

평형감각 측정기술의 개발

이문영, 정영자, 김규겸, 이성호, 박병림
원광대학교 의과대학 생리학교실

Development for a method of measurement in equilibrium sense

Moon Young Lee, Young Ja Jeong, Kou Gyoum Kim, Sung Ho Lee, Byung Rim Park
Department of physiology, Wonkwang University School of Medicine, Iksan

Abstract

The study was performed to evaluate the sense of equilibrium by means of rotary chair system in middle school girls with dance learning. Control of equilibrium, which is the most important function in dancing, is maintained by vestibular, visual, and proprioceptive inputs. Experimental groups were divided into trained group with dance (experimental group, 13~14 ys, n=15) and untrained group (control group, 13~14 ys, n=15). Experimental group was trained by programmed dancing for 12 weeks, 45 min/day and 5 days/ week. Gain of eye movement was measured for vestibulo-ocular reflex (VOR), visual vestibular stimulation (VVOR), optokinetic stimulation (OKN), and visual fixation (VFX).

The gain of eye movement at higher than 0.08 Hz was significant decrease in experimental group, and VVOR showed the similar fashion to VOR. The gain in OKN and VFX was not significant difference between experimental and control groups. These results suggest that programmed training of dancing improves control of balance by adaptation of the vestibular function, and rotary chair system would be useful to evaluate the sense of equilibrium ability.

I. 서론

반사적인 자세나 운동의 조절은 시각, 고유수용체 등과 함께 측두골의 추체부에 위치하는 전정기관이 매우 중요한 역할을 하고있다 (Wilson & Peterson, 1981; Wilson et al, 1986). 전정기관 (vestibular system)은 반규관 (semicircular canal) 및 이석기관 (otolith organ)으로 구성되며, 반규관은 두부의 회전운동, 즉 각가속운동을 감지하고, 이석기관은 직선운동, 즉 선가속운동을 감지하여 중력이나 관성력에 대해 두부의 운동이나 위치에 대한 정보를 중추에 있는 전정신경핵에 전달하여 자세의 조절에 관여한다.

이 연구에서는 본 연구진이 개발한 정현파 회전자극 시스템을 이용하여 평형감각을 객관적으로 측정하였으며, 반복적인 회전자극 훈련이 평형기능의 변화에 미치는 영향을 추구하고자 하였다.

III. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 계획적이고 지속적인 신체훈련 경험이 없는 여중학생 (13~14세)들을 대상으로 하여 훈련군 (n=15)과 대조군 (n=15)으로 구분하였다.

2. 훈련계획 및 평가방법

본 연구는 평형기능향상 훈련프로그램 학습모델을 활용하여 동작과제 기준에 의한 과제의 단계를 설정하여 숙련된 무용 지도자에 의해 12주간 주 5회 1일 45분씩 무용학습을 실시하였다.

훈련의 효과를 알아보기 위해 객관적 수량화가 가능한 동작들을 과제로 선정하였으며, 12주 동안의 무용학습을 통한 향상성을 보기 위하여 회전력, 유연성, 민첩성의 평가를 위해 무용경력 10년 이상의 무용교사 3명에 의하여 점수화 하였다.

각 군은 아래의 사항을 시행한 후 평가가 이루어졌다.

- 무용교사의 시범을 통한 따라하기 5회를 실시하였다.
- 국립 발레단원 시범동작에 대한 VTR 감상을 3회 실시하였다.
- 1, 2번을 실시한 후 점수화 하는 동시에 VTR 촬영을 시행한 후 객관성을 갖기 위해 VTR을 통한 재평가를 하여 점수를 합산하였다.

3. 전정기능 검사

피검자는 원통 부스안에 설치된 회전자극기에 앉히고 전정기관의 수평반규관에 회전자극이 가장 효과적으로 주어질 수 있도록 피검자의 두부를 전방으로 30° 숙여 고정한 후 (Fig. 1) 수직축을 중심으로 좌측과 우측으로 0.01~0.64 Hz의 범위에서 정현파 회전자극하였다. 전정기관 자극에 의하여 출현한 안구운동은 예비 증폭기 (EOG amplifier)를 통해 기록하였으며, 이때 안진의 서상은 회전자극 반대방향으로 안진의 속상은 회전자극 동일방향으로 출현한다.

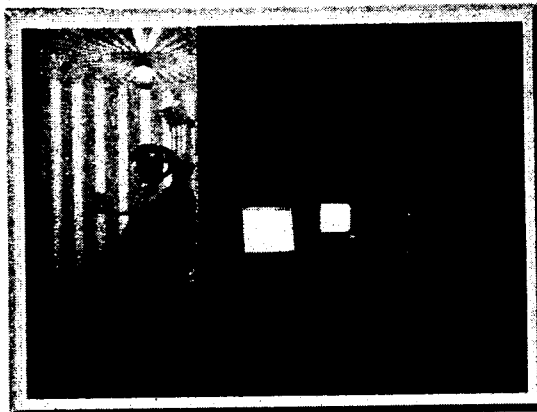


Fig. 1. Photograph of Sinusoidal Rotatory Chair for Vestibular Function Test

안구신호의 분석은 유발된 안구신호를 생체기록기를 사용하여 검출하고 기록하는데, 안구속도의 검출은 단위시간 1초에 대한 안진 서상의 기울기 높이를 산출해야 하며 최

종적으로 구하고자 하는 안구운동의 이득 (Gain)은 안구운동속도를 회전자극속도 (d/s)로 나눈값으로 구하였다.

전정기능검사는 전정안구반사 (VOR), 시운동성반사 (OKN), 시운동성 전정안구반사 (VVOR), 전정안구반사의 시각에 의한 억제 (VFX) 반응을 각 주파수에 따라 측정 한 후 두 군간의 이득을 비교, 분석하였다.

4. 통계처리

대조군과 훈련군에서 얻어진 무용훈련 프로그램에 의한 성적 및 정현파 회전자극 검사에 의해 산출된 이득을 Mann Whitney-U test를 이용하여 검정하였다. p값이 0.05 미만인 경우에 통계적 유의성이 있는 것으로 판정하였다.

IV. 결 과

1. 무용훈련의 평가

12주 동안의 무용학습을 통한 향상성 평가를 위해 무용경력 10년 이상의 무용교사 3명이 각 군의 회전력, 유연성, 민첩성에 대한 평가를 한 후 이를 점수화하였다.

세 항목 모두에서 훈련군이 대조군에 비해 유의한 차이를 보였다. 특히 회전력은 초기 단계에서는 향상성을 보이지 않지만 빠른 회전 등이 요구되는 난이도가 높은 단계일수록 두 군간의 차이가 더욱 현저함을 보였다 (fig 2).

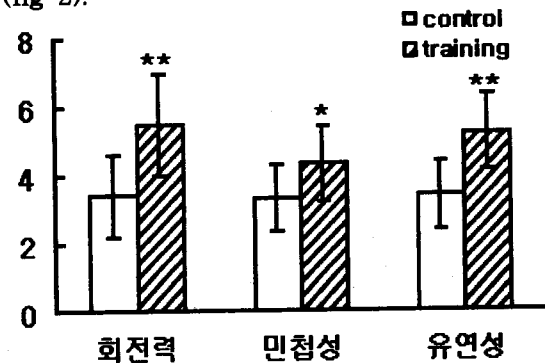


Fig. 2. Comparison of the results according to programmed test in control and training group. *denotes significant difference between control and training groups (*p<0.05, **p<0.01).

2. 전정기능검사

0.04 Hz 이하의 낮은 주파수 영역에서는 두 군간의 차이를 보이지 않았으나, 0.08 Hz

이상의 높은 주파수에서는 유의한 차이를 보여 훈련군이 높은 주파수에서 이득의 감소가 있음을 보여주고 있다 (Fig. 3).

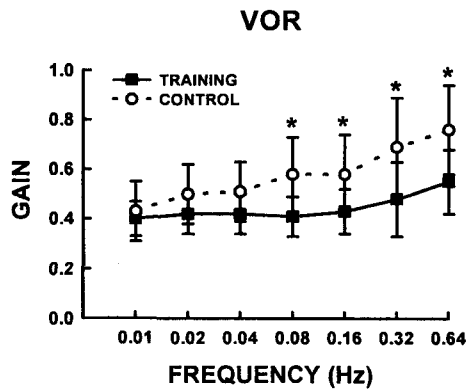


Fig. 3. Frequency dependent changes of gain in the VOR test. Notations are the same as table 4.

VVOR의 경우에도 VOR과 유사하게 높은 주파수인 0.08 Hz에서 두 군간의 유의한 차이를 보였으나, VFX의 검사 성적은 두 군간의 유의한 차이를 보이지 않았다 (Fig. 4, 5, 6).

V. 논 의

본 연구는 무용훈련 등을 통한 반복된 회전자극이 평형기능에 어떤 변화를 가져오는지 관찰하고 이를 객관적으로 관찰할 수 있는 회전자극 검사를 이용하여 상관성을 보고자 하였다. 12주 동안의 훈련 후 회전력, 민첩성, 유연성을 점수화한 결과, 훈련군이 대조군에 비해 전체적인 기능의 향상을 보였다. 회전력은 초기단계에서는 향상성을 보이지 않지만 단계가 증가할수록 훈련군과 대조군 간의 많은 차이를 보였고, 특히 빠른 회전이 요구되는 난이도가 높은 단계에서 두 군간의 차이가 더욱 현저함을 보였다. 한편, 전정안구반사 및 시운동성 안구반응 검사상 0.08 Hz 이상의 주파수에서 대조군에 비해 훈련군에서 유의한 이득의 감소를 보였다. 이득은 회전자극에 대한 안구운동의 반응 정도를 나타내므로, 0.08 Hz 이상의 주파수에서의 이득의 감소는 훈련군이 대조군에 비해 회전자극에 대한 전정기관의 반응 정도가 감소했음을 의미하며, 0.04 Hz 이하의 낮은 주

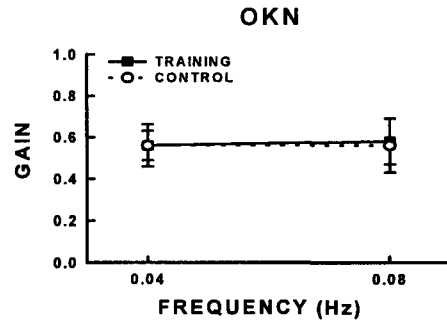


Fig. 4. Frequency dependent changes of gain in the OKN test.

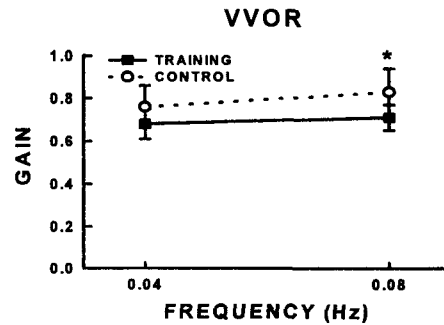


Fig. 5. Frequency dependent changes of gain in the VVOR test.

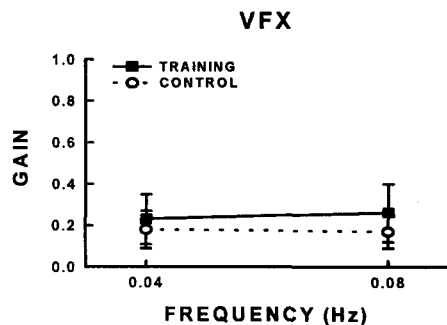


Fig. 6. Frequency dependent changes of gain in the VFX test.

파수에서는 유의한 차이를 보이지 않아 회전력의 향상성 차이가 주로 높은 주파수에서 두드러진 사실과 일치하였다. 이는 평형기관이 말초손상에 의해 어지러움증을 유발한 경우, 두부의 운동량이 많을수록 회복이 빠르다는 사실을 고려할 때 (Cawthorne et al,

1944; Hecker et al, 1974), 훈련군에서의 이득의 감소는 반복된 회전자극 훈련에 의해 전정기관의 민감도 감소나 적응과 같은 기능의 변화에 의한 것으로 사료된다.

이상의 결과는 반복된 회전자극 훈련이 평형기능의 향상과 관련이 있으며 (Lacour 1976; Courjon 1977; Igarashi, Fetter & Zee 1988), 평형기능의 평가와 훈련정도의 척도로 회전자극을 이용한 전정기능검사의 이용이 가능함을 보여주는 것으로 사료된다.

VI. 결 론

평형감각 측정기술의 개발을 위해 반복된 회전자극 훈련을 통한 평형 기능의 변화를 훈련에 따른 실제적인 기능의 향상과 비교하였다. 무용학습을 통한 전정기능의 향상성을 관찰하기 위하여 체계적인 훈련 경험이 없는 13 - 14세의 여중학생 15명을 대상으로 12주 동안 주 5회, 1일 45분씩 훈련한 실험군과 훈련을 하지 않은 여중학생 15명의 대조군을 대상으로 전정기능을 객관적으로 평가할 수 있는 정현파 회전자극기를 이용하여 회전자극에 의하여 출현하는 안구반응을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

반복된 회전 훈련에 의해 훈련군이 대조군에 비해 회전력, 유연성 및 민첩성에서 유의한 향상을 보였으며, VOR 및 VVOR 검사에 의한 이득값은 0.04 Hz 이하의 낮은 주파수 영역에서 두 군간의 차이를 보이지 않았으나, 0.08 Hz 이상의 높은 주파수 영역에서 훈련군이 유의한 감소를 보였다.

이상의 연구성적은 체계적이고 반복적인 회전자극 훈련에 의한 평형 기능의 향상은 회전자극 검사상 전정기관에 의한 평형감각의 변화와 관련이 있음을 보여준다. 이러한 평형감각 측정기술의 개발은 항공기 조종사들의 평형감각 평가나 고도의 평형감각이 요구되는 무용이나 체조 등의 운동에서 우수한 선수의 발굴에 응용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Cawthorne T. The physiological basis for head exercises. J Chart Soc Physiother 1944:106-107
- Coujorn et al. The role of vision in compensation of vestibulo-ocular reflex after hemilabyrinthectomy in the cat. Exp Brain Res 1997:28:235-248
- Fetter & Zee. Recovery from unilateral labyrinthectomy in rhesus monkeys. J Neurophys 1988:59:370-393.
- Hecker et al. Treatment of the vertiginous patient using approaches to vestibular exercises. Laryngoscope 1974:84:2065-2072
- Lacour et al. Modifications and development of spinal reflexes in the alert baboon following an unilateral labyrinthectomy. Brain Res 1976:113:255-269
- Wilson et al. Spatial organization of neck and vestibular reflexes acting on the forelimbs of the decerebrate cat. J Neurophysiol 1986:55:514-526
- Wilson VJ & Peterson BW : Vestibulospinal and reticulospinal system. Handbook of physiology. The nervous system, edited by Kornhuber HH, 1981