

극예운동이 멀미 지표 및 전정안구반사에 미치는 효과

이석준¹⁾, 박우영²⁾

단국대학교교양학부¹⁾, 단국대학교스포츠과학대학원²⁾

<Abstract>

Effect of Acrobatic Activities on Motion Sickness Index and Vestibulo-Ocular Reflex

Suk Jun Lee¹⁾, Woo Young Park²⁾

Graduate School of Physical Education¹⁾, Graduate School of Sport Science²⁾ Dankook University, Seoul, Korea

The theory of visuo-vestibular conflict is the most commonly accepted to explain motion sickness. Visual, vestibular and proprioceptive afferences are involved in balance control and this function can be improved by physical and sport activity. The purpose of the present survey was to investigate the relationships between motion sickness susceptibility in elite gymnastic & figure skating player physical activity and especially acrobatic exercise. We quantified vestibular-ocular reflex(VOR) in intensity in 7 figure skating and 7 age matched control subjects. Sensory organization test were by posturography in neuroCom EquiTest and vestibular stimulation consisted of four cycles of sinusoidal rotation(.01, 04, .16, .64Hz, 60°/s) and was tested by system 2000 micromedical, Chatham, IL. The results of the study were as follow: The results are as follow. Balance score in condition 5, 6 were significantly higher than control. During sinusoidal stimulations, the skaters'VOR, as compared with that of the controls, demonstrated a gain that significantly lower($p<.01$), than in control one. Quantitative alterations in VOR parameters observed in gymnastic and figure skaters probably result from vestibular habituation induced by repeated unusual stimulations when practicing.

Key words : Acrobatic Exercise, Motion Sickness, Vestibulo-Ocular Reflex

I. INTRODUCTION

멀미는 불규칙한 움직임에 대한 신체반응으로 이른바 평소에 익숙하지 않은 주기적인 가속에 갑자기 노출될 때 나타나는 것으로 그 증상으로는 얼굴이 창백해지며 진땀이 나고, 침이 많이 나오며, 졸음이 오는 것 등을 들 수 있는데 가장 중요한 증상은 구역질과 구토이다. 다행히도 멀미는 시간이 지남에 따라 가속에 적응되면서 저절로 사라진다¹⁾. 위와 같은 이

유는 우리 몸이 불규칙하게 움직일 때 그 움직임이 내이(內耳)의 반고리관내 림프액에 전달되어 그 비정상적인 진동이 뇌의 구도 중추에 전해져 일어난다. 또한, 자동차 등의 탈것에서의 피동적인 움직임은 내이, 눈 및 고유수용기인 이른바 관절과 인대를 통해 신호로 뇌에 전달되는데, 서로 다른 신호들이 어울리지 않고 상반될 때 멀미가 나타날 수 있다. 예를들면, 배를 타고 파도를 바라보고 있으면 눈은 파도의 움직임을, 내이는 배의 움직임을 신호로 뇌에 보내게 되는데, 이 신호가 상반될 때 멀미가 일어나며, 남자보다는 여자에게서 빈번하다고 하였다²⁾. 내이(內耳) 가운데 평형감각을 담당하는 곳인 시각계, 전정계 및 체성감각계와 관련이 있으며, 그 기관계의 충돌이나³⁾ 과한 자극에⁴⁾ 의해서 발생하는 것이 멀미의 원인으로 지적되고 있다. 그러나 오랫동안 많은 연구를 해왔으나 멀미

* Correspondence: Woo-Young Park, Dankook university 119, Dandae-ro, Dongnam gu, Cheonan-si, Chungnam, 330-714, Korea.

Tel:

E-mail: golterea@hanmail.net

Received: Dec 04, 2014; Revised: Dec 22, 2014; Accepted: Jan 24, 2015

가 생기는 과정이나 원리는 아직 완전하게 밝혀지지 않고 있다. 내이에서 청각과 관계없는 나머지 부분을 통틀어 전정기관이라고 하는데 3개의 반고리관, 이석 등으로 이루어져 있다. 서로 수직으로 놓여 있는 세반고리관의 감각수용기는 머리카나 몸의 회전에 의해 자극을 받으며, 1쌍으로 된 이석기(耳石器)의 감각수용 메커니즘은 중력과 갑작스런 선형 가속에 의해 자극된다. 멀미에 민감한 사람이 가속 스트레스를 받게 되면 평형상태나 신체의 항상성을 유지하는 전정계의 능력에 이상이 생긴다. 전정계의 이상은 전정계 자체의 능력뿐 아니라 다른 영역에까지 영향을 미쳐 멀미의 전형적인 증상이 나타나게 된다. 한편 시각은 물체의 움직이는 속도를 감지할 수 있는 기관으로 광대한 정보를 중추신경계에 전달하지만 흔들리는 상황에서는 역할이 감소하여 정확한 정보를 전달해 주지 못해 멀미가 발생하듯, 눈을 감고 있으면 멀미가 덜하고 편안이유가 여기에 있다고 하였다¹⁾.

한편 인체의 자세조절, 즉 평형성을 유지하기 위해서는 이에 관여하는 시각계, 체성감각계 및 전정계로부터 구심성 정보가 뇌중추에서 통합 및 조절되어 안구와 사지의 운동 등에 관여하는 근육의 긴장을 반사적으로 조절함으로써 유지되며, 전정안구반사(vestibulo-ocular reflexes- VOR) 및 전정척수반사(VSR)가 관여한다고 보고되어 있다⁵⁾. 전정안구반사는 갑작스런 머리의 움직임에 따른 보상을 하기 위해 일어나는 반사적인 안구운동으로 머리가 움직이는 방향과 반대방향으로 시야를 움직여 시야의 혼란 장애를 방지하는 것을 안구반사라고 한다⁶⁾. 시각 및 전정계의 충돌은 멀미를 일으키는 주요 원인으로서 전정계와 시각계는 평형성 유지에 긴밀하게 관여하고 있다⁷⁾.

멀미를 줄이는 방안으로 사전 경험, 시각적인 측면 및 약물 섭취 등이 있으며, 부가적으로 전정계를 자극하고 강화할 수 있는 운동과 같은 방안 등이 꼽히고 있다⁸⁾. 선행연구에 의하면 멀미 방지 활동으로는 근육, 건 및 관절수용기와 관련이 있으며, 전정기능이 발달하는 아동기에는 규칙적인 운동에 의해 멀미 발생을 낮출 수 있다고 하였다⁹⁾. 신체적 훈련이나 스포츠 활동은 시각계, 전정계 및 체성감각계를 개선시킬 수 있다고 하였다. 예를 들어 트램플린, 공중에서의 곡예운동은 전정기능을 향상시켜주고 좁은 시각적 조절능력을 증가시키는 것으로 보고하였다¹⁰⁾. 또한 유도, 체조 및 암벽타기와 같은

운동이 고유수용성 기능을 향상시킨다고 하였다¹¹⁾.

따라서 이 연구의 목적은 대표적인 곡예운동인 피겨 및 체조선수들과 일반인과의 평형성 및 전정안구반사를 통한 멀미 가능성을 감소시켜주고 전정안구반사 기능의 우위를 보이는지 알아보고자 하였다. 연구 결과 기대되는 바는 규칙적인 운동의 중요성 및 멀미로 힘들어하는 사람들에게 운동처방의 기초를 제공할 수 있을 것이다.

II. MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상

이 연구에 참여한 대상은 대한체육회에 등록되어 있는 경기도 및 충청도에 소재하고 있는 중고등학교에 재학 중인자로 주 5회 일일 2시간 이상 운동하는 엘리트 여자 체조선수(6명), 5급 피겨선수(7명) 13명과 일반 여자 중고등학교에 재학중인 학생들을 두 집단으로 분류하였다. 또한 빈혈이나 어지러움과 같은 이비인후과 질환 등을 앓고 있지 않은 학생으로 하였으며, 피검자와 그의 보호자 및 담당지도자에게 본 실험에 대한 자세한 설명과 동의서 작성 후에 실시하였다.

Table 1. 피검자의 일반적 특징

집 단	나이(yrs)	키(cm)	체중(kg)
운동군(n=13)	16.74±2.45	157.59±2.58	50.37±3.19
통제군(n=13)	16.89±2.47	157.67±2.49	50.45±3.17

M±MD

2. 대상자 교육

이 연구에 참여한 모든 대상자는 검사전날 무리한 운동을 금하게 하였고, 오전에 도착하여 안정을 취한 후 평형성 검사실에서 타당도 및 신뢰도가 0.80 이상인 동적자세측정기(EquiTest, Neurocom, USA)를 이용한 평형성 검사를 실시하였고, 30분 후 어지럼증 검사실에서 의자회전검사를 통한 전정안구반사 검사를 실시하였다. 검사실에는 학습방지를 위해 검사자와 피검자 외 출입을 금하게 하였다. 동일한 날짜에 집단 간 한명씩 조를 지어 교차 실시하였다.

3. 검사방법

1) 평형감각 검사 방법

이 연구에서의 평형감각 검사는 체성감각을 선택적으로 자극하기 위해 발판의 고정 여부와 시각계의 선택적 자극을 위해 개안, 폐안, 혼동시각을 조합하여 여섯 가지 조건의 검사로 구성되었다. 동적자세측정기 주변 시야 장치와 발판 좌우 변동을 이용한 신체의 주변 상황의 변화를 초래하는 6가지의 조건을 제시하여, 피검자들로 하여금 각 조건에 20초씩 3회 노출되게 되었다. 그렇게 피검자의 신체적 움직임을 분석하여 평형유지와 관련된 감각조직의 반응을 검사하였다.

조건 1, 2, 3은 고정된 지지면에서 정상 시각, 폐안, 혼동시각으로 검사하여 평형의 유지에 정상 시각이 필요한가와 부적절한 시각의 영향을 억제할 수 있는가를 검사하고, 조건 4, 5, 6은 고정되지 않은 지지면 즉 체성감각의 혼동 상황에서 서로 다른 시각 조건으로 검사하였다.

- (1) 조건1 : 눈을 뜨고, 지지 발판이 고정된 상태에서 신체의 동요를 검사는 것으로 전정, 시각, 체성감각을 모두 이용하여 균형을 잡은 상태이다.
- (2) 조건2 : 눈을 감고 발판은 고정된 상태에서 검사하는 것은 체성감각과 전정기능을 이용하여 균형을 잡는 상태이다.
- (3) 조건3 : 피검자의 무게중심의 이동에 따라 움직이는 주변시야를 눈을 뜬 상태에서 보고 서 있다. 정상인은 잘못된 시각적 자극을 무시하고 체성감각과 전정감각을 이용하여 똑바로 서 있다.

(4) 조건4 : 발판이 고정되지 않고 주변시야는 고정된 상태에서 눈을 뜨고 검사하며, 정상인은 체성감각의 소실로 흔들림(away)이 증가하지만 시각과 전정감각을 효과적으로 사용하여 서 있다.

(5) 조건5 : 발판이 고정되지 않은 상태에서 눈을 감고 시행하며 정상인은 전정감각만을 이용하여 서 있으나 흔들림은 증가하며, 전정기능이 감소되거나 부적절한 경우는 넘어지기도 한다.

(6) 조건6 : 주변시야와 발판이 무게중심의 흔들림에 따라 움직이는 상황에서 눈을 뜨고 검사한다. 이 경우 시각과 전정감각이 일치하지 않는 상황이 발생하며, 정상인은 잘못된 시각을 무시하여 평형을 유지하지만 전정기능이 저하된 경우는 시각에 의존하게 되어 흔들림이 증가되거나 넘어지게 된다.

① 평형점수(Equilibrium score)

실험 결과에 대한 평형점수는 각 조건별 평형점수를 아래와 같은 공식하에 산출하였다. 각 조건에서의 평형점수는, 신체가 (표 2)와 같은 6가지 조건 하에서, 발판과 무게 중심선이 만나는 점을 축으로, 신체가 전후로 흔들린 정도(움직임의 각도)를 측정하여, 이 값을 평형의 한계범위(12.5°)에 대비시킴으로써 평형점수를 환산하였다. 각 조건에서의 평형점수는 3회 실시 값의 평균치를 채택하였다. 평형점수 계산은 다음과 같다.

$$* \text{평형점수} = \frac{1 - \text{흔들린 폭}}{\text{전후방 한계}} \times 100$$

이 검사에서 사용되는 6가지 조건의 내용은 (표 2)와 같다.

Table 2. Sensory organization test conditions(이정구 등, 2004)

Parameter	Description		
	Platform	Eye	Visual surround
Condition 1	Stable	Open	Stationary
Condition 2	Stable	Closed	Stationary
Condition 3	Stable	Open	Moving
Condition 4	Moving	Open	Stationary
Condition 5	Moving	Closed	Stationary
Condition 6	Moving	Open	Moving

평형성 점수는 완전한 평형이 유지되어 신체의 동요가 없을 때를 100점, 신체의 동요로 몸의 무게중심이 균형의 한계인 12.5°를 넘을 때를 0점으로 환산한다.

2) 전정안구반사 - 회전의자 검사

(slow harmonic acceleration-SHA)

회전의자검사(System 2000 Micromedical, Chatham, IL, USA)는 일반적으로 사용되는 Slow Harmonic Acceleration (SHA) 검사로, 컴퓨터로 제어된 모터로 움직이는 의자에 머리를 고정하고 앉아, 좌우측으로 향하는 여러 주파수에 걸친 회전자극을 가하여 안구운동 반응을 검사함으로써 전반적인 전정기능의 특성을 파악하는데 있다. 본 검사의 결과 이득(gain) 등을 산출해 낼 수 있다. 검사 방법은 다음과 같다.

(1) 검사환경

회전의자 검사는 컴퓨터로 제어된 모터로 움직이는 의자에 머리를 고정하고 앉아, 좌우측으로 향한 여러 주파수에 걸친 회전자극을 가하여 안구운동의 반응을 검사함으로써 전반적인 전정기능의 특성을 파악하는 것이다. 빛과 소리가 차단된 원통의 중앙에 설치된 회전의자에서 피검자는 눈을 뜨고 검사하였다. 실험실의 밝히는 어렵게 하였으며, 피검자는 실험실



Figure 1. 전정안구반사 검사⁶⁾

에 도착하여 약 30분간의 안정을 취한 후 편안한 자세로 의자에 앉아 검사자의 설명을 듣고 검사에 임하였다. 검사자는 회전검사 시에 각성상태를 유지하기 위하여 숫자를 빼거나 더하게 하든지 또는 말을 걸어 각성상태를 확인하며 검사하였다. 피검자의 머리는 외측 반고리관이 수평에 위치하게 하기 위하여 똑바로 앉은 자세에서 머리를 30°숙이고 몸을 의자에 단단히 고정시켰다. 몸을 움직이지 않게 함으로써 의자의 회전이 몸의 회전과 머리의 회전을 일치시켰다. 피검자의 안전을 위하여 양측 간 통화가 가능한 인터폰을 사용하였다. 또한 적외선카메라가 장착되어 안진의 형태와 피검자의 상태를 확인하였다. 외측 반고리관의 축이 회전축이 되어 정현파운동에 의한 수평안구운동을 관찰하고 분석하였다.

(2) 회전자극

일반적으로 사용되는 회전의자의 주파수의 범위는 0.01-1Hz로, 각 검사의 주파수는 청력검사와 같이 각 주파수의 배수로 0.01, 0.04, 0.16, 0.64Hz에서 검사하였다. 회전자극은 최고 각속도가 50-60°/S의 자극강도를 갖는다. 각 주파수에서 회전자극의 지속시간은 중요하며, 최소한 일정한 반응을 나타내는 상태까지의 특성을 갖는 정도의 시간이 되어야 하며, 회전자극 후 최소 45초 이상이 되어야 자극에 의한 반응이 소실된다.

그러므로 낮은 회전수파수인 0.01 혹은 0.02Hz에서 2-4회전의 완전한 회전자극에 소요되는 시간은 0.01Hz에서 최소 245초이다(Wall, 1990). 의자의 회전속도는 컴퓨터로 제어되며, 의자의 속도는 몸을 의자에 고정시켰기 때문에 머리운동의 속도와 동일한 것으로 인정하고, 안구운동은 양측 외안각 외측에 부착된 전극으로부터 수평운동을 측정하여 환자의 머리 회전속도와 안구운동의 관계를 컴퓨터로 계산하게 된다.

- 이득(gain) : 회전자극 후 일련의 보상적인 안진이 발생하며, 이득은 안구운동의 느린 성분의 최고속도와 회전의자의 최고속도의 비로 측정한다. 이득은 0.01Hz에서 1Hz까지 회전수파수가 증가함에 따라 이득이 증가한다.

4. 통계처리

이 연구의 자료분석은 SPSS 21.0 version을 이용하여, 종속

변인의 평균 및 표준편차를 구한 후, 요인간 차이를 위해 반복 이원변량분석(Repeated Two way ANOVA)를 실시하였고, 사후검증으로 변인간의 차이를 위해 독립표본 t-test를 실시하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

III. RESULTS

1. 멀미지표

Table 3. 멀미지표 반복이원변량분석 결과

조건	집 단		F	Sig
	운동군	통제군		
C1	95.00±.81	94.61±1.12		
C2	91.69±1.10	91.84±1.46		
C3	85.23±.83	84.69±1.10	F	2718.724 .000
C4	75.30±1.54	74.92±1.38	G	9.995 .000
C5	67.30±1.79	65.61±1.93	F×G	22.165 .000
C6	62.15±2.03	57.69±1.18		
M±SD				

Table 4. 멀미지표 사후검증 결과

조건	집 단		t	Sig
	운동군	통제군		
조건1	95.00±.81	94.61±1.12	-1.000	.327
조건2	91.69±1.10	91.84±1.46	.302	.765
조건3	85.23±.83	84.69±1.10	-1.400	.174
조건4	75.30±1.54	74.92±1.38	.668	.510
조건5	67.30±1.79	65.61±1.93	-2.308	.030
조건6	62.15±2.03	57.69±1.18	-6.835	.000
M±SD				

동적자세측정기를 이용한 멀미지표 결과 (표 3)에서 보는 바와 같이 반복이원변량분석 결과 요인, 집단 및 상호작용에서 유의한 차이를 나타냈다($p < .01$). 특히 정상적인 상황에서 균형을 잡는 조건 1에서 가장 높은 점수를 나타냈고, 바닥과 주변 흔들리고 눈을 뜬 상태인 조건 6에서 가장 낮은 점수를

보이는 것으로 나타났다. 사후검증 결과 조건 5($p < .05$)와 조건 6($p < .01$)에서 집단 간에 유의한 차이를 보여 통제군에서 멀미지표가 높은 것으로 보였다.

2. 전정안구반사

전정안구반사 결과는 (표 5)에서 보는 바와 같이 반복이원 변량분석결과 요인($p < .01$) 및 집단 ($p < .01$) 간에 유의한 차이를 보였으나 상호작용은 보이지 않았다. 사후검증 결과 운동군에게서 이득이 통제군에 비해 낮았으며, 두 집단 모두 회전 주파수의 증가에 따른 이득이 평행하게 증가하는 것으로 나타났다. 특히 두 집단을 비교해 볼 때 가장 낮고 높은 주파수부터($p < .01$), 중간 주파수인 .04, .16Hz ($p < .05$)에서 운동군에서의 이득이 통계적으로 유의하게 낮은 것으로 나타났다.

Table 5. 반전정안구반사 반복이원변량분석 결과

Fre/Hz	Vel - d/s	Gain / %		F	Sig
		운동군	통제군		
.01	60	.32±.09	.49±.10	F	231.212 .000
.04	60	.50±.07	.61±.10	G	20.616 .000
.16	60	.52±.09	.68±.12	F×G	.129 .722
.64	60	.62±.07	.76±.08		

Table 6. 전정안구반사 사후검증 결과

Fre/Hz	Vel - d/s	Gain / %		t	Sig
		운동군	통제군		
.01	60	.32±.09	.49±.10	4.372	.000
.04	60	.50±.07	.61±.10	3.093	.005
.16	60	.52±.09	.68±.12	3.655	.001
.64	60	.62±.07	.76±.08	4.778	.000

IV. DISCUSSION

이 연구는 기계체조나 피겨스케이팅과 같은 곡예운동이 멀미 지표와 전정안구반사에 미치는 영향을 보고자 하였다. 평형감각 분석 결과 조건 5, 6에서 운동군에서 일반인에 비해 유의하게 높은 점수를 보였고, 전정안구반사(VOR) 결과 운동군에서 낮은 이득 점수로 보아 어지러움이나 멀미 가능성이

적은 것으로 나타났다. 연구 결과 조건 1의 경우 시각, 전정 및 체성감각계를 이용하여 균형을 유지하기 때문에 가장 높은 점수를 보이는 반면에 조건 4, 5, 6의 경우 바닥이 흔들리는 상황에서는 시각이나 체성감각이 관여하지 못하고 순전히 전정기능만을 가지고 평형을 유지하기 때문에 평균 점수가 낮은 것으로 생각된다. 이러한 결과는 각기 다른 스포츠 현장을 가상해 볼 때, 이 연구의 장비에서처럼 조건 4, 5, 6과 같이 지지면이 고정되어 있지 않고 움직이면 체성감각은 부정확한 정보가 되고, 이런 상황에서는 전정계가 시각이나 체성감각보다 우위에 있다고 보고하였다¹²⁾. 특히 눈을 뜨고, 바닥이 고정되어 있는 조건 3에서 점수가 조건 1에 비해 낮은 것은 앞주변이 흔들릴 때는 시각의 기능이 관여하지 못하는 관계로 시각 기능이 멀미에 중요한 영향을 미친다는^{13, 14)} 결과를 예측할 수 있는 결과로 생각된다. 조건 3에서 운동군이 통제군에 비해 유의한 증가를 보이지 않더라도 규칙적인 운동은 노인들의 응시 능력을 증가시켜 평형성 향상에 도움이 된다는¹⁵⁾ 선행연구처럼 운동과정에서 집중력이 좋아지기 때문으로 판단된다. 이 연구를 지지하는 국외의 선행연구에서도 피겨선수, 체조 및 스키선수들과 같은 훈련이 잘된 선수일 경우에도 평형성을 유지하는데 3가지 감각계중 체성감각계를 가장 많이 이용하는 것으로 보고하였다¹⁶⁾. 다른 선행연구와의 비교에서도 태권도 선수들의 평형감각조직의 발달은 겨루기 및 연습 중에 일어나는 빠른 전환과 더불어 두발이 아닌 외발로 발차기를 하면서 평형성을 유지해야 하는 훈련에 의한 기관계 자극과 적응 결과로 보았다¹⁷⁾. 또한 우리나라 고유의 스포츠인 태권도는 순전히 서있으면서도 스텝, 공격 및 방어 등을 취하는 과정에서 시각계 및 전정계 기관계에 의존하기 때문으로 사료된다¹⁸⁾. 중국 무술 또한 고유수용성 기능의 발달에 의한 하체의 생체역학적인 기능 개선에 의해 균형능력이 개선되었다고 하였다¹⁹⁾. 멀미 관련 선행연구에서 볼 때, 멀미를 잘하는 피검자의 경우 조건 4, 5, 6에서 전정기능이 유의하게 낮은 것으로 보고 하였으며⁹⁾, 건강한 피검자를 대상으로 한 검사에서 조건 4, 5, 6에서 낮은 점수로 보와 자세의 불안정성과 멀미와는 상관성이 높다고 하여²⁰⁾, 멀미와 전정기능과는 상관관계가 있음을 보여주는 대목으로 생각된다. 또한 18세 이전에 규칙적인 운동은 고유수용성 증대로 평형감각계의 충동을 막아 반대 집단에 비해 멀미 가능성이 낮다고²¹⁾ 보고하여 본 연구를 지

지하는 결과로 판단된다. 이처럼 시각계, 전정계 및 고유수용기는 말초기관으로서 인체 평형성을 유지하기 위한 정보를 중추신경계로 전달하는 기능으로 보아 규칙적인 운동이 중추신경계 활성화로 이어져 평형기관계를 발달시켰기 때문으로 판단된다.

한편 전정안구반사의 경우 멀미 관련 변인인 이득의 경우 주파수가 높아가면서 두 집단 모두 이득이 증가하는 특징을 보였으며, 이러한 결과는 선행연구에서도 .01Hz에서 1Hz까지 회전주파수가 증가에 따라 이득도 증가한다는²²⁾ 결과와 동일하며, 운동 집단에서 통계적으로 유의한 차이를 볼 수 있었다. 이러한 결과는 13세 피겨선수들과 일반인을 대상으로 한 최근의 연구 결과에서도 이득에서 유의한 차이를 보이는 것으로 밝혀져²³⁾ 이 연구와 동일한 결과를 보이는 것으로 나타났다. 또한 본 연구의 대상자와 동일한 체조선수와 일반인을 대상으로 한 시계반대방향으로의 회전자극에 따른 전정계 반응 결과에서도 시간상수의 단축을 보였다고 하여 체조 훈련에 의한 전정기능의 우수한 결과로²⁴⁾ 본 연구와 동일한 결과로 사료된다. 위와 같이 전정기관이 완전하게 성숙하기 전의 운동은 시각계보다는 전정계를 더 많이 이용하게 하는 것으로 보고하여 전정안구반사와의 충돌을 방지하는데 중요하고, 이득 점수의 낮음은 회전이나 흔들리는 상황에서 중심을 쉽게 잃지 않고 잡을 수 있다는 것으로 해석할 수 있겠다²¹⁾. 이와 같은 상기 점수는 정상범주내에 들지만 필요이상으로 높은 점수는 회전에 민감하여 회전이나 좌우 상하로 움직이는 놀이기구나 배등을 탈 때 어지러움이나 멀미를 일으킬 가능성이 크다는 것으로 해석할 수 있겠다. 그러나 이와는 반대로 공군사관학교 파일럿 생도들을 대상으로 한 외국과 국내 연구 결과에서는 이득의 감소가 아니라 오히려 증가했다고²⁵⁾ 하여 선행연구들과 반대되는 결과를 보이기도 하였다. 이러한 결과는 생활습관이나 훈련 강도 등의 환경적 차이를 인한 것으로 생각된다²⁶⁾. 이와 같은 결과를 도출한 것은 피겨나 체조와 같은 지상 및 공중에서의 회전운동에 따른 전정계 자극에 대한 생리학적 적응으로 이른바 가소성의 결과로 사료된다^{10, 11)}.

상기 결과들을 요약하면 규칙적인 운동은 고유수용성 기능을 개선시키고 평형성 유지에 시각계에 의존하기 보다는 전정계를 이용한 평형성 유지로 멀미 가능성 감소와 전정안구반사

의 충동을 막아주는 역할을 하는 것으로 축약할 수 있다.

V. CONCLUSION

이 연구의 목적은 곡예운동이 멀미지표와 전정안구반사 반응에 미치는 영향을 보고자 하였다. 연구 결과 곡예운동은 평형감각 개선과 특히 전정계 자극으로 멀미지표 감소와 전정안구반사의 충동을 막아주는 것으로 나타났다. 이는 규칙적인 운동의 중요성과 더불어 변형된 곡예운동을 일반인 및 멀미를 앓고 있는 대상자에게 적용한다면 다양한 효과를 가져올 것으로 기대된다. 이 연구의 제언으로 선행연구에서 남성보다 여성이 심하다고 했는데 운동선수 간의 성별 차이 및 지상에서 활동하는 운동선수들과의 비교를 기대한다.

V. REFERENCES

1. Griffin, MJ, Newman MM: Visual field effects on motion sickness in cars. *Aviat Space Environment Medicine* 2004;739-748.
2. Dobie T, McBride D, Dobie Jr T, May J: The effects of age and sex on susceptibility to motion sickness. *Aviat Space Environment Medicine* 2001;13-20.
3. Warwick-Evans LA, Symons N, Fitch T, Burrows L: Evaluating sensory conflict and postural instability. *Theories of motion sickness. Brain Research* 1998; 465-469.
4. Oman CM: Motion sickness: a synthesis and evaluation of the sensory conflict theory. *Canada J Physiology* 1990;294-303.
5. Hansson E E, Månsson N O, Ringsberg K A, Hkansson A: Falls among dizzy patients in primary healthcare: an intervention study with control group. *Inter J Rehabilitation Research* 2008; 51-57.
6. Lee JG, Kim JI, Park HM: *Dizzy*. 2004, Dankook University Press pp161-180.
7. Hausler R: Ski sickness. *Acta Otolaryngology* 1995: 1-2.
8. Perrin P, Perrot C, Bagaru B, Kingma H: Dizziness in discus throwers is related to motion sickness generated while spinning. *Acta Otolaryngology* 2000;390-395.
9. Shahal B, Nachum Z, Podoshin L, Shupak A: Computerized dynamic posturography and seasickness susceptibility. *The Laryngoscope* 1999;1996-2000.
10. Perrin P, Schneider D, Perrot C, Constantinescu L: Training improves the adaptation to changing visual conditions in maintaining human posture control in a test of sinusoidal oscillation of the support. *Neuroscience Letter* 1998;155-158.
11. Perrin P, Deviterne D, Hugel F, Perrot C: Judo, Better than dance, develops sensory motor abilities involved in balance control. *Gait Posture* 2002: 187-194.
12. Paulus W, Straube A, Brandt T: Visual stabilization of posture. Physiological stimulus characteristic and clinical aspects. *Brain* 1984;1143-1163.
13. Bos JE, Bles W, Groen EL: A theory on visually induced motion sickness. *Displays* 2007;47-57.
14. Bos JE, de Vries SC, van Emmerik ML, Groen EL: The effect of internal and external fields of view on visually induced motion sickness. *Applied Ergonomics* 2010; 516-521.
15. Gauchard GC, Jeandel C, Perrin PP: Physical activity improved gaze and posture control in the elderly. *Neuroscience Research* 2003;409-417.
16. Pang MY, Lam FM, Au IH, Chow DL: Balance performance in head-shake computerized dynamic posturography: aging effects and test-retest reliability. *Physical Therapy* 2011;246-53.
17. Mori S, Ohtani Y, Imanaka K: Reaction times anticipatory skills of karate athletes. *Human Movement Science* 2002;21:213-230.
18. Leong HT, Fu SN, Ng GYF, Tsang WN: Low-level Taekwondo practitioners have better somatosensory organization in standing balance than sedentary

- people. *Euro J Applied Physiology* 2011;111:1787–1793.
19. Gorgy O, Vercher JL, Coyle T: How does practise of internal Chinese martial arts influence postural reaction control? *J Sports Science* 2008;629–642.
 20. Owen N, Leadbetter AG, Yardley L: Relationship between postural control and motion sickness in healthy subjects. *Brain Research Bulletin* 1999;471–474.
 21. Gaillet G, Bosser G, Gauchard GC, Perrin PP: Effect of sporting activity practice on susceptibility to motion sickness. *Brain Research* 2006; 288–293.
 22. Tanguy S, Quarck G, Gauthier A, Denise P: Vestibulo-ocular reflex and motion sickness in figure skaters. *Euro J Applied Physiology* 2008;1031–1037.
 23. Blair SM, Gavin M: Response of the vestibuloocular reflex to differing programs of a acceleration. *Invest Ophthalmology Visual Science* 1979;1086–1090.
 24. Quark G, Denise P: Characteristic of reflex vestibulo-ocular in gymnastics. *Neuro science Letter* 2005;49–52.
 25. Schwarz U, Henn V: Vestibular habituation in student pilots. *Avait Space Environ Med* 1989;755–761.
 26. Lee MY, Kim MS, Park BR: Adaptation of the horizontal vestibulo-ocular reflex in pilots. *Laryngoscope* 2004; 897–902.
 27. Tal D, Bar R, Gil A, Shupak A: Postural control and habituation to seasickness. *Neuroscience Letters* 2010; 134–137.