

## 전정기 기능 향상을 위한 회전과 구르기 훈련 프로그램의 개발 및 검증

박양선<sup>1</sup>·강성호<sup>2</sup>·임영태<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 건국대학교 자연과학대학 스포츠과학부<sup>2</sup> 건국대학교 의학전문대학원 이비인후과학교실

### Development and Verification of Treatment Programs by Turn and Roll Types to Improve the Function of Vestibular System

Yang-Sun Park<sup>1</sup>·Sung-Ho Kang<sup>2</sup>·Young-Tae Lim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Division of Sports Science, College of Natural Science, Konkuk University, Chungju, Korea

<sup>2</sup>Department of Otolaryngology, School of Medicine, Konkuk University, Chungju, Korea

Received 30 April 2012; Received in revised form 11 June 2012; Accepted 20 June 2012

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to develop a turn-type treatment program which applies the principle of spotting and a roll-type treatment program that induces off-vertical axis. 29 collegiate students volunteered for this study. 12-week treatment programs were applied to both 15 students for turn-type treatment group and 14 students for roll-type treatment group. As an analytic tool, eye camera was employed to verify the treatment programs for a stimulus upon a turn, recovery after a stimulus upon a turn, and nystagmus that affects a vestibular system. Two-way ANOVA with repeated measures was applied to see the significant differences between the treatment groups, and between the test periods. For Post-Hoc Test, paired t-test was used to within the group and independent t-test was used to between the groups. The results indicated that roll-type treatment training has maximized a stimulus on nystagmyus during the stimulus by a roll. Turn-type treatment training has maximized a stimulus on nystagmyus right after a stimulus by a roll and significantly decreased the intensity of nystagmyus during the recovery. Both turn and roll type treatments have reduced the recovery time which from nystagmyus to a normal status. Roll-type treatment has showed a much shorter recovery time for nystagmyus than the roll-type treatment has. Based on the results of treatment programs developed in this study, we expect the treatment programs can be applied to treat dizziness and to improve the function of vestibular system as a rehabilitation tool.

**Keywords :** Vestibular System, Nystagmus, Turn, Roll, Treatment, Development, Verification

## I. 서 론

어지럼은 신체의 평형을 유지하기 위해 필요한 시각, 말초 전정감각, 체성감각(somatosense) 그리고 이를 통합하여 조절하는 중추신경계 중에서 어느 한 곳이라도 이상이 있다면 발생할 수 있으며, 다양한 느낌으로 표현될 수 있다(Brandt & Strupp, 2005; Brandt, 1999). 어지럼을 유발하는 단일 질환으로 가장 많은 빈도수를 차지하는 것은 전정계의 이상이다(Brandt et al., 2005;

Kroenke & Mangelsdorff, 1989; Tusa, 2003; Neuhauser, 2007). 전정계의 이상으로 인한 환자는 환자의 증상, 과거력, 검사 소견을 바탕으로 진단과 치료가 가능하며(Kroenke et al., 1992), 전정신경계의 가장 중요한 역할은 자세와 균형의 유지이다.

어지럼증의 재활치료의 첫 번째 방법은 어지럼증을 더욱 유발하는 자세를 취하는 것에 있으며, 두 번째로는 일련의 자세 변화를 계속적으로 갖게끔 하는 것에 있다(Weiner, 1996; Sloane et al., 1994; Welling, & Barneset, 1994; Lempert et al., 1996). 재활치료는 1940년대 Cawthorne(1944)-Cooksey(1945)가 고안한 방법이 대표적이고 Hamid(Hecker, Haug & Herndon, 1974)가 고안한 방법도 유용하게 쓰이고 있다.

이러한 방법의 원리로 현재 쓰이는 전정재활치료의 유형은 개인에 맞춤 치료(customized)와 일반적 치료(generic) 두 가지로

Corresponding Author : Young-Tae Lim  
Division of Sports Science, College of Natural Science, Konkuk University,  
322 Danwol-dong, Chungju, Korea  
Tel : +82-43-840-3495 / Fax : +82-43-840-3498  
E-mail : ytlim@kku.ac.kr  
이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. [NRF-2009-1-351-G00073]

나눌 수 있다. 치료의 효과적인 면에서는 개인에게 맞춤 방법이 일반적 치료보다 좋은 것으로 알려져 있지만, (Shepard, & Telian, 1995; Sztum, Ireland & Lessing-Truner, 1994) 현실적으로 모든 병원에서 적용시키기에는 어려운 점이 있다는 문제점이 있다. 맞춤 방법에서의 일반적인 재활운동 원칙은 환자로 하여금 어지러움을 느끼는 자극에 노출시키고 평형을 유지하기 어려운 상황에 계속 도전하도록 하는 것이다. 또한 환자에게 어지럼 치료 방법으로 세 가지 영역의 운동이 고려되어야 함을 강조하였는데, 그 첫번째가 전정적응 운동(vestibular adaptation exercises)이라고 하였다. 전정적응 운동은 일상생활에서의 특별한 자세나 상황을 찾아 이를 반복하게 함으로써 같은 상황에 노출되더라도 증세가 감소하게 하는 습관화 운동(habituation exercise)의 형태로, 이 운동에는 대개 전정기관의 적응을 강화하는 머리 또는 안구의 운동이 첨가된다고 하였다(Rhee, 2010). 또한, 대부분의 두부운동은 전정기관의 5개 소기관 중 한 개 이상을 자극하기 때문에 자극되는 소기관을 확인하기 위해서는 다음의 세 가지 인자를 알아야 하는데 첫째, 자극이 각 가속인지 또는 선 가속인지, 둘째, 운동의 방향에 대한 두개골의 위치, 셋째, 중력에 대한 운동의 방향이다(Furman & Baloh, 1992). 일반적으로 수직축을 중심으로 자극하는 편요 회전은 수평 반구관만을 선택적으로 자극할 수 있으며, 이석기관을 자극하기 위해서는 중력의 방향에 대하여 기울어진 탈 수직축을 중심으로 회전자극을 가하여야 한다(Guedry, 1965; Raphan, Cohen, & Henn, 1981). 일반적 개념으로 다시 재해석 하자면, 내이(inner ear)에는 수평 반구관과 이석기관 두 가지로 나누어져 있는데, 수평 반구관은 일반적으로 무용수들이 여러 바퀴를 기술적으로 도는 회전동작이나 ‘코끼리 코’처럼 제자리에서 도는 회전동작에서 어지럼증을 반응하는 기관이라고 설명할 수 있고, 이석기관은 중력에 의한 수직축에서 이탈한 축, 즉 기울어진 상태에서 회전하거나 넘어지거나, 구르는 등과 같은 동작에서 어지럼증을 반응하는 기관이라고 설명할 수 있다. 이에 이 두 가지 관점에서의 다른 자극이 어지럼증을 유발할 수 있으며, 본 연구에서 문제제기 된다. 어지럼의 신경 의학적 검사에서 가장 중요한 것을 안진(nystagmus; 눈동자의 떨림 현상)의 관찰로 볼 수 있다. 안진이 발생하였다는 것은 전정계의 이상 또는 안구운동 조절경로의 이상이 있다는 것을 의미하는데(Lee & Sung, 2008), 개체에 회전자극이 주어지면 전정기관은 이를 감지하고 전정안구반사에 의해 안진을 발생시킨다(Howrad, 1993). 안진의 관찰 중 동적 전정 불균형(dynamic vestibular imbalance)의 검사로 사용되고 있는 방법들은 머리 흔들, 과호흡, 체위 변동성, 발살바수기, 유양돌기의 진동자극, 소음, 목돌림 등이 안진을 유발시킴으로써 잠재되어 있는 전정 기능의 불균형을 알아내는 방법들이 있다(Lee et al., 2008).

안진 및 전정평형성이 무용과 관련된 국내 선행연구들을 보

면, 발레 숙련자와 미숙련자를 비교하여 삐루엣(회전) 동작 시 안구운동의 지속시간 및 회전 후 안진의 차이에 숙련자가 우의함을 발견했다(Kim, Kim & Park, 1993). 또한 일반학생이 무용 전공학생들보다 안진 회복시간이 현저하게 높게 나타났다는 연구가 진행되었고(Kwak, Kim & Son, 2003), 일반대학생들에게 스파팅(spottting; 하나의 목표물을 응시하여 도는 회전 방법) 훈련을 시킨 결과 무용수와 같은 규칙적인 EOG 파형을 나타내 전정평형성에 영향을 미쳤다는 연구(Park & Lim, 2008) 등이 보고되어 왔다.

최근 국내의 연구에서 운동프로그램을 통한 어지럼증 및 전정평형성에 영향을 주는 요인을 찾으려는 노력들이 진행되고 있다(Kim, HwangBo, Yoo & Kim, 2010; Kim, An, Kim, & Park, 2011). 하지만 주로 기존의 운동프로그램을 가지고 입증하고 있거나, 전정기에 직접적 영향을 미치는 안진의 분석보다는 간접적인 전정기 기능 평가 방법으로 연구를 진행하고 있다. 이러한 점에서 볼 때, 전정기능을 강화 시키는 운동 프로그램의 개발이 좀 더 활발하게 진행될 필요가 있다. 특히 두 가지 관점에서 전정기에 자극을 주는 요인을 분류할 필요가 있는데, 첫 번째는 일반적 편요 회전의 자극(일반적 회전동작에 따른 전정자극, 이하 일반회전 자극이라 명명함)이고, 두 번째는 이석기간에 자극을 가할 수 있는 탈 수직축의 자극(중력의 수직축에서 이탈한 회전자극, 이하 이탈회전 자극이라 명명함)이다. 이에 본 연구는 두 가지 전정기 자극에 대한 운동 프로그램 개발의 필요성을 갖는다. 그 첫 번째는 무용수들이 이용하는 스파팅 회전을 전정적응 운동의 기본적 운동의 형태로 응용하는 일반회전훈련 운동프로그램을 개발하고, 그 훈련의 효과를 검증하는데 있다. 두 번째는 무용수들의 회전훈련인 일반회전과 다른 훈련의 효과를 가질 것으로 기대되는 탈 수직축을 이용한 이탈회전 프로그램의 개발과 그 효과를 안진분석으로 검증하는데 있다. 이에 본 연구는 무용수들이 이용하는 스파팅 원리를 이용한 운동 형태와 앞섰뒤로 구르는 운동의 형태, 두 가지 다른 형태의 운동프로그램을 개발하는 데 그 목적이 있었다. 또한 안진분석을 통하여 전정기 기능향상에 영향을 미치는 요인을 검증 하고자 하였다. 이러한 검증을 통하여 어지럼을 치료하는 운동이나 전정기의 기능을 강화시키는 운동으로 활용되기를 기대한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상자

본 연구의 대상은 안구에 관련된 질환이 없고 무용 경력이 없으며 정기적으로 운동을 하지 않는 대학생을 대상으로 훈련

프로그램 집단으로 선별하였다. 수직 회전만을 훈련하는 집단 (turn group; 15명)의 신체적 특성은 나이 21.57±2.28 yrs, 신장 167.64±9.39 cm, 체중 58.57±12.81 kg으로 남학생 7명과 여학생 8명으로 구성되었다. 탈수직축을 이용한 회전훈련을 하는 집단 (roll group; 14명)의 신체적 특성은 나이 22.36±1.57 yrs, 신장 168.18±8.55 cm, 체중 60.91±13.58 kg으로 남학생 8명과 여학생 6명으로 구성되었다.

## 2. 실험 절차

### 1) 안전 측정

본 연구의 안전 분석을 위해서 K대 이비인후과 연계하여, 병원에서 어지럼증 검사 시 사용하는 eye camera(VG40, Otometrics ICS)를 사용하여 안전 측정을 하였다. 안전의 측정은 2차(사전·사후)로 이루어졌는데, 12주간의 운동프로그램을 진행하기 전에 1차 안전 테스트를 실시하였고, 운동훈련 후 2차 안전 테스트를 실시하였다.

안진을 유발하기 위해 사전 테스트를 통해서 오른쪽 10회전 시 안진의 움직임이 회전 정지시점에서 유발되는 것을 전문의와 상의하여 확인하였다. 피험자의 사전 부상여부와 어지럼증의 경험 여부를 확인한 후 본 실험에 임하게 하였다.

실험방법은 오른쪽으로 자가 10회전 후 제자리에서 정지하는 동작으로 선정하고, 정지한 후 목표물을 끝까지 응시하도록 유도하였다. 실험 시, 안전 측정 프로그램(ICS Chartr 200, GN Otometrics)은 실시간 대비하여 전문의 동의하에 안전이 완전히 없어질 때 까지 정지하고 있게끔 피험자를 통제하였고, 회전 시와 회전 직후 정지 상태에서의 안구의 움직임을 촬영하였다. 회전 시 속도의 제어는 메트로놈을 이용하여 빠른 박자(presto :160 tempo)를 제시하여 일정한 속도를 최대한 유지하게끔 하였다(Park, 2006).

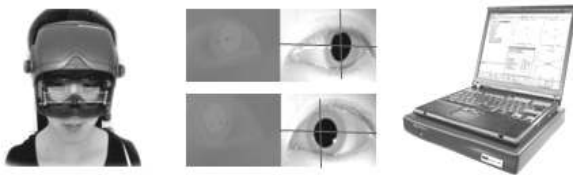


Figure 1. Vestibular test system

<Figure 1>은 eye camera의 착용모습과 안전측정 시 기준이 되는 왼쪽 검정 눈동자의 움직임 추적 사진이다.

### 2) 머리각도 고정기 제작

본 연구에서는 안전과 전정기에 강한 자극을 줄 수 있도록, 척추와 머리의 각도를 30°(Kim, 2001)로 고정할 수 있는 머리각



Figure 2. Made of setting to head angle

도 고정기를 제작하였다. 실험 시 이 기구를 착용한 채 동작을 실시할 수 있도록 하였다(Figure 2).

### 3) 훈련 프로그램

본 연구에 참여하는 첫 번째 피험자 집단은, 일반회전자극을 하기 위한 무용수들이 회전 시 이용하는 목표물 보며 회전하는 스팟팅 회전(spot turn with looking target)을 응용하여, 제자리돌기(stand still turn), 앞으로 한발 전진하며 돌기(turn with one step forward)를 응용한 회전훈련 프로그램(turn type treatment)을 개발하여 훈련한 집단으로, 1주에 2회씩, 12주간 운동훈련을 하였다. 이 집단을 회전훈련 집단(turn group)이라고 명명하였다. 두 번째 피험자 집단은 옆으로 구르기(side roll), 앞으로 구르기(forward roll), 앞으로 구른 후 한발 중심잡기(keep balance of one leg after forward roll), 위로 뛰어올라 옆으로 이동하기(lateral move with jump), 사선으로 앞구르기(forward roll\_diagonal line), 점프 후 구르기(roll after jump) 형태의 구르기 운동 등을 응용한 회전훈련 프로그램(roll type treatment)을 개발하여 훈련한 집단으로, 1주에 2회씩, 12주간 운동훈련을 하였다. 이 집단을 구르기 훈련 집단(roll group)이라고 명명하였다. 운동의 강도는 첫 번째 훈련시간에 각 집단별 pre-test를 실시하여, 개별적으로 학생들이 어지럼증을 느끼기 시작하는 시점의 강도를 첫 회에 선정하였다. 첫 회 운동 강도를 기준으로 매 time 마다 그전 동작에 대한 적응과 어지럼증을 느끼지 못할 때, 다음(새로운) 동작을 제시하여 운동 강도를 조절하였다. 운동 프로그램의 자세한 내용은 아래 <Table 1>과 같다.

### 3. 안전 이벤트

본 연구에서는 안전의 값을 4개의 Event와 2개의 Phase로 나누어 분석하였다. E1은 회전이 진행되고 있는 구간에서의 최대 안전강도 값, E2는 자가 회전이 정지된 시점에서의 최대 안전강도 값, E3은 데이터 상 안전강도가 멈춘 시점에서의 안전강도 값, E4는 전문의가 평가한 안전의 움직임이 완전한 멈추었다고 평가한 시점이다. 또한 E2에서 E3의 최대안전강도의 차이 값을 phase 1로 설정하고, E2에서 E4까지의 안전회복 시간을 phase 2로 설정하였다(Figure 3).



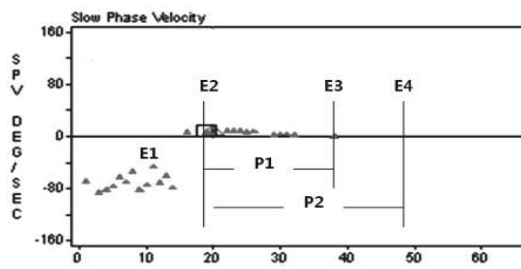


Figure 3. Event

#### 4. 자료처리

안진은 속상과 서상이 반복되는 것이며, 전정기관과 중추신경계의 이상 유무를 판단하는데, 중요한 척도가 되며(Mathog, 1972; Howard, 1993), 일반적으로 서상 운동 속도(slow phase velocity; SPV)가 병변 진단에 유용하다고 알려져 있다. 아래 <Figure 4>는 오른쪽 회전 자극이 주어질 때 안진의 서상(slow phase)는 왼쪽방향으로 출현하고 속상(fast phase)는 동일 방향으로 향함을 나타내고 있다.

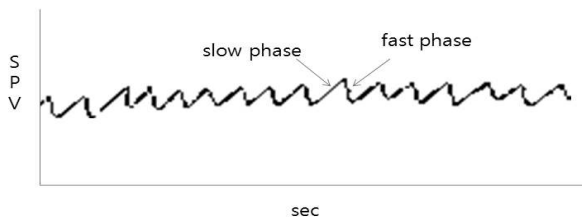


Figure 4. Nystagmus

안진의 분석은 느린 안구 성분인 서상속도로(SPV= 안진의 빈도× 강도의 곱)로 어지럼증의 유추할 수 있다. Event 1, 2, 3은 SPV의 최대값을 산출하였고, Phase 1은 안진의 차이값, Phase 2는 시간에 대한 차이값을 산출하였다.

본 연구의 자료처리는 훈련 형태(turn group, roll group)는 급간, 훈련 기간(pre test, post test)은 급내의 차이를 알아보기 위해 이원 반복 분산분석을 실시하였다. 상호작용 검증 결과의 사후검증을 분석하기 위해 집단 내 단순효과 검증은 paired t-test로 하였고, 집단 간에 대한 검증은 independent t-test로 하였다. 모든 통계처리는 PASW Statistics 18.0을 이용하였으며 유의수준은 5%로 설정하였다.

### III 결 과

#### 1. 안진 패턴

안진의 데이터는 안구의 회전 방향성에 따라 beating으로 구

분할 수 있는데, <Figure 5>에서 보는 바와 같이 오른쪽 회전을 실행하는 E1구간에서는 y축이 - 데이터를 갖으며, 회전이 멈추는 시점(E2) 이후부터는 +값을 나타낸다. 안진의 패턴 그래프 결과는 아래 <Figure 5, 6>에서와 같이 나타났다. 회전중 그래프의 패턴을 보면, 훈련전 안진의 beating이 불규칙적으로 나타나다가 훈련 후 일정한 패턴의 beating을 나타냈다. 회전정지시점 이후, 안진의 강도가 일정한 패턴으로 길게 훈련전 그래프에서 나타나는 것을 알 수 있다.

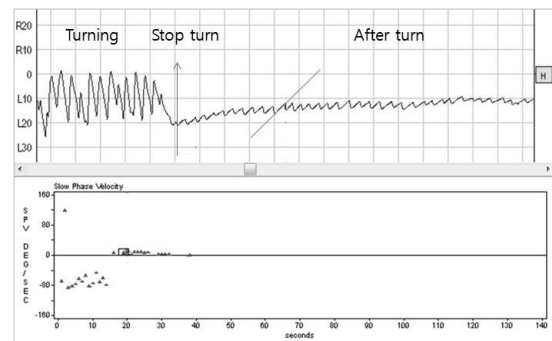


Figure 5. Pattern graph of pre test

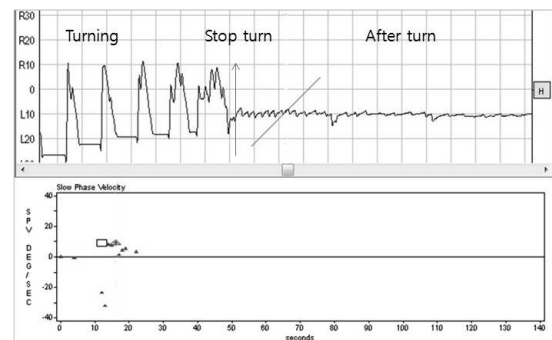


Figure 6. Pattern graph of post test

#### 2. 안진강도 결과

회전 중 최대 안진강도인 E1에 대한 차이와 검증을 위한 이원 반복분석 결과, 주효과 trial [F1,19=4.87, Sig=.004]은 훈련전보다 훈련후가 높게 나타났으며, 주효과 types [F1,19=1.57, Sig=.226]는 유의차이가 나타나지 않았다. 그리고 상호작용 trial × types [F1,19=.88, Sig=.359]에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 2).

Table 2. Result of event 1

(unit: °/sec)

| Variable  | Type          |               |
|-----------|---------------|---------------|
|           | Turn group    | Roll group    |
| Pre test  | -110.59±31.57 | -82.02±10.68  |
| Post test | -127.13±60.31 | -123.08±42.58 |

Values are Mean ± S.D

회전정지 시점에서의 최대 안전강도인 E2에 대한 차이와 검증을 위한 이원반복분석 결과, 주효과 trial [F1,18=4.89, Sig=.040]은 훈련전보다 훈련후가 높게 나타났으며, 주효과 types [F1,18=.23, Sig=.639]는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 상호작용 trial × types [F1,18=.56, Sig=.813]에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 3).

Table 3. Result of event 2 (unit: %/sec)

| Variable         | Type       |            |
|------------------|------------|------------|
|                  | Turn group | Roll group |
| Trial — Pre test | 10.36±3.82 | 11.78±6.21 |
| Post test        | 14.99±7.56 | 15.51±6.45 |

Values are Mean ± S.D

안전강도 멈춤 시점인 E3에서의 최대 안전강도에 대한 차이와 검증을 위한 이원반복분석 결과, trial [F1,18=.91, Sig=.353]과, types [F1,18=1.11, Sig=.306]에 대한 주효과 결과 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 상호작용 trial × types [F1,18=.12, Sig=.737]에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 4).

Table 4. Result of event 3 (unit: %/sec)

| Variable         | Type       |            |
|------------------|------------|------------|
|                  | Turn group | Roll group |
| Trial — Pre test | 4.13±2.29  | 5.06±1.76  |
| Post test        | 3.79±2.04  | 4.34±1.94  |

Values are Mean ± S.D

회전정지 시점의 최대 안전강도(E2)부터 안전강도 멈춤 시기(E3)의 안전강도 차이인 phase 1에 대한 이원반복분석 결과, 주효과 trial [F1,16=4.893, Sig=.042]은 훈련전보다 훈련후가 높게 나타났으며, 주효과 types [F1,16=.21, Sig=.655]는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 상호작용 trial × types [F1,16=.78, Sig=.393]에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 5, Figure 7).

Table 5. Result of phase 1 (unit: %/sec)

| Variable         | Type       |            |
|------------------|------------|------------|
|                  | Turn group | Roll group |
| Trial — Pre test | 6.43±2.94  | 7.43±5.75  |
| Post test        | 12.45±6.24 | 10.03±5.31 |

Values are Mean ± S.D

회전정지시점(E2)부터 전문의가 판단한 안전이 완전히 멈추는 시기(E4)까지의 시간 차이인 phase 2결과는, 주효과 trial [F1,25=40.27, Sig=.000]은 훈련전 보다 훈련후가 짧게 나타났고,

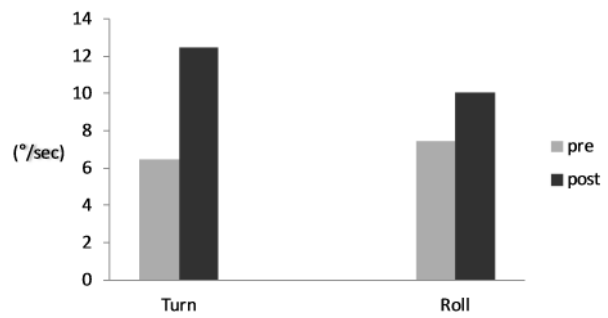


Figure 7. Result of phase 1(graph)

주효과 types [F1,25=6.35, Sig=.018]는 turn group이 roll group보다 짧게 나타났다. 그리고 상호작용 trial × types [F1,25=.14, Sig=.716]에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 6, Figure 8).

Table 6. Result of phase 2 (unit: sec)

| Variable         | Type       |            |
|------------------|------------|------------|
|                  | Turn group | Roll group |
| Trial — Pre test | 19.31±5.54 | 22.92±5.27 |
| Post test        | 11.85±5.11 | 16.29±4.25 |

Values are Mean ± S.D

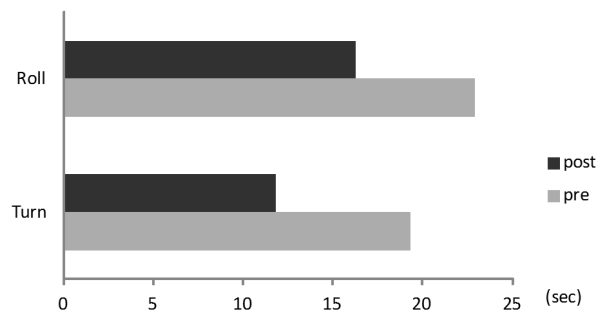


Figure 8. Result of phase 2(graph)

## IV. 논 의

지금까지 전정기 기능향상에 관련된 연구는 주로 자세반사와 동적 균형능력의 향상에 관한 검토로 다수 보고되어 왔다 (Wilson & Melvill-Jones, 1979; Park, Kee, Park, & Kim, 1989; Yoon et al., 1990; Leigh and Zee, 1991; Meretta, Whitney, Marchetti, Sparto & Muirhead, 2006; Jung Kim, Chung, Woo, & Rhee, 2009; Kim et al., 2010). 최근 국내 연구에서는 어지럼증과 관련된 연구는 전정기의 기능향상에 관한 검토(Lee et al., 2008), 전정장애와 치료에 관한 검토(Rhee, 2010; Lim & Chae, 2010), 그리고 노인과 관련한 어지러움에 관한 접근(Kim et al.,

2011) 등이 주로 의학 분야에서 연구되고 있다. 또한 전정기와 무용과 관련된 선행연구는 회전동작과 무용수의 안진, 그리고 전정평형성에 대한 연구(Kim et al., 1993; Kwak et al., 2003)로 검토되어 왔다. 그러나 전정기의 기능향상에 운동의 영향이 클 것이라는 예상에도 불구하고 전정기와 운동에 대한 연구는 주로 우수선수와 비우수선수만을 비교하였거나, 무용수들의 전정 기능이 일반인들보다 우수하다는 비교만을 해왔다. 이에 본 연구는 두 가지의 운동프로그램을 개발하여, 전정기에 영향을 주는 운동의 형태를 분류하고 그 효과를 검증하는데 목적을 두고, 전정기의 기능에 영향을 미치는 안진을 분석하였다.

본 연구의 결과, 안진의 패턴 그래프를 보면, 회전중 안진의 파형을 비교하였을 때, 훈련 전보다 훈련 후가 일정한 패턴을 나타내는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 Park et al.(2008)의 연구에서 일반대학생에게 3-5주간의 스파팅을 이용한 회전훈련이 무용수와 같은 안진의 형태를 보인다는 연구의 결과를 지지하고 있다. 또한 회전직후부터 안진의 빈도수가 상당히 줄어드는 결과를 그래프를 통해서 확인할 수 있었다.

최대 안진강도에 대한 결과, 회전 중(E1) 최대 안진강도는 주효과 훈련기간에 대해 영향을 미쳤다( $p < .05$ ). 구르기훈련 집단(roll group)에서 훈련 전보다 훈련 후의 최대 안진강도가 크게 나타났다. 또한 회전 정지시점(E2)에서도 주효과 훈련기간에 대해 영향을 미치는 것으로 나타났는데( $p < .05$ ), 회전훈련 집단(tum group)에서 최대 안진강도가 훈련전보다 훈련후가 유의하게 더 크게 나타났다. 이는 발레 무용수들의 회전동작 시 의도적인 머리(head)의 빠른 회전동작은 전정반사를 더욱 강화시킨다는 연구(Kim et al., 1993)의 결과를 지지한다. Horak 과 Hlavacka(2002)은 어지러움 환자들은 전정 장애 이후 활동적이고 머리를 많이 움직인 경우 회복이 빠른 것을 관찰할 수 있다고 하였고, 전정 기능이 저하된 환자에게는 머리와 눈, 그리고 몸 전체가 움직이는 운동요법의 고안이 필요하다고 하였다(Badke, Shea, Miedaner & Grove, 2004). 본 연구의 E1과 E2 결과에서 회전과 구르기(tum & roll) 훈련을 통해, 회전동작 중과 회전 바로 직후의 안진의 폭이 증가한 것은 전정기의 자극을 더욱 극대화하였다는 것으로 해석되며 이러한 결과는 위의 선행연구의 머리, 눈, 몸의 움직임을 활용하는 방법에 응용될 수 있으리라 생각된다.

안진강도 멈춤 시점인 E3에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 phase 1에 대한 주효과는 훈련기간에 대해 유의한 차이가 났다( $p < .05$ ). 이 결과는 회전직후 최대의 안진강도에서부터 안진이 멈추었을 때의 차이로써, 그 값으로 인해 안진강도가 감소한 폭을 알 수 있다. 그 결과, 훈련후 유의한 값으로 안진의 강도가 크게 나타났다. 이것은 훈련후, 회전직후의 안진의 강도가 훈련전보다 크게 증가하였다가 안진이 멈춰지는 시점에서 더 많은 폭으로 떨어졌다는 것을 의미한다.

회전정지시점(E2)부터 전문의가 판단한 안진이 완전히 멈추

는 시기(E4)까지의 시간 차이인 phase 2결과, 주효과는 훈련기간에 따라 유의한 차이가 나타났고, 운동의 형태에 따라서도 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과는 무용 전공학생의 전정기관의 평형기능은 일반학생보다 안진 회복속도가 빠르다(Kwak et al., 2003)는 연구를 뒷받침해준다고 볼 수 있다. 또한 회전훈련을 실시한 집단이 구르기훈련을 실시한 집단 보다 유의하게 안진의 회복시간이 단축되었다는 결과는, 정상적으로 무용가나 피아릿 등에게서 오랜 훈련의 결과로 일어나는 현상으로 이해되는 전정 습관화반응(Young & Henn, 1974)으로 보여진다. 습관화반응은 전정의 자연적 회복, 전정적응(vestibular adaptation)과 대체(substitution)등과 더불어 전정 장애 재활치료의 중요기전 중의 하나라고 하였다(Gelles, Jean-Marc, & Jean-Huber, 2002). 하지만, 회전자극을 이용한 전정습관화는 이석기관의 자극이 동시에 가해졌을 때 습관화반응이 유발되지 않아 이석기관의 자극이 습관화반응을 억제한다고 하였으며, 이러한 현상은 전정장애 환자의 전정재활치료에 중요한 정보를 제공할 수 있다고 하였다(Jung, 2002). 본 연구에서 이석기관의 자극을 유발한 구르기훈련 집단은 안진의 회복속도가 훈련전보다 훈련후가 빨라졌지만, 동작의 형태에서 볼 때 회전훈련 집단보다는 더 큰 안진강도를 나타냈다. 이러한 결과는 위의 선행연구를 지지하고 있는 것으로 해석될 수 있다.

전정재활치료의 목적은 기능적으로 환자의 평형능력을 증대시켜 일상생활의 활동성을 회복시키고 보행이나 이와 관련된 운동중의 안전을 도모하며 환자의 증세, 즉 어지러움을 감소시키는데 있다(Rhee, 2010). 본 연구에서 제시한 회전훈련 프로그램은 한발 앞으로 전진하며 한 바퀴 회전하는 동작이 주를 이루고 있다. 이 동작은 주로 무용수들에게 표현의 기술로 많이 활용되는 동작이며, 이 동작을 능숙하게 익히기 위해서 스파팅의 원리 뿐 아니라 중심과 균형을 잘 유지하여야 한다. 또한 구르기훈련 프로그램은 주로 앞으로 구르거나 옆으로 구르기, 사선으로 구르기를 한 후, 제자리에 일어서서 중심을 잡는 동작으로 구성되었다. 시간적 제한을 두지는 않았지만, 균형을 잘 잡을 수 있도록 두발 중심잡기에서 한 발 중심잡기로 난이도를 구별하여 훈련하였다. 따라서 본 연구에서 제시한 운동 프로그램은 균형능력의 향상을 유도했을 가능성을 배제할 수 없다. 전정재활운동이 어지럼 환자들의 평형능력을 향상 시키고(Jung et al., 2009), ‘의자에서 일어서 목표물 돌아와 앉기’ 운동이 어지럼 환자의 기능 개선을 도왔으며(Meretta et al., 2006), 16주간 평형성 운동프로그램이 2.44 m 왕복걷기 운동 시 어지럼증 환자의 치료 효과를 가져왔다(Kim et al., 2011)는 선행연구에서 알 수 있듯이, 균형능력 향상과 어지러움의 관계는 매우 밀접하다고 할 수 있다. 본 연구에서 분석도구로 사용되어진 안진 분석은 전정기능의 불균형을 알아낼 수 있는 방법으로서(Bance, O'Driscoll, Patel & Ramsden, 1998; Yagi & Ohyama, 1996), 이를

통해 전정평형성의 회복시기를 유추할 수 있다. 따라서 본 연구결과에서 나타난 안진의 회복시간이 짧아진 것은, 두 형태의 회전과 구르기훈련 프로그램(turn & roll)이 전정평형성에 영향을 미쳤음을 시사한다. 본 연구에서 제시한 운동 프로그램은 어지럼 환자들을 대상으로 하지는 않았지만, 전정기에 직접적 영향을 미치는 안진의 분석을 통해 그 효과를 입증하였다. 본 연구의 결과는 전정 장애 재활치료의 중요한 기전 중 하나인, 전정습관화를 유발한 회전훈련 프로그램 개발과 탈수직축을 유도한 구르기훈련 프로그램의 개발로 인해, 회전 자극 시와 회전자극 직후 더 큰 안진 강도로 전정기를 자극시켰으며, 회복 시 안진의 강도를 줄어들게 하고 안진의 회복시간을 단축시켰다는 점을 성과로 들 수 있겠다.

## V. 결 론

본 연구는 스피어링의 원리와 무용수들의 회전동작을 응용한 회전훈련 프로그램(turn type)과 탈수직축을 유도한 구르기훈련 프로그램(roll type)을 개발하고 그 효과를 검증하는데 목적이 있었다. 효과의 검증을 위해 12주간의 운동훈련을 통한 회전자극 시 전정기 기능에 영향을 미치는 안진을 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 구르기훈련은 회전자극 시 안진을 극대화 시켰다.
2. 회전훈련은 회전자극 직후 안진을 극대화 시켰고, 회복 시 안진 강도를 유의하게 떨어뜨렸다.
3. 회전훈련과 구르기훈련 모두 안진이 정상으로 회복되는 시간을 단축시켰다.
4. 회전훈련이 구르기훈련 보다 안진 회복시간이 더 짧게 나타났다.

위 검증결과를 통하여 본 연구에서 개발된 운동 프로그램이 어지럼을 치료하는 운동이나 전정기의 기능을 강화시키는 운동으로 활용되기를 기대한다.

## 참고문헌

- Brandt, T. V.(1999). *Its multisensory syndromes*, 2nd eds. Berlin: Springer.
- Brandt, T., & Strupp, M.(2005). General vestibular testing. *Clinical Neurophysiology*, 116, 406-425.
- Cawthorne, T.(1944). The physiological basis for head exercises. *Chartered Society of Physiotherapy*, 106-107.
- Cooksey, F. S.(1945). Rehabilitation in vestibular injuries. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 39, 273-275.
- Horak, F. B., & Hlavacka, F.(2002). Vestibular stimulation affects medium latency postural muscle responses. *Experimental Brain Research*, 144(1) 95-102.
- Furman, J. M. R., & Baloh, R. W.(1992). Otolith-ocular testing in human subjects. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 656, 431-451.
- Gelles, C., Jean-Marc, F., & Jean-Huber, C.(2002). Comparison between habituation of the cat vestibulo-ocular reflex by velocity steps and sinusoidal vestibular stimulation in the dark. *Experimental Brain Research*, 142(2), 259-267.
- Guedry, F. E.(1965). Orientation of the Rotation-Axis Relative to Gravity: Its Influence on Nystagmus and the Sensation of Rotation. *Acta Oto-laryngologica*, 60(1-6), 30-48.
- Hecker, H. C., Haug, C. O., & Herndon, J. W. (1974). Treatment of the vertiginous patient using Cawthorne's vestibular exercises. *Laryngoscope*, 84, 2065-2072.
- Howard, I. P.(1993). *The optokinetic system In: the vestibuloocular reflex and vertigo*, edited by J. A. Sharpe and H. O. Barber, New York, Raven Press, 163-184.
- Jung, J. Y., Kim, J. S., Chung, P. S. Woo, S. H., & Rhee, C. K.(2009). Effect of vestibular rehabilitation on dizziness in the elderly. *American Journal of Otolaryngology*, 30(5), 295-299.
- Jung, S. K.(2002). *Vestibular habituation of the guinea pig vestibulo-ocular reflex by otolithic stimulation*. Unpublished Master's Thesis, Graduation School of Dankuk University.
- Kim, G. G.(2001). *Eye signal analysis and robust speed control of rotatory chair system for dizziness diagnosis*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Wonkwang University.
- Kim, H. H., Hwang, B. G., Yoo, B. K., & Kim, M. K.(2010). Effects of vestibule-oriented sensory integration treatment on the nystagmus, visual perception and balancing ability of children with developmental disability. *The Korea Contents Association*, 11(4), 290-301.
- Kim, I. S., Kim, D. H., & Park, B. L.(1993). The Role of the Vestibuloocular Reflex on Pirouette Movement of Ballet.
- Badke, M. B., Shea, T. A., Miedaner, J. A., & Grove, C. R.(2004). Outcomes after rehabilitation for adults with balance dysfunction. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(2), 227-233.
- Bance, M. L., O'Driscoll, M., Patel, N., & Ramsden, R. T.(1998). Vestibular Disease Unmasked by Hyperventilation. *The Laryngoscope*, 108(4), 610-614.



- The Korean Journal of Physical Education*, 32(2), 2201-2209.
- Kim, J. H., An, M. Y., Kim, M. W., & Park, W. Y.(2011). The effect of 16week specific exercise program on functional balance and quality of life improvement in dizziness old adults. *The Korean Journal of Sport*, 9(3), 179-191.
- Kroenke K, Lucas, C. A., Rosenberg, M. L., Scherokman, B., Herbers, J. E., Wehrle, P. A., & Boggi, J. O.(1992). Causes of persistent dizziness. A prospective study of 100 patients in ambulatory care. *Annals of Internal Medicine*, 117, 898-904.
- Kroenke, K., & Mangelsdorff, D.(1989). Common symptoms in ambulatory care: incidence, evaluation, therapy and outcome. *American Journal of Medicine*, 86, 262-266.
- Kwak, M. R., Kim, T. Y., & Son, T. Y.(2003). The effects of dancing career on the nystagmus exercise test. *The Korean Society of Sports Science*, 12(2), 933-939.
- Lee, T. K., & Sung, K. B.(2008). Diagnostic approaches to th patient with dizziness. *Journal of the Korean Medical Association*, 51(11), 960-974.
- Leigh, R. J., & Zee, D. S.(1991). *The Neurology of Eye Movements*. Oxford University Press.
- Lempert, T., Gresty, M. A., & Bronsteinet, A. M.(1996). Epley's procedure should be used to treat benign positional vertigo. *British Medical Journal*, 312, 1300.
- Lim, H. W., & Chae, S. W.(2010). Evaluation and treatment of the patient with acute dizziness in primary care. *Journal of Medical Association*, 53(10), 898-910.
- Mathog, R. H.(1972). Testing of the vestibular system by sinusoidal angular acceleration. *Acta Oto-laryngologica*, 74(1-6), 96-103.
- Meretta, B. M., Whitney, S. L., Marchetti, G. F., Sparto, P. J., & Muirhead, R. J.(2006). The five times sit to stand test: responsiveness to change and concurrent validity in adults undergoing vestibular rehabilitation. *Journal of Vestibular Research*, 16(4-5), 233-243.
- Neuhauser, H. K.(2007). Epidemiology of vertigo. *Current Opinion in Neurology*, 20, 40-46.
- Park, B. R., Kee, H. J., Park, C. S., & Kim, D. H.(1989). The role of th vestibuloocular reflex on the control of body posture and movement. *Korean Journal of Sports Science*, 1, 28-40.
- Park, Y. S., & Lim, Y. T.(2008). Analysis of the sense of equilibrium in the spotting and vestibular system by turn training. *The Korean Journal of Physical Education*, 47(4), 435-444.
- Park, Y. S.(2006). *The effect of turn motion to kinematic factors and vestibular system*. Unpublished Dotor's Thesis, Graduate School of Hanyang University.
- Raphan, T., Cohen, B., & Henn, V.(1981). Effects of gravity on rotatory nystagus in monkeys. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 374.
- Rhee, C. K.(2010). Vestibular rehabilitation. *Korean Academy of Audiology*, 6, 1-9.
- Shepard, N. T., & Telian, S. A.(1995). Progrmmatic vestibular rehabilitation. *Otolaryng Head Neck*, 112, 173-182.
- Sloane, P. D., Dallara, J., Roach, C., Bailey, K. E., Mitchell, M., & McNutt, R.(1994). Management of dizziness in primary care. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, 7(1), 1-8.
- Sztum, T., Ireland, D. J., & Lessing-Turner, M.(1994). Comparison of different exercise programs in the rehabilitation of patients with chronic peripheral vestibular dysfunction. *Journal of Vestibular Research*, 4, 461-479.
- Tusa, R. J.(2003). Dizziness. *Medical Clinics of North America*, 87, 609-641.
- Weiner, G. M.(1996). Treatment for benign positional vertigo. *British Medical Journal*, 6(312), 54.
- Welling, D. B., & Barneset, D. E.(1994). Particle repositioning maneuver for benign paroxysmal positional vertigo. *Laryngoscope*, 104(8), 946-949.
- Wilson, V. J., & Melvill-Jones G.(1979). *Mammalian Vestibular Physiology*. Plenum Press(New York).
- Yagi, T., & Ohyama, Y.(1996). Three-Dimensional Analysis of Nystagmus Induced by Neck Vibration. *Acta Oto-laryngologica*, 116(2), 167-169.
- Yoon, S. D., Park, H. S., Lee, J. K., Lee, J. H., Yoon, S. W., & Park, B. R.(1990). Suppression of the vestibuloocular reflex by vision in normal adults. *Korean Journal of Otorhinolaryngology*, 33, 869-875.
- Young, L. R., & Henn, V. S.(1974). Selective Habituation of Vestibular Nystagmus by Visual Stimulation. *Acta Oto-laryngologica*, 77(1-6), 159-166.