

석사학위논문

에이샤빠 쏘떼 동작의 숙련군과
미숙련군간의 운동학적 비교분석



제주대학교 대학원

체 육 학 과

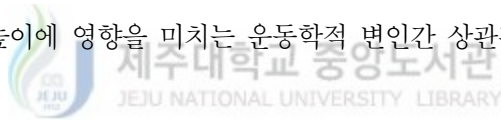
이 지 연

2006년 2월

<목 차>

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구 목적	2
3. 연구 문제	2
4. 용어의 정의	3
II. 이론적 배경	6
1. 발레의 형성과 쏘떼	6
2. 무용동작의 운동역학적 선행연구	9
III. 연구방법	11
1. 연구 대상	11
2. 실험 및 분석장비	11
3. 실험절차	12
4. 좌표화 및 자료산출	14
5. 연구변인 산출	17
6. 분석국면	19
7. 자료처리	20
IV. 연구결과	21
1. 시간변인	21
2. 선운동변인	23
3. 각운동변인	32

4. 신체중심높이에 영향을 미치는 운동학적 변인간 상관관계	42
V. 논의	44
1. 시간변인	44
2. 선운동변인	45
3. 각운동변인	47
4. 신체중심높이에 영향을 미치는 변인간 상관관계	50
VI. 결론	52
1. 시간변인	52
2. 선운동변인	52
3. 각운동변인	53
4. 신체중심높이에 영향을 미치는 운동학적 변인간 상관관계	54
VII. 참고문헌	55
ABSTRACT	57



<표 차례>

<표 1> 피험자의 특성	11
<표 2> 평균 소요시간	22
<표 3> 각 방향(X, Y, Z)에서 신체 중심의 변위	24
<표 4> 수직방향(Z)에서 평균 신체 중심의 속도	27
<표 5> 수직방향(Z)에서 하지분절의 평균 속도	30
<표 6> 동체의 전후 및 좌우경각의 평균 벡터값	33
<표 7> 하지관절의 상대각도	37
<표 8> 하지관절의 각속도	40
<표 9> 신체중심높이에 영향을 미치는 운동학적 변인간 상관관계	43

<그림 차례>

<그림 1> 발의 다섯가지 포지션	5
<그림 2> 실험장면	13
<그림 3> 인체관절 중심점의 좌표화	15
<그림 4> 국면의 설정	19
<그림 5> 숙련군의 각 방향(X, Y, Z)에서 신체 중심의 변위	25
<그림 6> 미숙련군의 각 방향(X, Y, Z)에서 신체 중심 변위	25
<그림 7> 수직방향(Z)에서 신체 중심 속도	28
<그림 8> 숙련군의 수직방향(Z)에서 하지 분절의 평균 속도	31
<그림 9> 미숙련군의 수직방향(Z)에서 하지 분절의 평균 속도	31
<그림 10> 숙련군의 동체의 전후 및 좌우경각의 평균 벡터값	34
<그림 11> 미숙련군의 동체의 전후 및 좌우경각의 평균 벡터값	34
<그림 12> 숙련군의 하지관절의 평균 각변위	38
<그림 13> 미숙련군의 하지관절의 평균 각변위	38
<그림 14> 숙련군의 하지관절의 각속도	41
<그림 15> 미숙련군의 하지관절의 각속도	41

<국문초록>

에이샤빠 쏘떼 동작의 숙련군과 미숙련군간의 운동학적 비교분석

이 지 연

제주대학교 대학원



제주대학교 체육학과 양도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

지도교수: 류 재 청

본 연구는 숙련군과 미숙련군 간의 에이샤빠 쏘떼(echappe saute) 동작시 운동학적 분석을 통해 운동학적 변인과 그 방법을 규명하여 효율적인 연습방법을 모색하기 위해서이다.

이 목적을 달성하기 위해 참여한 피험자는 발레경력 5년 이상의 무용학과 전공자 3명과 발레경력 3개월 미만의 일반인을 대상으로 실시하였다. 동작분석의 접근은 3차원 영상분석을 실시하였으며, 3차원 좌표와 연구변인의 산출은 KWON3D Ver. 3.1프로그램을 이용하였다. 인체측정 매개변수(Body

Segment Parameter) 모델은 Plagenhoef(1983)의 모델을 이용하였다.

분석내용은 소요시간 변인, 신체중심변위(x,y,z) 및 신체중심속도, 하지분절의 속도, 동체의 전후 및 좌우경각, 하지관절의 상대각도와 각속도 및 신체중심높이에 영향을 미치는 변인간의 상관관계를 분석하였다.

1. 시간변인

숙련군과 미숙련군 간의 에이샤빠 쏘때 동작의 국면별 및 전체 소요시간에서 숙련군이 미숙련군 보다 전체소요시간에서 평균 .183초 더 소요한 것으로 나타났으며, $p < .05$ ($t = 1.819$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

2. 선운동변인

1) 이벤트별 신체중심의 변위

두 집단의 에이샤빠 쏘때 동작에서 가장 큰 변위의 값을 보인 이벤트3에서 숙련군이 미숙련군보다 평균 6.55cm 더 큰 변위를 보였으며, 이벤트4에선 숙련군이 미숙련군보다 신체중심 높이를 6.72cm 더 낮추며, $p < .01$ ($t = -4.507$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 두 번째로 큰 값을 보인 이벤트5에서도 숙련군이 미숙련군보다 평균 6.7cm 더 큰 변위의 값을 보였으며, 이벤트6에서 숙련군이 미숙련군보다 신체중심을 5.9cm 더 낮추며, $p < .01$ ($t = -4.263$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

2) 국면별 수직신체중심의 속도

점프국면인 제 2국면에서 신체중심의 속도는 숙련군이 미숙련군보다 평균 12.46cm/s 더 큰 값을 보여, $p < .05$ ($t = 0.497$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 제2점프인 제4국면에서 마찬가지로 숙련군이 미숙련군보다 평균 40.07cm/s 더 큰 값을 보여, 역시 $p < .05$ ($t = 1.833$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

3) 수직방향(Z)에서 하지분절의 국면별 평균 속도

두 집단의 착지국면에서 대퇴의 경우 $p < .05$ ($t = 5.771$)로 숙련군의 경우가 큰 속도의 값

을 보였고, 발의 경우 $p < .001$ ($t = -0.374$), 하퇴의 경우 $p < .01$ ($t = -3.608$)로 숙련군이 미숙련군보다 더 큰 속도의 값을 보이며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

3. 각운동 변인

1) 동체의 전후 및 좌우경각

숙련군과 미숙련군과의 동체의 전후경각과 좌우경각을 비교하면 제1국면에서 동체의 좌우경각은 미숙련군이 숙련군 보다 평균 0.68도 더 오른쪽으로 기울기를 보이며 $p < .01$ ($t = -.688$) 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제2국면에서는 좌우경각은 평균 2.55도 더 기울기를 보이며 $p < .001$ ($t = -1.814$) 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제3국면에서는 좌우경각에서 미숙련군이 $p < .05$ ($t = -2.588$)로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제4국면에서는 미숙련군이 좌우경각에서 평균 2.18도 오른쪽으로 더 기울기를 보이면 $p < .001$ ($t = -1.473$) 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

2) 하지관절의 상대각도(고관절, 무릎관절, 발목관절)

이벤트2의 고관절에서 숙련군이 미숙련군보다 평균 10.22도 더 굴곡하며, $p < .05$ ($t = -.909$)에서 통계적으로 유의하였다. 이벤트6의 고관절에서도 숙련군이 미숙련군보다 더 굴곡하며, $p < .05$ ($t = -1.244$)에서 통계적으로 유의한 수준을 보였다. 하지 최고 점프 동작인 이벤트5에서 무릎은 숙련군이 미숙련군보다 평균 2.74도 더 신전된 자세를 보였으며, 고관절의 경우는 2.19도 발목의 경우는 4.2도 더 신전된 양상을 보였다.

3) 하지관절의 각속도 (고관절, 무릎관절, 발목관절)

제2국면에서 고관절의 경우 숙련군이 미숙련군 보다 평균 56.46도의 큰 속도의 값을 보이며 $p < .01$ ($t = 1.771$) 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제3국면에서 무릎은 숙련군이 미숙련군보다 평균 88.46도의 큰 속도의 값을 보이며, $p < .01$ ($t = -1.774$) 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 고관절의 경우도 숙련군이 미숙련군보다 76.20도의 값을 보이며, $p < .001$ ($t = -1,894$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제4국면의 무릎에서 숙련군이 미숙련군보다 28.37도의 큰

속도의 값을 보이며, $p < .05$ ($t = .505$) 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

4. 신체중심높이에 영향을 미치는 운동학적 변인간의 상관관계

점프시 대퇴와 발의 속도를 빠르게 하고, 제1점프시 무릎과 발목관절을 많이 굴곡해주며, 제2점프시에도 무릎관절을 많이 굴곡해주는 것이 신체중심높이에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 제1점프시 고관절, 무릎관절, 발목관절의 각속도와 제2점프에서는 고관절과 발목관절의 각속도를 빠르게 해주는 것이 신체중심높이에 바람직한 영향을 미쳤다.

I. 서론

1. 연구의 필요성

무용은 우리 인간의 가장 원초적인 감정에 그 뿌리를 두고 있다. 이런 감정들은 세속적이든 종교적이든 간에 일련의 문명화 과정을 겪으면서 발레라는 예술적 형식으로 표현되어 왔다. 발레(ballet)라는 단어는 이탈리아로 춤춘다는 뜻인 발라레(ballare)로부터 유래했다. 혹은 같은 뜻을 지닌 이태리어 발로(ballo)의 지소명사 발레티(balletti)에서 유래했다. 발레는 13세기 경에 왕족과 귀족들의 오락을 위해 사교춤으로 개발된 춤이다. 그런데 이 발레가 러시아로 넘어가면서 화려하고 스펙터클한 무대예술로 꽃피게 되었다

1661년은 발레역사에 중요한 해이다. 파리오페라극장의 안무가 피에르 보상(Pierre Beauchamps)에 의해 클래식 발레의 기초가 되는 ‘발의 다섯가지 포지션’과 ‘발의 12가지 포지션’이 창안되었고, 동시에 도약, 회전, 공중회전 등의 발레기교가 등장·발전하였다(문애령, 1995).

발레의 다양한 기술동작 중 하나인 점프는 무용에 있어서 다양한 표현을 위해 많이 수행되는 동작이며 강한 힘의 이미지와 위로 치솟는 박력을 표출한다. 에이사빠 쏘떼 동작은 발레의 점프 동작 중 가장 많이 쓰이는 동작 중에 하나이다. 이 동작은 두발로 도약하여 두발로 착지하는 기본적인 점프이며 발의 다섯가지 포지션 중 1번 포지션과 2번 포지션이 함께 쓰이는 점프이다.

점프와 관련된 무용연구 중에서 송인아(1999)의 경우 발레 전공자를 대상으로 Turn-out 수직점프의 운동학적 분석을 하였고, 김기화(1992)의 경우 강령탈춤 이수자인 숙련자와 탈춤경력 6개월 미만인 비숙련자를 대상으로 점프를 요구하는 겹사위, 앉아 여닫기의 운동학적 분석을 하였으며, Shurr(1949)는 그랑췌떼(grand jete)동작의 효율적인 자세에 관한 운동학적 분석과 이정은(1991)은 현대무용 Leap동작에서의 운동학적 변인들을 비교하여 효율적인 Leap동작을 분석하였다.

이와 같이 운동학적 연구법을 사용하여 점프동작의 향상을 꾀하려는 선행연구들이 있었지만 에이샤빠 쏘떼 동작의 경우는 1번 포지션의 점프와 2번 포지션의 점프가 연결되어 있는 동작으로서 현재까지의 무용운동역학적 연구에서 두가지 동작이 연결되어진 동작에 관한 연구가 없는 실정이다. 때문에 대부분 전공자들이 자신의 기량을 발전시키거나 지도에 있어서 많은 어려움이 있다.

발레는 한국무용이나 현대무용과 달리 수학적인 조형미와 엄격한 규칙에 따라 정확하게 해야 하는 특성이 있다. 따라서 동작 시행 시 올바른 동작의 수행이 필수적이다.

따라서 본 연구는 발레의 점프동작 중에 하나인 에이샤빠 쏘떼 동작을 운동학적 분석을 통해 동작의 정확성을 효율적으로 습득·지도 할 수 있는 과학적인 기초 자료를 제시하는데 있다.

2. 연구 목적



본 연구의 목적은 에이샤빠 쏘떼 동작에 있어 숙련군과 미숙련군 간의 운동학적 변인들을 비교·분석하여 효율적이고 정확한 에이샤빠 쏘떼 동작을 규명하는데 있다. 이를 위해 본 연구에서 분석할 연구문제는 다음과 같다.

3. 연구문제

본 연구 목적을 위하여 에이샤빠 쏘떼 동작에서 숙련군과 미숙련군간의 시간변인, 선운동학적 변인 및 각운동학적 변인을 추출 및 분석하여 다음과 같은 문제점을 해결한다.

1) 시간변인

국면별(제1국면, 제2국면, 제3국면, 제4국면, 제5국면, 제6국면) 소요시간을 분석한다.

2) 선운동학적 변인

- ① 이벤트별 각 방향 신체중심의 변위(X,Y,Z)의 변화양상을 분석한다.
- ② 국면별 신체중심의 평균속도(Z)의 변화양상을 분석한다.
- ③ 국면별 수직방향(Z)에서 하지분절의 평균 속도의 변화양상을 분석한다.

3) 각운동학적 변인

- ① 국면별 동체의 전후·좌우경각의 변화양상을 분석한다.
- ② 이벤트별 하지관절의 상대각도 변화양상을 분석한다. (고관절, 무릎관절, 발목관절)
- ③ 국면별 하지관절의 평균 각속도의 변화양상을 분석한다. (고관절, 무릎관절, 발목관절)



4) 1),2),3)의 규명으로 신체중심 높이에 영향을 미치는 변인간의 상관관계를 규명한다.

5) 1),2),3),4)의 규명으로 에이샤빠 쏘떼 동작의 숙련자와 미숙련자간의 운동학적 변인의 차이를 규명하고, 동작의 정확성에 미치는 효율적인 방법을 제시한다.

4. 용어의 정의

1) 에이샤빠 쏘떼 (Echappe saute)

발의 1번 포지션에서 드미 뽀리에를 한 후 점프하여 공중에서 2번 포지션으로 오픈하고, 착지하자마자 다시 도약하여 1번 포지션으로 착지하는 스텝

2) 정확한 에이샤빠 쏘떼 동작

- ① 머리는 얼굴을 앞으로 향한 자세로 있어야 하며 좌우, 앞뒤로 흔들림이 없어야 한다.
- ② 상체의 좌우, 앞뒤의 흔들림이 없어야 한다.
- ③ 1,3,5 국면에서는 발바닥 전체가 완전히 바닥에 접지하고 있어야 한다.
- ④ 2,4 국면에서는 발이 완전히 포인트 되어야 한다.
- ⑤ 2,4 국면에서는 발목, 무릎, 고관절이 완전히 신전되어야 한다.
- ⑥ 높이 점프해야 한다.
- ⑦ 팔은 앙 바(en bas) 자세로 있어야 한다.

3) 발의 다섯가지 포지션

제1번(The First position) : 무릎이 아웃 턴(밖으로 돌린 상태)되고 두 다리는 꼭 붙어있어야 한다. 발끝의 각도는 180도. 뒷꿈치가 지면에서 떨어지지 않도록 주의한다.

제2번(The Second position) : 무릎이 바깥쪽을 향하고 아웃 턴 된 상태. 양쪽발 뒷꿈치의 거리가 12인치로 벌어진 상태에서 발끝의 각도는 180도. 두 발이 나란히 위치한다.

제3번(The Third position) : 무릎과 발이 아웃 턴 상태에서 앞발 뒷꿈치가 뒷발 중간 지점과 붙어서 발끝의 각도는 180도 유지.

제4번(The Fourth position) : 무릎과 발은 아웃 턴. 4번 자세는 두 종류가 있는데 하나는 3번 위치에서 그대로 앞 발과 뒷발이 10인치 정도 거리를 두고 앞뒤로 떨어져 있는 상태이고 다른 하나는 앞발 뒷꿈치가 뒷발 앞꿈치와 붙은 상태에서 그대로 앞발과 뒷발이 10인치 정도 앞뒤로 거리를 유지한 상태이다. (그림은 후자에 속한다)

제5번(The Fifth position) : 두 다리가 딱 붙고 무릎은 아웃 턴 상태에서 앞의 발 뒷꿈치와 뒷발 엄지발 끝이 서로 맞부딪히게 하면서 두 발끝의 각도는 180도 아웃 턴. 뒷꿈치가 지면에서 떨어지지 않도록 한다.



그림 1. 발의 다섯가지 포지션

4) 드미 플리에(Demi Plie)

그랑 플리에처럼 완전히 구부리지 않고 반만 구부린 상태

5) 앙 바(En Bas)

"앙(En)"은 "~인 상태로"라는 뜻의 붙어다. "Bas"는 "낮은" 따라서 앙 바는 팔의 낮은 자세를 뜻한다.



6) 턴-아웃(Turn-out)

양발을 외측으로 90도 회전시켜 고관절에서부터 대퇴, 무릎, 발목, 발끝에 이르는 두다리가 서로 180도 되게 한 상태로서 발레의 기본적인 동작의 하나

7) 포인트(point)

발의 저축굴곡(plantar flexion)

8) 굴곡(flexion)

관절의 각도가 작아지는 동작이며, 각을 이루며 굽히는 동작

9) 신전(extention)

관절의 각도가 커지는 동작

10) 저축굴곡(plantar flexion)

발을 발바닥 쪽으로 신전시키는 동작

II. 이론적 배경

1. 발레의 형성과 쓰데

발레(ballet)라는 단어는 이탈리아로 춤춘다는 뜻인 발라레(ballare)로부터 유래했다. 혹은 같은 뜻을 지닌 이태리어로 발로(ballo)의 지소명사 발레티(balletti)에서 유래했다고 한다. 발레의 탄생 배경은 예술발생의 여러 원인 중 유희본능에 가깝다. 귀족사회에서 발생했고, 왕권 강화와 사교의 목적이 있는 오락물이었기 때문이다. 르네상스를 맞이하면서 시작된 궁정과티에는 바스당스를 비롯한 사교춤이 유행했고, 춤은 기사도의 일부이자 품위있는 교제의 필수수단이 되었다. 즉 모든 귀족은 사교춤을 배워야 했으므로 사회에서의 대중화를 이룩하고 있었다(문애령, 1995).

이태리 궁정의 연회에서 가면극, 무연극 형태로 시작된 무용극 형태의 초기 발레는 프랑스로 건너가 1830-1840년대 이르러 동작과 플로어 패턴에 대한 체계가 성립하게 되었고 독자적인 형태와 기본개념, 양식 등을 갖추게 되었다(배소심, 1985).

프랑스의 루이14세에 이르러 비로서 발레에 대한 새로운 세계를 열게 되었는데 그는 왕립무용학교를 설립함으로써 무용예술을 더욱 완벽하게 정립하고 발전시키고자 하였는데 이는 공연 무대를 통한 직업적인 전문 무용가를 양성하고 발레 기술개발과 향상에 많은 노력을 부여함으로써 무용이 귀족들의 전유물, 오락물의 차원을 벗어나 스스로 독립된 예술분야로 발전 할 수 있도록 중요한 계기를 마련하게 되었고, 이러한 그의 행적은 프랑스 발레 뿐 만 아니라 발레사에 이룩한 업적으로 기록되고 있으며 이 왕립무용학교에서 개발된 발레테크닉과 발레용어들을 정리하여 학문적으로 정착시켰으며 현재 우리가 쓰고 있는 발레 용어들은 모두 불어인 이유가 이 때문이다. 이 시기에 빼에르 보상은 발레의 기초가 되고 있는 발레의 다섯가지 기본동작의 원리를 제시하였으며 아직까지도 이 원리는

발레의 기초가 되고 있다.

이후 19세기에 접어들면서 발레는 낭만주의의 영향을 받게 되었으며 현대화되고 오늘날과 유사한 모양새를 갖추게 되었고 발끝으로 서는 푸앵트 기법이 생겨나고 로맨틱 튀튀가 등장했다.

19세기 중엽에 들어서면서 낭만발레는 한계를 드러낸다. 발레리나들은 곡예화된 기교만을 앞세워 춤의 애절함이 사라졌고 대중들의 관심들은 무용수들이 어떤 이야기를 무용으로 표현하는가 등에는 관심을 기울이지 않게 되었고 점점 눈요기에 즐거움만 제공하는데 불과했다.

이러한 발레의 양상은 러시아로 발레의 중심지가 옮겨가는데 결정적 역할을 하였다. 유럽에서 발레가 쇠퇴할 무렵 오직 러시아에만 발레가 그 명성을 유지하였는데 러시아의 충분한 재정적 지원을 받아 러시아에서 발레는 넓은 층의 대중들과 예술로서의 완벽한 경지로 상승하게 되었고 러시아 발레를 차츰 세계무대에 두각을 나타내게 하는 원천이 되었다. 그러나 러시아 발레는 극도의 보수주의로 유럽의 형식을 오랫동안 답습하면서 매너리즘에 빠져들 때 디아길레프를 비롯한 러시아 무용수들이 발레루소를 조직하여 발레사에 영원히 남을 작품들을 만들었으나 1920년대말 우수한 무용수들은 점 점 빠져나가고 디아길레프의 죽음으로 그가 발견하고 개발시킨 무용수들은 대부분 전세계로 파급되었다. 발레루소를 중심으로 활동하던 예술가들은 차츰 미개발지역인 미국으로 향하였고 미국은 세계무용의 또 하나의 중심지로 자리 잡았으나 미국무용의 전통을 창조해 내지는 못했다.

20세기 발레는 점점 작품 성향과 스타일에서도 매우 다른 면들을 보여주어 많은 변화와 발전을 가져오게 되었다. 즉 클래식발레의 전통 위에(동작에 있어서는 현대감각이 강하게 풍기는) 세워진 스타일의 무용단과 민속적·윤리적 소재로 발레의 훈련을 통한 무용단의 공연들이다. 이러한 영향으로 발레는 점차 현대무용적 무용양상이 복합되어진 현대발레로 바뀌게 되었다(수잔 오, 2004).

1) 쏘페의 수행방법

쏘페는 수직으로 도약하는 동작을 의미하는데 엘레바씨용의 기본동작으로서

쏘페는 발레를 처음 배울 때 기본 수직점프로 시작하며, 이 동작은 오랜 신체훈련을 통해서야만 고난이도의 동작을 수행할 수 있으며, 에이샤빠 쏘페는 초급단계에서 연습되는 동작이다. 쏘페는 드미쁠리에를 한 후 공중을 향하여 위로 곧게 밀었다가 처음 동작처럼 드미쁠리에로 착지해야 하는데 그저 뛰어오르는 점프가 아니라 드미쁠리에를 충분히 한 뒤 공중에서 발을 충분히 뻗고, 무릎을 피며, 등을 곧게 하고, 다시 드미쁠리에 자세로 소리없이 착지해야 하는 동작이다. 에이샤빠 쏘페동작 수행에서 에이샤빠란 “달아난다”는 뜻으로 이것은 양발이 서로 달아나는 동작이다. 쏘페와 같이 제1포지션으로 뛰어올라 공중에서 양발을 좌우로 벌려 제2포지션으로 내린 뒤 다시 뛰어올라 다시 제1포지션으로 드미쁠리에 착지한다(황규자, 1993).

2) 쏘페의 응용동작

엘레바씨용의 기본동작으로서 쏘페는 수직점프를 포함하는 동작으로 이 동작을 응용하여 고난이도의 동작수행을 가능하게 한다. 예를들면, 제2포지션으로 뛰어오른 에이샤빠 즉 두다리를 벌린 드미쁠리에 자세로 뛰어올랐다가 무릎을 벌리고 발바닥을 붙이며 착지하는 에이샤빠 쏘페 알라스콩드, 공중에서 발을 부딪치기만 하는 에이샤빠 바뛰, 수직으로 뛰어올라 무릎아래 두다리를 부딪치며 뒤로갔다 다시 제자리로 돌아오는 앙뜨르샤, 드미쁠리에로 모였던 발이 벌려서 한번으로 3회 앞뒤로 움직이는 앙뜨르샤 트로아, 좌우합쳐 4회(교차 두 번) 교차되는 앙뜨르샤 까뜨르, 좌우 5회교차되는 앙뜨르샤 쉘끄, 좌우 6회교차되는 앙뜨르샤 씨스, 7회교차되는 앙뜨르샤 너프, 좌우 8회 교차되는 앙뜨르샤 위뜨 등이 있다.

2. 무용동작의 운동역학적 선행연구

무용동작의 운동역학적 연구들은 대부분 영상분석과 지면반력을 이용하여 발레의 효율적인 훈련에 도움을 주기 위한 기초자료 제공에 활용되어 왔다.

민현선(1996)은 □□발의 기본 포지션에 따른 쏘떼 동작의 운동학적 분석 □□에서 발의 다섯가지 기본 포지션 중 제1포지션, 제2포지션, 제5포지션간의 쏘떼 동작을 각 국면에 따라 운동학적으로 비교분석하여 쏘떼동작과 같은 수직 도약운동에 결정적으로 기여하는 신체중심의 수직도약속도는 좌우발목관절의 각속도가 클수록 빨라지고 발의 세가지 포지션에 따른 쏘떼 동작시의 각 국면별 신체중심의 수직도약 속도, 신체중심의 도약높이, 체공시간은 포지션간의 유의한 차가 없었으며 따라서 쏘떼 동작시 그 도약의 형태는 달라도 세가지 포지션 중 어느 포지션이 수직도약 운동에 더욱 효율적이라고 규명할 수 없다고 보고하였다.

송인아(1998)은 □□발레 Turn-out 수직점프의 미적 특성에 대한 무용역학적 분석에서 제2포지션에서의 Turn-out 수직점프시 하지관절의 최대수직속도와 점프높이와의 상관관계를 알아본 결과 고관절, 발목, 중족골의 최대수직속도가 점프높이와 상관이 높게 나타났으나 무릎과 발앞꿈치는 상관이 없었으므로 점프높이를 향상시키기 위해서는 근력을 강화시키는 훈련이 필요하며, 특히 고관절, 발목, 중족골을 신전시키는 근육의 속도 향상 훈련이 필요하다고 하였다.

안재선(1991)은 □□쏘떼동작의 운동역학적 분석 □□에서 쏘떼중 착지시 뒷꿈치에 힘을 많이 가했다가 점프하는 동작(S1)과 뒤꿈치가 닿는 순간 점프하는 동작(S2)의 차이점을 운동역학적으로 비교분석하였는데 신체중심의 속도는 S2가 더 크게 나타났으며 최대이륙속도는 S2가 빨리 나타났고 슬관절각도도 S2가 더 급격하게 변하였으며 각속도도 S2가 더 일정하게 변했다고 이 연구에서 나타났다.

서수민(2003)은 □□발레의 그랑아썸블레 동작의 운동학적 분석 □□에서 점프동작 중에 하나인 그랑아썸블레 동작을 영상 분석하였는데 각도변인에 있어서 반드시 각도가 작지 않더라도 높이 도약할 수 있다라고 하였으며 상급의 숙련자들의 중급의 숙련자들 보다 바뜨망의 높이가 높았으며 바뜨망의 높이가 높을수록 공중으로 도약하는데 유리하다는 것을 알 수 있었고 팔의 위치는 안아방이 높을수록

제공시간이 길어진다고 밝혔다.

이정은(1991)은 □□현대무용의 Leap동작에서 숙련자와 비숙련자 간의 운동학적 변인 비교 연구□□에서 도약시 각 신체분절들의 각도는 숙련군과 비숙련군간에 별 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고 최고점 도달 시 숙련자가 비숙련자보다 Leap 각도와 왼쪽 발목관절의 각도가 크게 유의하게 큰 것으로 나타났으며 착지시에는 몸통의 전후각도만이 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 큰 것으로 나타났고 도약시간과 도약높이는 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났으나, 도약거리는 별 차이가 없는 것으로 나타났다고 보고하였다.

김은희(1998)은 □□발레 빠루엣 앙디올 동작의 운동학적 분석□□에서 여자무용수를 대상으로 각각 1회전,2회전,3회전 그리고 최다회전을 분석하였는데 신체중심은 전동작 초기와 마무리 시점이 회전구간보다 낮게 나타났으며 1,2회전 보다는 3,4회 전시 시작 단계에서 중심의 높이가 높았으며, 상완과상체가 이르는 각도는 마지막 회전시 회전을 주도하는 오른쪽의 각도가 크게 나타났으며, 회전수가 증가하면서 회전소요시간도 점점 증가했고 다회전을 효과적으로 하기 위해서는 동작 시작시 신체중심을 높게 유지시키고 정면 자세시 팔을 지면과 수평이 되도록 유지시키는 것이 바람직하다고 보고했다.

정미영(1984)의□□ Pas de chat 동작분석□□에서 숙련자와 미숙련자의 차이점을 비교, 분석하였는데 공중으로 도약할 때 구부리는 무릎각이 작고 빨라야 공중의 제공시간과 높이를 길게 할 수 있다고 밝혔다.

김현미(1997)의□□발레 그랑바뜨망 아라 쓰공드 동작의 운동학적분석□□에서는 팔을 사용할 경우와 사용하지 않은 경우의 두 동작에 따른 그랑바뜨망 아라 쓰공드 동작을 비교분석하였는데 팔의 두가지 동작에 따른 발목관절과 각속도는 두동작간에 차이가 없었으며 오른쪽 무릎관절각도는 유의한 차이가 있었으나 각속도는 유의한 차이가 없었고 고관절각도와 각속도도 유의한 차이가 없는 것으로 보고 되었다.

Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 연구대상은 발레경력 5년 이상인 무용전공대학생중 에이샤빠 쏘떼 동작의 숙련자 3명과 발레경력 3개월 미만인 일반인중 에이샤빠 쏘떼 동작의 미숙련자 3명을 대상으로 하였다. 피험자의 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 특성

Group	Subj.	Height(cm)	Weight(kg)	Age(yrs)	Career(yr)
Skilled	LYE	164.2	50	24	8
	KDW	160.1	49	20	7
	LMH	161.4	47	20	7
M±SD		161.9±2.09	48.6±1.53	21.3±2.31	7.3±0.58
Unskilled	LCW	164.1	49	20	0.2
	KKS	163.1	55	20	0.2
	KRT	154.3	48	20	0.2
M±SD		160.5±5.39	50.6±3.79	20.0±0.00	0.2±0.00

2. 실험 및 분석 장비

본 연구를 위해 사용된 영상분석 및 자료처리 장비는 Panasonic사(일본)의 모델 D-5100비디오카메라 2대, 통제점 틀(control object point), 레코드 동조용 타이머(고무풍선), 컴퓨터, 분석용 프로그램(kwon 3D)으로 구성하였다.

1) 비디오카메라

Panasonic사의 모델 D-5100 비디오카메라를 3차원 영상분석을 위하여 2대 사용하였으며, 본 실험에서 촬영속도는 $60\text{frame} \cdot \text{sec}^{-1}$ 로 촬영하고 각각의 프레임은 2개의 필드(fields)로 나눌 수 있기 때문에 분석 시 시간해상도는 1/60초가 된다. 촬영 시 노출시간은 1/1000초로 고정하였다.

2) 통제점 틀(control object point)

실공간상의 통제점 틀에 대한 공간좌표 설정을 위해 사용되었다. 통제점틀은 1m 스틸로 제작된 막대를 조립하여 가로 2m, 세로 1m, 높이 2m 크기의 구조물로서 3D-DLT방법으로 3개 공간의 실제 좌표값을 산출하는데 활용하도록 설계되었다.

3) 비디오디지털라이저

촬영된 영상은 비디오 분석 프로그램(KWON 3D 3.1)와 S-VCR(panasonic AG-7350)과 19" S-VHH 모니터(sony PVM-1942Q)와 AG7350 조그셔틀 기능을 내장한 비디오(일본, panasonic)로 촬영하였다.

프레임 그래버(frame grabber)가 내장되어 있어서 비디오 프레임을 짝·홀수 필드로 분리하여 영상에 나타나게 하여 1/60초의 시간 해상도를 가지며 필름의 속도는 $60\text{field} \cdot \text{sec}^{-1}$ 였다.

4) 컴퓨터 및 분석프로그램

디지털라이저로 3차원영상을 좌표화하고, 변인 분석용 산출프로그램으로 KWON3D ver. 3.1 프로그램이 장착된 586 컴퓨터를 이용하여 3차원 좌표와 운동학적 변인을 산출하였다. KWON3D ver. 3.1는 DLT방법에 의한 3차원 좌표 계산과 스무딩, 운동학적 변인에 대한 자료 산출을 위한 프로그램이다.

3. 실험절차

실험장소는 마루바닥이 설치된 체육관에서 실시하였다. 실험장면은 <그림 2>

와 같다.

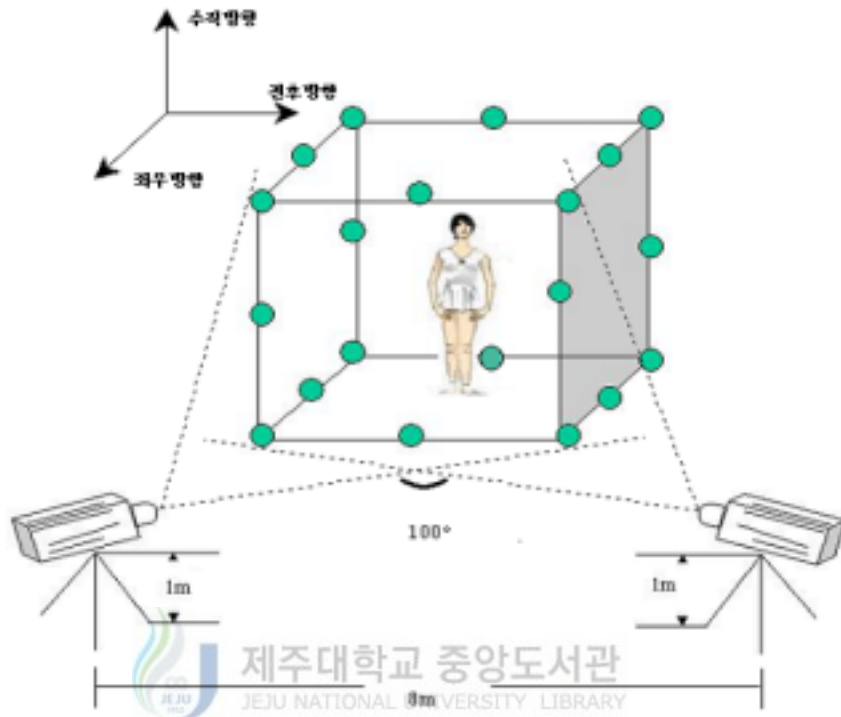


그림 2. 실험장면

공간좌표 설정을 위해 통제틀을 피험자의 에이샤빠 쏘떼 동작을 완전히 포함할 수 있을 정도의 범위로 지면에 수직으로 세웠고 통제점 틀이 모두 카메라 줌에 포착되도록 설치하였고, 두 카메라간의 거리는 8m, 카메라 높이는 1m로 삼각대에 의해 수평을 유지하여 고정시켰다. 카메라의 속도는 $60\text{frame} \cdot \text{sec}^{-1}$ 로 고정 한 후 통제점 틀을 1분 동안 촬영한 다음 통제점틀을 제거하였다.

피험자들에게 충분하게 위밍업과 에이샤빠 쏘떼 동작을 연습할 수 있도록 한 후 실험에 임하게 하였다.

각 피험자의 신체적 특성을 측정 한 후 인체관절 중심점의 좌표화시 각점들의 식별을 정확하고 용이하게 하기위하여 검은색 레오타드(leotard)와 타이즈(tight)를 착용시키고 각 신체관절에 표식점(landmark)을 하였다.

피험자 1명당 에이샤빠 쏘떼 동작을 5번씩 수행하도록 하고 동작의 완성도와

미적으로 좋은 동작을 선택하였다

속련군과 미속련군의 순으로 실험에 임하게 하였다. 피험자가 운동하는 방향을 Y축 방향으로 하였으며, 지면에 대하여 수직방향을 Z축으로 하였다. 또 Z축에서 Y축 으로서 벡터의 외적(cross product)을 X축으로 설정하였다.

4. 좌표화 및 자료산출

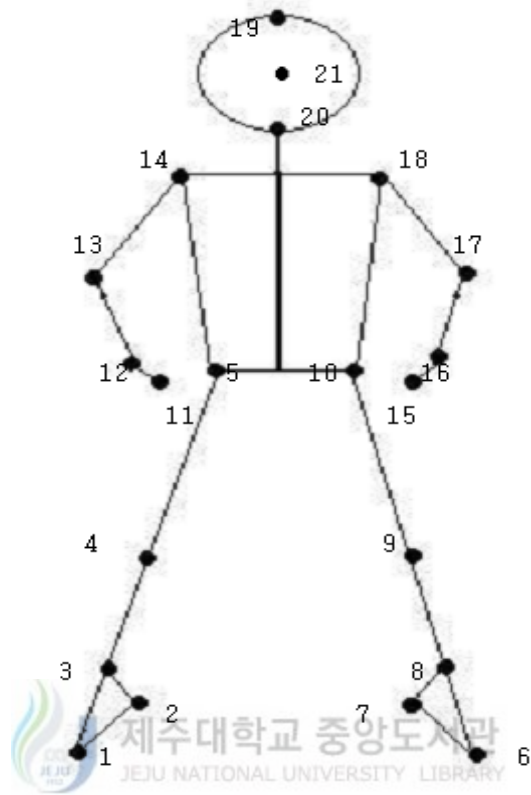
1) 통제점 틀 및 인체관절 좌표화

인체관절중심점의 좌표화는 에이샤빠 쏘때 동작을 위한 발의 도약부터 착지까지로 하고 디지털이징 점은 기준점(reference point)까지 총 22 점이 있고 통제점들의 좌표화는 KWON3D 3.1프로그램을 이용하여 총 20개의 통제점을 좌표화했고 이러한 과정을 여러 번 반복하여 좌표화 한 후 컴퓨터에 파일로 자동 저장하였다.

Plagenhoef(1983)에 의해 제시된 자료를 기초로 인체관절 중심점의 좌표를 구했으며, 분절고유번호 순으로 좌표화하고, 프레임마다 이 과정을 반복하였고 한 프레임을 좌표화 할 때 마다 컴퓨터에 파일로 저장하였다.

2) 동조(Synchronization)

2대의 비디오 카메라는 시간해상도가 $30 \text{ frame} \cdot \text{S}^{-1}$ 인 상태인 카메라에서 나온 2쌍의 좌표(X,Y)이며 촬영된 2개의 영상이 동일한 시간에 동일한 점을 관측한 것으로 추정하는 보간법(Interpolation)을 사용하였고, 좌표화 된 좌표값들의 오차를 감소시키기 위하여 3차원 스플라인 함수(Cubic spline function)를 이용하였으며, 각 프레임 간 시간일치간격(Synchronize time interval)을 0.02초로 보간시켰다.



- | | | |
|----------|-----------------|---------|
| 1. toe | 11. finger | 21.nose |
| 2. heel | 12. wrist | |
| 3. ankle | 13. elbow | |
| 4. knee | 14. shoulder | |
| 5. hip | 15. finger | |
| 6. toe | 16. wrist | |
| 7. heel | 17. elbow | |
| 8. ankle | 18. shoulder | |
| 9. knee | 19. vertex | |
| 10. hip | 20. chin / neck | |

그림 3. 인체관절 중심점의 좌표

3) 3차원 실공간 좌표산출

본 연구의 3차원 좌표계산은 Direct linear transformation(DLT) 방법을 사용하였다.

DLT방법이란 필름에 기록된 상이 투영되어 실제계측이 이루어지는 2차원 평면상의 좌표계인 영상평면 좌표계(Comparator Coordinate System)와 피사점이 위치한 공간의 좌표계인 실공간 좌표계(Space Coordinator System)의 기록된 좌표사이의 선형변환식을 추출하고, 공간 좌표값을 미리알고 있는 통제점들을 활용하여 DLT변환식 계수들을 계산하고, 계산된 DLT변환식 계수와 동조된 2차원 좌표로부터 인체관절점의 3차원 좌표를 계산하는 방법이다.

DLT변환계수로 산출한 후 3차원 공간좌표의 노이즈에 의한 인위적 오차(random error)를 제거하기 위하여 스무딩 방법으로 하였으며 차단주파수(cut-off frequency)는 6.0 HZ의 저역통과필터(low-pass filter) 방법을 사용하였다.

4) 표준화(Normalization)

연구대상자간의 도약부터 착지까지의 시간이 일치하지 않기 때문에 각 변인들의 비교를 위해서 도약부터 착지까지의 시간을 100%로 보고 그 간격을 동일 프레임수로 나누는 표준화 기법을 사용하였다.

사용된 표준화 기법은 n개의 점 $(x_i, y_i = 0, 1, 2, 3, \dots, n^{-1})$ 이 주어졌을 때 임의의 x에 대한 함수값 $y=f(x)$ 를 Cubic spline함수로 산출하였다.

5) 연구변인

연구의 목적을 수행하기 위한 연구내용은 에이샤빠 쏘때 동작에 대한 숙련군과 미숙련군의 분석국면(제1국면, 제2국면, 제3국면, 제4국면, 제5국면, 제6국면)별과 이벤트(이벤트1, 이벤트2, 이벤트3, 이벤트4, 이벤트5, 이벤트6, 이벤트7)별로 분석할 연구변인은 다음과 같다.

- (1) 국면별 소요시간 변인
- (2) 이벤트별 각 방향 신체중심의 변위(X,Y,Z)의 양상
- (3) 국면별 신체중심의 평균속도(Z), 하지분절의 평균 속도(Z) 양상

- (4) 국면별 동체의 전후 · 좌우경각
- (5) 이벤트별 하지관절의 상대각도 양상
- (6) 국면별 하지관절의 평균 각속도의 양상

5. 연구변인 산출

1) 선운동변인

(1) 소요시간

각 프레임 간 시간 간격이 0.0167초로서 각 국면별 소요된 프레임에 대한 1프레임의 소요시간을 곱하여 산출하였고, 준비프레임(D₁)부터 마무리프레임(D₂)까지의 프레임 수를 계산하여 프레임 수에다 0.0167초를 곱해 구하였다.

$$\text{동작시간} = (D_2 - D_1) \times 0.0167(\text{s})$$

(2) 변위



변위는 신체 분절 중심 및 전신 중심의 위치변화를 말하며, 중심 변위를 산출하기 위하여 공간상의 신체 중심공간의 좌표값은 다음과 같다.

$$D = \sqrt{(X_i - x_i)^2 + (Y_i - y_i)^2 + (Z_i - z_i)^2}$$

(3) 속도 (신체분절 및 전신중심)

신체 분절점 위치좌표 P_i에 대한 속도 (V_i)는

$$v_i = \frac{(P_{i+1} - P_{i-1})}{2\Delta t}$$

(4) 분절 i의 중심점 좌표 cg_i 산출은

$$cg_i = (1 - P_i)P_i + D_i \cdot P_i$$

(P_i = 분절길이에 대한 근위단으로부터 무게중심거리 비율(%),

$D_i \cdot P_i$ = 분절 근위단 및 원위단 좌표)

(5) 신체중심 위치, 속도산출

전신 무게중심의 위치 CG는

$$CG = \sum_{i=1}^{14} \frac{(cg_i \cdot m_i)}{M}$$

cg_i = i 번째 분절의 무게중심 위치좌표

m_i = 전체질량의 백분율로 표시된 i 번째 분절 질량

M = 백분율로 표시된 분절질량을 합한 전체질량

전신무게 중심의 속도는 분절점의 속도 산출방법과 동일하게 산출했다.

2) 각운동의 변인

신체분절의 움직임을 산출하기 위한 좌표계는 관성좌표(global coordinate)를 이용하였고, 2관절점 간에 벡터각(vector angle)을 산출하였다.

산출한 분절 벡터각을 1차 미분한 결과 각속도 및 2차 미분한 결과 각속도를 각각 산출하였다.

(1) 각도

본 연구에서 산출할 각도(deg)들은 발목관절각, 무릎 관절각, 고관절각, 동체 전후경각들이 있으며, 각 관절의 각도를 이루는 벡터를 $A(A_x, A_y, A_z)$, $B(B_x, B_y, B_z)$ 라고 할 때 A, B 벡터의 내적으로 구하였다.

$$\theta = \arccos \frac{A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}}$$

(2) 각속도

$$w_B = w_B / A + w_A$$

$v_{B/A}$: 분절 A에 대한 분절 B의 상대 각속도의 크기

v_A : 분절 A의 관성 각속도(절대각속도)의 크기

6. 분석국면

국면의 분석은 <그림 4>과 같이 총 6개 국면으로 하였다.

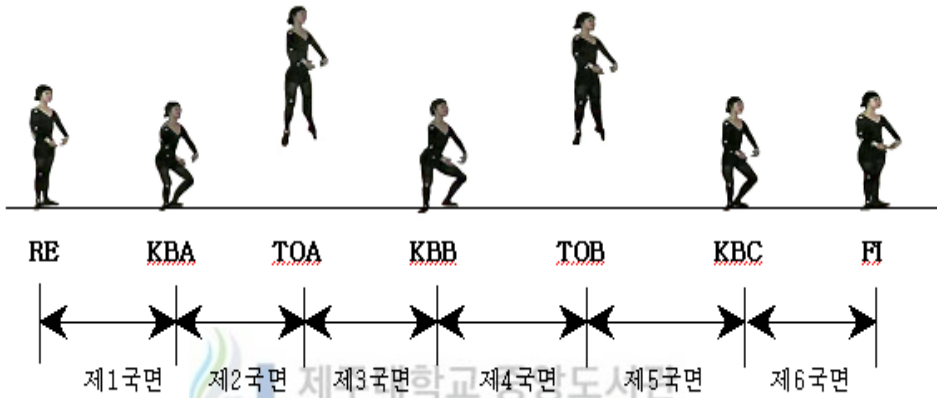


그림 4. 국면의 설정

1) 제1국면(RE-KBA)

준비자세부터 신체중심이 가장 낮은 곳까지의 구간

2) 제2국면(KBA-TOA)

신체중심이 가장 낮은 곳에서부터(1번 포지션) 신체가 지면을 박차고 올라가 신체중심이 가장 높은 곳까지의 구간

3) 제3국면(TOA-KBB)

신체중심이 가장 높은 곳에서부터 신체가 내려와 신체중심이 가장 낮은 곳(2번 포지션)까지의 구간

4) 제4국면(KBB-TOB)

신체중심이 가장 낮은 곳(2번 포지션)에서부터 신체가 지면을 박차고 올라가 신체중심이 가장 높은 곳까지의 구간

5) 제5국면(TOB-KBC)

신체중심이 가장 높은 곳에서부터 신체중심이 가장 낮은 곳(1번 포지션)까지의 구간

6) 제6국면(KBC-FI)

신체중심이 가장 낮은 곳부터 마무리 자세까지의 구간

7. 자료처리

본 연구는 SPSS Ver 10.0 통계프로그램을 이용하여 자료를 분석하였다.

발레 에이샤빠 쏘때 동작의 운동학적 분석결과 나온 변인들의 자료처리는 각 집단과 변인별 평균±표준편차(M±SD)를 산출하였고, 두 집단간의 연구변인의 차이를 검증하기 위해 독립t-test(independent t-test)와 신체중심 높이에 영향을 미치는 변인간의 상관관계(correlations)는 피어슨(pearson) 상관관계를 이용하였다.

디지털이징된 자료의 정리와 처리, 그래픽은 마이크로 소프트 엑셀(microsoft excel)을 이용하였다.

IV. 연구 결과

본 연구는 발레 에이샤빠 쏘떼의 올바르고 이상적인 동작수행을 위한 자료를 제공하고자 발레전공을 한 숙련군 3명과 발레경력 3개월 미만의 미숙련군 3명을 대상으로 3차원 영상분석을 하였다.

각 피험자로 하여금 위밍업을 20분 시킨 뒤 에이샤빠 동작을 5회 실시하게 하여 가장 성공적이라고 판단되는 1회 시기(trial)을 분석용으로 활용하였다.

분석내용은 각 국면별 시간변인, 운동학적변인(선운동변인, 각운동변인)을 분석하였으며 숙련군과 미숙련군 간의 에이샤빠 쏘떼 동작의 각 국면별로 차이가 있는지 규명하기 위해 독립t-test를 하였으며, 신체중심높이에 영향을 미치는 변인 간의 상관관계를 분석하였다.

1. 시간변인

에이샤빠 쏘떼의 전체 및 국면별 소요시간을 분석한 결과는 <표 2>와 같다.

표에서 숙련군의 전체 평균 소요시간은 1.572 ± 0.019 초였고, 제 1국면의 경우 평균 $.383 \pm 0.060$ 초로서 전체의 평균 24.38%, 제 2국면은 평균 $.217 \pm 0.000$ 초, 제 3국면은 평균 $.216 \pm 0.016$ 초, 제 4국면은 평균 $.216 \pm 0.028$ 초로 제2,3,4국면 각각 전체의 평균 13.78%, 제 5국면은 평균 $.211 \pm 0.019$ 초로 전체의 평균 13.43%, 마지막으로 제 6국면은 평균 $.327 \pm 0.042$ 초로 전체의 평균 20.85%의 소요시간 비율을 차지하였다.

미숙련군의 전체 평균 소요시간은 1.389 ± 0.017 초였고, 제 1국면의 경우 평균 $.337 \pm 0.058$ 초로서 전체의 평균 24.40%, 제 2국면은 평균 $.167 \pm 0.000$ 초로 전체의 평균 12.00%, 제 3국면은 평균 $.249 \pm 0.057$ 초로 전체의 평균 16.80%, 제 4국면은 평균 $.184 \pm 0.009$ 초로 전체의 평균 13.60%, 제 5국면은 평균 $.205 \pm 0.054$ 초로 전체의 평균 14.80%, 마지막으로 제 6국면은 $.255 \pm 0.063$ 초로 전체의 평균 18.40%의 소요시간 비율을 차지하였다. 이러한 결과를 볼 때 숙련군의 경우 미숙련군에 비해 전체 소요시간에서 평균 .183초 더 소요한 것으로 나타났으며, $p < .05$ ($t = 1.819$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 숙련군이 미숙련군 보다 제2,3,4,5국면에서 국면별 평균 소요 시간이 일정한 것으로 나타났다.

표 2. 평균 소요시간 (frame, sec, %)

Group	RE-KBA	KBA-TOA	TOA-KBB	KBB-TOB	TOB-KBC	KBC-FI	Total
	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6	
1	19(0.316)	13(0.217)	13(0.217)	12(0.200)	14(0.233)	22(0.367)	93(1.550)
2	24(0.400)	13(0.217)	14(0.233)	14(0.250)	12(0.200)	17(0.283)	95(1.583)
3	26(0.433)	13(0.217)	12(0.200)	12(0.200)	12(0.200)	20(0.333)	95(1.583)
M±SD	23.00±3.61	13.00±0.00	13.00±1.00	12.67±1.15	12.67±1.15	19.67±2.52	94.33±1.15
	0.38±0.06	0.22±0.00	0.22±0.02	0.22±0.03	0.21±0.02	0.33±0.04	1.57±0.02
%	24.38	13.78	13.78	13.78	13.43	20.85	100
1	20(0.330)	10(0.167)	11(0.183)	11(0.184)	10(0.166)	18(0.300)	80(1.333)
2	17(0.283)	10(0.167)	14(0.233)	12(0.200)	11(0.184)	11(0.183)	75(1.250)
3	24(0.400)	10(0.167)	17(0.283)	11(0.183)	16(0.267)	17(0.283)	95(1.583)
M±SD	20.33±3.51	10.00±0.00	14.00±3.00	11.33±0.57	12.33±3.20	15.33±3.79	83.33±10.41
	0.34±0.06	0.17±0.00	0.25±0.06	0.18±0.01	0.21±0.05	0.26±0.06	1.39±0.02
%	24.40	12.00	16.80	13.60	14.80	18.40	100
t-value	.918		-.548	1.58	.169	.165	1.819*

*: p<.05

2. 선운동변인

1) 이벤트별 신체중심의 변위

숙련군과 미숙련군의 에이샤빠 쏘떼의 전 동작 및 이벤트별 각 방향(X,Y,Z)에서 신체중심의 변위를 분석한 결과는 <표 3>과 <그림 5, 6>와 같다.

그림에서 에이샤빠 쏘떼 동작이 이루어진 양상은 각 방향(X,Y,Z)에서 국면별 신체중심의 변위를 분석한 결과 두 집단 모두 전후(X)방향과 좌우(Y)방향에서 신체중심의 변위는 국면별로 진행되는 동안 주목할 만한 변화는 없었다. 가장 큰 변위의 값을 보인 수직방향(Z)에서 각 국면이 진행됨에 따라 서로 비슷한 양상을 보였고, 제2국면에서부터 제5국면까지 큰 변화를 보였다.

<표 3>에서 숙련군의 경우 신체중심의 수직방향으로 가장 큰 변위를 보인 이벤트는 제1점프 최고 지점인 이벤트3으로 평균 $112.41 \pm 2.32\text{cm}$ 였고, 두 번째로 큰 변위를 보인 이벤트는 두 번째 점프 최고 지점인 이벤트5로 평균 $109.67 \pm 1.91\text{cm}$ 를 보였다.

미숙련군의 경우 신체중심의 가장 큰 변위를 보인 이벤트는 제1점프 최고 지점인 이벤트3으로 평균 $105.86 \pm 1.98\text{cm}$ 였고, 두 번째로 큰 변위를 보인 이벤트는 제2점프의 최고지점인 이벤트5로 평균 $102.97 \pm 2.52\text{cm}$ 를 보였다.

이러한 두 집단의 에이샤빠 쏘떼 동작의 가장 큰 변위의 값을 보인 이벤트3에서 숙련군이 미숙련군보다 평균 6.55cm 더 높게 뛰었으며, 이벤트4에선 숙련군이 미숙련군보다 신체중심 높이를 6.72cm더 낮추며, $p < .01 (t = -4.507)$ 에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 두 번째로 큰 값을 보인 이벤트5에서도 숙련군이 미숙련군보다 평균 6.7cm 더 큰 변위의 값을 보였으며, 이벤트6에서 숙련군이 미숙련군보다 신체중심을 평균 5.9cm더 낮추며, $p < .01 (t = -4.263)$ 에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

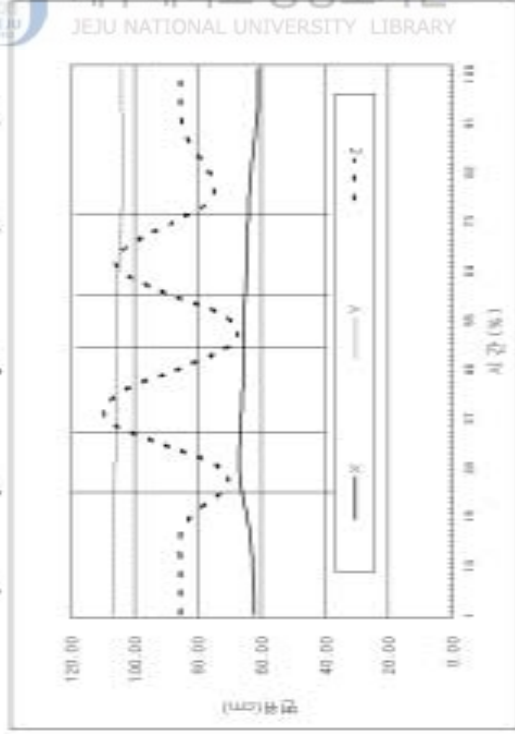
점프높이는 준비자세에서 인체무게중심의 높이와 체공기 정점에서의 인체무게중심 높이와의 차이로 정의할 수 있는데 제1점프(이벤트3)에선 숙련군이 평균 25.36cm, 미숙련군이 평균 19.87cm을 보이면서 숙련군이 미숙련군보다 평균 5.49cm 더 높이 뛰었으며, 제2점프(이벤트5)에선 숙련군이 평균 22.62cm, 미숙련

표 3. 각 방향(X, Y, Z)에서 신체 중심의 변위

(cm)

Group	EVENT	EVENT	EVENT	EVENT	EVENT	EVENT	EVENT	EVENT	EVENT	EVENT
	1	2	3	4	5	6	7			
1	X	68.73	73.69	75.83	77.43	75.39	73.31			70.85
	Y	102.52	104.11	103.41	102.67	101.01	99.60			99.70
	Z	88.45	75.39	112.91	88.62	110.44	67.56			88.15
Skilled	X	71.49	75.94	74.62	74.07	74.91	75.45			71.44
	Y	108.39	109.16	108.88	108.91	108.11	106.9			106.80
	Z	84.06	64.99	112.94	59.41	109.38	68.30			83.65
3	X	57.08	61.71	61.29	60.91	60.74	59.65			56.67
	Y	104.27	102.92	101.93	100.80	99.98	99.01			98.51
	Z	88.60	73.75	115.08	69.70	112.96	77.23			88.71
M±SD	X	65.77±7.65	70.45±7.65	70.58±8.07	70.80±8.73	70.35±8.32	69.47±8.57			66.32±8.36
	Y	105.06±3.01	105.40±3.31	104.74±3.66	104.13±4.25	103.03±4.43	101.84±4.39			101.67±4.48
	Z	87.04±2.58	71.38±5.59	113.64±1.24	65.91±5.66	110.93±1.84	71.03±5.38			86.84±2.77
1	X	64.16	67.64	68.64	69.01	67.15	67.47			64.54
	Y	105.55	105.53	105.73	106.16	106.59	106.74			107.42
	Z	88.43	82.20	107.15	75.73	103.16	80.23			88.31
Unskilled	X	65.66	70.86	74.92	80.42	82.97	85.11			83.11
	Y	102.00	102.40	101.63	102.05	101.77	102.42			103.28
	Z	86.77	77.15	108.61	71.22	107.22	76.10			87.98
3	X	57.45	62.53	62.00	61.07	58.21	56.09			54.19
	Y	106.76	106.20	106.08	106.49	106.24	105.26			106.51
	Z	82.67	70.48	105.54	71.84	102.11	75.62			82.65
M±SD	X	62.42±4.37	67.01±4.20	68.52±6.46	70.17±9.73	69.44±12.54	69.56±14.62			67.28±14.65
	Y	104.77±2.47	104.71±2.03	104.48±2.47	104.90±2.47	104.87±2.69	104.81±2.20			105.74±2.18
	Z	85.96±2.96	76.61±5.88	107.10±1.54	72.93±2.44	104.16±2.70	77.32±2.53			86.31±3.18
t-value	X	.657	.682	.345	.084	.104	.009			-.099
	Y	.129	.306	.086	-.273	-.613	-1.047			-1.414
	Z	1.231	-2.809	8.229	-4.507**	8.212	-4.263**			1.256

** : p<.01



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

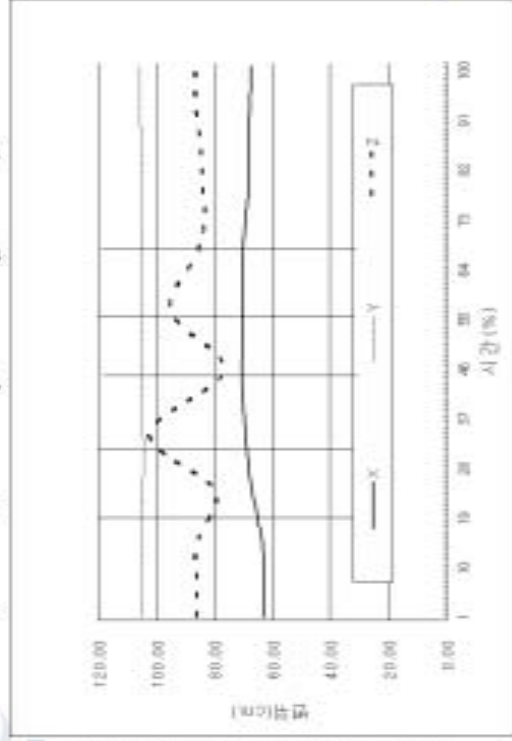


그림 5. 속련군의 각 방향(X, Y, Z)에서 신체 중심의 변위

그림 6. 미속련군의 각 방향(X, Y, Z)에서 신체 중심의 변위

2) 신체중심의 속도

숙련군과 미숙련군 간의 에어샤빼 쏘떼 전 동작 및 국면별 수직방향에서 신체중심의 속도를 분석한 결과는 <표 4> 및 <그림 7>과 같다.

그림에서 숙련군과 미숙련군의 에어샤빼 쏘떼의 국면별 동작이 이루어진 양상은 각 국면이 진행됨에 따라 서로 비슷한 양상을 보였다. 제2국면에서부터 제5국면까지 까지 급격한 변화를 보인 후 제5국면 이후에는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 즉 제2국면과 제4국면에서 급격한 증가를 보이고, 제3국면과 제5국면에서 부적(-)으로 증가하는 양상을 보였다.

표에서 숙련군의 경우 제1국면에서 제6국면국면까지 신체중심의 가장 큰 속도 값을 보인 국면은 신체중심을 최저 높이까지 낮추는 제3국면으로 평균 $-220.66 \pm 101.14 \text{cm/s}$ 로서 부적(-)인 높은 속도의 값을 보였고, 그 다음 큰 국면은 제 2점프인 제 4국면에서 평균 $205.41 \pm 105.37 \text{cm/s}$ 로 정적(+)인 높은 속도의 값을 보였다. 그 후 빨리에 자세로 착지 후 마무리 자세인 제 6국면에서는 수직방향의 속도 값이 급격히 감소하였다.

미숙련군의 경우 준비국면에서 착지국면까지 신체중심의 가장 큰 속도 값을 보인 국면은 신체중심을 최저 높이까지 낮추는 제 3국면으로 평균 $-145.99 \pm 96.75 \text{cm/s}$ 로서 부적(-)인 높은 속도의 값을 보였고, 그 다음 큰 국면은 제2점프인 제 4국면에서 평균 $165.34 \pm 76.78 \text{cm/s}$ 로 정적(+)인 높은 속도의 값을 보였다. 그 후 빨리에 자세로 착지 후 마무리 자세인 제 6국면에서는 수직방향의 속도 값이 급격히 감소하였다. 즉 두 집단 모두 하지를 최고 높이로 들어올리는 제2국면과 제4국면에서는 정적(+)인 높은 속도의 값을 보였고, 하지가 지면으로 내려와 빨리에 되는 제3국면과 제5국면에서도 부적(-)인 높은 속도의 값을 보였으며, 마무리 국면인 제6국면에서는 속도의 값이 급격히 감소하였다.

이러한 두 집단의 에어샤빼 쏘떼의 수직방향에서 가장 큰 속도의 값을 보인 최고높이로 올리는 제 2점프 전에 착지자세인 국면(제 3국면)에서 숙련군의 경우가 미숙련군보다 평균 74.67cm/s 더 빠른 결과를 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

점프국면인 제 2국면에서 신체중심의 속도는 숙련군이 미숙련군보다 평균 12.46cm/s 더 큰 값을 보여, $p < .05 (t = 0.497)$ 에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 역시 제2점프인 제4국면에서도 숙련군이 미숙련군보다 평균 40.07cm/s 더 큰 값을 보여, 역시 $p < .05 (t = 1.833)$ 에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

표 4. 수직방향(Z)에서 평균 신체 중심 속도

(cm/s)

Group		RE-KBA		KBA-TOA		TOA-KBB		KBB-TOB		TOB-KBC		KBC-FI	
		Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6						
Skilled	1	Z	-40.27±53.61	173.99±125.09	-207.98±102.43	208.69± 93.22	-182.71±106.77	53.87±58.32					
	2	Z	-47.43±62.91	220.72±114.82	-226.79±105.14	195.98±120.37	-199.25±105.59	48.73±58.51					
	3	Z	-33.62±53.73	191.26±112.53	-227.25±102.65	213.94±104.94	-176.12± 96.33	32.31±45.99					
M±SD		Z	-40.25±56.53	195.32±182.86	-220.66±101.14	205.41±105.37	-185.85±100.86	45.07±54.44					
Unskilled	1	Z	-19.41±31.70	153.42±81.46	-172.21± 73.72	147.81±75.67	-134.47±66.15	24.39±31.58					
	2	Z	-34.03±44.20	184.87±88.37	-158.42±102.01	179.81±82.90	-167.05±83.01	57.97±34.59					
	3	Z	-31.34±47.09	210.28±79.50	-118.78±103.64	167.10±74.68	-99.93±95.18	23.77±16.94					
M±SD		Z	-28.18±41.57	182.86±83.69	-145.99± 96.75	165.34±76.78	-129.22±87.23	32.39±30.99					
t-value		Z	-1.372**	.497*	-3.396	1.833*	-2.598	1.455***					

*: p<.05, **: p<.01, ***: p<.001

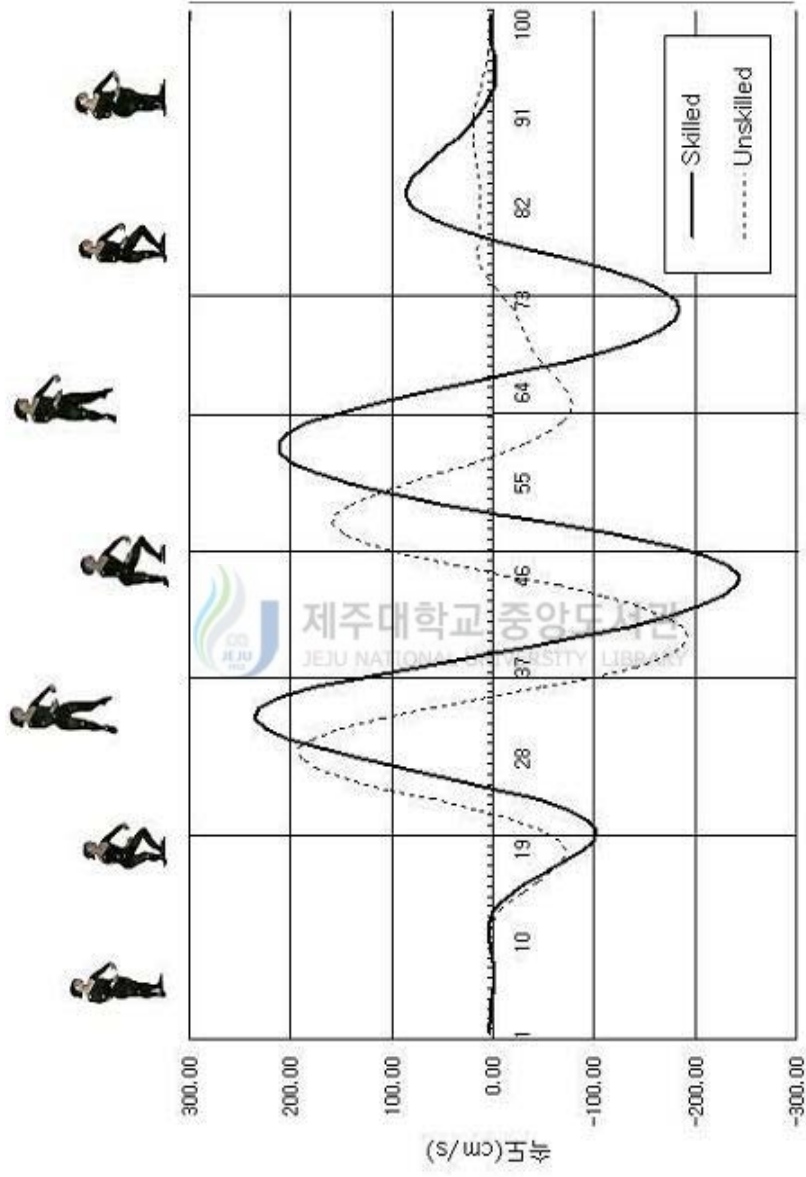


그림 7. 수직방향(Z)에서 평균 신체 중심 속도

3) 수직방향(Z)에서 하지분절의 국면별 평균 속도

모든 실험군에서 숙련군과 미숙련군의 에어샤빼 쏘때 전 동작 및 국면별 수직방향(Z)에서 하지의 대퇴, 하퇴, 발의 평균속도를 분석한 결과는 <표 5> 및 <그림 8, 9>과 같다.

그림에서 숙련군과 미숙련군의 국면별 동작이 이루어진 양상은 각 국면이 진행됨에 따라 서로 비슷한 양상을 보였다. 숙련군의 경우 점프국면전의(제1국면, 제3국면)에서 하지분절의 움직이는 양상은 대퇴-하퇴-발의 순으로 큰 속도 값을 보였으며, 점프가 이루어지는 국면(제2국면, 제4국면)에서도 하퇴-대퇴-발의 순으로 큰 속도의 값을 보였다. 미숙련군의 경우 전 국면동안 일정치 않은 분절의 속도의 값을 가졌다.

표에서 숙련군의 경우 전 국면동안 하지 3분절의 수직방향(Z)으로 가장 큰 속도 값을 보인 국면은 제3국면으로 대퇴의 평균 $49.10 \pm 24.68 \text{cm/s}$ 이며, 제4국면 하퇴의 평균 $40.62 \pm 23.60 \text{cm/s}$, 발의 평균 $8.74 \pm 24.08 \text{cm/s}$ 로 나타났다.

미숙련군의 경우 전 국면동안 하지 3분절의 수직방향(Z)으로 가장 큰 속도 값을 보인 국면은 제3국면으로 대퇴의 평균 $22.20 \pm 16.78 \text{cm/s}$ 이며 제4국면 하퇴의 평균 $14.97 \pm 16.09 \text{cm/s}$, 제 2국면에서 발의 평균 $5.19 \pm 24.54 \text{cm/s}$ 로 나타났다

수직방향에서 두 실험군의 에어샤빼 쏘때 동작을 분석한 결과 숙련군의 경우 점프에 영향을 미치는 제1국면부터 제2점프가 끝난 제4국면까지에서 빨리에 이루어지는 제1국면과 제3국면은 대퇴-하퇴-발의 순으로 속도의 값을 보였고, 점프가 이루어지는 제2국면과 제4국면은 하퇴-대퇴-발의 순으로 속도의 값을 보인 반면 미숙련군의 경우는 점프를 뛰기 전 빨리에 자세가 이루어지는 제1국면은 하퇴-대퇴-발의 순으로, 제3국면은 대퇴-하퇴-발의 순으로 속도의 값을 보였고, 점프가 이루어지는 제2국면은 하퇴-대퇴-발의 순으로, 제4국면은 대퇴-하퇴-발의 순으로 속도의 값을 보였다.

두 집단의 착지국면(제3국면)에서 대퇴의 경우 $p < .05 (t = 5.771)$ 로 숙련군의 경우가 큰 속도의 값을 보였고, 발의 경우 $p < .001 (t = -0.374)$, 하퇴의 경우 $p < .01 (t = -3.608)$ 로 숙련군이 미숙련군보다 더 큰 값을 보여 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

표 5. 수직방향(Z) 하지 분절의 평균 속도

(cm/s)

Group	RE-KBA		KBA-TOA		TOA-KBB		KBB-TOB		TOB-KBC		KBC-FI	
	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6	Phase 7	Phase 8	Phase 9	Phase 10	Phase 11	Phase 12
1	R_thigh	9.76± 9.98	-10.06±16.63	43.64±12.62	-40.97±27.64	24.40± 9.35	-11.20± 8.01					
	R_shank	-7.36± 8.88	43.31±18.57	-21.41±20.23	61.23±23.67	-17.94±20.76	14.74±12.61					
	R_foot	-0.29±12.07	10.06±43.22	0.16±23.86	15.26±30.97	-4.57±36.60	4.80±15.14					
Skilled	R_thigh	7.03± 6.78	-20.29±17.47	67.60±29.96	-61.38±44.77	20.26±14.05	-13.38±10.75					
	R_shank	-1.06± 7.06	24.50±13.40	-34.42±33.65	40.61±22.32	-31.62±15.93	-0.49± 6.82					
	R_foot	-3.44±15.39	-6.75±15.37	-2.91± 2.95	-3.67±13.54	-11.31±15.20	-9.78± 4.83					
3	R_thigh	4.55± 7.77	-14.24±12.00	33.42±11.43	-23.74±16.65	10.86± 6.71	-4.33± 4.06					
	R_shank	-10.26±12.00	22.17±14.79	-30.70±17.42	38.17±19.23	-22.10± 9.06	3.81± 3.82					
	R_foot	-10.54±14.94	8.85±14.21	-2.99±13.30	17.74±21.59	-53.18±28.79	-0.93±18.46					
M±SD	R_thigh	6.85± 8.28	-14.86±15.73	49.10±24.68	-43.52±35.68	18.82±11.65	-9.50± 8.69					
	R_shank	-6.26±10.33	29.99±18.07	-28.94±25.17	46.20±23.60	-23.58±16.88	6.62±10.84					
	R_foot	-5.25±14.81	4.05±28.08	-1.91±15.37	8.74±24.08	-20.38±36.30	-1.37±15.37					
1	R_thigh	-3.02± 2.84	-5.52± 4.47	11.54± 7.21	-17.44± 7.07	2.92± 2.15	2.62± 2.38					
	R_shank	-4.02± 4.39	9.81± 5.59	-14.93± 6.56	5.43±11.22	-7.71± 8.81	5.83± 6.38					
	R_foot	5.90± 5.96	12.16± 8.61	16.14±12.01	-26.81±11.57	-5.90± 2.95	0.77±17.27					
Unskilled	R_thigh	-1.49± 1.56	-2.87± 6.68	35.10±15.22	-36.76±17.02	6.25± 5.60	-16.32± 9.24					
	R_shank	-4.61± 8.84	11.36±13.37	-15.80±15.57	28.17±15.80	-13.11±13.12	12.59± 4.92					
	R_foot	-5.83±24.81	-24.65± 6.53	-8.44±16.71	1.34±17.91	-8.60±22.56	13.83± 7.05					
3	R_thigh	-2.40± 6.59	-19.74±10.10	18.47±16.19	-28.21±12.57	9.36± 4.80	0.27± 2.94					
	R_shank	-4.11± 7.65	7.71±12.74	-10.56± 9.81	10.12±10.87	-11.79±11.55	5.96± 4.23					
	R_foot	-4.18±21.41	28.06±14.13	-4.02±30.40	19.07±12.36	-10.40± 8.98	-0.30±13.19					
M±SD	R_thigh	-2.35± 4.50	-9.38±10.41	22.20±16.78	-27.74±14.99	6.69± 5.16	-2.88± 9.25					
	R_shank	-4.22± 7.03	9.63±10.86	-13.45±11.44	14.97±16.09	-11.08±11.29	7.53± 5.97					
	R_foot	-1.34±19.43	5.19±24.54	-0.21±24.19	-2.03±23.47	-8.65±13.44	3.58±14.83					
t-value	R_thigh	7.728***	-1.651**	5.771*	-2.399***	5.799***	-3.878					
	R_shank	-1.299**	5.457**	-3.608***	6.509**	-3.758*	-530**					
	R_foot	-1.299*	-1.176	-374***	1.929	-1.846***	-1.712					

*: p<.05, **: p<.01, ***: p<.001

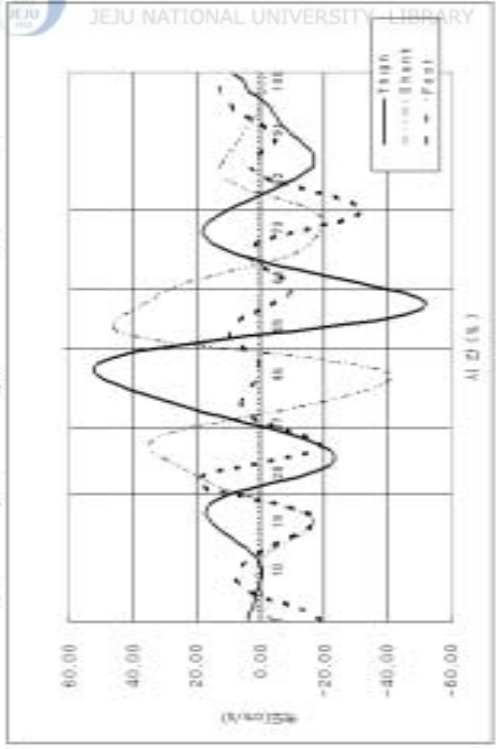


그림 8. 숙련군 수직방향(Z)에서 하지 분절의 평균 속도

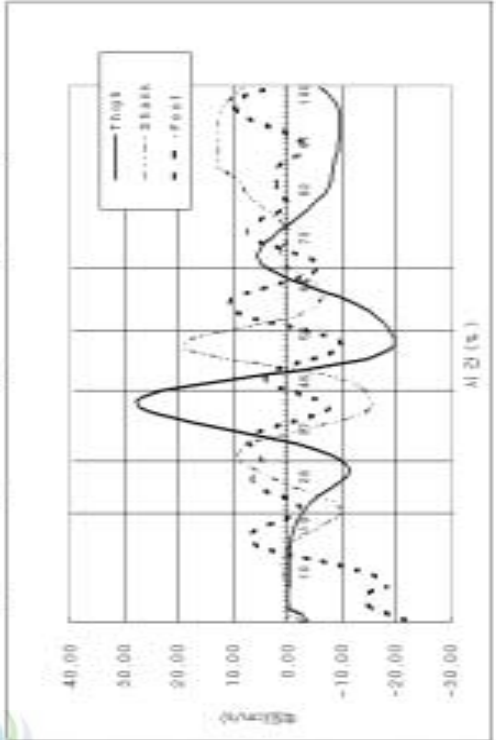


그림 9. 미숙련군 수직방향(Z)에서 하지 분절의 평균 속도

3. 각운동 변인

1) 동체의 전후 및 좌우경각

숙련군과 미숙련군 간의 에이샤빼 쏘때 전 동작 및 국면별 동체의 전후 및 좌우경각을 분석한 결과는 <표 6> 및 <그림 10, 11>과 같다.

본 연구에서 좌우경각의 정의는 피험자가 에이샤빼 쏘때 동작을 하는 동안 피험자의 전면에서 보았을 때 좌우로 기울어지는 각도는 의미하고, 전후경각은 피험자가 에이샤빼 쏘때 동작을 하는 동안 피험자의 측면에서 보았을 때 앞,뒤의 동체 경사각을 의미한다.

숙련군의 경우 제1국면에서 제6국면까지 동체의 전후경각은 거의 수직에 가까운 자세를 유지하였다. 좌우경각의 경우는 제1국면과 제6국면이 다소 오른쪽으로 기울어져 있었지만 전체적으로 좌우 흔들림이 없는 자세를 보였다.

미숙련군의 경우 제1국면에서 제6국면까지 동체의 전후경각은 거의 수직에 가까운 자세를 유지하였다. 좌우경각의 경우도 거의 동체의 좌우 흔들림이 없는 자세를 보였다.

이러한 숙련군과 미숙련군과의 동체의 전후경각과 좌우경각을 전 과정 동안 비교하면 제1국면에서 동체의 좌우경각은 미숙련군이 숙련군 보다 평균 0.68도 더 오른쪽으로 기울기를 보이며, $p < .01$ ($t = -.688$) 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제2국면에서는 전후경각은 $p < .001$ ($t = 7.091$)로 숙련군이 더 큰값을 보였으며, 좌우경각에서는 평균 2.55도 더 기울기를 보이며, $p < .001$ ($t = -1.814$) 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제3국면에서는 좌우경각에서 미숙련군이 .29도 더 기울기를 보이며, $p < .05$ ($t = -2.588$)로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제4국면에서는 미숙련군이 좌우경각에서 평균 2.18도 오른쪽으로 더 기울기를 보이면서 $p < .001$ ($t = -1.473$) 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제5국면에서는 숙련군이 $p < .001$ ($t = .538$) 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 역시 제6국면에서도 전후경각에서 $p < .001$ ($t = 4.709$) 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

표 6. 동체의 전후 및 좌우 경각의 평균 백터값

(deg)

Group		RE-KBA		KBA-TOA		TOA-KBB		KBB-TOB		TOB-KBC		KBC-FI	
		Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6
1	F_B(angle)	-7.37±0.21	-0.26±1.37	-2.90±0.82	-0.18±0.45	-1.25±6.2	-0.13±0.47	6.89±3.88	7.72±5.51	0.38±5.65	4.45±6.29	2.98±4.17	6.15±4.53
	R_L(angle)	0.39±1.30	2.20±0.75	6.57±0.41	1.83±0.89	-1.07±0.31	6.50±0.70						
2	F_B(angle)	3.10±8.89	-3.72±7.34	-2.00±6.79	-6.12±7.28	-0.84±3.74	-0.34±4.84						
	R_L(angle)	7.42±4.72	3.63±2.86	2.01±3.00	4.07±3.69	6.59±1.92	7.64±2.76						
3	F_B(angle)	-0.80±0.46	-0.90±0.18	-1.06±2.93	-1.44±0.19	-1.16±0.37	-1.19±0.14						
	R_L(angle)	-0.17±0.97	0.35±1.62	-1.27±1.36	0.21±1.52	-1.16±0.28	-3.34±0.48						
M±SD	F_B(angle)	5.77±6.54	2.54±5.09	2.80±5.59	0.27±7.81	2.91±4.68	4.77±5.26						
	R_L(angle)	-1.77±0.22	-1.26±6.53	-1.42±0.17	-1.99±0.15	-2.58±0.21	-3.04±3.89						
1	F_B(angle)	6.43±2.51	5.69±1.22	4.62±1.80	3.76±1.64	6.56±0.25	6.69±0.45						
	R_L(angle)	-0.55±0.26	-1.48±0.27	0.27±0.54	1.56±0.13	1.28±0.56	1.78±0.33						
2	F_B(angle)	4.00±2.39	3.56±1.44	1.95±2.60	0.30±1.77	1.72±1.08	1.96±1.43						
	R_L(angle)	-2.43±0.14	-3.25±0.24	-0.74±0.80	-2.82±0.83	-2.34±1.05	-1.31±0.52						
3	F_B(angle)	8.20±5.63	6.00±4.47	3.03±7.41	3.48±6.01	5.24±7.10	0.38±5.56						
	R_L(angle)	-1.69±0.79	-1.99±0.93	-0.58±0.89	-1.15±1.82	-1.33±1.88	-1.22±1.92						
M±SD	F_B(angle)	6.45±4.31	5.09±2.92	3.09±5.04	2.45±3.92	4.55±5.01	3.21±4.44						
	R_L(angle)	9.748	7.091***	-2.726*	3.463	.538***	4.709***						
t-value	F_B(angle)	-.688**	-1.814***	-2.588*	-1.473***	-1.462	1.657						
	R_L(angle)												

*: p<.05, **: p<.01, ***: p<.001

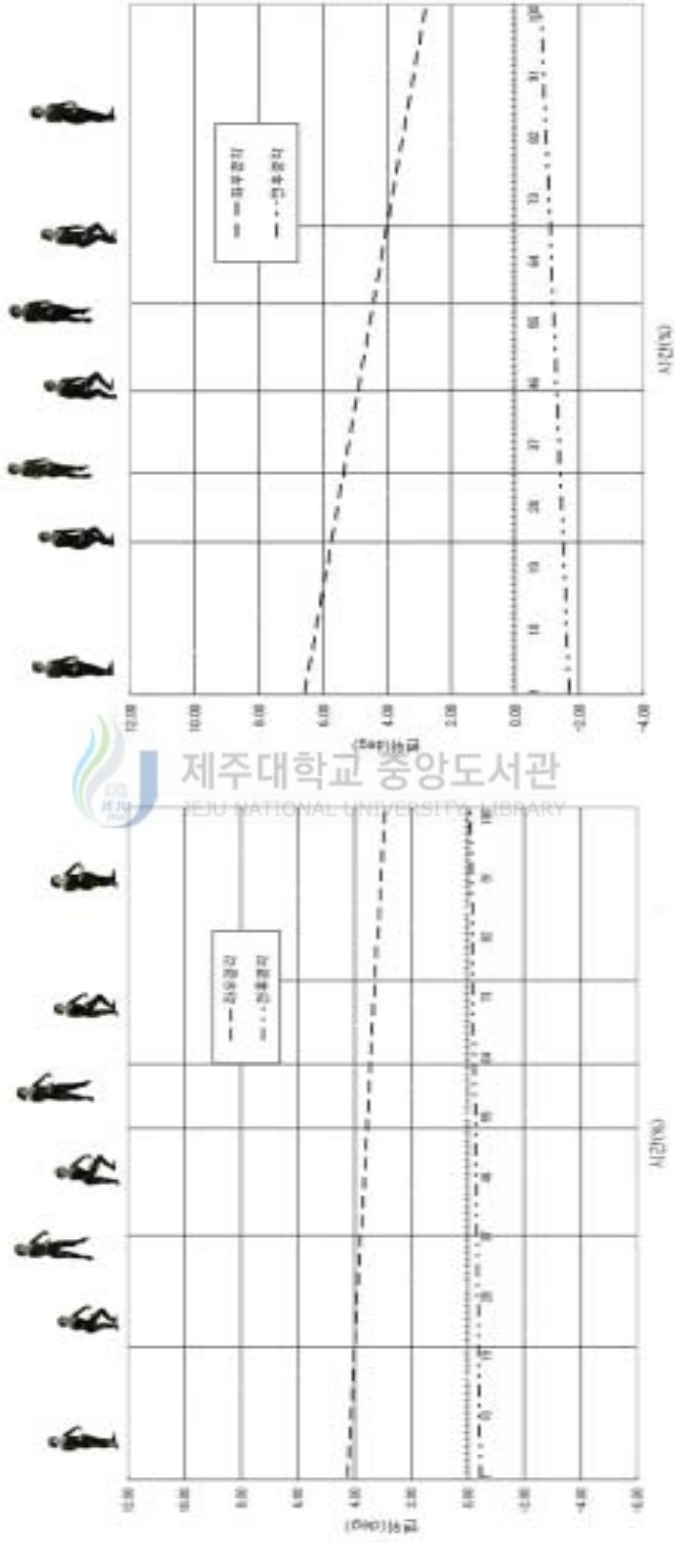


그림 10. 숙련군의 동체의 진후 및 좌우경각의 평균 백터값

그림 11. 미숙련군의 동체의 진후 및 좌우경각의 평균 백터값

2) 하지관절의 상대각도 (고관절, 무릎관절, 발목관절)

두 실험군에서 숙련군과 미숙련군의 에이샤빠 쏘때 전 동작 및 이벤트별 하지관절의 고관절, 무릎관절, 발목관절의 상대각도를 분석하여 두 실험군의 에이샤빠 쏘때 동작 시 분절의 굴곡신전에 따른 운동학적 차이를 정리한 결과는 <표 7> 및 <그림 12, 13>과 같다.

그림에서 숙련군과 미숙련군의 에이샤빠 쏘때 동작의 국면별 동작이 이루어진 양상은 각국면이 진행됨에 따라 서로 비슷한 양상을 보였다.

표에서 숙련군의 경우 고관절에서 이벤트1은 평균 150.25 ± 2.34 도에서 시작하여 하지 최고 높이인 이벤트3과 이벤트5에서 평균 162.84 ± 0.33 도와 162.13 ± 31.34 도이다. 제 2점프 후 착지동작(이벤트6)에서 평균 104.98 ± 8.14 도, 마무리 동작 국면에서 평균 154.80 ± 2.48 도를 보였다. 즉 준비자세에서 완전한 신전자세를 취하지 않은 상태에서 시작하여 점프최대 높이에서는 거의 신전된 정도의 자세를 보였으며 제2점프가 끝나고 이벤트6에서는 완전히 굴곡된 자세를 보이다 마무리자세(이벤트7)에서는 신전된 자세를 보였다. 무릎의 경우 이벤트1은 평균 173.81 ± 2.99 도에서 시작하여 하지 최고 높이인 이벤트3과 이벤트5에서 평균 175.92 ± 1.98 도와 176.71 ± 2.92 도이다. 제2점프 후 착지동작에서 평균 104.75 ± 12.15 도, 마무리 동작 국면에서 평균 175.18 ± 4.08 도를 보였다. 즉 준비자세에서 신전자세를 취하고 시작하여 점프자세에서는 거의 완전한 정도의 굴곡된 자세를 보이다가 착지 후 마무리 동작에서 다시 신전되어가는 양상을 보였다. 발목의 경우 이벤트1은 평균 146.60 ± 2.69 도에서 시작하여 하지 최고 높이인 이벤트3과 이벤트5에서 평균 166.93 ± 0.91 도와 167.44 ± 1.63 도이다. 제 2점프 후 착지동작에서 평균 118.03 ± 5.59 도, 마무리 동작 국면에서 평균 143.96 ± 1.83 도를 보였다. 즉 최고 높이로 올라가는 이벤트3과 이벤트5에서는 신전되었으며 하지가 최저로 내려올 때는 굴곡되는 양상을 보였으며 마무리 동작에서 다시 신전되어가는 양상을 보였다.

미숙련군의 경우 고관절에서 이벤트1은 평균 152.54 ± 6.90 도에서 시작하여 하지 최고 높이인 이벤트3과 이벤트5에서 평균 160.42 ± 3.14 도와 159.94 ± 3.98 도이다. 제 2점프 후 착지 동작에서 평균 162.57 ± 3.09 도, 마무리 동작 국면에서 평균 154.12 ± 3.94 도를 보였다. 즉 준비자세에서 마무리까지 많은 변화 없이 신전되어 있는 상태를 보였다. 무릎의 경우 이벤트1은 평균 172.74 ± 3.39 도에서 시작하여 하지 최고 높이인 이벤트3과 이벤트5에서 평균

174.87±1.89도와 174.89±2.57도이다. 제 2점프 후 착지동작에서 평균 123.15±7.14도, 마무리 동작 국면에서 평균 174.02±5.68도를 보였다. 즉 준비자세에서 신전된 상태에서 시작하여 최고높이일 경우에는 신전되었으며, 빨리에 자세로 내려오는 이벤트2,4,6에서는 굴곡되는 양상을 보였다. 발목의 경우 이벤트1은 평균 130.63±8.00도에서 시작하여 하지 최고높이인 이벤트3과 이벤트5에서 평균 164.33±0.83도와 163.24±2.87도이다. 제 2점프 후 착지동작에서 평균 115.23±6.44도, 마무리 동작 국면에서 평균 133.45±6.91도를 보였다. 즉 준비자세에서 완전한 신전자세를 취하지 않은 상태에서 시작하여 최고높이일 때는 신전되었으며 빨리에 내려오는 이벤트2,4,6에서는 굴곡되는 양상을 보였다.

이상 숙련군과 미숙련군의 에이샤빼 쏘때 동작의 발의 고관절, 무릎관절 및 발목관절의 각 이벤트별 상대각도의 결과를 정리하면 이벤트2의 고관절에서 숙련군이 미숙련군보다 평균 10.22도 더 굴곡하며, $p < .05$ ($t = -.909$)에서 통계적으로 유의하였다. 이벤트6의 고관절에서도 숙련군이 미숙련군보다 57.5도 더 굴곡하며, $p < .05$ ($t = -1.244$)에서 통계적으로 유의한 수준을 보였다. 하지 최고 점프동작인 이벤트5에서 무릎은 숙련군이 미숙련군보다 평균 2.74도 더 신전된 자세를 보였으며, 고관절의 경우는 2.19도, 발목의 경우는 4.2도 더 신전된 양상을 보였다. 제1점프(이벤트3)에서도 숙련군이 미숙련군보다 더 신전된 양상을 보였으며 빨리에 자세(이벤트2,4,6)에서는 발목을 제외하고 무릎과 고관절은 더 굴곡된 양상을 보였다.

표 7. 하지관절의 상대각도

(deg)

Group	Event							
	1	2	3	4	5	6	7	
	R_ankle	145.47	123.42	167.53	139.16	168.76	124.22	144.60
1	R_knee	177.15	115.64	176.79	99.79	176.98	93.71	177.16
	R_hip	152.78	162.43	162.48	146.38	162.63	154.6	153.45
	R_ankle	144.67	109.99	167.38	126.84	167.94	116.54	145.38
2	R_knee	171.35	101.65	173.66	86.3	173.66	102.78	170.48
	R_hip	148.17	130.65	163.12	123.53	164.08	147.81	157.66
	R_ankle	149.67	116.47	165.88	129.10	165.61	113.34	141.9
3	R_knee	172.93	112.06	177.32	104.97	179.48	117.76	177.89
	R_hip	149.79	165.38	162.93	157.20	159.68	172.53	153.29
	R_ankle	146.60±2.69	116.63± 6.72	166.93±0.91	131.70± 6.56	167.44±1.63	118.03± 5.59	143.96±1.83
M±SD	R_knee	173.81±2.99	109.78± 7.27	175.92±1.98	97.02± 9.64	176.71±2.92	104.75±12.15	175.18±4.08
	R_hip	150.25±2.34	152.82±19.26	162.84±0.33	142.37±17.19	162.13±2.24	104.98± 8.14	154.80±2.48
	R_ankle	128.09	110.75	165.28	131.90	162.98	117.29	128.01
1	R_knee	171.75	128.48	173.03	111.85	175.22	121.77	167.59
	R_hip	154.53	164.81	163.29	157.94	160.79	163.28	156.15
	R_ankle	124.20	110.61	163.96	112.99	166.24	108.01	131.12
2	R_knee	169.96	121.02	176.80	100.63	177.28	116.80	176.12
	R_hip	158.23	164.57	160.89	155.59	163.43	165.24	156.63
	R_ankle	139.59	123.54	163.76	135.34	160.51	120.39	141.23
3	R_knee	176.52	116.80	174.78	122.60	172.18	130.87	178.36
	R_hip	144.87	159.74	157.07	159.08	155.61	159.18	149.57
	R_ankle	130.63±8.00	113.97±7.43	164.33±0.83	126.74±12.03	163.24±2.87	115.23±6.44	133.45±6.91
M±SD	R_knee	172.74±3.39	122.10±5.91	174.87±1.89	111.69±10.99	174.89±2.57	123.15±7.14	174.02±5.68
	R_hip	152.54±6.90	163.04±2.86	160.42±3.14	157.54± 1.78	159.94±3.98	162.57±3.09	154.12±3.94
	R_ankle	3.278	1.277	-7.174	1.184	-4.060	1.651	2.976
t-value	R_knee	.408	-2.277	.667	-1.739	.808	-2.262	.285
	R_hip	-.546	-.909*	1.333	-1.520	.829	-1.244*	.254

*: p<.05

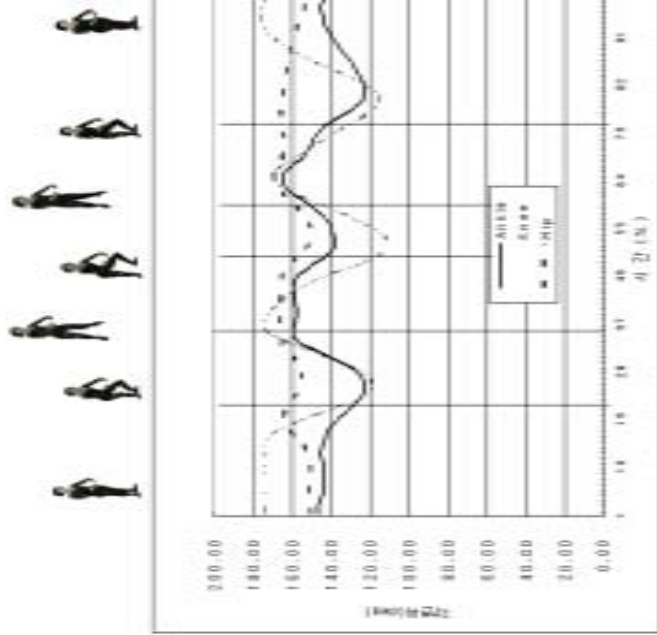


그림 12. 숙련군의 하지 관절의 평균 각변위

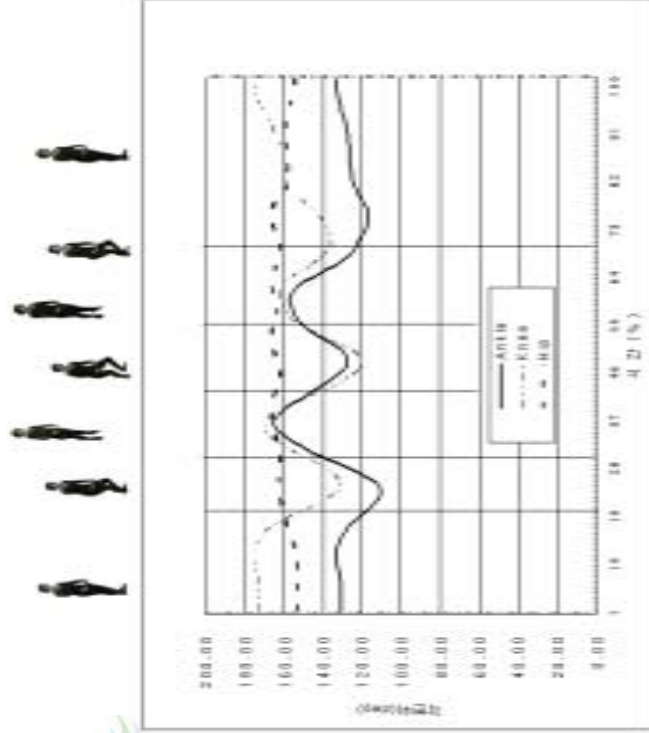


그림 13. 미숙련군의 하지 관절의 평균 각변위

3) 하지관절의 각속도 (고관절, 무릎관절, 발목관절)

숙련군과 미숙련군 간의 에이샤빠 쏘페 전 동작 및 국면별 수직 방향에서 하지관절의 각속도를 분석한 결과는 <표 8> 및 <그림 14, 15>과 같다.

그림에서 숙련군과 미숙련군의 국면별 동작이 이루어진 양상은 각 국면이 진행됨에 따라 서로 비슷한 양상을 보였다.

전체적으로 두 집단 모두 제2국면과 제4국면에서는 모두 빠른 정적(+인 속도를 가졌고, 제3국면과 제5국면은 부적(-인 속도를 가졌다.

표에서 숙련군의 경우 각 국면별 하지 관절의 속도차 는 매우 큰 차이를 보였다. 가장 큰 속도값을 보인 제4국면에서 발목은 평균 109.75 ± 210.89 도, 무릎은 평균 366.51 ± 267.74 고관절은 평균 90.33 ± 209.97 도를 나타냈다. 미숙련군의 경우도 제4국면에서 발목은 평균 240.94 ± 175.08 도, 무릎은 평균 338.14 ± 201.38 도, 고관절은 평균 17.44 ± 142.34 의 값을 보였다. 이러한 제2국면에서 고관절의 경우 숙련군이 미숙련군 보다 평균 56.46 도의 큰 값을 보이며 $p < .01 (t = 1.771)$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제3국면에서 무릎은 숙련군이 미숙련군보다 평균 88.46 도의 큰값을 보이며, $p < .01 (t = -1.774)$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 고관절의 경우도 숙련군이 미숙련군 보다 76.20 도의 큰 값을 보이며, $p < .001 (t = -1,894)$ 에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제4국면에서는 무릎에서 숙련군이 미숙련군보다 평균 28.37 도의 값을 보이며, $p < .05 (t = .505)$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 고관절에서도 $p < .05 (t = 1.720)$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

표 8. 하지관절의 각속도

Group		RE-KBA			KBA-TOA			TOA-KBB			KBB-TOB			TOB-KBC			KBC-FI		
		Phase 1			Phase 2			Phase 3			Phase 4			Phase 5			Phase 6		
1	R_ankle	-57.03±	97.22	313.14±213.56	-138.17±170.87	231.94±158.19	-197.16±228.44	73.42±	47.88										
	R_knee	-186.72±234.40	275.73±280.23	-356.35±248.66	387.23±272.96	-357.77±253.09	217.88±174.99												
	R_hip	34.81±	99.86	-9.15±101.12	-69.07±167.54	81.24±167.53	-32.88±150.06	-3.27±	137.36										
Skilled	R_ankle	-85.99±112.02	193.86±310.70	-109.40±259.86	115.14±222.60	-168.15±305.47	73.24±	103.08											
	R_knee	-172.46±244.67	332.11±303.39	-369.40±304.56	345.76±297.81	-344.30±301.06	207.54±252.51												
	R_hip	-42.88±182.95	149.08±214.92	-161.82±265.73	158.19±254.58	-78.07±145.42	30.72±	146.29											
3	R_ankle	-76.20±109.30	178.16±285.18	-135.05±233.14	146.55±243.45	-219.22±279.45	75.53±	84.15											
	R_knee	-140.94±216.58	302.07±252.84	-359.87±283.12	371.72±243.24	-306.81±193.95	158.01±196.54												
	R_hip	35.46±	80.77	-13.62±	89.47	-24.97±	168.12	62.86±	67.72	-70.31±	53.33								
M±SD	R_ankle	-79.24±	99.95	168.86±264.98	-101.84±233.95	109.75±210.89	-166.73±288.35	66.41±	87.62										
	R_knee	-164.51±228.93	303.30±273.13	-362.11±258.88	366.51±267.74	-337.42±247.21	194.60±205.41												
	R_hip	8.03±	133.27	42.10±	161.92	-88.79±	221.45	90.33±	209.97	-16.92±	137.61	-16.11±	124.18						
1	R_ankle	-56.73±	81.71	337.52±150.79	-201.83±126.78	191.55±120.51	-339.64±137.65	70.79±	70.49										
	R_knee	-131.72±149.42	275.98±181.32	-338.41±145.05	343.98±167.80	-313.89±151.69	143.36±147.36												
	R_hip	29.88±	15.71	-9.77±	50.11	-25.42±	104.17	18.04±	100.97	12.78±	37.98	-24.21±	24.65						
Unskilled	R_ankle	-96.88±143.96	416.92±256.07	-239.62±176.96	294.44±224.43	-388.98±194.17	169.27±	97.11											
	R_knee	-174.88±206.07	337.69±205.64	-327.97±200.05	385.27±233.23	-326.04±158.90	308.85±163.20												
	R_hip	22.24±	42.20	-23.99±	53.95	-20.63±	148.68	42.64±	162.19	13.53±	65.77	-60.31±	158.17						
3	R_ankle	-57.03±	97.22	313.14±213.56	-138.17±170.87	231.94±158.19	-197.16±228.44	73.42±	47.88										
	R_knee	-152.58±193.49	353.10±193.44	-187.02±173.35	280.89±190.82	-160.22±168.87	155.21±111.34												
	R_hip	34.65±	48.62	-9.33±	109.51	2.33±	141.30	-10.64±	161.56	12.75±	88.69	-32.20±	59.09						
M±SD	R_ankle	-68.04±107.66	355.86±208.79	-188.66±165.03	240.94±175.08	-292.69±210.84	95.87±	81.37											
	R_knee	-151.96±181.74	322.26±189.97	-273.65±186.53	338.14±201.38	-251.05±176.44	188.24±153.23												
	R_hip	29.63±	38.53	-14.36±	73.84	-12.59±	132.69	17.44±	142.34	11.50±	69.58	-35.99±	86.06						
t-value	R_ankle	-.615	-3.179	1.941	-2.866	2.155	-1.815												
	R_knee	-.343**	-.324**	-1.774**	.505*	-1.738**	.181**												
	R_hip	-1.221	1.771*	-1.894***	1.710*	-1.124***	.954												

*: p<.05, **: p<.01, ***: p<.001

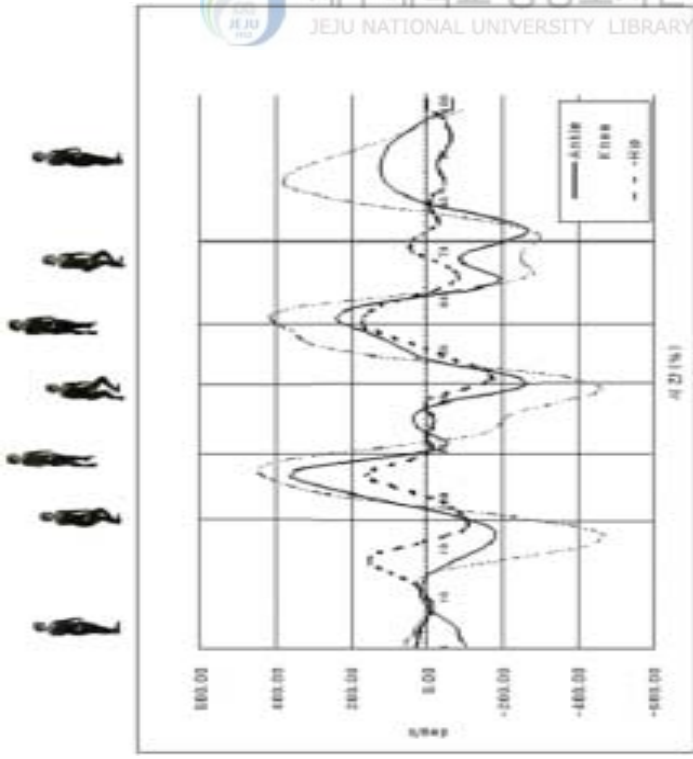


그림 14. 속련군의 하지관절의 평균 각속도

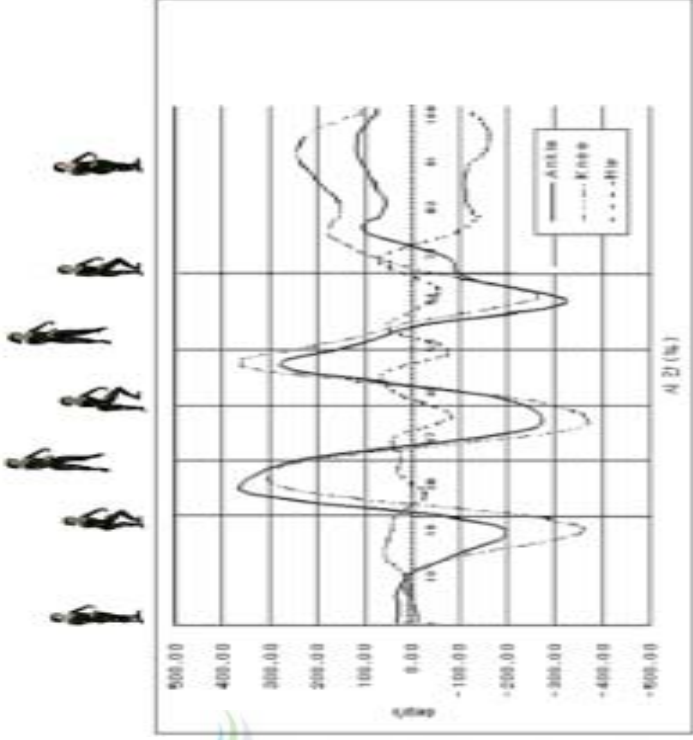


그림 15. 미속련군의 하지관절의 평균 각속도

4. 신체중심높이에 영향을 미치는 운동학적 변인간의 상관관계

신체중심 높이와 관계가 있는 운동학적 변인을 알아보기 위하여 설정한 운동학적 변인은 신체중심속도, 하지분절의 속도, 하지관절의 상대각도, 하지관절의 각속도이다.

<표 9>에서 국면별 신체중심속도와 신체중심 높이와의 상관관계는 숙련군과 미숙련군 모두 상관이 없었다. 이는 수직방향으로의 국면별 신체중심 속도가 신체중심높이에 영향을 미치지 못함을 보여준다.

국면별 하지분절의 속도와 신체중심높이와의 상관관계는 숙련군의 경우 제2국면 신체중심높이가 대퇴와 $r=.474(p<.01)$, 발과는 $r=.419(p<.01)$ 의 관계를 보였으며, 제4국면에서는 신체중심 높이가 대퇴와 $r=.455(p<.01)$, 발과는 $r=.395(p<.05)$ 의 관계를 보였다. 미숙련군의 경우 제2국면에서 신체중심높이가 대퇴와 $r=.737(p<.001)$, 하퇴와 $r=.675(p<.001)$ 의 관계를 보였으며, 제4국면에서는 대퇴와 $r=.392(p<.05)$ 의 관계를 보였다. 즉 숙련군은 제2국면과 제4국면에서 대퇴와 발의 속도가 신체중심높이에 영향을 미쳤으나, 미숙련군은 제2국면에서 숙련군과 달리 대퇴와 하퇴가 신체중심의 높이에 영향을 주었고, 제4국면에서는 대퇴만이 신체중심높이에 영향을 주었다.

이벤트별 하지관절의 상대각도와 신체중심높이와의 상관관계는 숙련군의 경우 이벤트2에서 신체중심 높이와 무릎관절은 $r=-.589(p<.05)$, 발목관절과는 $r=-.667(p<.01)$ 의 관계를 보였고, 이벤트4에서는 신체중심높이와 무릎관절은 $r=-.578(p<.05)$ 의 관계를 보였다. 미숙련군의 경우 이벤트2에서 신체중심 높이와 고관절은 $r=-.680(p<.01)$, 이벤트4에서는 신체중심 높이와 무릎관절은 $r=-.557(p<.05)$, 발목관절과는 $r=-.686(p<.01)$ 의 관계를 보였다. 즉 숙련군은 이벤트2에서 무릎관절과 발목관절이 신체중심 높이에 영향을 미쳤으나 이벤트4에서는 무릎관절만이 신체중심높이와 관계가 있었다. 미숙련군은 이벤트2에서 고관절이 신체중심높이에 영향을 미쳤으나 이벤트4에서는 이벤트2와 달리 무릎관절과 발목관절이 신체중심 높이에 영향을 미쳤다.

국면별 하지관절의 각속도와 신체중심높이와의 상관관계에서 숙련군의 경우

제2국면에서 신체중심높이와 고관절은 $r=-.518(p<.001)$, 무릎관절은 $r=-.510(p<.01)$, 발목관절은 $r=-.728(p<.001)$ 의 관계를 보였으며, 제4국면에서는 신체중심높이와 고관절은 $r=-.655(p<.001)$, 발목관절은 $r=-.641(p<.001)$ 의 관계를 보였다. 미숙련군의 경우는 제2국면에서 신체중심높이와 고관절은 $r=-.486(p<.05)$, 무릎관절은 $r=-.554(p<.01)$, 발목관절은 $r=-.559(p<.01)$ 의 관계를 보였고, 제4국면에서는 신체중심높이와 고관절은 $r=-.828(p<.001)$, 발목관절은 $r=-.465(p<.01)$ 의 관계를 보였다. 즉 숙련군과 미숙련군 모두 제2국면에서 고관절, 무릎관절, 발목관절의 각속도가 신체중심높이에 영향을 주었으며, 제4국면에서는 두 집단 모두 고관절과 발목관절이 신체중심높이와 관계가 있었다.

표 9. 신체중심높이에 영향을 미치는 운동학적 변인 간 상관관계

Group	Phase(Event)		Skilled	Unskilled
신체중심속도	Phase 2		-.047	-.051
	Phase 4		.254	.097
하지분절의 속도	Phase 2	Thigh	.474**	.737***
		Shank	.138	.675***
		Foot	.419**	.262
	Phase 4	Thigh	.455**	.392*
		Shank	.080	.109
		Foot	.395*	.204
하지관절의 상대각도	Event 2	Hip	-.379	-.680**
		Knee	-.589*	-.325
		Ankel	-.667**	-.512
	Event 4	Hip	-.485	-.407
		Knee	-.578*	-.557*
		Ankel	-.504	-.686**
하지관절의 각속도	Phase 2	Hip	-.518***	-.486*
		Knee	-.510**	-.554**
		Ankle	-.728***	-.559**
	Phase 4	Hip	-.655***	-.828***
		Knee	-.195	-.281
		Ankle	-.641***	-.465**

*: $p<.05$, **: $p<.01$, ***: $p<.001$

V. 논의

본 연구는 발레 에이사빠 쏘때 동작의 효율적인 연습방법을 모색하기 위해 발레경력 5년 이상의 숙련군 3명과 발레경력 3개월 미만의 미숙련군 3명을 대상으로 에이사빠 쏘때 동작에 대해 3차원 영상분석을 실시하였다.

분석내용은 각 국면별 시간변인, 선운동학적 변인(이벤트별 신체중심의 변위, 신체중심의 평균 속도, 수직방향으로의 하지분절의 평균속도), 각운동학적변인(동체의 전후·좌우경각, 이벤트별 관절의 상대각, 국면별 각속도), 신체중심높이에 영향을 미치는 변인간의 상관관계 분석을 하였다.

1. 시간변인

숙련군과 미숙련군 간의 에이사빠 쏘때 동작의 전 동작 및 국면별 소요시간을 분석한 결과는 숙련군의 경우 총소요시간은 평균 1.572 ± 0.019 초였으며, 미숙련군의 경우 총소요시간은 평균 1.389 ± 0.017 초였다.

숙련군의 경우 전체소요시간에서 미숙련군보다 평균 .183초 더 소요하며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 준비국면(제1국면)과 마무리국면(제6국면)을 제외하고 제2국면부터 제5국면까지 숙련군은 국면마다 평균 .216초 정도를 소요하였고 미숙련군의 경우 국면마다 소요시간이 달랐다.

무용은 스포츠 동작과는 달리 동작에서 미적인 면이 가장 중요시되기 때문에 각 단계별 수행시간의 조화가 이루어져야 한다. 어느 단계에서 빠르거나 느리게 되면 동작의 불균형을 초래하여 동작의 연결이 매끄럽지 못하며, 따라서 미적으로 아름다운 동작을 보여줄 수 없다.

본 실험결과에서 숙련군의 경우는 동작 단계별 수행시간이 준비국면과 마무리국면을 제외하고 평균 .216초를 소요하며, 동작간의 조화로운 연결을 보여주었고, 미숙련군의 경우 준비국면과 마무리 국면을 제외한 제2국면에서는 .016초, 제3국

면은 .249초, 제4국면에서는 .184초, 제5국면에서는 .205초로 국면별 소요시간에서 차이를 보이며 매끄럽지 못한 동작연결을 보여주었다.

2. 선운동변인

1) 이벤트별 신체중심의 변위

숙련군과 미숙련군 간의 에이샤빠 소떼 동작의 각 방향(X,Y,Z)에서 이벤트별 신체중심의 변위를 분석한 결과 두 집단 모두 전후(X)·좌우(Y)방향에서 신체중심의 변위는 이벤트별로 진행되는 동안 주목할 만한 변화는 없었다.

수직방향(Z)에서 숙련군의 경우 가장 큰 변위를 보인 이벤트는 제1점프 최고지점인 이벤트3으로 평균 $112.41 \pm 2.32\text{cm}$ 였고, 두 번째로 큰 변위를 보인 이벤트는 제2점프의 최고지점인 이벤트5로 평균 $109.67 \pm 1.91\text{cm}$ 를 보였다.

미숙련군의 경우 가장 큰 변위를 보인 이벤트3에서 평균 $105.86 \pm 1.98\text{cm}$ 였고, 이벤트5에선 평균 $102.97 \pm 2.52\text{cm}$ 를 보였다.

이러한 두 집단의 차이는 이벤트3에서는 숙련군이 미숙련군 보다 평균 6.55cm 더 큰 변위를 보였으며, 이벤트5에서도 역시 숙련군이 평균 6.7cm 더 큰 변위를 보였다. 점프높이는 준비자세에서 인체무게중심의 높이와 체공기 정점에서의 인체무게중심 높이와의 차이로 정의할 수 있는데 제1점프(이벤트3)에선 숙련군이 평균 25.36cm, 미숙련군이 평균 19.87cm을 보이면서 숙련군이 미숙련군보다 평균 5.49cm 더 높이 뛰었으며, 제2점프(이벤트5)에선 숙련군이 평균 22.62cm, 미숙련군이 평균 16.98cm의 값을 보이면서 숙련군이 미숙련군보다 평균 5.64cm 더 높 이 뛰었다.

이러한 결과는 Turn-out수직점프를 발의 기본 포지션(제1포지션,제2포지션,제5포지션)에 따른 민현선(1996)의 연구에서 제1포지션 $20.9 \pm 3.7\text{cm}$ 와 제2포지션 $21.6 \pm 4.9\text{cm}$ 보다는 좀 더 높이 뛴 결과를 보였으며, Turn-out수직점프를 연구한 송인아(1998)의 제2포지션 상태에서의 점프높이 24.5cm와는 비슷한 결과를 보였다.

이처럼 동작간의 변위의 폭이 크고 높이 뛰다는 것은 다른 동작들을 구사할

수 있는 시간적 여유를 가질 수 있는 것으로 무용에서 가장 중요한 미적인 아름다움과 시원스러운 동작을 구사할 수 있음을 의미한다.

2) 국면별 신체중심의 속도

숙련군과 미숙련군 간의 에이샤빠 쏘떼 동작의 수직 방향(Z)에서 국면별 신체중심의 속도를 분석한 결과 두 집단 모두 제2국면부터 제5국면까지 변화를 보였다.

숙련군의 경우 가장 큰 속도 값을 보인 국면은 신체중심을 최저로 낮추는 제3국면으로 평균 $-220.66 \pm 101.14 \text{cm/s}$ 였고, 그 다음국면은 제4국면으로 평균 $205.41 \pm 105.37 \text{cm/s}$ 로 나타났다.

미숙련군의 경우 신체중심을 최저로 낮추는 제3국면으로 평균 $-145.99 \pm 96.75 \text{cm/s}$ 였고, 그 다음은 제4국면에서 평균 $165.34 \pm 76.78 \text{cm/s}$ 로 나타났다.

이러한 두 집단의 에이샤빠 쏘떼 동작의 수직방향(Z)에서 가장 큰 값을 보인 제3국면에서 숙련군이 미숙련군보다 평균 74.67cm/s 더 빠른 결과를 보였고, 제4국면에서도 신체중심의 속도는 숙련군이 미숙련군보다 40.07cm/s 더 큰 값을 보여, 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 제2국면에서도 평균 12.46cm/s 더 큰 값을 보여, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 즉 숙련군이 신체중심을 최고로 올리는 제2,4국면에서 더 빨리 완료가 되었다는 점에서 미숙련군보다 더 오래 공중에 머물고 있다는 것을 의미하고 이는 에이샤빠 바뛰, 에이샤빠 로얄 등의 난이도가 있는 동작을 더 구사할 수 있는 시간적 여유가 있을 것으로 사료된다.

3) 수직방향(Z)에서 하지분절의 국면별 평균속도

숙련군과 미숙련군 간의 에이샤빠 쏘떼 동작의 수직방향에서 국면별 하지분절의 평균속도를 분석한 결과 신체중심의 변위에 영향을 미치는 빨리에 자세가 나오는 국면인 제1국면과 제3국면에서 숙련군의 경우 하퇴-하퇴-발의 순으로 속도의 값을 보였고, 점프가 이루어지는 제2국면과 제4국면은 하퇴-대퇴-발의 순으로 속도의 값을 보였다.

미숙련군의 경우는 점프를 뛰기 전 빨리에 자세가 이루어지는 제1국면은 하퇴-대퇴-

발의 순으로, 제3국면은 대퇴-하퇴-발의 순으로 속도의 값을 보였고, 점프가 이루어지는 제2국면은 하퇴-대퇴-발의 순으로, 제4국면은 대퇴-하퇴-발의 순으로 속도의 값을 보였으며, 두 집단의 착지국면(제3국면)에서 대퇴의 경우 숙련군이 더 큰 속도의 값을 보였고, 발과 하퇴의 경우 숙련군이 미숙련군보다 더 큰 값을 보여 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

이러한 결과로 볼 때 숙련군의 경우 빨리에 자세가 이루어지는 제1,3국면에서는 Turn-Out 자세의 영향으로 대퇴가 더 큰 속도의 값을 보이며 신체중심을 낮추었고, 점프가 이루어지는 제2,4국면에서는 하퇴가 대퇴보다 더 빠른 속도의 값을 보이며 신체중심이 높아졌다. 미숙련군의 경우는 모든 국면동안 숙련군과 같이 빨리에와 점프시에 분절들의 통일된 패턴을 가지고 협응하지 못하고 모든 국면에서 분절들이 통일된 패턴을 가지지 못하여 신체중심의 변위의 폭에서 숙련군보다 영향을 많이 못 미치는 것으로 사료된다.

3. 각운동 변인

1) 동체의 전후 및 좌우경각



숙련군과 미숙련군 간의 에이샤빠 쏘때 동작의 국면별 동체의 전후 및 좌우경각을 분석한 결과 숙련군의 경우 제1국면부터 제6국면까지 동체의 전후경각은 거의 수직에 가까운 자세를 유지하였고, 좌우경각은 제1국면과 제6국면까지 다소 오른쪽으로 기울어져 있지만 전체적으로 좌우 흔들림이 없는 자세를 보였다.

미숙련군의 경우 제1국면에서 제6국면까지 동체의 전후경각은 거의 수직에 가까운 자세를 유지하였고 좌우경각도 거의 동체의 좌우흔들림 없는 자세를 보였다.

숙련군과 미숙련군과의 국면별 동체의 전후 및 좌우경각을 비교해보면 제1국면에서 동체의 좌우경각은 미숙련군이 숙련군 보다 평균 0.68도 더 오른쪽으로 기울기를 보이며, 통계적으로 유의한 차이를 보였고, 제2국면에서는 전후경각은 숙련군이 더 큰 값을 보였으며, 좌우경각에서는 평균 2.55도 더 기울기를 보이며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제3국면에서는 좌우경각에서 미숙련군이 오른쪽으로 더 기울어져 있으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제4국면에서는

미숙련군이 좌우경각에서 평균 2.18도 오른쪽으로 더기울기를 보이면서, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제5국면에서는 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 역시 제6국면에서도 전후경각에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

이와 같이 숙련군의 경우 제2국면과 제4국면을 제외하고 뒤쪽으로 동체가 기울어져 있다. 신체중심이 위로 올라가는 제2국면과 제4국면에서는 앞으로 동체가 옮겨졌으며, 미숙련군은 모든 국면에서 동체가 약간 뒤로 기울어져 있었다.

이러한 결과는 숙련군이 점프 시 신체중심이 최고점으로 올라갈 때 변위의 폭이 넓으므로 점프시 안정감 있게 신체중심을 잡기 위하여 동체를 앞으로 약간 기울이는 것으로 사료된다.

2) 하지관절의 상대각도(고관절, 무릎관절, 발목관절)

숙련군과 미숙련군 간의 에이샤베 소매 동작의 이벤트별 상대각도를 분석한 결과는 숙련군의 경우는 고관절에서 이벤트1은 평균 150.25 ± 2.34 도에서 시작하여 하지 최고 높이인 이벤트3과 이벤트5에서 평균 162.84 ± 0.33 도와 162.13 ± 31.34 도이다.

제2점프 후 착지동작(이벤트6)에서 평균 104.98 ± 8.14 도, 마무리 동작 국면에서 평균 154.80 ± 2.48 도를 보였으며, 무릎에서 이벤트1은 평균 173.81 ± 2.99 도에서 시작하여 하지 최고 높이인 이벤트3과 이벤트5에서 평균 175.92 ± 1.98 도와 176.71 ± 2.92 도이다. 제2점프 후 착지동작에서 평균 104.75 ± 12.15 도, 마무리 동작 국면에서 평균 175.18 ± 4.08 도를 보였고, 발목에서 이벤트1은 평균 146.60 ± 2.69 도에서 시작하여 하지 최고 높이인 이벤트3과 이벤트5에서 평균 166.93 ± 0.91 도와 167.44 ± 1.63 도이다. 제2점프 후 착지동작에서 평균 118.03 ± 5.59 도, 마무리 동작 국면에서 평균 143.96 ± 1.83 도를 보였다.

미숙련군의 경우 고관절에서 이벤트1은 평균 152.54 ± 6.90 도에서 시작하여 하지 최고 높이인 이벤트3과 이벤트5에서 평균 160.42 ± 3.14 도와 159.94 ± 3.98 도이다.

제2점프 후 착지동작에서 평균 162.57 ± 3.09 도, 마무리동작 국면에서 평균 154.12 ± 3.94 도를 보였다. 무릎에서 이벤트1은 평균 172.74 ± 3.39 도에서 시작하여 하지 최고 높이인 이벤트3과 이벤트5에서 평균 174.87 ± 1.89 도와 174.89 ± 2.57 도이다. 제2점프 후 착지동작에서 평균 123.15 ± 7.14 도, 마무리 동작 국면에서 평균 174.02 ± 5.68 도를 보였다.

발목에서 이벤트1은 평균 130.63 ± 8.00 도에서 시작하여 하지 최고 높이인 이벤트3과 이

벤트5에서 평균 164.33 ± 0.83 도와 163.24 ± 2.87 도이다. 제2점프 후 착지동작에서 평균 115.23 ± 6.44 도, 마무리 동작 국면에서 평균 133.45 ± 6.91 도를 보였다.

이러한 숙련군과 미숙련군 간의 이벤트별 상대각도를 비교해 보면 하지 최고 높이인 이벤트5에서 고관절 2.19도, 무릎은 2.74도, 발목은 4.2도 더 신진된 양상을 보였으며, 이벤트 2,4,6에서도 발목을 제외하고 무릎과 고관절은 더 굴곡 되는 양상을 보였다.

안재선(1991)의 연구에서 제1포지션 점프 시 무릎각도 114.2 도와 본 연구의 제1점프(제1포지션 점프)의 플리에서 무릎각도인 109.78 도와 비슷했으며, 송인아(1998)는 제2포지션에서 무릎각도 98.13 도로 본 연구의 무릎 상대각인 97.02 도와 비슷하였으며, 무릎의 최소 상대각과 점프높이와는 역상관관계가 있어 무릎을 많이 굴곡 하는 것이 점프높이에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 본 연구에서도 숙련군이 미숙련군보다 이벤트2에서 평균 12.32 도, 이벤트4에서 평균 14.67 도 더 굴곡하여 점프높이에 영향을 미치는 것과 동시에 신체중심의 수직변위의 폭도 커진 것으로 사료된다.

발목관절의 각도에서는 이벤트2,4,6에서 미숙련군이 숙련군보다 더 굴곡 되는 양상을 보였는데, 이정은(1992)의 연구에서 점프높이가 숙련군이 미숙련군보다 더 높았는데 발목관절의 각도는 숙련군이 평균 133.32 도, 미숙련군이 평균 108.98 도로 나타나 발목각도는 점프높이에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났으며, 본 연구에서도 선행연구와 마찬가지로 발목관절의 각도가 신체중심의 변위에 크게 영향을 미치지 못하는 것으로 사료된다.

무릎과 관련된 운동역학적 선행연구에서는 숙련군과 미숙련군과의 비교연구가 미비한 실정으로 본 연구에서 나타난 바로는 숙련군이 고관절과 무릎을 미숙련군 보다 더 굴곡하고 점프하였을 때 더 큰 변위의 값을 가질 수 있는 것으로 사료된다.

3) 하지관절의 각속도 (고관절, 무릎관절, 발목관절)

숙련군과 미숙련군 간의 에이사빠 쏘페 국면별(Z) 하지관절의 각속도를 분석한 결과 두 집단 모두 제2국면과 제4국면에서 정적(+)인 속도를 가졌고, 제3국면과 제4국면에서는 부정적(-)인 속도를 가졌다.

숙련군의 경우 가장 큰 속도 값을 보인 제4국면에서 발목은 평균 109.75 ± 210.89 도, 무릎은 평균 366.51 ± 267.74 고관절은 평균 90.33 ± 209.97 도를 나타냈다. 미숙련군의 경우 제4국면에서 발목은 평균 40.94 ± 175.08 도, 무릎은 평균 338.14 ± 201.38 도, 고관절은 평균

17.44±142.34의 값을 보였다.

이러한 제2국면에서 고관절의 경우 숙련군이 미숙련군 보다 평균 56.46도의 큰 값을 보이며, 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 제3국면에서 무릎은 숙련군이 미숙련군보다 평균 88.46도의 값을 보이며, 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 고관절도 숙련군이 미숙련군보다 76.2도의 큰 값을 보이며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 제4국면에서 무릎은 숙련군이 미숙련군보다 28.37도의 값을 보이며, 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 고관절에서도 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

이러한 결과를 볼 때 숙련군의 경우 제1국면부터 제6국면까지 모두 무릎-발목-고관절의 크기 순으로 속도의 값을 가진 반면 미숙련군의 경우는 제1,3,4,6국면은 무릎-발목-고관절의 순으로, 제2,5국면은 발목-무릎-고관절의 순으로 큰 속도의 값을 가졌다. 이는 근위관절에서 원위관절로 진행될수록 각속도의 크기가 증가해야하지만 발레의 특성상 Turn-Out 자세에서 행해져야 하기 때문에 무릎이 가장 큰 속도의 값을 가진 것으로 사료된다.



4. 신체중심높이에 영향을 미치는 운동학적 변인간의 상관관계

두 집단의 신체중심높이와 관계가 있는 운동학적 변인들의 상관관계를 분석한 결과 숙련군의 경우 제1점프와 제2점프에서 하지분절의 대퇴와 발의 속도가 신체중심높이와 상관성이 있었으며, 미숙련군의 경우는 제1점프에서는 대퇴와 하퇴, 제2점프에서는 대퇴의 속도만이 신체중심높이와 상관성이 있었다. 즉 미숙련군은 제2국면과 제4국면에서 신체중심높이와 상관성이 있는 하지분절이 각각 달랐지만 숙련군의 경우 모두 대퇴와 발이 상관성이 있었으며, 이는 점프시 대퇴와 발의 속도를 높이는 것이 신체중심높이를 크게 할 수 있을 것으로 사료된다.

하지관절의 상대각도에서 숙련군의 경우 제1점프시 무릎관절과 발목관절, 제2점프시 무릎관절이 신체중심높이와 역상관이 있었다. 이는 기존의 연구(송인아, 1998)의 결과인 점프시 무릎을 많이 굴곡하는 것이 점프높이에 영향을 미친다는 결과와 일치한다. 반면 미

숙련군의 경우 제1점프시에는 고관절, 제2점프시 무릎관절과 발목관절이 상관이 있다는 결과는 동작 수행시 마다 일정하지 않게 관절을 사용한다는 것으로 이는 숙련군이 에이 샷때 쏘때 동작시 신체중심높이가 더 안정되고 일정하게 변위가 크게 나오는 것이라 사료된다.

하지관절의 각속도에서 숙련군과 미숙련군 모두 제1점프시 고관절, 무릎관절, 발목관절이 상관이 있으며, 제2점프에서는 고관절, 발목관절의 각속도가 신체중심 높이에 긍정적 영향을 미치는 것으로 사료된다.



VI. 결 론

본 연구는 발레 에이샤빠 쏘떼 동작의 효율적인 연습방법을 모색하기 위해 발레 숙련군 3명과 미숙련군 3명을 대상으로 에이샤빠 쏘떼 동작에 대해 3차원 영상분석을 실시하였다. 분석내용은 각 국면별 시간변인, 선운동학적 변인, 각운동학적변인 및 신체중심높이에 영향을 미치는 변인간의 상관관계 분석을 하였다.

1. 시간변인

에이샤빠 쏘떼 동작에서 숙련군이 미숙련군보다 전체소요시간에서 평균 .183초 더 소요한 것으로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

숙련군의 경우 제2국면부터 제5국면까지 일정한 시간을 가지고 동작을 매끄럽고 부드럽게 수행하였으며, 미숙련군의 경우 제2국면부터 제5국면까지 일정치 않은 시간소요를 보였다.

2. 선운동변인



1) 이벤트별 신체중심의 변위

두 집단의 에이샤빠 쏘떼 동작의 가장 큰 값을 보인 이벤트3에서 숙련군이 미숙련군보다 평균 6.55cm 더 높게 뛰었으며, 이벤트4에선 숙련군이 미숙련군보다 신체중심 높이를 6.72cm더 낮추며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 두 번째로 큰 값을 보인 이벤트5에서도 숙련군이 미숙련군보다 평균 6.7cm 더 큰 값으로 보였으며, 이벤트6에서 숙련군이 미숙련군보다 신체중심을 5.9cm더 낮추며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 즉 모든 이벤트에서 숙련군이 미숙련군보다 더 큰 변위를 보여, 에이샤빠 쏘떼 동작이 이루어지는 동안 숙련군이 미숙련군 보다 더 시원스러운 동작이 이루어졌다.

2) 국면별 신체중심의 속도

에이샤빠 쏘떼 동작에서 수직방향(Z)으로 가장 큰 속도의 값을 보인 제3국면에서 숙련군이 미숙련군 보다 평균 74.67cm/s 더 빠른 속도의 값을 보였다. 제2국

면에서도 숙련군이 평균 12.46cm/s 더 큰 값을 보여, 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 제4국면에서도 숙련군이 미숙련군보다 평균 40.07cm/s 더 큰 값을 보여, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 즉 숙련군이 신체중심을 최고로 올리는 제2,4국면에서 더 빨리 완료되었다는 점에서 미숙련군보다 더 오래 공중에 머물고 있음을 의미하고 이는 에이샤빠 바뛰, 에이샤빠 로얄 등의 난이도가 있는 동작을 더 구사할 수 있는 시간적 여유를 가질 수 있는 것으로 나타났다.

3) 수직방향(Z)에서 오른쪽 하지분절의 국면별 평균속도

숙련군의 경우 빨리에가 이뤄지는 제1,3국면에서 대퇴-하퇴-발의 순으로 큰 속도의 값을 보였고, 점프가 이뤄지는 제2,4국면에서는 하퇴-대퇴-발의 순으로 큰 속도의 값을 보인 반면 미숙련군은 국면마다 각기 다른 분절들이 큰 속도의 값을 보였다. 즉 숙련군은 빨리에와 점프시 분절들이 통일된 패턴을 가지고 협응하였지만 미숙련군의 경우는 통일된 협응을 하지 못하여 변위의 폭이 숙련군이 미숙련군보다 크게 나타났다.



3. 각운동변인

1) 동체의 전후 및 좌우경각

숙련군이 미숙련군보다 전후경각에서 위로 점프시에는 앞으로, 내려오는 동안에는 뒤쪽으로 조금씩 동체를 움직였다. 이는 숙련군이 미숙련군보다 높이 뛰는 상황에서 많은 차이는 아니지만 동체를 움직이며 신체중심을 잡았다.

2) 하지관절의 이벤트별 상대각(고관절, 무릎관절, 발목관절)

이벤트2의 고관절에서 숙련군이 미숙련군보다 평균 10.22도 더 굴곡하며, 통계적으로 유의하였다. 이벤트6의 고관절에서도 숙련군이 미숙련군보다 더 굴곡하며, 통계적으로 유의한 수준을 보였다. 하지 최고 점프동작인 이벤트5에서 무릎은 숙련군이 미숙련군보다 평균 2.74도 더 신전된 자세를 보였으며, 고관절의 경우는 2.19도 발목의 경우는 4.2도 더 신전된 양상을 보였으며, 빨리에 자세(이벤트2,4,6)에서는 발목을 제외하고 무릎과 고관절은

더 굴곡된 양상을 보였다.

3) 하지관절의 국면별 각속도

숙련군의 경우 전 국면동안 무릎-발목-고관절의 크기 순으로 속도의 값을 가진 반면 미숙련군은 국면마다 달랐다. 이는 근위관절에서 원위관절로 진행될수록 각속도의 크기가 증가해야 하지만 발레의 특성상 Turn-Out 자세로 인해 무릎이 가장 큰 속도의 값을 가졌다.

4. 신체중심높이에 영향을 미치는 운동학적 변인간의 상관관계

숙련군의 경우 제1점프와 제2점프시 대퇴와 발의 속도를 빠르게 하고, 하지관절에서 제1점프시 무릎관절, 발목관절을, 제2점프시 무릎관절을 많이 굴곡하는 것이 신체중심높이에 긍정적 영향을 미쳤으며, 미숙련군의 경우 제1점프에서 대퇴와 하퇴, 제2점프에서는 대퇴의 속도만이 신체중심 높이와 상관이 있었으며, 하지관절의 상대각도에서 제1점프시에는 고관절, 제2점프시에는 무릎관절과 발목관절을 많이 굴곡하였으며, 두집단 모두 하지관절의 각속도에서 제1점프시 고관절, 무릎관절, 발목관절이 긍정적 영향을 미쳤으며, 제2점프에서는 고관절과 발목관절의 각속도가 신체중심높이에 긍정적 영향을 미쳤다.

이상의 연구결과를 종합하면 에이샤빠 쏘떼 동작 연습시 점프가 시작되는 1포지션 빨리로부터 제2점프가 끝나는 제1포지션 빨리에까지 동작간의 소요시간이 일정해야 한다. 동작간의 소요시간이 일정할수록 에이샤빠 쏘떼 동작의 조화롭고 매끄러우며, 미적으로 아름다운 동작을 보여줄 수 있고 점프시에는 동체를 약간 앞으로 기울여주는게 좋다. 그리고 동작수행시 신체중심높이의 변위가 커야하는데 대퇴와 발의 속도를 빠르게 해주고 제1점프시에는 무릎과 발목을 많이 굴곡해야하며, 고관절, 무릎관절, 발목관절의 각속도를 빠르게 해주고 제2점프에서는 무릎을 많이 굴곡해주며, 고관절과 발목관절의 각속도를 빠르게 주는 것이 바람직하다.

VII. 참 고 문 헌

- 김계숙(1999). 발레워크샵. 댄스북스.
- 김기화(1992). 강령탈춤의 운동학적 분석. 이화여자대학교 교육대학원. 미발행 석사학위 논문.
- 김민희(1992). 클래식 발레. 금광 출판사.
- 김은희(1998). 발레 빼루엣 앙디올 동작의 운동학적 분석. 동덕여자대학교 대학원. 미발행 석사학위 논문.
- 김현미(1997). 발레 그랑바뜨망 아라쓰공드 동작의 운동학적 분석. 경성대학교 교육대학원. 미발행 석사학위 논문.
- 문애령(1995). 서양무용사. 눈빛출판사.
- 민현선(1996). 발의 기본포지션에 따른 쏘떼동작의 운동학적 분석. 경성대학교 대학원 석사학위 논문. 미발행 석사학위논문.
- 배소심(1985). History of the dance. 금광출판사.
- 서수민(2003). 발레의 그랑 아쌘블레 동작의 운동학적 분석. 성균관대학교 교육대학원. 미발행 석사학위 논문.
- 송인아(1998). 발레 Turn-out수직점프의 미적특성에 대한 무용역학적 분석. 이화여자대학교 대학원. 미발행 박사학위 논문.
- 수잔 오(2004). 발레와 현대무용. 시공아트 출판사.
- 안재선(1991). 쏘떼동작의 운동역학적 분석. 이화여자대학교 교육대학원. 미발행 석사학위 논문.
- 이정은(1991). 현대무용Leap동작에서 숙련자와비숙련자간의 운동학적변인 비교연구. 이화여자대학교 교육대학원. 미발행석사학위 논문.
- 조승미(1990). 발레용어사전. 대광 서림 출판사.
- 정미영(1984). Pas de chat 동작분석. 숙명여자대학교 대학원. 미발행 석사학위 논문
- 황규자(1993). 발레교수법. 금광출판사.

- Kwon, Y.H.(1993). Kwon3D Motion Analysis Package 3.1 User's Referene Manual.
Unpublished Program Manual.
- Plagenhoef, S., Evans, F.G. & Abdelnour, T.(1983). Anatmical data analyzing human
motion. Research Quarterly for Exercise and Sports, 54(2), 169-178.
- Shurr. G.(1949). Technique and teaching, New York: Barnse.



<ABSTRACT>

Kinematic analysis for technique difference of echappe saute
motion between skilled and unskilled group in Ballet

Lee, Ji-Yeon

(Supervised by Professor Ryew, Che-Cheong)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF PHYSICAL
EDUCATION

DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY
2006. 2.

Summary

This study was undertaken to investigate the effective practice & learning method of echappe saute motion in Ballet and for the aim 3D cinematography was performed for the skilled(3) and unskilled(3) in ballet. The temporal, linear and angular kinematic variables were analyzed and Pearson correlation(r) among all variables concerned with height of COG was calculated.

1. Temporal variable

There was longer delay in the skilled than the unskilled in difference of mean .183sec in total elapsed time and was shown to be significant difference statistically between two group.

2. Linear kinematic variable

1) Vertical(Z) displacement of COG by events

There was max. vertical displacement(Z) and showed higher mean 6.55cm in the skilled than the unskilled in the 3rd event while lower 6.72 cm in the skilled in the 4th event than the unskilled, whose results were shown to be significant difference statistically.

2) Velocity(Z) of COG by phases

There was max. vertical velocity(Z) and showed higher mean 74.67cm/sec in the skilled than the unskilled in the 3rd event and higher mean 12.46cm/sec in Z-direction velocity in the former than the latter in the 2th phase, and also higher mean 40.07cm/sec in the former than the latter in the 4th phase, whose results showed significant difference statistically.

3) Mean velocity(Z) of R. lower leg segments

There was order of thigh-shank-foot at Z direction velocity in the 1st & 2nd phase performing Plie and order shank-thigh-foot in the 2nd & 4th performing jump in the skilled while irregular pattern in Z-direction velocity in each phase in the unskilled.

3. Angular kinematic variable

1) Tilted angle of anterior-posterior & right-left of trunk

There was a slight movement of trunk toward posterior in the skilled than the unskilled during downing at upward jump.

2) Relative angle of lower leg(hip, knee, ankle) by event

There was larger flexion(mean 10.22deg) of hip joint in the skill than the unskilled, whose difference was significant statistically at event 2nd and also larger flexion of hip joint in the skill than the unskilled, whose difference was significant statistically at event 6nd.

There was larger extension(mean 2.74deg, 2.19deg, 4.2deg in each hip, knee and ankle joint) in the skill than the unskilled at the event 5th performing highest jump, while lager flexion event 2nd, 4th & 6th performing Plie in the knee and hip except for ankle joint.

3) Relative angular velocity of lower leg(hip, knee, ankle) by phase

There was order of knee-ankle-hip joint in the skilled while irregular pattern in the unskilled. This pattern was due to the characteristics of Turn-out position in spite of had to have larger velocity value from proximal end point to distal end point of body segment

4. Correlation among kinematic variable to height of COG

Higher velocity(Z) of Thigh & foot segment at the 1st & 2nd jump and More range of flexion in knee joint at the 2nd jump & knee and ankle joint at the 1st jump could do influence positively to the height of COG in the skilled, while higher velocity(Z) of Thigh & shank segment at the 1st and thigh segment at the 2nd jump could do influence positively to the height of COG in the skilled,

larger flexion of hip joint at the 1st jump and flexion knee & ankle joint at the 2nd jump and ankle could do positive effect. Hip, knee & ankle joint at the 1st jump in both group also do positive effect to the height of COG and angular velocity of hip & ankle joint also could do influence to the height of the COG

Considering the above, It was desirable to keep regular pattern of elapse time from Plie of the 1st position beginning jump to the 1st position(Plie) ending the 2nd jump and a slight forward tilt of trunk at jump for harmony & timing of echappe saute motion.

For higher COG at jumping, It was desirable to have faster velocity(Z) of thigh and foot segments, flexion of larger range of knee, ankle joint, faster angular velocity of hip, knee & ankle in 1st jump and flexion of larger range of knee & faster angular velocity of hip, knee and ankle in 2nd jump

