 하체의 근력을 강화시키는 훈련보다 굴곡과 신전을 빠르게 할 수 있는 등속성 운동 훈련이 필요하다(Song, 1999).

균형동작은 상체를 곧게 세우고 흔들림 없이 신체중심을 상승시켜 한 다리 발끝으로 유지하는 것이다. 이때 골반과 어깨는 한쪽으로 치우치지 않게 수평을 유지해야한다. Yoo와 Park(2003)는 “Pique balance 동작의 하지분절에 대한 운동 역학적 특성”에서 지지하는 다리의 무릎각과 발목각이 클수록 균형동작을 유지하기가 유리하다고 하였다.

회전동작은 고난도 기술로, 구성된 안무의 절정 부분에서 실행하는 화려한 동작이다(Kim, 2005). 이 회전동작은 상·하지, 머리의 스파팅(spottting) 동작이 순차적으로 미세한 시간적 차이를 두고 분절의 움직임에 대한 신체균형과 타이밍이 요구되는 동작이다.

Kim과 Choi(2000)에 의하면 발바닥을 바닥에 밀착시켜 무릎을 구부리는 플리에(plie) 동작은 한 다리 발끝을 지면에 유지하고 무릎을 신전하는 릴레베(releve) 동작에서 몸의 균형을 유지시키는데 도움이 되어 회전 바퀴 수를 증가시키기 위한 기본적인 조건이라 하였다.

Park과 Lim(2007), Jung(2000), 그리고 Gray(1957)는 회전동작에서 상지는 오른 팔을 뻗어 운동 방향으로 보내고 이어 왼팔이 뒤 따라 오면서 회전의 안정성과 속도를 높여 주는 역할을 한다고 하였다. 이때 왼팔의 최대 각속도와 합성속도가 오른팔보다 빠르기 때문에 왼팔의 움직임의 중요성을 강조하였고, 회

전동작에서 팔과 다리의 움직임이 조화롭게 균형을 이루어야 예술적 표현을 나타낼 수 있다고 하였다.

Kim과 Choi(2000)는 머리의 스파팅은 발끝부터 머리까지 수직선을 이루는 시점에서 시작되는데 시선은 한곳을 바라보며 회전이 시작될 때 머리가 가장 늦게 움직이고 회전이 끝 나갈 때는 재빨리 돌려 다시 처음 위치를 바라보는 것이 어지러움을 예방하고 회전력을 증가시킬 수 있다고 하였다. 따라서 회전동작은 분절의 움직임은 순서에 따라서 수행되어야 하는 고난도 기술이며 예술성의 완성도를 높이기 위해서는 기계적인 정확함과 완벽함이 이루어져야한다.

회전동작은 크게 피케 턴(pique turn), 삐루엣 턴(pirouette turn), 푸에떼 턴(foutte turn)으로 나누어진다. 피케는 ‘찌르다’라는 뜻으로 피케 턴은 운동 진행 방향으로 한 다리 발끝을 지면에 놓고 그 곳으로 중심을 옮기면서 틀르베 하는 동시에 다리를 끌어 올려 파세(passe)로 회전하고 끌어올렸던 발을 내리면서 플리에 할 때 다시 틀르베 했던 다리를 운동진행 방향으로 발끝을 짚고 회전하기를 반복하는 동작이다. 삐루엣 턴은 ‘발끝으로 신속하게 돌다’라는 뜻이며 플리에하고 바닥을 밀어냄과 동시에 지지하는 다리는 틀르베하고 들어올린 다리는 파세하여 신체중심을 위로 상승시키며 회전하는 동작이며, 푸에떼 턴은 ‘채찍질하다’라는 뜻으로 한 발끝으로 지면에 지지하고 발바닥으로 지면을 누르기를 반복하며 상지는 바닥과 수평인 상태에서 한 팔을 벌려서 회전하는 방향으로 보내고 추가적인 회전력을 얻기 위해 반대 팔도 회전하는 방향으로 접는 동작으로 양 팔을 옆으로 들고 접기를 반복하는 연속 회전 동작이다(Cho, 1996).

발레에서의 푸에떼 턴 동작에 대한 운동학적 분석의 선행연구를 살펴보면, Yoo, Park, Lim과 Park(1999)은 “발레 푸에떼 앙투루낭 앙드오르(foutte en tournant en dehoire) 동작의 운동학적 분석”에서 푸에떼의 두 가지 수행 방법인 회전 다리가 왼쪽으로 45°도 뻗어진 크로와제(croise) 방법과 회전다리가 우측으로 외전 되어 상체와 90°로 뻗어진 아라스공드(a la second) 방법 두 가지를 비교하여 전체 소요시간, 수평면 이동거리, 양팔의 각속도, 전경각과 고관절각 그리고 신체중심 높이에 대해 비교 분석하였다. 두 동작의 소요시간과 수평면 이동거리는 크로와제가 아라스공드 보다 짧게 나타났다. 양팔의 각속도는 아라스공드에서 다리를 접어 파세할 때 오른팔보다 왼팔이 회전 각속도를 주도했고 크로와제에서 파세 동작으로 갈 때 오른팔이 회전 각속도에 큰 영향을 미친다고 보고하였다. 전경각과 고관절각에서 아라스공드보다 크로와제가 크게 나타나고 신체중심 상대높이에서는 다리를 뻗을 때 아라스공드의 높이보다 크로와제가 높게 나타났으며 다리를 접을 때는 크로와제 보다 아라스공드의 높이가 더 높게 나타난다고 하였다.

Suh(2010)는 “푸에떼 앙드오르 동작의 운동학적 분석”에서 푸에떼 턴을 31회 실행하여 초반, 중반, 후반의 3개 국면으로

구분하여 회전동작에 대한 신체관절과 분절의 변화를 분석한 결과, 초반에는 부족한 회전력이 나타났고, 중반에는 대체적으로 안정적인 회전을 보이다가 후반에는 체력이 저하되어 회전하는 동안 신체분절이 일정하게 유지되지 않았다고 하였다. 효과적인 연속회전동작을 수행하기 위해서는 지지하는 다리를 플리에하고, 들어올린 다리는 지지하고 있는 다리를 회전축으로 하여 정면에서 측면으로 최대한 뻗어 멀리 이동시켜 토크를 발생시켜야 한다고 하였다. 또한 신체균형을 잡기 위해서는 플리베로 신체중심을 상승시키면서 과세하여 회전축 가까이로 신체분절들을 집중시켜야 회전의 속도를 높일 수 있으며, 푸에테턴을 용이하게 하기 위해서는 위치에너지와 운동에너지의 반복 사용을 조절하는 훈련이 필요하다고 하였다.

Jung(2000)은 “모션캡처 테크놀로지를 활용한 Fouette en tournant의 무용역학적 분석과 3D 멀티미디어 콘텐츠 개발”에서 연속회전동작인 푸에테 앙투루낭을 분석하여 분절내, 분절간, 각도와 타이밍, 지면에 대한 각도를 분석하였으며 연속 회전하는 동안 운동량의 전이는 지면에 있는 다리에서 들어올린 다리로, 다리에서 팔로 오른팔에서 왼팔로 전이 된다고 하였다. 지지다리의 모멘텀 전이에서는 신체중심의 원위분절에서 근위분절로 진행되는 과정을 반복적으로 되풀이하고 양팔의 모멘텀에서는 오른쪽 어깨, 왼쪽 어깨, 오른쪽 팔꿈치, 왼쪽 팔꿈치로 전이되어 회전시 왼팔의 움직임이 강조할 필요가 있다고 보고하였다. 지면에 대한 머리, 어깨, 고관절의 각도를 살펴본 결과, 신체를 신전시켜서 장축과 몸을 일치시켜야 하는 것의 중요성을 강조하였고, 관성모멘트가 줄어드는 순간 머리의 스피어링이 회전 효과를 극대화 시킨다고 하였다.

발레에서 실행하는 푸에테 앙드오르(fouette en dehore)와 푸에테 앙투루낭(fouette en tournant) 동작은 댄스 치어리딩의 푸에테 아라스공드(fouette a la second) 동작과 들어올린 다리의 움직임에 차이가 있다. 발레에서의 푸에테 앙드오르 동작과 푸에테 앙투루낭 동작은 팔과 다리를 굴곡 신전시켜 회전 관성을 크게, 혹은 작게 하기를 반복하는 회전동작으로 여성솔리스트들의 신체 선을 우아하고 예술적으로 표현하는 동작인 반면, 팀 스포츠인 댄스 치어리딩에서의 푸에테 아라스공드 동작은 신체의 회전관성을 높이기 위해 들어올린 다리를 바닥과 수평이 되도록 신전시킨 상태를 유지하여 아래의 발은 플리에와 플리베를 반복하고, 양팔은 굴곡하고 신전하기를 반복하여 빠른 속도로 연속 회전하는 역동적인 동작이다. 댄스 치어리딩의 회전동작 중에서도 균형감각과 근력, 집중력이 최대로 요구되는 회전동작으로 댄스 치어리딩 선수들이 가장 어려워하는 고난도 기술로 손꼽힌다. 댄스 치어리딩 경기에서는 여러명의 선수들이 회전하는 것처럼 보여야 높은 점수를 얻을 수 있으므로 선수들간의 동작을 일치시켜 효과적인 동작을 수행하기 위해서

는 선수들의 개인인 특성과 동작분석이 필요하다. 현재 발레 회전동작에 대한 연구는 활발하게 진행되고 있는데 비하여 댄스 치어리딩의 동작분석 연구는 최근에 시작되고 있는 단계이므로 선수들이 회전수행을 하는데 자료가 매우 부족하다. 따라서 댄스 치어리딩의 기술분석이 절실히 필요한 실정이다.

이에 본 연구는 댄스 치어리딩의 고난도 회전동작 기술인 푸에테 아라스공드 동작을 분석하여 회전동작에서의 운동학적 변인들을 조사하고 선수들의 경기력 향상을 위한 정량적 기초 자료를 제시하는데 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 댄스 치어리딩 국가대표 여자 선수 3명을 대상으로 하였으며, 선수들의 특성은 다음 <Table 1>과 같다.

Table 1. Biographical information of participants

Subjects	Height(cm)	Weight(kg)	Age(yrs.)	Career(yrs.)
A	156	52	29	5
B	162	50	25	3
C	161	52	26	8
<i>M±SD</i>	159.67±2.62	51.33±0.94	26.67±1.70	5.33±2.05

2. 실험 장비 및 절차

본 실험의 3차원 동작분석을 위해 Visol사의 비디오카메라(motion master 60) 6대와, 6대의 카메라를 동조시키기 위해 동조용 타이머(synchronize LED timer)를 각각 양쪽에 한 대씩 설치하였고, 카메라의 촬영속도는 30 frames/sec로 설정하였다. 먼저 피험자들이 오기 전에 공간좌표의 설정을 위해 통제점 틀(1 m × 2 m × 2 m)을 회전동작이 이루어질 범위에 수직으로 설치하고 촬영한 후 제거하였다.

모든 대상자들은 연구의 목적과 절차를 이해하고 실험에 참여할 것을 동의하였고, 인체 분절의 관절 중심점을 쉽게 알아볼 수 있도록 검은색 타이즈를 착용한 후 충분한 스트레칭을 하였다. 스트레칭이 끝난 후 각 분절 별로 세 개의 마커를 부착하여, 하나의 분절을 인식하도록 하는 방식인 Helen-Hayes 방법에 따라 하지의 각 관절 중심점에 19개의 반사마커를 부착하였고, 상지는 각 관절 중심점에 8개의 반사마커를 부착하였다. 각각 3회씩 10회전의 푸에테 아라스공드(fouette a la second)를 실시하였다. 그 중 피험자 모두 회전동작이 안정적으로 이루어진

것으로 판단되는 6회전까지의 자료를 수집하여 동작분석 프로그램인 Kwon3D XP를 이용하여 운동학적 변인들을 계산하였다.

3. 자료처리

통계점의 좌표화는 영상에서 36개의 통제점을 순서대로 좌표화였다. 디지털이징 오차는 0.11 cm 였으며, 전역좌표계 설정은 동작을 수행하는 방향을 Y축, 지면에 대하여 수직 방향을 Z축으로 하였고, 좌우 방향을 X축으로 설정하였다.

본 연구에서 수집된 자료는 Abdel-Aziz와 Karara(1971)의 DLT(direct linear transformation) 방법을 이용하여 3차원 좌표 값을 산출하였다. 3차원 좌표 값 산출 시 발생하는 노이즈(noise)를 제거하기 위하여 Butterworth의 저역통과필터(low-pass filter)로 차단주파수(cut-off frequency)는 6 Hz로 설정하여 스무딩(smoothing)하였다.

4. 분석구간 설정

동작분석을 위해 회전동작을 4개의 이벤트와 3개의 국면으로 세분화하였으며, 자세한 동작의 이벤트는 <Figure 1>과 같다.

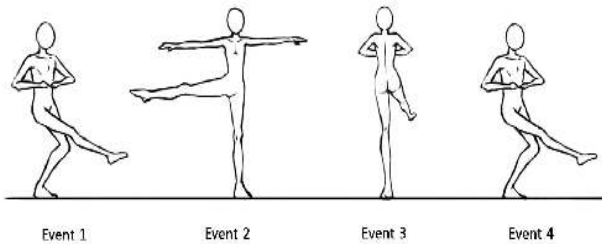


Figure 1. Event definition

1) Event 설정

- Event1(E1) : 플리에 한 시점
- Event2(E2) : 틀르베 하여 양팔을 최대 신전한 시점
- Event3(E3) : 틀르베 하여 양팔을 최대 굴곡한 시점
- Event4(E4) : 원발이 다시 플리에 한 시점

2) Phase 설정

- Phase1(P1) : Event1 - Event2(회전 시작)
- Phase2(P2) : Event2 - Event3(회전 구간)
- Phase3(P3) : Event3 - Event4(회전 준비)

5. 각 정의

- 발 목 각 : 하퇴와 발등이 이루는 상대각도
- 무릎 각 : 대퇴와 하퇴가 이루는 상대각도
- 고관절각 : 상체와 대퇴가 이루는 상대각도

III 결 과

1. 신체중심의 전·후 변화

신체중심의 평균 전·후 위치 변화는 <Table 2>와 같다. E1에서 대상자 A, B, C 각각 평균 0.38 m, 0.33 m, 0.44 m로 나타났다. E2에서 대상자 A와 C는 평균 0.29 m, 0.39 m로 나타나 E1에서 E2로 전환될 때 평균 0.09 m, 0.05 m 앞으로 이동하였지만, 대상자 B는 E2에서 평균 0.44 m로 나타나 E1에서 E2로 전환될 때 0.11 m 뒤로 이동하였다. E3에서 대상자 A, B, C 각각 평균 0.40 m, 0.44 m, 0.50 m로 나타났으며, 대상자 A와 C는 E2에서 E3 전환될 때 평균 0.11 m 뒤로 이동하였지만, 대상자 B는 평균 0.44 m로 신체중심의 전·후 변화가 없었다. E4는 E1과 같은 동작으로 1회전의 E4와 2회전에서의 E1이 동일하다. E4와 E1이 0.06 m, 0.03 m, 0.08 m 차이로 앞으로 이동한 것으로 대상자 B가 가장 적은 변화를 나타냈다.

Table 2. Changes of forward-backward position in COG (unit: m)

Subjects Events	A	B	C
E1	0.38±0.4	0.33±0.2	0.44±0.3
E2	0.29±0.3	0.44±0.1	0.39±0.3
E3	0.40±0.3	0.44±0.1	0.50±0.3
E4	0.32±0.3	0.30±0.1	0.36±0.4

COG : center of gravity

2. 신체중심의 좌·우 변화

신체중심의 평균 좌·우 위치 변화는 <Table 3>과 같다. E1에서 대상자 A, B, C 각각 평균 0.60 m, 0.46 m, 0.81 m로 나타났고, E2는 평균 0.47 m, 0.35 m, 0.69 m로 나타났으며 E1에서 E2로 전환될 때 평균 0.13 m, 0.12 m, 0.12 m로 대상자 모두 우측으로 이동하였다. E3에서 평균 0.49 m, 0.47 m, 0.72 m로 나타났고, E2에서 E3으로 전환될 때 대상자 A와 C는 각각 평균 0.02 m, 0.03 m, 대상자 B가 평균 0.12 m로 좌측으로 신체중심이 크게 이동하였다. E4는 E1과 같은 동작으로 1회전의 E4와 2회전에서의 E1이 동일하다. E4와 E1은 각각 평균 0.02 m, 0.03 m, 0.06 m 차이로 우측으로 이동한 것으로 대상자 C의 변화가 크게 나타났다.

Table 3. Changes of right-left position in COG (unit: m)

Subjects Events	A	B	C
E1	0.60±0.1	0.46±0.2	0.81±0.2
E2	0.47±0.1	0.35±0.1	0.69±0.2
E3	0.49±0.2	0.47±0.1	0.72±0.2
E4	0.58±0.2	0.43±0.1	0.75±0.3

COG : center of gravity

3. 신체중심의 상하 변화

신체중심의 평균 상하 위치 변화를 신장으로 나누어 백분율한 값은 <Table 4>와 같다. E1에서 대상자 A, B, C는 각각 평균 48.83%, 48.97%, 51.24% 나타났고, E2에서 각각 평균 58.70%, 57.82%, 58.28%로 나타나 E1에서 E2로 전환될 때 각각 평균 9.87%, 8.85%, 7.04%로 대상자 A의 신체중심이 가장 높게 상승하였다. E3에서 대상자 A, B, C는 각각 평균 54.78%, 55.04%, 56.42%로 나타나 E2에서 E3으로 전환될 때 각각 평균 3.92%, 2.78%, 1.86% 차이로 대상자 모두 신체중심이 낮아졌다.

Table 4. Changes of vertical position in COG (unit: %)

Subjects Events	A	B	C
E1	48.83±1.43	48.97±0.75	51.24±0.52
E2	58.70±1.10	57.82±0.84	58.28±0.83
E3	54.78±2.24	55.04±1.32	56.42±0.83
E4	48.41±0.57	48.97±0.75	51.24±0.52

COG : center of gravity

4. 오른쪽 고관절 각도

오른쪽 고관절각의 평균 변화는 <Table 5>와 같다. E1에서 대상자 A, B, C 평균 각도가 각각 110.95°, 106.99°, 102.00°로 E2에서 98.43°, 96.51°, 95.52°로 E1에서 E2로 전환될 때 평균 12.52°, 10.48°, 6.48° 차이로 고관절각이 감소하였다. 하지만 E3에서 대상자 A, B, C 각각 평균 125.24°, 133.04°, 120.15°로 나타나 E2에서 E3으로 전환될 때 평균 26.81°, 36.53°, 24.63°로 고관절각이 크게 증가하였고, E4에서 대상자 A, B, C 각각 평균 113.50°, 105.73°, 101.13°으로 E3에서 E4로 전환될 때 평균 11.74°, 27.31°, 19.02°의 차이로 다시 감소하였다. 고관절 각에서 대상자 B의 변화가 다른 대상자들보다 크게 나타났다.

Table 5. Right hip angles (unit: deg)

Subjects Events	A	B	C
E1	110.95±4.54	106.99±6.21	102.00±3.35
E2	98.43±4.23	96.51±3.26	95.52±4.05
E3	125.24±5.86	133.04±5.22	120.15±4.62
E4	113.50±6.00	105.73±7.67	101.13±3.71

5. 왼쪽 발목 각도

왼쪽 발목각의 평균 변화는 <Table 6 >과 같다. 대상자 A, B, C가 E1에서 각각 평균 76.05°, 81.08°, 84.80°로 나타났고, E2에서 각각 평균 125.37°, 121.65°, 123.87°로 나타나 E1에서

Table 6. Left ankle angles (unit: deg)

Subjects Events	A	B	C
E1	76.05±7.09	81.08±3.10	84.80±1.33
E2	125.37±5.66	121.65±5.33	123.87±3.21
E3	119.08±15.22	135.91±10.49	127.27±3.50
E4	75.41±5.59	80.92±3.16	84.62±1.26

E2로 전환될 때 49.32°, 40.57°, 39.07° 신전하였다. E3에서 대상자 각각 평균 119.08°, 135.91°, 127.27°로 E2에서 E3로 전환될 때 대상자 A는 평균 6.29° 발목각이 굴곡하고 대상자 B와 C는 각각 14.26°, 4.00° 신전하였다.

6. 왼쪽 무릎 각도

왼쪽 무릎각의 평균 변화는 <Table 7>과 같다. E1에서 대상자 A, B, C가 각각 평균 133.61°, 141.14°, 153.99°로 나타나 대상자 A가 크게 굴곡하였고, E2에서 대상자 A, B, C는 각각 평균 170.50°, 172.94°, 175.75°로 나타났으며, E1에서 E2로 전환될 때 평균 36.89°, 31.35°, 21.76°로 나타나 대상자 A의 무릎각이 크게 신전 하였다. 하지만 E3에서 대상자 A, B, C는 각각 평균 154.6°, 171.54°, 172.96°으로 나타나 대상자 A는 평균 15.9°, B는 1.40°, C는 2.79°로 대상자 A가 크게 굴곡 하였다.

Table 7. Left knee angles (unit: deg)

Subjects Events	A	B	C
E1	133.61±6.02	141.41±3.20	153.99±3.88
E2	170.50±3.86	172.94±4.63	175.75±2.00
E3	154.6±12.76	171.54±3.94	172.96±2.54
E4	135.28±10.04	141.63±2.83	155.63±5.16

7. 오른발 끝(toe) 속도

오른발 끝 평균 속도의 변화는 <Table 8>과 같다. 대상자 A, B, C는 P1와 P3에서 큰 차이 없이 속도를 유지하였지만, P2에서 각각 평균 4.99 m/s, 4.00 m/s, 4.90 m/s로 P1보다 각각 평균 1.99 m/s, 3.32 m/s, 1.68 m/s 차이로, P3보다 1.89 m/s, 3.14 m/s, 2.11 m/s 차이로 낮아진 것으로 일정한 속도를 유지하지 못하였다.

Table 8. Velocity of right toe (unit: m/s)

Subjects Phases	A	B	C
P1	6.98±0.35	7.32±0.34	6.61±0.40
P2	4.99±0.37	4.00±0.43	4.93±0.51
P3	6.88±0.60	7.14±0.38	7.04±0.54

8. 오른발 끝(toe) 위치 변화

오른발 끝 평균 위치 변화는 <Table 9>와 같고, 오른발 끝 위치 변화의 궤적은 <Figure 2, 3, 4>와 같다.

Table 9. Changes in the position of the right toe (unit: m)

Subjects Phases	A	B	C
P1-X	-1.29±0.21	-1.01±0.25	-1.04±0.08
P1-Y	1.27±0.25	1.19±0.10	-0.10±0.23
P2-X	0.75±0.35	1.36±0.15	0.46±0.32
P2-Y	1.27±0.25	-0.04±0.13	1.34±0.43
P3-X	0.54±0.24	-0.14±0.23	0.57±0.15
P3-Y	-0.96±0.23	-1.19±0.14	-1.10±0.10

X-change of right-left position
Y-change of forward-backward position

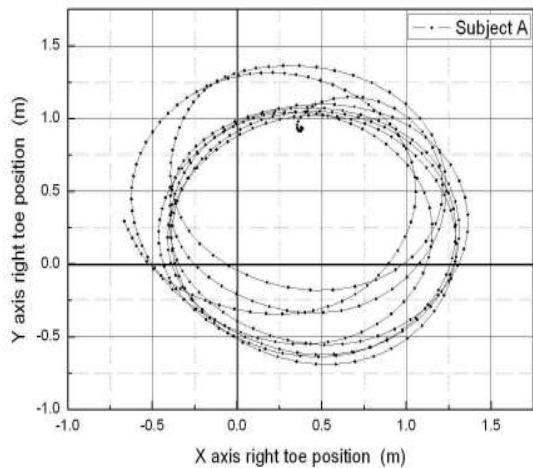


Figure 2. Changes in the position of the right toe(Subject A)

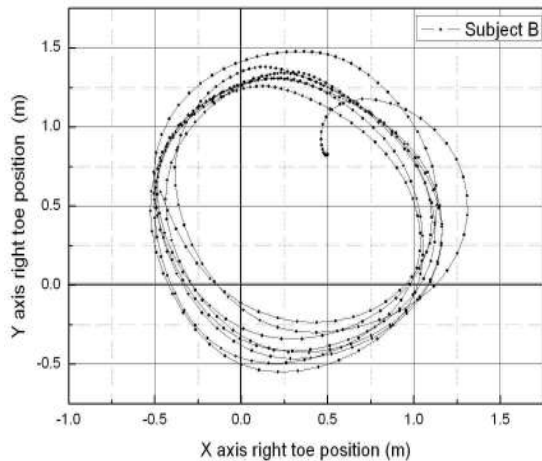


Figure 3. Changes in the position of the right toe(Subject B)

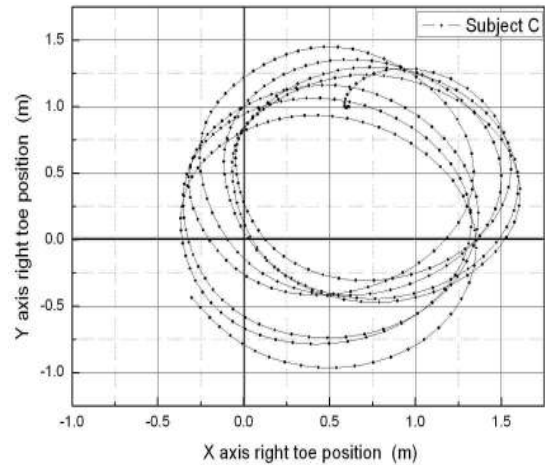


Figure 4. Changes in the position of the right toe(Subject C)

대상자 A, B, C가 P1에서 각각 평균 1.29 m, 1.01 m, 1.04 m 우측으로 이동하는 동시에 대상자 A와 C는 0.35 m, 0.10 m 앞으로 이동하였지만 대상자 B는 1.19 m 뒤쪽으로 이동하였다. 대상자 A, B, C는 P2에서 각각 평균 0.75 m, 1.36 m, 0.46 m로 좌측으로 이동하였고 동시에 대상자 A와 C는 1.27 m, 1.34 m 뒤로 이동하였지만 대상자 B는 0.04 m 앞으로 이동하였다. 대상자 A, B는 P3에서 0.54 m, 0.57 m 좌측으로 이동하는 동시에 0.96 m, 1.10 m 앞으로 이동하였지만 대상자 B는 0.14 m 우측으로 이동하는 동시에 1.19 m 앞으로 이동하여 오른발 끝의 변화에서 대상자 A와 C는 동일하게 변화하였지만 대상자 B는 차이를 보였다.

IV. 논 의

신체중심 전후 변화는 틀르베 동작에서 팔꿈치를 최대로 신전할 때 대상자 A와 C는 평균 0.09 m, 0.05 m 앞으로 이동하였고, 대상자 B는 0.11 m 뒤로 이동하였다. 회전하는 구간에서 대상자 A와 C는 평균 0.11 m 뒤쪽으로 이동하였지만 대상자 B는 일정한 상태를 유지하였다. Kim과 Choi(2001)는 발레전공자 6명을 대상으로 배루엣 양 디올의 지면에 대한 몸통의 기울기가 플리에 동작 후 틀르베 동작에서 앞으로 이동하였고, 틀르베 동작으로 회전이 진행되면서 신체중심이 뒤로 이동한 것으로 나타나 대상자 A와 C와 동일한 결과를 나타냈다. 대상자 A와 C는 팔꿈치를 최대로 굴곡하면서 앞으로 이동한 신체중심을 수직축에 가깝게 다시 뒤로 이동한 것으로 사료되고, 플리에 동작에서 신체중심의 변화가 각각 평균 0.06 m, 0.08 m로 크게 나타나 안정적이지 못한 신체중심을 보였다. 대상자 B는 신체중심이 뒤로 향한 상태로 회전하였고, 플리에 동작에서 신체중심

의 변화가 평균 0.03 m로 가장 적게 나타나 안정적으로 제자리에서 회전한 것으로 사료된다(Figure 3).

신체중심 좌우 변화에서 틀르베 동작에서 팔꿈치가 최대로 신전할 때 대상자 A, B, C 모두 각각 평균 0.13 m, 0.12 m, 0.12 m로 신체중심이 오른쪽으로 이동하였다. 그 이유는 플리에 동작에서 오른다리를 왼쪽으로 뻗었다가 틀르베 동작을 하는 동시에 오른다리와 오른팔을 운동진행 방향으로 보내며 회전력을 일으키게 되는데 이때 신체중심이 이동한 것으로 사료된다. 틀르베 동작에서 팔꿈치를 최대한 굴곡하였을 때 대상자 A, B, C 모두 각각 평균 0.02 m, 0.12 m, 0.03 m 좌측으로 이동하여 대상자 B의 이동변화가 크게 나타났다. 이는 대상자 B의 고관절각이 커지면서 뻗었던 다리가 내려오는 동시에 지지하던 다리 쪽으로 신체중심이 크게 이동하였기 때문으로 사료되며, 회전에서 수행하는 모든 플리에 동작에서 대상자 A, B, C 모두 각각 평균 0.02 m, 0.03 m, 0.06 m 차이로 우측으로 이동한 것으로 대상자 C의 변화가 크게 나타나 제자리에서 안정적인 회전을 수행하지 못한 것으로 사료된다(Figure 4).

Kim, Lee와 Lee(2001)의 ‘발레 빠루엣 앙드올 동작의 운동학적 분석’에서 이상적인 회전동작은 발끝을 지면에 밀착하고 중심을 높게 유지 하는 것이 가장 중요한 요인이라고 하였고, 또한 Suh(1992)는 무용수가 회전동작에서 실수를 하는 대부분의 이유는 틀르베 동작에서 정확하게 중심을 수직으로 끌어올리지 못하였기 때문이며 그만큼 틀르베 동작에서 신체중심을 높게 끌어올려 회전해야 한다고 강조하였다. 신체중심의 상하 변화에서 틀르베 동작에서 팔꿈치가 최대로 신전할 때 대상자 A, B, C 각각 평균 58.70%, 57.82%, 58.28%로 나타나 대상자들 모두 신체중심이 높게 상승하였다. 틀르베 동작에서 팔꿈치가 최대로 굴곡할 때 대상자 A, B, C 각각 평균 54.78%, 55.04%, 56.42%로 나타난 것으로 회전하는 구간에서 평균 3.92%, 2.78%, 1.86%의 차이를 보이며 신체중심이 낮아졌다. 특히 대상자 A의 신체중심이 가장 낮아진 것은 회전하는 구간에서 무릎각이 굴곡하면서 완전한 틀르베 동작이 이루어지지 않았기 때문이라 사료된다.

Yoo, et al.(1999)은 푸에떼 앙뚜르낭 앙 드오르 동작 연구에서 아라스공드 동작을 유지하는 것은 근력과 발란스의 능력이 필히 요구되는 고난도 기술이라 하였다. 푸에떼 아라스공드 동작은 아라스공드를 유지한 채 틀르베와 플리에를 반복하여 회전해야한다. 대상자 A, B, C 모두 팔꿈치를 최대한 신전시켜 틀르베 동작을 할 때 오른쪽 고관절각이 각각 평균 98.43°, 96.51°, 95.52°로 나타났고, 팔꿈치를 최대한 굴곡시켜 회전하는 구간에서 각각 평균 26.81°, 36.53°, 24.63°의 차이로 고관절각이 증가하여 아라스공드를 유지하지 못하였다. 플리에 동작에서 대상자 A, B, C 각각 평균 113.50°, 105.73°, 101.13°으로 틀르베에서 팔꿈치가 최대한 굴곡했을 때의 오른쪽 고관

절각 보다 대상자 A, B, C 각각 평균 11.74°, 27.31°, 19.02°의 차이로 다시 감소하였다. 플리에 동작에서 고관절각이 가장 작았을 것이라는 예상과 달리 틀르베 동작에서 고관절각이 가장 작은 것으로 나타나 예상과 상반된 결과가 나타났다. 그 이유는 플리에 동작 후에 틀르베 동작으로 신체중심이 수직 상승함과 동시에 들어올린 다리 또한 높아진 것으로 사료된다. Suh(2010)는 푸에떼 앙드오르 동작의 운동학적 연구에서 오른쪽 고관절각의 변화가 작아야 안정적이고 지속적인 연속회전이 용이하다고 하였다. 하지만 대상자들 모두 고관절각의 변화가 크게 나타난 것으로 이상적인 푸에떼 아라스공드 회전이 이루어지지 않았으며 특히 대상자 B의 변화가 가장 크게 나타났다.

플리에 동작에서 왼쪽 발목각과 무릎각은 대상자 A가 각각 평균 76.05°, 133.61°로 나타났고, 대상자 B는 각각 평균 81.08°, 141.41°로 대상자 C는 각각 평균 84.80°, 153.99°로 나타났다. 대상자 A는 플리에 동작에서 크게 굴곡 하였고, 대상자 C는 플리에 동작에서 작게 굴곡 하였다. 틀르베 동작에서 팔꿈치가 최대로 신전했을 때 대상자 A는 각각 평균 125.37°, 170.50°로 대상자 B는 각각 평균 121.65°, 172.94°, 대상자 C는 각각 평균 123.87°, 175.75°로 나타났다. 플리에 동작에서 틀르베 동작으로 회전이 시작될 때 대상자 A는 각각 평균 49.32°, 36.89° 차이로 각이 크게 증가하였지만 완전한 틀르베 동작을 수행하지 못하였다. 팔꿈치가 최소로 굴곡하며 회전하는 구간에서 대상자 A는 평균 각각 6.29°, 15.90° 차이로 크게 굴곡하였고, 대상자 B는 평균 14.26°, 대상자 C는 3.40° 차이로 발목이 신전하였고 무릎은 큰 변화가 나타나지 않았다. 특히 대상자 B의 발목이 크게 신전한 것은 회전 하면서 몸이 상승하면서 발끝으로 유지하는 발란스 능력이 상대적으로 좋다고 사료된다. Yoo와 Park(2003)는 플리에 동작에서 무릎을 크게 굴곡 시키면 신체중심이 지나치게 낮아지기 때문에 완전한 틀르베 동작을 하는데 저해요소가 된다고 하였으며, 반면에 플리에 동작에서 무릎을 작게 굴곡 한다면 발바닥으로 지면을 밀어내는 힘이 줄어들어 틀르베 동작을 할 때 저해 요소가 된다고 하였다. 또한 회전을 유지하기 위해서는 틀르베 동작에서 지지다리의 발목각과 무릎각이 최대로 신전한 상태를 유지해야 하는데 그러기 위해서는 슬관절의 신전이 중요하므로 대퇴 사두근의 근력을 향상시켜 신체중심을 지지하고 유지할 수 있는 강한 하지의 근력과 함께 최대한 신전시킬 수 있는 유연성이 요구된다고 하였다. 선행연구와 마찬가지로 대상자 A는 플리에 동작에서 크게 굴곡하여 틀르베 동작에서 완전하게 신전하지 못하였으며, 대상자 C는 플리에 동작에서 작게 굴곡하여 틀르베 동작에서 크게 신전 하였지만 발란스를 유지하지 못한 것으로 사료된다.

오른발 끝 속도에서 모든 대상자들이 지지다리인 왼발 발바

닥이 지면을 밀어면서 틀르베하는 동시에 오른발을 운동진행 방향으로 뻗어냄으로서 회전력을 얻게 되어 대상자 A, B, C 각각 평균 6.98 m/s, 7.32 m/s, 6.61 m/s 속도가 높아졌다. 이 결과는 Bark(2005)의 그랑 푸에떼 틀르베 앙뚜르낭의 운동학적 분석에서 플리에에서 틀르베 동작을 할 때 들어 올린 다리의 속도가 빠르게 나타 난 것은 신체 중심을 빠르고 높게 유지하기 위한 것이라는 결과와 같은 이유라 사료된다. 팔꿈치를 굴곡하면서 회전할 때 평균 4.99 m/s, 4.00 m/s, 4.90 m/s로 발끝의 속도가 낮아졌다. 다시 플리에 동작에서 신체균형의 안정감을 얻어 평균 6.88 m/s, 7.14 m/s, 7.04 m/s로 속도가 높아진 것으로 일정한 속도를 유지하지 못하였다. Cho(1996)는 회전할 때 팔을 운동 방향으로 보내고 추가적인 회전력을 얻기 위해 반대 팔도 회전하는 방향으로 빠르게 접어야 한다고 하였다. 대상자들 모두 회전구간에서 왼팔의 움직임을 빠르게 굴곡 시킨다면 낮아진 속도를 증가시키고 일정한 속도로 회전할 수 있는데 용이할 것이라 사료된다.

<Figure 2, 4>에서 오른쪽 발끝의 궤적의 결과를 살펴보면 대상자 A와 C는 신체중심 전·후 변화에서 큰 차이를 보여 제자리에서 회전하지 못하였지만, 서로 같은 패턴의 원형이 나타났다. <Figure 3>에서 대상자 B는 제자리에서 회전하였지만 대상자 A와 C와는 다른 패턴의 타원형이 나타났다. 그 이유는 대상자 A와 C는 틀르베에서 팔꿈치를 최대한 신전했을 때 상체가 정면을 바라보다가 회전이 시작되고 뒤를 바라보며 다시 플리에 동작에서 왼쪽 측면으로 향했다. 하지만, 대상자 B의 경우는 회전을 유지하는 구간에서 틀르베 동작을 지나치게 길게 유지하여 플리에 동작에서 측면이 아닌 정면으로 향했기 때문에 오른발의 궤적이 다른 형태로 변화되어 나타난 것으로 사료 된다.

댄스치어리딩의 푸에떼 아라스공드 회전동작의 분석 결과, 대상자 A는 지나치게 플리에 동작을 하여 틀르베 동작에서 지지다리를 완전하게 신전하지 못하였고, 지지다리 발끝의 이동 변화가 크게 나타난 것으로 한자리에서 회전할 수 있도록 발란스 능력을 향상시키는 훈련이 필요하다고 사료된다. 대상자 B는 안정적인 신체중심을 유지하며 틀르베 하였지만 고관절각의 변화가 가장 크게 나타나 아라스공드를 유지하지 못하였다. 또한 틀르베 동작에서 플리에 할 때 동작을 길게 유지하여 회전이 진행됨에 따라 회전하는 방법이 다른 대상자들과 차이가 있었으므로 틀르베 동작에서 플리에 동작으로 빠르게 이동해야 할 것이라 사료된다.

대상자 C는 플리에 동작에서 지지다리 각도가 크게 나타났고 틀르베 동작에서 지지하는 다리를 신전시켜 틀르베 하였지만 발끝의 이동 변화가 크게 나타났다.

대상자 C는 플리에 동작을 할 때 지지다리의 각도를 감소시켜 충분히 지면을 밀어내고 틀르베하여 안정적으로 한자리에서 회전 할 수 있도록 훈련해야하며, 대상자 A, B, C 모두 회전에

서의 일정한 속도를 유지시키기 위해서는 왼팔의 빠른 움직임이 요구된다.

V. 결 론

팁 스포츠인 댄스치어리딩 국가대표 선수들의 회전 기술인 푸에떼 아라스공드(fouette a la second)동작을 분석한 연구의 결과는 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 대상자 A는 틀르베 동작을 정확하게 수행하지 못하여 신체 중심이 불안정하였으며 한 지점에서 회전이 이루어지지 않았다. 따라서 발란스 능력을 향상시키는 훈련이 필요하다.
2. 대상자 B는 한 지점에서 회전하였지만 고관절의 각이 크게 증가하여 정확한 아라스공드 동작이 이루어지지 않았고, 오른쪽 발끝의 위치 변화는 타원형으로 회전하여 다른 선수들과 회전기술의 차이를 보였다. 따라서 근력과 유연성을 향상시키는 훈련과 틀르베 동작에서 플리에 동작으로 빠른 이동이 필요하다.
3. 대상자 C는 플리에 동작이 정확하게 이루어지지 않아 한 지점에서 신체가 회전하지 못하였으므로 플리에 동작에서 무릎각을 감소시켜야 한다.

댄스치어리딩에서 단체로 실시하는 회전동작은 선수들 모두 큰 차이 없이 일정하게 실시되어졌던 것처럼 보였었지만 이 연구를 통해 선수들 마다 회전동작에서 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 그 이유는 단체로 실시했을 때 선수들이 서로의 회전을 감지하면서 맞춰가며 동작을 수행하였기 때문이다. 따라서 다음 연구에서는 단체로 회전동작을 실시했을 때와 개인이 실시했을 때를 비교 하거나 폼(pom)을 들고 회전할 때와 들지 않고 회전할 때의 동작을 분석하여 치어리딩의 기술동작에 대한 다양한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- Abdel-Aziz, Y. I., & Karaha, H. M.(1971). *Direct linear transformation from comparator coordinates in object-space coordinates in close photogrammetry*. Proceedings of the ASP Symposium on Close-Range photogrammetry. Urbana: University of Illinois.
- Bark, Y. S.(2005). Analysis of kinematics in grand fouette releve en tournant. *Korea Sport Research*, 16(4), 47-56.
- Cho, S. M.(1996). *Ballet vocabulary dictionary*. Korea : DeaKwang

House.

- Gray, Felicity.(1957). *Ballet for Beginners*. London : Phoenix House.
- Jung, H. J.(2000). *Dance biomechanical nalysis on fouete en tournant and development of 3D multimedia contents by using motion capture technology*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Ewha Womans University.
- Kim, E. H., Lee, G. B., & Lee, K. C.(2001). Analysis of the ballet pirouette en de hors according to the number of turn. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 11(2), 217-230.
- Kim, H. J.(2005). *The movement of port de bras for precise pirouettes*. Unpublished Master's Thesis, Busan National University.
- Kim, Y. E., & Choi, K. H.(2000). A anylsis of the ground reaction force of a rotational movement in dance. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 10(1), 259-269.
- Kim, Y. L., & Chio, S. L.(2001). Three dimensional anatomical angular movement of pirouette en de hors. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 10(2), 99-113.
- Park, Y. S., & Lim, Y. T.(2007). The effect of upper extremity usage and length of training to the function of dance turn. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 17(1), 175-184.
- Shields, B. J., & Smith, G. A.(2009). The potential for brain injury on selected surfaces used by cheerleaders. *Journal of Athletic Training*, 44(6), 595-602.
- Shields, B. J., Fernandez, S. A., & Smith, G. A.(2009). Epidemiology of cheerleading stunt-related injuries in the united stateses. *Journal of Athletic Training*, 44(6), 578-85.
- Song, I. A.(1999). A dance-biomechanical analysis of aesthetic characteristics of turn-out vertical jump in ballet. *The Korea Dance Education Society*, 10(1), 129-151.
- Suh, C. Y.(1992). *Dance kinesiology*. Korea : KumKwang House.
- Suh, S. H.(2010). *Kinematic analysis of fouette en de hors in ballet*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Han Yang University.
- Yoo, B. J., Park, K. S., Lim, K. C., & Park, J. J.(1999). Kinematic analysis of fouette en tournant en de hors in ballet. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 9(1), 87-102.
- Yoo, M. S., & Park, Y. M.(2003). Biomechanical analysis on the pique balance of the leg segment in ballet. *The Korean Journal of Physical Education*, 42(1), 509-524.