



상지 이용 유무와 훈련 기간이 무용 회전 동작의 기능에 미치는 영향

The Effect of Upper Extremity Usage and Length of Training to the Function of Dance Turn

박양선(한양대학교) · 임영태*(건국대학교)

Park, Yang-Sun(Hanyang University) · Lim, Young-Tae*(Konkuk University)

ABSTRACT

Y. S. PARK, and Y. T. LIM. The Effect of Upper Extremity Usage and Length of Training to the Function of Dance Turn . Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 1, pp. 175-184, 2007. The first purpose of this study was to compare kinematic variables during spinning motion with or without upper extremity and identify the most effective spinning method. The second purpose of this study was to compare functional difference between novice and elite dancers with the term of training. Ten experienced female dancers and ten novices were recruited as subjects for this study. Elite group was asked to perform turn motion with three types of upper extremity. Novice group has taken training of spotting technique for five weeks. Four Falcon HiRES cameras were used to analyze kinematic variables including head angular velocity and CG displacement during spinning. These data were sampled before training, after 3-week, and 5-week of training. Eight different events in two consecutive turns were defined for statistical comparison. One-way ANOVA was performed to compare among the kinematics of turning motion with three types of upper extremity. Independent t-test also used to compare kinematics between elite and novice at three different length of training. As results, spinning with both arm increased angular velocity and stability compared to the turning motion with one arm or with arm strapped and found out that the turn with both arm was the most effective way of spin. Also, for novice dancers, three weeks of training were needed to complete spinning motion.

KEYWORDS: TWIST, SPIN, SPOTTING, DANCE, KINEMATICS

I. 서론

회전(rotating), 원운동(circling), 스핀(spinning), 공중회전(somersaulting), 트위스트(twisting), 삐루엣(pirouetting), 돌기(turning), 스윙(swinging) 등으로 다양하게 표현되는 인체의 회전동작은 모든 종류의 무용에 있어서 공통적으로 사용되는 기술이다(Carr, 1996; Kenneth, 1984). 회전은 관성과 구심력간의 대립으로 일어나며(주명덕 & 이기청, 2002), 수직축 또는 그 자체의 장축을 중심으로 도는 운동을 말하는 것으로 인체가 어떠한 회전 동작을 시작하기 위해서는 정지하여 있는 인체의 어느 한 분절이나 몸통 전체를 움직여야만 한다(최기형, 1997).

국내의 무용관련 선행연구에 의하면 회전 동작 시 다리의 역할을 제외한 나머지 회전 추진력은 양 팔이 만드는 작은 커브에 압박을 가하고 있는 손목의 활동에 의해서 생기며, 그 다음으로 머리가 정해진 초점을 맞추는 모양(스파팅: spotting)으로 신속히 돌아 그 회전을 이어받는다(하엿다(Fitt, 1996)). 또한 무용수들의 삐루엣 동작의 추진력은 몸이나 어깨가 결코 아니고 양 팔에 의해서 얻어지며 한 팔을 벌려서 리드한 후 뒤따라오는 다른 한 팔을 접음으로써 추가적인 힘을 얻는다고 하엿다(조승미, 1996). 이와 같이 회전 동작 수행 시 팔의 사용 유무가 회전의 양과 힘에 영향을 미치는 것으로 판단되는데, Kenneth(1984)에 의하면 팔의 사용은 신체를 움직이는 동안 각 운동량을 좀 더 흡수시키기 위한 것으로서 회전력(torque)을 사용하기 위한 발끝의 이용을 보다 효과적으로 가능하게 만드는 포지션(position)이라고도 말하엿다.

양 팔의 역할과 함께 무용의 회전동작에 있어 간과할 수 없는 또 하나의 중요한 요소는 시선을 한 곳에 고정시켜두는 스파팅인데 이는 회전이 시작될 때 머리는 가장 마지막으로 움직이고 회전이 끝날 때는 머리가 가장 먼저 제자리로 도착하는 동작을 말한다. 이 동작의 주목적은 여러 번의 회전을 하는 동안 무용수가 목표점을 잃지 않음으로서 어지러움을 방지하는데 있지만 몸의 회전력을 증가시키는 작용도 한다(김용이 & 최기형, 2000).

대부분의 인체 동작에서 두 팔이 함께 움직이게 될

때 강한 동시적 발생 경향이 뚜렷이 나타나는데, 이것은 그 사지의 근육 조직이 한 개의 기능 단위나 협응 구조(coordinative structure)로서 움직이도록 구속(constraint)되는 것이라고 해석되고 있다(Kelso, Southard, & Goodman, 1979). 물론 성장을 하면서 운동제어 기능이 발달하여 양손을 독립적으로 사용할 수 있는 시기에도 나타나는 두 팔의 주기적인 동시 동작들은 여전히 선천적 행동들의 중요한 요소들로 부각되고 있어(Wisendange, Kazenikov, Perrig, & Keluzny, 1996), 일반적으로 두 팔을 동시에 움직일 때 생기는 상호의존성은 어떤 특정 행동을 하는데 있어 일부는 일시적으로, 또 일부는 영구적으로 성립되는 것으로 보고 있다(Heuer, 1991, 1996).

이상에서와 같이 양 팔을 사용하는 즉, 상호의존성을 띠고 있는 회전동작은 인간의 움직임에서 가장 자연스러운 동작 중 하나인 것은 분명하지만 아직까지도 양 팔의 이용이 회전동작의 추진력의 일부라는 것은 과학적으로 밝혀진 바는 없다.

따라서 본 연구는 전문 무용수들을 대상으로 하여 양 팔을 사용한 회전동작, 한 팔을 사용한 회전동작, 그리고 양 팔을 사용하지 않은 회전동작 시 변화되는 운동학적 변인들을 비교 분석하여 가장 효율적인 회전 방법을 알아보는데 일차적 목적이 있었고, 초보자를 대상으로 회전 훈련을 실시하여 훈련 기간에 따른 회전 동작의 기능 차이를 숙련자와 비교 분석하는데 이차적 목적이 있었다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 신체적 조건이 유사하며 안구와 관련된 질환이 없는 무용 전문 경력이 10년 이상인 무용수 10명을 숙련자 집단으로, 정기적으로 근력운동이나 신체 운동 활동을 하지 않는 여자 대학생 10명을 미숙련자 집단을 선정하엿다. 모든 대상자는 연구내용에 대한 충분한 설명을 듣고 동의서를 작성하엿으며,

표 1. 신체적 특성

| 집단 | 나이(세) | 신장(cm) | 체중(Kg) |
|------|----------|-----------|----------|
| 숙련자 | 25.6±2.8 | 165.5±2.3 | 54.8±3.5 |
| 미숙련자 | 21.8±0.5 | 167.9±0.7 | 52.6±2.4 |

표 2. 실험도구

| 기기 | 모델 | 제조사 |
|------------------------|------------------|-----------------|
| Falcon Hires Camera | Red Light Filter | Motion Analysis |
| Eva Real Time Software | | Motion Analysis |
| Metronome | MR-600 | Matrix |

자발적으로 본 실험에 참여하였다. 대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 실험 도구

본 연구에 사용되어진 실험도구는 다음에 제시한 <표 2>과 같다.

3. 실험 내용

숙련자 집단은 회전 동작 간 형태 비교를 위해 3회에 걸쳐 회전 동작의 운동학적 분석을 실시하였다. 또한 시표 추적 훈련과 회전 훈련 프로그램을 동시에 실시한 미숙련자 집단에게 5주 간 훈련기간을 갖게 한 후 훈련에 임하기 전, 훈련 3주, 훈련 5주 후의 양 팔을 이용한 회전 동작을 숙련자의 동일한 동작과 비교 분석하였다.

1) 회전동작 형태 및 방법, 속도 제어

숙련자를 대상으로 한 회전동작의 형태 비교는 상지 즉, 팔의 사용유무에 따라 구분하였다. 양 팔 모두 사용하지 않은 회전(arm-strap: AS), 한 팔(오른팔)을 사용한 회전(one-arm: OA), 양 팔 모두 사용한 회전(two-arm: TA)으로 나누어 실행하였다. 매 시기 시 피험자는 이 세 가지 형태의 회전 동작 중 반복효과와 이월효과를 제거하기 위해 무작위로 선정된 동작을 3회 실시하였다.

모든 피험자들(숙련자 및 미숙련자)을 대상으로 하는 회전동작은 오른쪽으로 1보 전진 후 제자리에서 회전하

는 동작으로 오른쪽 전진 후 왼발이 오른쪽 가까이에서 들 수 있도록 하고 발바닥 전체가 지면에 닿는 형태의 회전 방법으로 연속적으로 같은 회전 속력에 맞춰 전진 4회전 실행 후 정지하도록 하였다. 회전 속력의 제어는 보통 걷는 빠르기인 속도로 4/4박자의 66템포를 기준으로 4박자 동안 1회전 할 수 있도록 제시하였다.

2) 회전동작의 훈련방법

회전동작 훈련 프로그램에 참여한 대상은 미숙련자 집단 10명이고, 훈련 기간은 주3회로 하루 30분, 5주 동안 실시하였으며, 매주에 1회씩 동작에 관련된 자세한 설명을 하였고, 2회는 동작에 대한 부가적 설명 없이 관리자의 통제 하에 연습을 통해 훈련이 이루어졌다. 회전 동작에 대한 설명은 오른쪽을 전진 1보한 상태에서 왼발이 최대한 오른쪽 가까이 가져오면서 회전 할 수 있도록 제시하였으며, 1회전 후 원 상태의 자세로 돌아온 다음 다시 오른쪽이 전진하여 2회전을 할 수 있도록 설명하고 연속적으로 총 4회전 후 제자리에서 정지 할 수 있도록 하였다. 스파팅에 관련된 시선의 고정, 머리의 빠른 회전과 타이밍에 관련된 동작의 설명은 주로 시표추적 훈련방법을 통해 이루어졌으며, 처음 1, 2주간은 대상자들이 어지러움을 호소해 7-8분 훈련 후 4-5분의 휴식시간을 가졌다. 3주후부터는 10-15분의 훈련 후 2-3분의 휴식을 취하였고, 빠른 속도로 회전할 수 있는 훈련은 2주후부터 진행되었으며, 훈련 시 제시하지 않은 다른 동작을 실행하는 피험자에게는 주의를 주도록 하였다.

3) 시표추적 훈련방법

회전 동작시 안구의 추적 운동 훈련을 목적으로 고안한 시표 추적 훈련 프로그램은 미숙련자 집단에게만 실행되었으며, 회전 하는 동안 머리를 스파팅 하는 방법을 도와주는 수단으로, <표 3>과 같이 정면에 나타나는 시표(문자나 기호 등)를 회전하고 난 직후 빠르게 정확히 큰 목소리로 읽는 방법이었다. 시표는 머리의 회전이 순간적으로 일어나는 동안 스크린에 영상이 맺히도록 노트북을 이용해 무작위로 추출된 문자나 기호를 빔 프로젝터로 회전하는 피험자의 진행 방향에 정면으로 나타나도록 제작되었으며, 시표를 응시하고 있

표 3. 시표추적 훈련 프로그램 구성

| 구성 | 내용 |
|--------------------|--|
| Screen | 1400 * 1050 pixel |
| Signal size | 18 |
| Signal composition | 2 Q J R 3 B 5 K U 9 1 P E G 7 M 8 C 4 |
| Signal change time | 1 sec |

는 동안과 순간 머리회전이 일어난 후의 시표는 달라 지므로, 빨리 그 시표를 파악하는 회전 훈련을 하도록 하였다. 시표의 높이는 피험자의 눈높이에 맞게끔 제작 되었으며, 전진의 형태를 띤 4회전이 일어나는 동안 시 표 크기의 변화는 없었다.

4) 운동학적 분석

회전 동작중 머리 회전 각속도 및 신체 이동 변위와 같은 운동학적 분석을 수행하기 위해 Falcon HiRES 카메라 4대(Motion Analysis Co., USA)를 실험실에 설치하여 총 4회전의 회전동작 중 3번째 회전과 4번째 회전 동작을 측정할 수 있도록 하였다 <그림 1>.

1. Vertex
2. Right inferior orbitale
3. Chin
4. Left inferior orbitale
5. Right great trochanter point
6. Left great trochanter point



그림 1. 실험 세팅 및 볼 마크 부착

이때 피험자의 진행 전후 방향을 X축으로, 좌우 방향을 Y축으로, 상하 방향을 Z축으로 전역 좌표계를 설정하였다. 카메라의 샘플링 빈도는 120 field/s이었다.

측정에 임하기 전 L자형 seed라는 캘리브레이션 (calibration) 기구로 공간의 절대좌표계를 구하고 칼립 소 타입의 막대기(wand)를 이용해 상대좌표를 구하는 방식의 캘리브레이션을 3분간 실시하였다. 실험을 실시 하기 전 피험자들은 충분히 준비운동을 한 다음, 머리 및 엉덩뼈 부위에 <그림 1>과 같이 6개의 볼 마크를 부착한 후, 네 번의 회전 동작 중 3번째, 4번째 회전을 측정할 수 있도록 회전 동작 1분전부터 촬영이 시작되도록 설정하였다. Motion Capture 전용 소프트웨어로 실시간 동작 데이터를 Capturing 하였으며, 편집기능이 있는 Eva RT 프로그램을 사용하였다.

머리회전 속도는 머리에 부착한 볼 마크(그림 1에서 2번과 4번)를 사용하여 단위 벡터를 정의한 후 회전동작 시작 시점 (event 1)의 단위 벡터를 기준으로 두 벡터간의 스칼라곱을 이용하여 머리 회전각을 계산 한 후 중앙차분법(central point difference technique)을 이용하여 계산하였다. 또한 신체 중심의 수평 이동변위는 오른쪽 상전장골극 (right Anterior Superior Iliac Supine)과 왼쪽 상전장골극 (left ASIS)의 중간 위치 변위 값을 이용하여 회전동작 시 신체 중심 이동 시작점 인 event 1을 기준으로 전후 방향 및 좌우 방향의 각 event별 평균 변위 값을 계산하였다.

4. 결과 처리

상지 사용 유무에 따른 회전 동작 시 측정된 운동학적 변인의 비교 분석은 일정한 회전 속력의 제어를 위해 총 4회전의 동작을 실행하는 동안, 3번째와 4번째 회전으로 한정하였으며, 통계적 분석을 위해 3번째 회전 시 몸통이 90° 회전된 지점을 event 1, 몸통이 180° 회전된 지점을 event 2, 몸통이 270° 회전된 지점을 event 3, 몸통이 360° 회전된 지점을 event 4로 구분하고, 4번째 회전 시 몸통의 90° 회전된 지점을 event 5, 몸통이 180° 회전된 지점을 event 6, 몸통이 270° 회전된 지점을 event 7, 몸통이 360° 회전된 지점을 event 8로 구분하였다 <그림 2>.



그림 2. 이벤트별 구간 설정

상지 사용 유무, 즉 양 팔 모두 사용하지 않음(AS), 한 팔을 사용함(OA), 그리고 양 팔 모두 사용함(TA)에 따른 회전 동작 시 측정된 운동학적 변인의 통계적 비교는 일원 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고 유의 수준에서의 차이에 대한 사후검정은 Scheffé's test로 실시하였다.

미숙련자 집단과 숙련자 집단의 훈련기간별(0, 3, 5 주간) 운동학적 변인 비교 분석의 자료처리를 위해 independent t-test를 실시하였다. 모든 통계적 처리는 SPSS 11.0 for Windows 프로그램을 이용하며, 통계적 유의수준은 $p<0.05$ 로 하였다.

III. 결과 및 논의

1. 숙련자의 회전동작의 형태 간 비교

1) 머리 회전 속도

머리의 회전 속도는 회전 동작 시 발생하는 회전력과 직접적인 연관이 있는 운동학적 변인이기 때문에 팔의 이용 유무에 따른 머리의 회전 속도를 비교함으로써 어떤 팔 동작이 회전동작에 효과적인지 알 수 있었다.

AS, OA, 그리고 TA에 대한 각 event 별 머리 회전 속도를 비교한 결과는 <표 4>와 같다.

Event 8을 제외한 모든 event에서 세 종류의 회전 동작 간 머리 회전 속도에서 유의한 차이를 발견할 수 있었다. 사후 검정결과 event 1과 event 4, event 5, 그리고 event 7의 경우는 TA와 AS사이, 그리고 TA와 OA사이에서 높은 유의차가 나타났다($p<0.001$). 이 같은 결과는 이들 event 시점에서 회전동작 시 양 팔의 사용(TA)

이 양 팔을 사용하지 않을 때(AS)와 한 팔을 사용할 때의 경우(OA)보다 월등히 빠른 머리의 회전 속도를 보인다는 것을 보여주는 것으로 양 팔의 사용이 회전 동작에 있어 매우 효과적인 자세라고 유추할 수 있다.

Event 2와 event 6의 경우는 TA와 AS사이에서만 유의한 차이가 나타났다($p<0.001$, $p<0.05$). 이들 event는 회전 바로 전 스파팅을 위한 목표점을 끝까지 눈으로 추적하고 있는 사이 몸통이 180° 로 회전하는 시점으로 머리 회전이 상대적으로 느려야 함에도 불구하고 여전히 양 팔을 사용할 때(TA)가 양 팔을 사용하지 않을 때(AS)보다 유의하게 높은 머리의 회전 속도를 보여주고 있다. 이것은 양 팔을 사용한 회전 동작이 같은 빠르기의 회전 속도로 회전을 통제할 경우라 하더라도 머리 회전 속도를 증가시키는 역할을 한 것으로 보이며 원심력의 영향을 더 많이 받아 회전 속도에 영향을 미치는 결과로 나타났다고 사료된다. 하지만 Event 3의 경우에는 세 가지 다른 회전 동작 모두에서 즉, TA와 AS사이, TA와 OA사이, 그리고 OA와 AS사이에서 높은 유의차가 나타났다($p<0.001$). 비록 event 7은 event

표 4. 머리 회전 속도 (rad/s)

| Event | Motion Type | | | F-value |
|-------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | AS | OA | TA | |
| 1 | 5.08 ^c (1.33) | 5.24 ^c (1.37) | 6.79 ^{ab} (1.43) | 11.226 ^{***} |
| 2 | 5.21 ^c (1.88) | 6.36 (2.17) | 8.00 ^a (2.81) | 8.711 ^{***} |
| 3 | 10.40 ^{bc} (1.88) | 8.65 ^a (1.82) | 13.02 ^{ab} (2.22) | 29.447 ^{***} |
| 4 | 2.07 ^c (0.81) | 1.49 ^f (0.60) | 5.89 ^{ab} (1.49) | 125.976 ^{***} |
| 5 | 4.45 ^c (0.87) | 4.22 ^c (0.87) | 6.46 ^{ab} (1.79) | 22.917 ^{***} |
| 6 | 5.61 ^c (2.45) | 6.85 (1.63) | 7.46 ^a (2.82) | 3.870 [*] |
| 7 | 10.13 ^c (2.48) | 8.83 ^c (2.18) | 11.94 ^{ab} (2.22) | 11.018 ^{***} |
| 8 | 1.85 (1.14) | 1.79 (0.99) | 2.42 (1.33) | 2.150 |

* $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$, 괄호안의 값은 표준편차임.
a: arm-strap motion b: one-arm motion c: two-arm motion

3과 같이 세 가지 다른 회전 동작 모두에서 유의한 차를 보여주지는 않고 있지만 여전히 다른 동작 형태에 비해 훨씬 빠른 머리 회전 속도를 나타내고 있다. 이 같은 결과는 이 event 시점이 다음 스파팅을 위해 빠른 회전을 필요로 하는 시점임을 확실히 보여주는 것으로서 무용수들의 회전 동작 시 필수적인 스파팅 능력과 가장 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다.

또한 <표 4>의 결과를 살펴보면 회전동작의 형태와는 관계없이 event 1(5)에서 event 2(6)까지는 서서히 증가하다가 event 3(7)에 이르러 그 속도가 급격히 증가하고 또 다시 event 4(8)에서는 급격히 그 속도가 감소하였다. 즉, 각 event간 머리회전속도의 증감이 거의 유사하게 나타나 숙련자의 회전은 이 같은 일정한 패턴으로 머리회전이 일어남을 확인할 수 있었다.

2) 신체 중심 수평 이동변위

<표 5>는 세 종류의 회전 동작 동안 각 event의 전후 방향 신체 중심 이동 변위 값을 보여주고 있다. Event 별 전후 방향 신체 중심 이동 변위 값을 회전 동작의 종류 간 비교한 결과, 통계적으로 유의한 차이

는 발견하지 못했다.

하지만 양 팔을 사용(TA)할 때가 양 팔을 사용하지 않을 때(AS)와 한 팔을 사용할 때의 경우(OA)보다 상대적으로 낮은 표준편차를 보이는 것은 아마도 숙련자의 회전 동작 능력에 있어서 AS와 OA의 회전이 숙련자들에게 익숙하지 않은 형태의 회전동작으로 불안정한 신체 중심 이동 패턴을 나타내고 있는 반면 TA 회전은 그 반대의 이유로 안정된 신체 중심 이동 패턴을 보이는 것으로 생각된다.

<표 6>은 세 종류의 회전 동작 동안 각 event의 좌우 방향 신체 중심 이동 변위 값을 보여주고 있다.

표 내용에서 양의 값은 왼쪽, 음의 값은 오른쪽을 나타낸다. Event 별 좌우 방향 신체 중심 이동 변위 값을 회전 동작의 종류 간 비교한 결과 또한 전후 방향의 신체 중심 이동 변위 값의 경우와 동일하게 통계적으로 유의한 차이는 발견하지 못했다. 비록 통계적 유의치는 발견하지 못했지만 양 팔을 사용(TA)할 때가 양 팔을 사용하지 않을 때(AS)와 한 팔을 사용할 때의 경우(OA)보다는 좌우 방향의 변화가 적어 상대적으로 우수한 회전동작의 직진성을 보여주고 있다. 이 같은

표 5. 전후(x)축 상의 신체 중심 이동 변위 (cm)

| Event | Motion Type | | | F-value |
|-------|-------------------|--------------------|-------------------|---------|
| | Arm-Strap | One-Arm | Two-Arm | |
| 2 | 58.84 (19.72) | 57.24 (15.46) | 55.36 (20.09) | 0.121 |
| 3 | 65.69 (37.82) | 62.92 (33.61) | 77.49 (19.92) | 0.821 |
| 4 | 218.34 (87.80) | 251.01 (64.71) | 245.80 (57.17) | 0.813 |
| 5 | 787.57 (84.26) | 812.98 (72.92) | 785.05 (64.70) | 0.542 |
| 6 | 822.68 (90.29) | 858.62 (91.10) | 808.11 (65.67) | 1.255 |
| 7 | 811.27 (85.15) | 853.68 (102.90) | 808.04 (56.97) | 1.196 |
| 8 | 945.76 (96.43) | 993.13 (113.93) | 953.38 (60.07) | 0.974 |

괄호안의 값은 표준편차임.

표 6. 좌우(y)축 상의 신체 중심 이동 변위 (cm)

| Event | Motion Type | | | F-value |
|-------|--------------------|--------------------|-------------------|---------|
| | Arm-Strap | One-Arm | Two-Arm | |
| 2 | -75.43 (16.00) | -84.54 (16.43) | -80.01 (10.25) | 1.417 |
| 3 | -14.65 (15.36) | -24.32 (26.81) | -16.52 (22.73) | 0.756 |
| 4 | 44.83 (42.66) | 43.39 (42.08) | 49.05 (35.70) | 0.082 |
| 5 | -39.66 (31.04) | -30.02 (29.28) | -15.04 (36.42) | 2.183 |
| 6 | -113.11 (31.65) | -113.14 (18.87) | -94.69 (35.15) | 1.960 |
| 7 | -47.12 (17.41) | -59.70 (31.30) | -45.35 (48.92) | 0.689 |
| 8 | 21.72 (51.31) | 24.00 (44.64) | 25.61 (97.42) | 0.013 |

괄호안의 값은 표준편차임.

그림 3. Event 별 신체중심 수평 이동변위

특성은 <그림 3>에서도 확인할 수 있는데 y축 상의 영점선(점선)이 이상적인 이동 궤도라고 가정한다면 TA의 경우가 다른 두 가지 회전 동작, 즉 AS와 OA에 비해 궤도 이탈의 정도가 가장 낮다는 것을 잘 보여주고 있다.

전문 무용수들과 일반인 간의 균형 능력에 관한 선행연구들에서도 전문 무용수들이 일반인들보다 균형을 유지하는 능력이 뛰어나다는 보고를 하였지만 전문 무용수들에게 익숙하지 못한 자세에 대해서는 일반인들과 동작적인 부분에 있어 유의한 차이가 나타나지 않는다는 것으로 보아 본 연구와 일치된 견해를 보였다 (Crotts, Thompson, Nahom, Ryan, & Newton, 1996; Hugel, Cadopi, Kohler, & Perrin, 1999; Cole, 1991).

2. 미숙련자와 숙련자의 훈련기간 별 운동학적 변인 비교

1) 머리 회전 속도

숙련자의 경우 양 팔을 사용(TA)할 때가 양 팔을 사용하지 않을 때(AS)와 한 팔을 사용할 때의 경우(OA)보다는 회전 동작에 있어 운동학적으로 우월성이 나타났기 때문에 본 연구에서는 TA의 경우에 한해 미숙련자(unskilled)의 훈련 기간 별 머리 회전 속도 및 신체 중심 이동변위를 숙련자(skilled)의 동일한 변인들과 비교하였다. <표 7>은 훈련 시기에 따른 숙련자와 미숙련자의 머리 회전 속도를 비교한 결과이다.

표 7. 숙련자와 미숙련자 간 머리 회전 속도 비교 (rad/s)

| Event Group | Trial | Two - Arm | | |
|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| | | 0 week | 3 week | 5 week |
| 1 | Skilled | 6.46(1.60) | 6.86(1.31) | 7.06(1.49) |
| | Unskilled | 3.83(1.83) | 6.24(1.31) | 7.44(0.74) |
| | t | 2.853* | 0.942 | 0.642 |
| 2 | Skilled | 7.78(2.51) | 7.89(2.72) | 8.33(3.48) |
| | Unskilled | 7.37(1.45) | 5.93(3.11) | 7.67(3.36) |
| | t | 0.355 | 1.341 | 0.386 |
| 3 | Skilled | 12.73(1.61) | 13.83(2.40) | 12.50(2.58) |
| | Unskilled | 8.82(1.36) | 12.18(4.10) | 17.37(3.57) |
| | t | 4.777*** | 0.985 | 3.121** |
| 4 | Skilled | 4.82(1.80) | 6.26(1.26) | 6.58(0.70) |
| | Unskilled | 7.94(0.71) | 6.75(0.97) | 8.83(1.01) |
| | t | 3.979** | 0.870 | 5.163*** |
| 5 | Skilled | 6.74(2.11) | 6.39(1.76) | 6.25(1.69) |
| | Unskilled | 2.84(1.16) | 7.37(0.27) | 5.84(1.22) |
| | t | 4.046** | 1.560 | 0.557 |
| 6 | Skilled | 7.04(2.98) | 7.41(3.14) | 7.94(2.61) |
| | Unskilled | 6.79(1.26) | 4.10(1.55) | 7.60(5.03) |
| | t | 0.192 | 2.668* | 0.170 |
| 7 | Skilled | 11.05(2.16) | 12.22(2.46) | 12.54(2.02) |
| | Unskilled | 9.35(1.33) | 13.53(1.93) | 14.25(4.44) |
| | t | 1.690 | 1.181 | 0.989 |
| 8 | Skilled | 2.52(0.95) | 2.51(1.17) | 2.23(1.87) |
| | Unskilled | 4.48(1.78) | 3.81(1.86) | 2.75(1.96) |
| | t | 2.654* | 1.676 | 0.540 |

*p<0.05, **p<.01, ***p<.001, 괄호안의 값은 표준편차임.

훈련시작 직전(0 week) 시기에서 숙련자와 미숙련자의 머리회전 속도를 비교한 결과 event 1, event 3, event 4, event 5, event 8에서 유의한 차이를 발견할 수 있었다.

머리의 회전 속도는 회전 동작을 실행하는 동안 시표를 추적하는 능력과 상관관계가 큰 요인으로 볼 수 있다. 특히, 회전 바로 전 시표를 끝까지 추적하고 있는 몸통이 180°로 회전하는 시점(event 2, 6)과 회전이 가장 빨리 이루어지고 있는 시점(event 3, 7), 그리고 회전 바로 직후 시표를 재빨리 추적하는 몸통이 360°로 회전되는 시점(event 4, 8)의 결과는 회전 동작 시 스파팅 능력과 밀접한 관련을 가질 수 있다.

0 week의 결과를 살펴보면 event 2(6)에서는 두 그룹 간에서 회전속도 차이가 나타나지 않았다. 하지만 event 3(7)에서는 숙련자의 머리회전 속도가 미숙련자의 속도 보다 빠르게 나타나고 있고 event 4(8)에서는 그 같은 현상이 반대로 나타나서 미숙련자의 머리회전 속도가 숙련자에 비해 2배 정도 빠르게 나타났다. 이 같은 현상은 다수의 event에서 나타난 두 그룹 간의 유의차와 함께 회전 동작 시 숙련자와 미숙련자의 스파팅에 관련된 기능 차이를 잘 보여준 예라고 할 수 있을 것이다. 훈련 3주 후 (3 week) 시기에서는 event 6에서만 숙련자와 미숙련자 간의 머리회전 속도에서 유의한 차이가 나타났다.

이러한 결과는 훈련이 이루어진 3주 후 미숙련자의 머리 회전 속도가 숙련자와 유사하게 나타나는 것을 보여주는 것으로 미숙련자의 회전 훈련이 3주안에 습득이 되었음을 의미한다. 그러나 훈련 5주 후의 결과는 event 3과 event 4에서 미숙련자가 숙련자 보다 유의하게 큰 머리 회전 속도를 나타내고 있다. 숙련자의 경우 균일적인 속도로 머리회전이 일어나고 있다는 것은 회전동작에 있어 익숙한 머리 회전 속도를 유지하고 있다는 것으로 판단되며, 반면에 미숙련자의 회전은 의식적으로 목표물을 정확히 확인 후 시표를 빨리 응시하려는 현상(스파팅)이 계속적으로 진행되고 있는 것으로 사료된다.

2) 신체중심 수평 이동 변위

<표 8>은 훈련 시기에 따른 숙련자와 미숙련자의 신체중심 수평 이동 합 변위를 비교한 결과이다. 훈련 시작 직전(0 week) 시기의 경우 event 2를 제외한 모든 event에서 숙련자와 미숙련자 간에 유의한 차이를 발견할 수 있었다.

하지만 훈련 3주 후 부터는 모든 event에서 두 그룹 간 유의차가 나타나지 않아 미숙련자의 경우 훈련 3주째 이미 숙련자와 동일한 회전 능력이 습득되었음을 보여주고 있다. 이 같은 결과는 평형성은 신체 훈련에 의해 향상된다(Lord, Ward, & Williams, 1996; Judge, Lindsey, Underwood, & Winsemius, 1993)는 보고와 그 내용이 일치하는 것으로 생각된다.

표 8. 숙련자와 미숙련자 간 신체중심 이동 합 변위 비교 (cm)

| Event Group | Trial | Two - Arm | | |
|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| | | 0 week | 3 week | 5 week |
| 2 | Skilled | -1.23(0.30) | -1.04(0.22) | -0.95(0.22) |
| | Unskilled | -1.43(0.11) | -1.25(0.96) | -0.70(0.92) |
| | t | 1.531 | 0.588 | 0.750 |
| 3 | Skilled | 0.04(0.20) | 0.36(0.15) | 0.50(0.25) |
| | Unskilled | 0.58(0.56) | 0.33(0.92) | 0.89(0.96) |
| | t | 2.529* | 0.084 | 1.103 |
| 4 | Skilled | 2.64(0.72) | 3.23(0.43) | 3.42(0.28) |
| | Unskilled | 5.01(1.24) | 2.66(1.59) | 4.25(1.89) |
| | t | 4.498** | 0.987 | 1.220 |
| 5 | Skilled | 6.60(0.92) | 6.94(1.33) | 6.95(1.33) |
| | Unskilled | 8.62(0.44) | 7.60(1.48) | 6.90(0.29) |
| | t | 4.904*** | 0.926 | 0.101 |
| 6 | Skilled | 5.18(1.09) | 5.61(1.36) | 5.74(1.22) |
| | Unskilled | 7.17(0.32) | 6.80(1.85) | 5.68(0.24) |
| | t | 4.280** | 1.452 | 0.106 |
| 7 | Skilled | 6.02(1.36) | 6.61(1.48) | 6.84(0.89) |
| | Unskilled | 8.67(0.58) | 8.11(1.83) | 7.85(0.92) |
| | t | 4.432** | 1.805 | 2.057 |
| 8 | Skilled | 8.28(1.44) | 9.53(1.89) | 10.07(1.09) |
| | Unskilled | 12.77(1.06) | 11.72(0.91) | 11.84(1.82) |
| | t | 6.383*** | 2.940 | 2.267 |

*p<0.05, **p<.01, ***p<.001, 괄호안의 값은 표준편차임.

IV. 결론

본 연구는 전문 무용수들을 대상으로 하여 양 팔을 사용한 회전동작(TA), 한 팔을 사용한 회전동작(OA), 그리고 양 팔을 사용하지 않은 회전동작(AS) 시 변화되는 운동학적 변인들을 비교 분석하여 가장 효율적인 회전 방법을 알아보는데 일차적 목적이 있었고 초보자를 대상으로 회전 훈련을 실시하여 훈련 기간에 따른 회전 동작의 기능 차이를 숙련자와 비교 분석하는데 이차적 목적이 있었다. 숙련자를 대상으로 한 일차 연구 결과, 대부분의 event에서 세 종류의 회전 동작 간 머리 회전 속도의 통계적 유의차를 발견할 수 있었는데 이것은 회전동작 시 양 팔의 사용(TA)이 그렇지 않은 경우보다 월등히 빠른 회전속도를 발생시킨다는 것

을 보여주는 것으로 양 팔의 사용이 회전동작에 있어 매우 효과적인 자세라고 사료된다. 신체 중심의 수평 이동변위는 통계적으로 유의한 차이를 발견할 수는 없었지만 양 팔을 사용(TA)할 때가 상대적으로 우수한 회전동작의 직진성을 보여주고 있다.

Brancazio(1984)는 회전동작의 발생은 회전을 일으키는 힘과 모멘트 압과의 관계로 성립되어질 수 있으며 보다 완벽한 회전동작을 수행하기 위해서는 회전을 일으키는 힘을 크게 하거나 관성모멘트를 줄여 각운동량을 증가시킬 수 있다고 하였는데 본 연구의 양 팔을 사용한 회전(TA)에서 나타난 결과는 이를 잘 설명해주고 있다.

또한 초보자를 대상으로 회전 훈련을 실시하여 훈련 기간에 따른 회전 동작의 기능 차이를 숙련자와 비교 분석한 결과 훈련 3주 후 미숙련자의 머리 회전 속도와 신체중심 이동 변위가 숙련자와 유사하게 나타나 미숙련자의 회전 훈련은 3주 이내에 습득됨을 확인시켜주었다.

이 같은 결과를 토대로 볼 때 양 팔을 사용한 회전이 한 팔 및 양 팔을 사용하지 않은 회전보다 회전속도 및 회전의 안정성을 높이는데 가장 효과적인 방법이고 초보자의 회전훈련은 3주 정도의 시간이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 차후에는 지면반력 및 근전도 기법을 이용하여 무용수의 회전동작 시 변화되는 운동역학적 변인을 비교 분석하여 회전력의 근원이 어디에 있는지 확인하여야 할 것이다. 또한 보다 다양한 훈련 기간 간의 비교를 통해 초보자의 훈련기간이 단축될 수 있는지도 알아볼 필요가 있을 것이다.

참 고 문 헌

김용이, 최기형(2000). 무용 회전 동작의 회전 바퀴 수에 따른 지면반사력 형태분석. **한국운동역학회지**, 10(1), 259-269.
 조승미(1996). **발레용어사전**. 대광서림.
 주명덕, 이기청(2002). **운동역학**. 대한미디어.

최기형(1997). **삐루엣 앙드올의 운동역학적 분석**, 석사학위논문, 연세대학교 대학원.
 Brancazio, P. (1984). *Sport Science*. Simon & Schuster. New York. 118-159.
 Carr, G. (1996). *Mechanics of Sport: A practitioner's guide*. Human Kinetics Publishers.
 Cole, S.(1991). Physical Fitness, Body Image, And Locus of Control in College Women Dancers and Non dancers. *Perceptual and Motor Skill*, 72, 91-95.
 Crotts, D., Thompson, B., Nahom, M., Ryan, S., & Newton, R.(1996). Balance Abilities of Professional Dancers on Selected Balance Tests. *Josp*. Vol 23, Number 1, January: 17-12.
 Fitt, S. (1996). *Dance Kinesiology*. New York, Schirmer.
 Judge, J., Lindsey, C., Underwood, M., & Winsenius, D. (1993). Balance improvements in older women: Effects of exercise training. *Physical therapy*, 73(4): 254-262.
 Hugel, F., Cadopi, M., Kohler, F., Perrin, P.(1999). Postural control of ballet dancers: a specific use of visual input for artistic purposes. *Int J Sport Med*, Feb 20(2): 86-92.
 Heuer, H.(1991). *Motor constraints in dual-task performance*. In D. L. Damos(Ed.), *Multiple-task performance*(173-204). London: Tayler & Francis.
 Heuer, H.(1996). Coordination. In H. Heuer and S. W. Keele(Ed.), *Handbook of perception and action* Vol 2: Motor skills London: Academy Press.
 Kelso, J. A. S., Southard, D. L., & Goodman, D.(1979). On the coordination of two-handed movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, pp.229-238.
 Kenneth, L.(1984). *The physics of dance*. Schirmer Books.
 Lord, S., Ward, J., & Williams, P.(1996). Exercise effect on dynamic stability in older women: A randomized controlled trial. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 77(3):232-236.

Wisendange, M, Kazennikov, O, Perrig, S, & Keluzny, P.(1996). *Two hands-one action: The problem of bimanual coordination*. In A. M. Wing, P. Haggard, & J. R. Flanagan(Eds.), *Hand and brain*(pp.283-300). San Diego: Academic Press.

투 고 일 : 1월 31일
심 사 일 : 2월 6일
심사완료일 : 3월 7일