



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

2010년 8월
박사학위 논문

일부 여대생에서 세 가지 균형조절
훈련의 효과 비교

조선대학교 대학원

보건학과

유진호

일부 여대생에서 세 가지 균형조절
훈련의 효과 비교

Comparison of the Effects on Balance Control of 3
Balance Training Programs among Some Female Students

2010년 8월 25일

조선대학교 대학원

보 건 학 과

유 진 호

일부 여대생에서 세 가지 균형조절
훈련의 효과 비교

지도교수 강 명 근

이 논문을 보건학 박사학위신청 논문으로 제출함

2010년 4월

조선대학교 대학원

보 건 학 과

유 진 호

유진호의 박사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 (인)

위 원 조선대학교 교수 (인)

위 원 조선대학교 교수 (인)

위 원 남부대학교 교수 (인)

위 원 조선대학교 교수 (인)

2010年 6月

조선대학교 대학원

목 차

List of Tables	iii
List of Figures	iv
ABSTRACT	v
I. 서 론	1
A. 연구의 필요성	1
B. 연구목적	4
II. 연구방법	5
A. 연구의 틀 및 실험설계	5
B. 연구대상	6
C. 균형능력 훈련 프로그램의 구성과 적용방법	6
1. 아쿠아 훈련 프로그램	6
2. 바이오피드백 훈련 프로그램	8
3. 트램폴린 훈련 프로그램	11
D. 연구변수 및 측정방법	14
1. 일반적 특성변수의 측정	14
2. 전반적 균형능력의 측정	14
3. 감각기능의 측정	17
E. 분석방법	18
III. 연구결과	19
A. 연구대상자의 일반적 특성 및 결과측정변수 초기값	19
B. 훈련방법 간 균형능력 비교	20
1. 경성 지지면에서 균형능력의 비교	20
2. 연성 지지면에서의 균형능력 비교	26
C. 훈련방법 간 감각비의 비교	32

1. 체성 감각비의 비교	32
2. 시각비의 비교	34
3. 전정비의 비교	36
IV. 고찰	38
A. 연구방법에 대한 고찰	38
B. 연구결과에 대한 고찰	40
V. 요약 및 결론	45
참고문헌	46

List of Tables

Table 1. General Characteristics and Baseline Values of Study Subjects by Group	19
Table 2. Comparison of Stability Scores by Group at the Upright Posture with Opening Both Eyes on Hard Platform	21
Table 3. Comparison of BIEMG by Group at the Upright Posture with Opening Both Eyes on Hard Platform	22
Table 4. Comparison of Stability Scores by Group at the Upright Posture with Closing Both Eyes on Hard Platform	24
Table 5. Comparison of BIEMG by Group at the Upright Posture with Closing Both Eyes on Hard Platform	25
Table 6. Comparison of Stability Scores by Group at the Upright Posture with Opening Both Eyes on Soft Platform	27
Table 7. Comparison of BIEMG by Group at the Upright Posture with Opening Both Eyes on Soft Platform	28
Table 8. Comparison of Stability Scores by Group at the Upright Posture with Closing Both Eyes on Soft Platform	30
Table 9. Comparison of BIEMG by Group at the Upright Posture with Closing Both Eyes on Soft Platform	31
Table 10. Comparison of Somatosensory Ratio by Group	33
Table 11. Comparison of Visual Ratio by Group	35
Table 12. Comparison of Vestibular Ratio by Group	37

List of Figures

Figure 1. System Model of Balance Control	1
Figure 2. Study Design	5
Figure 3. Aquatic Exercise	8
Figure 4. Modes of Visual Bio-feedback Training by Tetrax	9
Figure 5. Tetrax Portable Multiple System	10
Figure 6. Position of Feet	11
Figure 7. Balance-pad Training Program	12
Figure 8. Trampoline Training	13
Figure 9. Endomed 581	14
Figure 10. Bagnoli 4-EMG system	17
Figure 11. Comparison of Stability Score by Group: Upright Posture with Opening Both Eyes on Hard Platform	21
Figure 12. Comparison of BIEMG by Group: Upright Posture with Opening Both Eyes on Hard Platform	22
Figure 13. Comparison of Stability Scores by Group: Upright Posture with Closing Both Eyes on Hard Platform	24
Figure 14. Comparison of BIEMG by Group: Upright Posture with Closing Both Eyes on Hard Platform	25
Figure 15. Comparison of Stability Scores by Group: Upright Posture with opening Both Eyes on Soft Platform	27
Figure 16. Comparison of BIEMG by Group: Upright Posture with opening Both Eyes on Soft Platform	28
Figure 17. Comparison of Stability Scores by Group: Upright Posture with Closing Both Eyes on Soft Platform	30
Figure 18. Comparison of BIEMG by Group: Upright Posture with Closing Both Eyes on Soft Board	31
Figure 19. Comparison of Visual Ratio by Group	33
Figure 20. Comparison of Proprioceptive Ratio by Group	35
Figure 21. Comparison of Vestibular Ratio by Group	37

ABSTRACT

Comparison of the Effects on Balance Control of 3 Balance Training Programs among Some Female Students

Yu Jin Ho

Advisor : Prof. Kang Myung-Geun M.D., Ph.D.

Department of health Science,

Graduate School of Chosun University

Many kind of training programs to improve complex function of balance have been developed and applied real clinical settings. But there were few studies compared to their effects more precisely, which has limited the appropriate and full utilization of those programs.

This study was conducted to compare the effect improving balance abilities of 3 balance training programs by randomized intervention trial. Study subjects were 29 female students recruited from a university in Gwanju, who allocated randomly to 3 intervention groups, aqua group(modified Halliwick 10 point program, N=10), visual bio-feedback balance training group(N=10), and balance-pad plus trampolin group(N=9). Each group was applied 30 minutes program 3 times per week for 6 weeks, and before and 3 weeks, 6weeks after interventions, was measured the balance abilities indices such as stability score(SI, by Tetrax[®]), EMG balance index(BI_{EMG}) calculated from sEMG MDF of tibialis anterior and gastrocnemius muscle(the less the value is, the higher balncing ability is). At the same time, other outcome measures, sensory ratios (somato-sensory, visual, vestibular) calculated from SI.

As the results of repeated musure ANOVA, Wilcoxon signed rank test, major

research findings were as follows;

1. Regarding SI or BI_{EMG} measured at upright posture on hard platform, bio-feedback group under the condition with opening both eye and aqua group under the condition with closing both eye showed significant improvement in balance ability, respectively.

2. Regarding SI or BI_{EMG} measured at upright posture on soft platform, bio-feedback group under the condition with opening both eye and aqua group under the condition with closing both eye showed significant improvement in balance ability, respectively.

3. Regarding all 3 sensory ratios, bio-feedback group showed significantly higher increase in them than other 2 groups.

In conclusion, the results suggested that visual bio-feedback training program improve the all 3 sensory functions required for balancing, and aqua training modified from Halliwick 10 point program contribute to improve vestibular function principally. But some limitations of this study should be considered in that the sample size was not sufficient for maintaining statistical power, and full ranges of balance indices were not measured, especially the measures for dynamic balance evaluation.

Key words: balance training program, Aqua, visual bio-feedback, trampolin, sensory ratio

I. 서 론

A. 연구의 필요성

균형은 최소한의 흔들림으로 기저면내에서 신체 중력중심을 유지하는 능력이다 (Ducan 등, 1989). 균형능력의 상실은 어떤 치료적 중재나 재활에 문제점을 일으키고 일상생활의 원활한 수행에 장애를 초래하며 나아가 낙상이나 골절 등 다른 상해의 원인이 되기도 한다(김은주 등, 1998; Geurts 등, 1996; Horak 등, 1997).

균형은 정적균형과 동적균형을 포함하는데 이 두 가지의 균형능력을 통해 인체는 고정상태와 동작상태에서 균형을 유지할 수 있다. 정적균형 능력은 고정된 기저면에서 중력에 대항하여 공간에서 신체를 기립자세로 유지할 수 있는 능력이며, 동적균형 능력은 신체가 움직이는 동안 넘어지지 않고 자세를 유지할 수 있는 능력을 의미한다 (Ducan 등, 1989). 또한 인체는 자세조절을 유지하기 위해서 전정각과 시각, 고유수용 감각이 상호작용을 하고 있으며, 각 감각기관을 통해 유입되는 정보를 중추신경계에서 통합·조절하여 균형을 유지하게 된다. 이와 아울러 Figure 1에서 제시한 것처럼 균형능력은 신경계와 근·골격계가 서로 연합하여 다양한 기능요소를 통해 자세를 유지하는 매우 복잡한 기능으로 알려져 있다(정동훈과 권혁철, 1999; Carr와 Shepherd, 2003).

이에 따라 다양한 균형능력 향상 프로그램이 개발되어 있는데, 현재 임상에서 사용되는 균형능력 향상 프로그램에는 유산소운동, 근력운동 및 균형훈련 등이 있다 (Shumway-Cook 등, 1992; Woollacott 등, 1986). 균형에 미치는 여러 가지 요인들 간에 세부적인 상호관계를 밝혀내기 어려운 만큼, 균형이나 자세를 향상시키기 위한 훈련은 여러 가지 요인을 복합적으로 훈련하여 균형능력의 향상을 도모해 왔다(정이루리, 2003; Nashner 등, 1982). 균형을 향상시키기 위한 훈련방법은 크게 근·골격계 요인과 신경학적 요인 두 가지를 훈련을 통해 강화시키는 것이다(이한숙 등, 1996). 즉, 근·골격계 요인은 근력운동 및 안정성의 조절 등을 목적으로 훈련하며, 신경학적 요인은 시각·전정기·고유수용기 등의 기능강화를 목적으로 훈련하는 방법이다. 근력의 균형 있는 강화와 안정성의 조절을 목적으로 한 훈련 프로그램들이 자세조절 및 균형 능력의 향상에 미치는 영향을 보고한 다양한 연구들을 통해 다양한 훈련방법

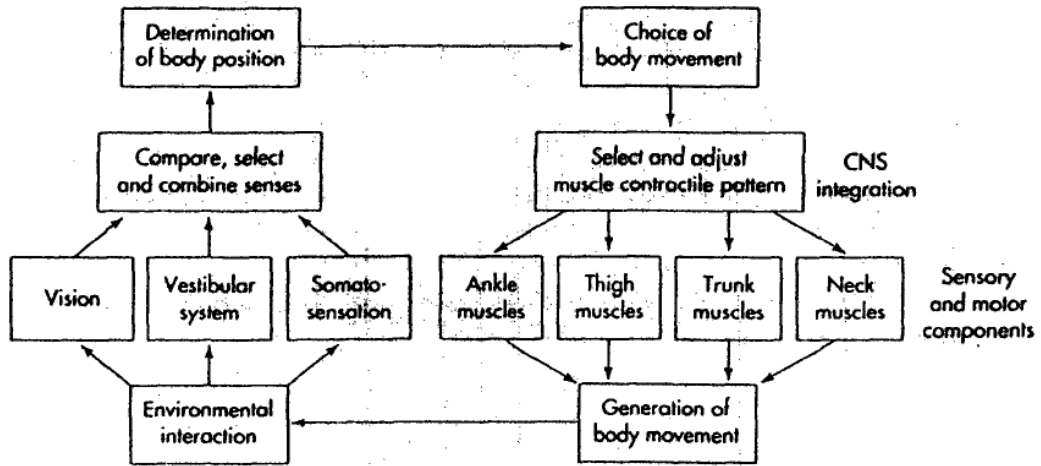


Figure 1. System Model of Balance Control

Resource : 정동훈과 권혁철, 1999b

들이 개발되어 왔는데, 대표적인 방법으로는 아쿠아 훈련(Aquatic Exercise), 바이오 피드백 훈련(Bio-feedback Exercise), 트램폴린 훈련(Trampoline Exercise) 등이 재활 및 물리치료 분야에서 널리 활용되고 있다.

아쿠아(Aquatic) 훈련은 수중에서 다양한 물의 유체역학적 특성에 의해 지상에서 움직일 수 없는 움직임을 충격이나 부상 없이 수행할 수 있는 장점을 가지고 적용하는 치료적 중재이다(김태열 등, 2000; McMillan, 1978). 이러한 장점으로 인해 수중에서는 개방 역학적 운동(open kinetic chain exercise)과 폐쇄 역학적 운동(close kinetic chain exercise)을 지상보다는 수월하게 적용할 수 있으며, 머리회전조절을 통해 다양한 자세를 유지할 수 있다(서삼기 등, 2002; 정민우, 2001; Cole와 Backer, 2004; Green 등, 1993; Geytenbeck, 2002; Hinman 등, 2007). 수중 훈련은 유체역학자 James McMillan(1913~1994)이 개발하여 1950년 런던의 Halliwick 여자 장애인 학교에서 적용되기 시작한 Halliwick 개념에 바탕을 둔 훈련이 주를 이루고 있다. 이 방법은 장애인들이 부력보조기구를 사용하지 않고 독립적이고 안전하게 수영할 수 있도록 적용한 프로그램으로서 Halliwick 프로그램을 적용한 장애인들의 치료적 효과가 나타남에 따라 특수 치료방법으로서 발전되었고(Cole과 Becker, 2004), 최근에 널리 이용되는 Halliwick 10 point program과 치료방법으로 적용되는 수중특수치료(water specific therapy)로 정착되었다.

바이오피드백(bio-feedback) 훈련은 다양한 감각적 자극을 직접 부여함으로써 전정 기관으로부터의 감각입력을 통합하여 자세균형을 향상시키는 훈련의 목적으로 개발되어 활용되어 왔다(Walker 등, 2000). 이 훈련방법은 훈련대상자나 환자 스스로 지속적이며 반복적인 훈련과 학습을 수행할 수 있고, 과제 수행평가의 결과를 환자 자신이 즉시 확인할 수 있으므로 능동적 수정이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 이 방법은 다양한 균형장애 환자를 대상으로 한 연구를 통해 그 효과가 입증되어 왔다. 특히 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 한 자세 균형조절의 효과가 입증되었고(이동엽 등, 2007; de Haart, 2004; Laufer 등, 2000), 전정기관 손상환자를 대상으로 한 연구에서도 자세 균형조절 증진에 효과가 있다고 보고되었다(Gill-Body 등, 2000).

트램폴린(Trampolin) 훈련은 탄력이 있는 연성 면에서의 균형훈련을 위해 개발된 것으로서 관절의 복합적 운동과 강화, 넘어졌을 때의 손상방지 등 트램폴린이 가진 장점을 활용하는 한편 동적 균형능력의 제고에 대한 기대에서 개발된 훈련방법이다. 운동치료에서 몸의 균형과 자세유지를 위한 도구로 많이 쓰이며 검사 도구로도 활용되어 신체 협응능력을 측정하는 데에도 사용되고 있다. 트램폴린의 경험을 통해서 신체 협응능력과 집중력, 힘의 조절, 긴장도, 공간지각 등을 체득할 수 있다고 알려져 있다(김운태, 2006). 또한 트램폴린 위에서의 운동은 중력을 느끼고 신체의 미묘한 변화를 경험하게 되며, 움직임을 통해 신체에 대해 지각하고 대처하는 능력을 학습하게 할 수 있다고 알려져 있다. 이러한 과정은 감각기관 전체를 자극시키고, 특히 균형조절과 신체긴장이 복합되어 최고의 동기를 유발하여 균형조절에 효과적으로 사용할 수 있다(최대식, 2006; Irmischer, 1997).

이 균형훈련 방법들에 대해서는 위에서 제시된 것처럼 여러 연구를 통해 그 효과가 입증되어 왔다. 그러나 이러한 선행연구들은 주로 개별 프로그램의 전·후 비교를 통해서 그 효과를 별도로 입증하는 방식으로 수행되었으며 이 프로그램들의 효과를 서로 비교하기 위한 연구는 이루어진 바 없다. 또, 그 효과의 지표면에서도 종합적인 균형능력 지표들을 통해 그 효과를 평가해 왔을 뿐 균형의 유지에 필요한 감각요소별로 이를 평가한 연구도 이루어진 바 없다.

앞서 살펴본 바대로 균형의 조절은 복잡한 감각 및 운동기능이다. 이는 지지면에 대한 몸의 중심을 제어하는데 필요한 운동패턴을 기획하고 실행할 수 있는 감각 정보를 공간적 시간적으로 통합해야 함을 의미한다(Collen, 1995; Horak, 1997; Horak 등, 1997). 이와 같은 균형조절의 복잡한 본성으로 인해 이들 구성요소의 통합이 제대로 이루어지지 않을 때 뿐 아니라 관련된 감각이나 운동 요소의 어느 한 부분에 결함이

생기면 균형의 조절에 문제가 발생할 수 있다(Horak, 1997; Horak 등, 1997; Horak, 2006). 따라서 균형능력의 손상을 초래한 원인별로 훈련방법도 달리 적용되어야 하지만 이를 위한 기초정보를 제공할 수 있는 연구는 매우 제한되어 있다. 이를 위해서는 각 프로그램이 균형능력에 미치는 효과를 전반적인 균형능력 뿐 아니라 다양한 상황 하에서의 균형유지능력, 각 감각영역별 균형능력 등에 대한 비교연구가 요구된다. 이러한 비교 연구는 별도의 이론적 기반 위에서 개발된 각 훈련방법 가진 특수한 장점을 구명함으로써 각 훈련방법의 병합 적용이나 균형능력 상의 특수한 문제를 가지고 있는 사람들에게 대한 맞춤형 프로그램들을 개발하는데 있어 매우 중요한 정보를 제공해 줄 수 있을 것이다.

이와 아울러 이 분야의 선행연구들은 주로 균형능력에 문제가 있는 장애인들을 대상으로 하여 이루어져 왔다. 정상인이 경우 균형이 위협받는 상황이 되어야 이를 증상으로 감지하게 된다. 이처럼 균형능력은 그 감각적 구성부분을 이루는 전정감각, 시각이나 고유수용각에 문제가 발생하거나 중추신경계의 손상, 근·골격계의 문제점이 발생되어야 비로소 그 문제점이 파악된다(Cheng 등, 2001)는 점에서 건강증진활동의 대상이자 피트니스의 일부로서, 또는 피트니스 훈련의 주된 목표 가운데 하나로 간주되어 왔다(Kisner, 1989)는 점을 고려한다면 정상인들에게 기존 균형능력 훈련 프로그램이 미치는 효과를 평가하기 위한 연구도 필요한 시점이다.

B. 연구목적

이 연구는 20대 여자 대학생을 대상으로 세 가지 균형조절훈련(아쿠아 훈련, 바이오피드백 훈련, 트램폴린 훈련)이 균형능력의 향상에 미치는 효과를 비교하기 위하여 시행된 것으로서 세부적 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 세 가지 균형조절훈련이 시각의 개폐 여부, 지지면의 변화에 따라 균형능력에 미치는 효과를 비교분석한다.

둘째, 세 가지 균형조절훈련이 시각, 전정감각, 고유수용각 등 균형능력의 각 감각성분에 미치는 효과를 비교분석한다.

II. 연구방법

A. 연구의 틀 및 실험설계

이 연구는 무작위할당에 의한 사전 사후 집단간 비교 실험연구로서 연구의 틀은 Figure 2와 같다. 즉, 연구대상자들을 각 실험군으로 확률 할당한 후 운동군별로 아쿠아 훈련, 바이오피드백 훈련, 트램폴린 훈련 등 세 가지 운동을 각각 적용하였고, 훈련 프로그램의 적용에 앞서 정적 균형능력, 동적 균형능력, 시각, 전정각, 고유수용각 등 세 가지 감각기능능력의 지표를 산출할 수 있는 Tetrax에 의한 안정성지수와 주요 하지근육의 근전도 측정을 한 후 6주간의 훈련프로그램을 각각 적용하였다. 훈련 프로그램 시작 3주 후와 6주 후에 각각 기저치로 측정한 균형능력지표 산출을 위한 측정과 동일한 측정을 시행하였다.

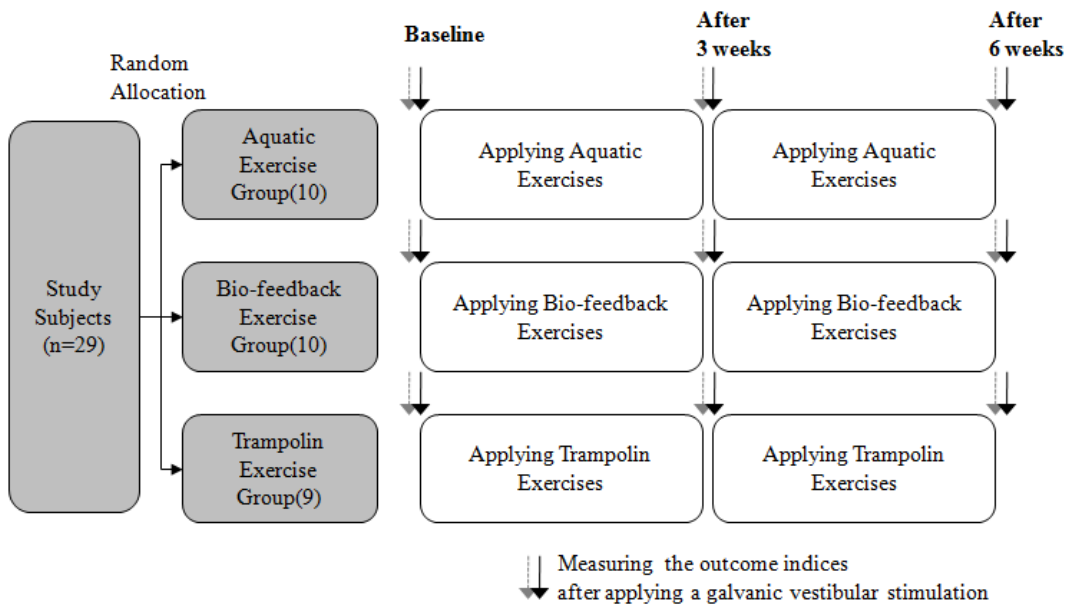


Figure 2. Study Design

B. 연구대상

본 연구의 대상자는 광주광역시 소재 K대학 여학생들로서 2009학년도 여름방학이 시작되기 전 학내 연구대상자 모집공고에 응한 학생들을 대상으로 자세조절이나 보행과 관련된 신경학적 및 근골격계 장애가 없고 일상생활에 지장이 없는 자들을 일차로 선별하였다. 이들을 대상으로 연구의 취지 및 목적에 대해 설명한 후 연구의 취지와 연구 종료 시까지 연구에 필요한 훈련을 성실히 시행하고 검사의 수검 받는 데 동의하고 서면동의서를 작성한 29명을 최종 선발하여 제비뽑기 방식의 무작위 할당을 이용, 아쿠아 훈련군 10명, Tetrax에 의한 바이오피드백 훈련군 10명, 트램폴린 훈련 9명 등 세 실험군으로 배정하였다.

연구는 2009년 6월부터 7월까지 연구대상자들의 여름방학 기간에 수행되었으며 연구대상자들은 총 6주간의 연구수행 기간 동안 해당학교의 기숙사에서 기숙하면서 연구에 참여하였다. 연구대상자들에게는 연구참여 기간 동안 평소와 같이 생활하되 할당된 균형능력 향상훈련 이외에 균형능력의 변화를 초래할 수 있는 별도의 운동 활동에 참여하지 말 것을 구두로 권고하였고, 일상생활에 대한 별도의 감독이나 규제를 가하지는 않았다. 세 군 모두 중도 탈락자는 없었다.

C. 균형능력 훈련 프로그램의 구성과 적용방법

1. 아쿠아 훈련 프로그램

a. 프로그램의 개발과 구성

본 연구에서 아쿠아 훈련 프로그램은 Lambeck과 Stanat(2000)가 개발한 Halliwick 10 point program을 근거로 하여 재구성한 회전조절 프로그램을 적용하였다. Halliwick 10 point program은 총 10가지 모드의 운동으로 구성되어 있는데, 이 중 근력강화, 지구력강화를 목적으로 하는 운동을 제외하고 전정기능의 강화 등 균형능력의 제고를 목적으로 널리 쓰이는 3가지 수중회전운동으로 훈련 프로그램을 구성하였다.

수중회전운동은 수중에서 자세를 유지하기 위한 수중운동조절로서 각 신체 축에 대한 회전력을 조절하여 균형을 유지하는 방법이다. Halliwick 10 point program은 회전하는 축에 따라서 시상축 회전조절(sagittal rotation control), 수평축 회전조절(transverse rotation control), 종축 회전조절(longitudinal rotation control), 복합 회전조절(combined rotation control)로 나누어지는 데, 본 연구에서는 회전조절 프로그램 중 시상회전조절, 수평회전조절, 종축회전조절을 각 10분씩, 총 30분의 프로그램으로 구성하였다. 각 조절훈련별 과제와 소요시간은 다음과 같다.

1) 시상축 회전조절: 머리를 밀면서 방향의 변화를 주어 원을 그리며 움직인다(10분).

2) 종축 회전조절: 신체의 종축 중심선(longitudinal axis)을 축으로 하여 회전을 조절하는 것으로 누운 자세에서 양 어깨 모든 방향으로 360° 회전이 가능하도록 한다. 치료사는 환자 옆에 서서 환자를 누운 자세를 취하게 한 후, 다시 누운 자세로 취한다. 환자는 팔을 체간 멀리 가로지른 후, 다리를 교차한 후 머리, 팔 그리고 다리를 결합하여 기포를 만들어 내며 회전한 후, 다시 누운 자세를 취한다(10분)(Figure 3 - ①, ②).

3) 수평축 회전조절: 좌우 골반을 일직선으로 관통하는 축을 중심으로 일어나는 회전을 조절하는 것으로 기마자세로 돌아가는 동작을 훈련시킨다. 치료사는 환자 뒤에서 엉덩뼈 능선을 잡고 환자는 손과 머리를 앞쪽으로 향하면서 치료사 팔에 기마자세로 앉는다. 환자는 천천히 체간을 숙이며 엉덩이를 올린 후, 귀와 팔을 물속에 담근다. 수영장 바닥에 유지되고 있던 환자의 다리를 치료사가 들어 올려서 회전을 시킨 후, 다시 누운 자세를 취한다(10분)(Figure 3 - ③, ④).

b. 프로그램의 적용

아쿠아 수중 훈련프로그램은 광주광역시 광산구 소재 ○○○수영장에서 주 3회, 1회 30분간 6주간 시행되었다. 훈련이 시행된 수영장 수조의 크기는 세로 25m, 가로 13m, 물의 깊이는 110cm, 물의 온도는 29℃로 실내온도는 30℃로 유지되는 상태에서 수중물리치료 전문가의 감독과 보조 아래 시행되었다.

아쿠아 훈련 프로그램을 시작하기 가상적 적응훈련 과정을 거쳤는데 적응훈련은 물 속에서의 호흡법과 Halliwick 10 point program에 대한 사전교육으로 구성하였다.

적응훈련의 목적은 물에 대한 공포심을 없애고 치료사와 환자 간의 친밀감을 형성하기 위한 것으로 연구대상자에게 물속에서 숨 오래참기, 코로 호흡하기, 노래 부르기, 말하기, 조절된 숨쉬기 등을 통해 가상적으로 물 속에서 서 있는 자세로 자세유지와 동작의 조절을 배우도록 하였다. 적응훈련에 소요된 시간은 50분이었다.

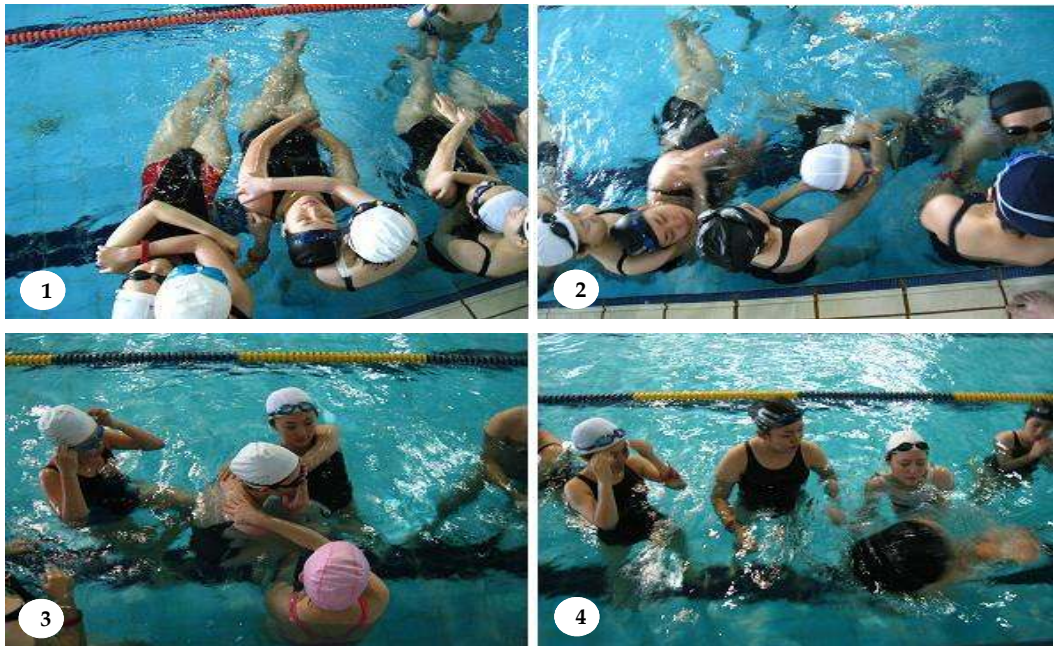


Figure 3. Aquatic Exercise

적응훈련을 시행한 후 6주간에 걸쳐 주 3회, 매회 30분씩의 아쿠아 훈련을 진행하였고 매회의 훈련은 수중물리치료 전문가 1인의 감독과 보조 아래 시행되었다.

2. 바이오피드백 훈련 프로그램

a. 프로그램의 개발과 구성

바이오피드백 훈련 프로그램은 시각피드백을 이용한 목표 지향적 체중부하 훈련으로서 관련 연구에서 널리 이용되고 있는 균형능력 훈련과 자세조절검사를 목적으로 개발된 Tetrax Portable Multiple System(Tetrax Ltd., Ramat Gan, Israel; Figure 5)에

내장된 10가지 모드를 이용하였다(우광석과 김승민, 2005; Gill-Body 등, 2000; Figure 5). 선정된 10가지 모드는 난이도가 점차 높아지도록 배열하고 이를 적용하였다. 각 모드의 배열순서, 모드별 과제와 수행시간은 다음과 같다.

- 1) Catch: 빨간 공을 이용하여 초록 공 잡기(3분)
- 2) Skyball: 위에서 떨어지는 공을 글러브로 받기(3분)
- 3) Gotchal: 볼링공이 위에서 굴러오면 핀을 넘어트리지 않게 피하기(3분)
- 4) Speedball(horizontal): 좌측 화면에서 날아오는 농구공 받기(3분)
- 5) Speedball(vertical): 위쪽에서 날아오는 농구공 받기(3분)
- 6) Tag: 좌측 화면에서 날아오는 축구공 피하기(3분)
- 7) Maze: 자동차를 체중부하를 이용하여 목적지까지 가기(3분)
- 8) Freeze: 큰 원 안에 빨간 점이 들어가도록 한 후 균형 유지하기(3분)
- 9) Target: 4개의 도형을 순서에 맞도록 빨간 점을 이동하기(3분)
- 10) Immobilizer: 4개의 그림에 같은 체중부하가 되도록 균형 조절하기(3분)

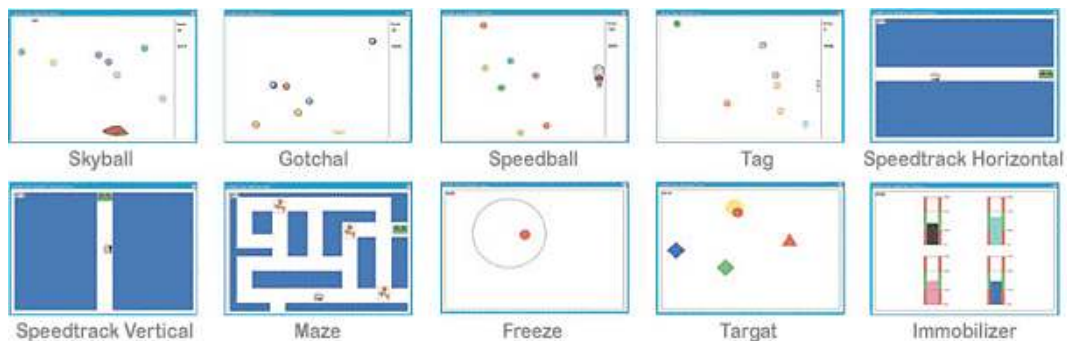


Figure 4. Modes of Visual Bio-feedback Training by Tetrax

b. 프로그램의 적용

바이오피드백 훈련은 훈련 및 측정 장비가 설치된 광주광역시 광산구 소재 해당학교의 운동치료연구소의 실험실에서 진행하였다.

훈련을 시작하기 전에 연구보조자 1인과 연구참여자에게 연구의 목적 및 실험방법을 설명하고 훈련방법 및 측정방법에 대한 이론적인 교육과 실습을 통해 체중부하를

이용한 바이오피드백 훈련에 숙련되도록 훈련한 후 바이오피드백 훈련군, 연구참여 자들에게 Tetrax system을 이용한 훈련의 시범을 보이고 자세동요와 안정성지수 측 정을 담당하도록 하였다.

매회 훈련 프로그램은 다음과 같이 진행하였다.

대상자는 10가지 모드가 셋팅된 Tetrax 장비의 힘판 위에 올라서서 얼굴을 정면으



Figure 5. Tetrax Portable Multiple System

로 보고 각각의 힘판에 각각 한 발씩 고정시키는데 뒤꿈치 끝의 각도가 30도가 되 게 하고 양발 사이는 3cm 정도의 거리를 두도록 위치하게 하였다(Figure 6). 그 후 연구보조자가 대상자의 성별, 나이, 이름 등의 일반적인 정보를 장비에 기록하였다.

다음으로 Tetrax의 메뉴 항목 및 아이콘을 클릭하여 훈련방법을 선택하였다. 운동 을 하는 동안 스크린을 계속적으로 주시하고 손잡이를 잡지 않도록 하였다. 연구참여 자가 발판에 올라가서 기립 안정자세를 취하게 한 뒤, 컴퓨터 화면에 보이는 물체의 움직임에 따라 스스로 무게중심을 다양한 방향으로 이동시키는 게임 형식의 훈련을 시행하였다. 훈련은 공 받기를 비롯하여 골대에 농구공 넣기 등의 프로그램에 내재되

어 있는 총 10개의 훈련을 정해진 순서에 따라 시행하도록 하였다.

모든 연구대상자들은 주 3회, 1회 30분간, 6주간 훈련을 시행하였으며 매회의 훈련은 물리치료 전문가 1인의 감독과 연구보조자의 보조를 받아 시행되었다.

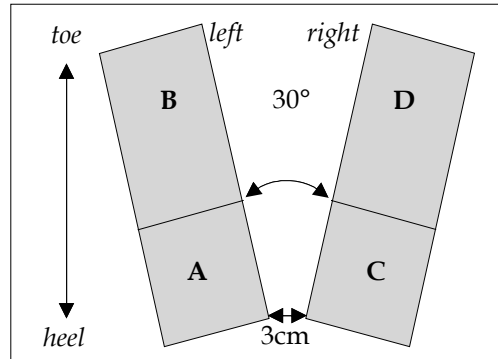


Figure 6. Position of Feet

3. 트램폴린 훈련 프로그램

a. 프로그램의 개발과 구성

트램폴린 훈련 프로그램은 평형운동과 공간운동으로 구성하였다.

이 중 평형운동은 감각 조직화를 위한 균형검사를 연구 목적에 맞게 재구성하여 사용하였다. 훈련방법을 구성하는데 참고한 균형검사는 감각 상호작용과 균형을 위한 임상검사(Shumway-cook과 Horak, 1986), 한 발로 서기 균형검사와 경사판 균형검사 (Atwater 등, 1990), Fugl-Meyer 감각 운동평가(Fugl-Meyer 등, 1975), Tinetti실행-중심 운동평가(Tinetti, 1988), Berg 균형척도(Berg, 1989), 자세조절운동 측정(Horak, 1987), 선자세로 팔 뻗기 검사(Ducan 등, 1990) 등으로서 이들을 종합, 분석하여 8개의 평형운동을 구성하였다. 이는 정적 훈련 4개와 동적 훈련 4개로 이루어지는데 각 평형운동의 순서와 과제 및 수행시간은 다음과 같다.

1) 정적 균형훈련

- 운동 1: 불안정한 지지면에서 눈 뜨고 한발로 서 있기(2분)(Figure 7-①)
- 운동 2: 불안정한 지지면에서 눈 감고 서 있기(2분)(Figure 7-②)
- 운동 3: 불안정한 지지면에서 눈 감고 한발로 서 있기(2분)(Figure 7-③)

·운동 4: 불안정한 지지면에서 눈 감고 쪼그려 앉아 있기(40°~60°)(2분)
(Figure 7-④)

2) 휴식(2분)

3) 동적 균형훈련

·운동 5: 불안정한 지지면에서 눈 뜨고 제자리 걷기(2분)

·운동 6: 불안정한 지지면에서 눈 뜨고 360도 돌기(좌,우 각각)(각 1분)

·운동 7: 불안정한 지지면에서 눈 감고 제자리 걷기(2분)

·운동 8: 불안정한 지지면에서 눈 감고 360도 돌기(좌,우 각각)(각 1분)



Figure 7. Balance-pad Training Program

신체 균형감각 및 방향능력, 신체공간 정위능력을 발달시킬 수 있는 트램폴린 공간 운동은 서연태(2007)가 사용한 트램폴린 운동프로그램을 본 연구의 목적에 맞게 재구성하여 사용하였다. 공간운동의 종류는 총 5가지로 운동별 과제와 수행순서 및 소요 시간은 다음과 같다.

1) 트램폴린에서 수직으로 뛰기(1분)(Figure 8-①)

2) 트램폴린을 뛰면서 방향 전환하기(1분)(Figure 8-②)

3) 트램폴린에서 제자리 걷기(1분)(Figure 8-③)

4) 트램폴린에서 수직 뛰면서 공받기(1분)(Figure 8-④)

5) 트램폴린에서 다리 벌려서 뛰기(1분)(Figure 8-⑤)

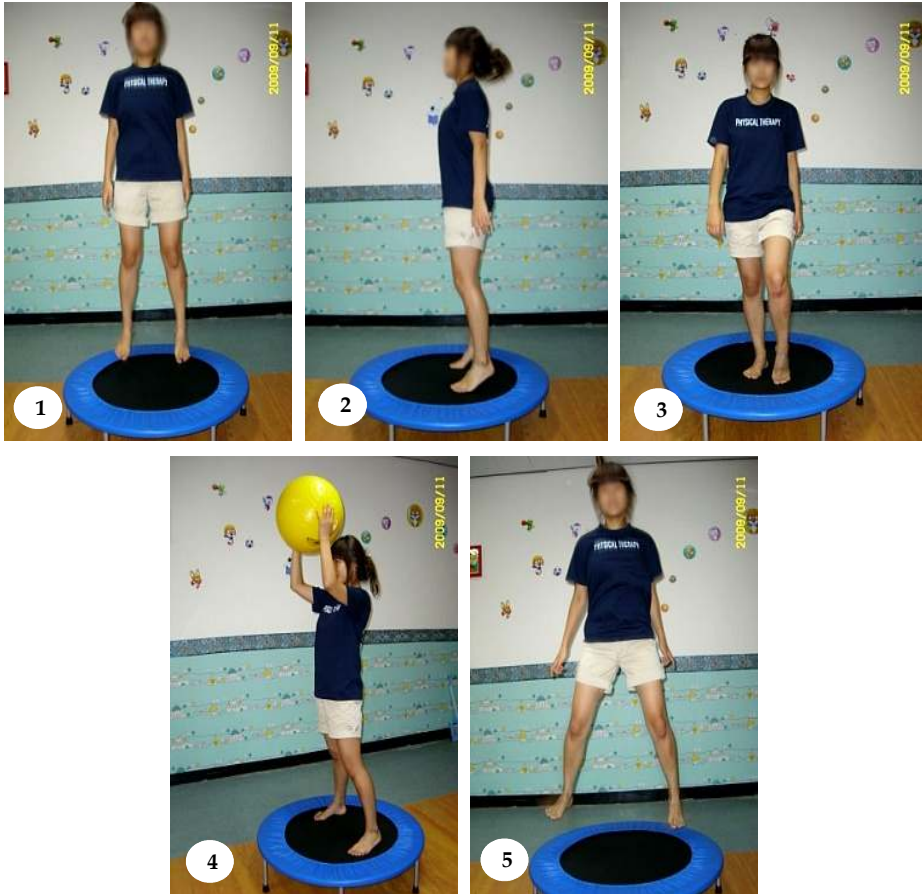


Figure 8. Trampoline Training

b. 프로그램의 적용

트램폴린 훈련은 관련 훈련 및 측정 장비가 설치된 광주광역시 광산구 소재 해당학교의 운동치료연구소의 실험실에서 진행하였다. 훈련을 시작하기에 앞서 미리 훈련된 연구보조자가 전체 훈련과정에 대해 매회 이루어지는 훈련프로그램에 대한 시연을 시행한 후 훈련프로그램을 시행하였다. 매회의 트램폴린 훈련은 다음과 같이 진행되었다.

간단한 준비운동을 한 후 먼저 평형운동을 시행하였는데 정적 균형훈련을 순서에 따라 12분간 시행하고 2분간 휴식 후 동적 균형훈련을 시행하였다. 이 운동은 미국

Airex사의 Balance-pad(50*41*6cm, 0.7kg)위에서 시행하였다. 바로 이어서 트램폴린 위로 위치를 옮겨 5분씩 2회의 트램폴린 공간운동을 10분간 시행하였다.

훈련의 전과정은 물리치료 전문가 1인의 지도와 감독 하에 진행하였고, 훈련된 연구보조자의 지원을 받았으며 모든 연구대상자들은 주 3회, 1회 30분간, 6주간 훈련을 시행하였다.

D. 연구변수 및 측정방법

1. 일반적 특성변수의 측정

일반적 특성변수는 연령과 신장, 체중을 측정하였다. 연령은 기초값 산출을 위한 결과지표를 측정할 때 연구보조자가 연구참여자에게 직접 구두로 만 연령을 물어 입력하였고, 신장은 맨발로 신장계 위에 곧게 서서 발바닥에서 두정부까지 최대 길이를 측정하였고 체중은 가벼운 복장의 맨발 상태로 측정하였다.

2. 전반적 균형능력의 측정

균형능력은 안정성지수(Stability Score)와 근전도 균형점수(Balance Index by EMG; BIEMG)로 측정하였다. 각 균형능력 지수는 경성보드면과 연성보드면 위에서 눈을 감은 상태와 뜬 상태로 각각 측정하였다. 기초값은 훈련 첫째날 훈련을 시작하기 직전에 측정하였고, 3주값과 6주값은 해당 주의 훈련이 끝난 다음날 측정하였다.

정상인을 대상으로 한 실험이었으므로 측정의 효과성을 높이기 위해 측정 직전에 인위적인 평류전정자극(galvanic vestibular stimulation; GVS)을 가한 후 측정을 시행하였다. 평류전정자극은 네델란드 Enraf-Nonius사의 평류전정자극기 Endomed 581(Figure 9)를 이용하였다. 이 기기는 3×5cm의 일회용 자가-접착식 표면전극을 측두골 유양돌기부의 우측-음극, 좌측-양극의 양극(binaural)에 배치하고 위상기간 1,000ms, 위상 간 간격 4,000ms, 순환주기 20%, 단상 직사각파형, 자극강도 1 mA, 자극시간 32초의 조건으로 자극을 부여하였다(황태연, 2005).

전반적 균형능력 중 안정성 지수는 자세조절검사 장비인 Tetrax Portable Multiple



Figure 9. Endomed 581

System(그림 10)을 이용하여 측정하였다.

두 개의 독립적인 4개의 지면반력 장치인 힘판(force plate)을 사용하고, 두 개의 압력 변환기가 발 앞쪽과 뒤꿈치의 수직압력에 대한 정보를 각각 측정하였다(Laufer 등, 2003). 이는 정적인 기립상태에서의 균형 능력을 평가하는 것으로, 대상자를 좌우 힘판에 양 발을 각각 올려놓은 후, 안정 기립상태를 유지하면서 눈을 뜬 상태로 1m 전방을 주시하도록 하고, 32초 동안 검사를 시행하며, 검사 중 좌우 힘판에 가해지는 수직압력을 각각의 압력변환기를 통해 32Hz의 속도로 감지하여 압력의 변동 양상을 평가한다. 안정지수(stability score)는 각각의 힘판에 가해지는 압력의 변동양상을 측정하여 무게중심의 안정성을 나타내는 지표로, 안정성 지수가 클수록 무게 중심의 변동이 크고 힘판에 실리는 체중이 자주 변했다는 것을 의미한다.

이는 그림 6의 발판 A, B, C, D의 압력 변환기에 걸리는 압력을 32Hz의 속도로 32초 동안 측정하여 각 힘판에서 1,024개의 데이터를 측정한 다음 (2번 데이터 - 1번 데이터)²+(3번 데이터 - 2번 데이터)²+...+(1024번 데이터 - 1023번 데이터)²로 계산한 힘판 별 값을 합산한 후 다시 4,092로 나눈 값의 제곱근을 구하는데 이를 수식으로 표현하는 다음과 같다.

$$S = t \sum_1^n [(a_n - a_{n-1})^2 + (b_n - b_{n-1})^2 + (c_n - c_{n-1})^2 + (d_n - d_{n-1})^2]^{1/2} W \frac{1}{\sqrt{N}}$$

(a, b, c, d: A, B, C, D 각 발판의 압력 변환기에 걸리는 압력, W=체중, t=검사시간, n(N)=감지된 횟수)

근전도 균형점수(BI_{EMG})는 좌우 비복근(gastrocnemius muscle)의 근활성도차, 좌우

전경골근(tibialis anterior muscle)의 근활성도차, 좌측 비복근과 전경골근의 근활성도차, 우측 비복근과 전경골근의 근활성도차의 절대값을 모두 더한 값으로서 이 값이 적으면 하지 균형능력을 담당하는 근육의 전후 및 좌우의 근육 활성화 차이가 적고 따라서 균형능력이 높은 것으로 해석하였다. 각 근육의 근활성도는 표면근전도기(Delsys Inc., Bagnoli 4-EMG system, USA, Figure 11)로 측정된 중앙주파수값(MDF, median frequency)을 이용하였다. 근활성도 측정근육은 양측 비복근과 전경골근으로서 전극 부착 부위의 기록전극은 표면전극을 사용하였으며, 부착 부위는 아킬레스건과 비복근이 만나는 부위에서 근위부 2cm의 내측 비복근의 근복과 전경골근의 근위 1/3 부위로 하였다(Mynark와 Koceja, 2002). 활동전위의 수집은 신호획득 전에 능동적으로 족관절 배측 굴곡과 저측 굴곡 운동을 실시하여 각 채널에서 입력되는 근 활동전위 신호가 이상 없는지를 확인을 한 후, 근전도 장비와 연결된 컴퓨터에 내장된 자료획득 및 분석 소프트웨어인 EMGwork 3.0(Delsys Inc., USA)를 이용하여 중앙주파수 값을 저장하고 이 값을 이용하여 근전도 균형점수를 산출하였다. 연구자가 개발한 산출 수식은 다음과 같다.

$$BI_{EMG} = \frac{MDF_A + MDF_P}{2} + \frac{MDF_R + MDF_L}{2}$$

where, $MDF_A = \sqrt{|MDF_{RG} - MDF_{LG}|^2}$, $MDF_P = \sqrt{|MDF_{RTA} - MDF_{LTA}|^2}$

$$MDF_R = \sqrt{|MDF_{RG} - MDF_{RTA}|^2}, \quad MDF_L = \sqrt{|MDF_{LG} - MDF_{LTA}|^2}$$

MDFRG; MDF values of right gastrocnemius muscle

MDFLG; MDF values of left gastrocnemius muscle

MDFRTA; MDF values of right tibialis anterior muscle

MDFLTA; MDF values of left tibialis posterior muscle



Figure 10. Bagnoli 4-EMG system

3. 감각기능의 측정

감각비는 여러 감각조건 하에서 Tetrax를 이용하여 측정된 안정성 지수들의 비(ratio)로서 이를 이용하면 균형능력의 유지에 동원되는 각 감각기능 분획의 기능을 별도로 평가할 수 있다(김재일과 이근호, 1998; 이석준, 2007). 본 연구에서는 시각비(visual ratio), 전정비(vestibular ratio), 체성감각비(somatosensory ratio) 등 세 가지 감각비를 구하였는데, 이를 구하기 위한 조건은 다음과 같았다.

조건1; 발판이 고정된 상태에서 눈을 뜨고 서 있게 한다.

조건2; 발판이 고정된 상태에서 눈을 감고 서 있게 한다.

조건3; 불안정 발판에서 눈을 뜨고 서 있게 한다.

조건4; 불안정 발판에서 눈을 감고 서 있게 한다.

체성감각비는 조건2의 안정성지수를 조건1의 안정성지수로 나누어 구하였고, 시각비는 조건3에서 측정된 안정성지수를 조건1에서 측정한 안정성지수로 나눈 값이다. 마지막으로 전정비는 조건4에서 측정된 안정성지수를 조건1에서 측정된 안정성지수로 나누어 구하였다. 이 값은 0을 초과한 값을 가지며, 이 값이 클수록 해당 감각기능이 높음을 의미한다.

E. 분석방법

측정기기내에 저장된 자료는 상기한 기기 자체에 내장된 프로그램을 이용하여 엑셀로 전환한 후 SPSS/WIN(ver 17.0)을 이용하여 분석하였다.

연구대상자의 일반적 특성은 기술통계분석한 후 평균과 표준편차로 제시하였고, 집단 간의 차이는 Kruskal-Wallis검정을 이용하여 분석하였다. 결과 측정변수인 근전도 균형값, 감각비 초기값의 집단간 비교에도 Kruskal-Wallis검정을 이용하였다.

실험군들 간의 차이(집단효과)와 시간적 추이에 따른 변화 및 상호작용효과는 반복 측정된 자료의 분산분석을 이용하여 분석하였다. 이때 연구대상자의 일반적 특성 값에 간에 차이가 있는 연령을 보정하였다. 또, 구형성가정을 만족하지 않는 경우에는 다변량 검정결과를 해석하였다.

분석결과, 집단과 시간 간의 상호작용효과가 있는 경우에는 Wilcoxon의 부호순위 검정(signed rank test)을 이용하여 각 집단별로 실험전값-3주값, 실험전값-6주값을 각각 짝을 지어 비교하였으며 집단 간의 차이는 Kruskal-Wallis검정을 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과

A. 연구대상자의 일반적 특성 및 결과측정변수 초기값

연구대상자의 일반적 특성을 집단별로 보면 연령의 경우, 아쿠아 훈련군(10명)이 22.50(±1.27)세, 바이오피드백 훈련군(10명)이 20.90(±0.99)세, 트램폴린 훈련군(9명)은 21.78(±0.44)세로 아쿠아 훈련군이 가장 높았고 집단 간 연령은 유의한 차이가 있었다 ($p < .05$). 신장과 체중은 집단별로 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(Table 1).

연구대상자의 결과측정변수 초기값을 집단별로 보면 근전도 균형점수, 안정성지수, 감각비 모두 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(Table 1).

Table 1. General Characteristics and Baseline Values of Study Subjects by Group

Variables	Experimental Groups			p
	Aqua	Bio-feedback	Trampolin	
General Characteristics				
Age(year)	22.50(±1.27)	20.90(±0.99)	21.78(±0.44)	.005
Height(cm)	162.90(±5.00)	161.70(±4.52)	164.07(±4.87)	.569
Weight(kg)	55.51(±6.48)	57.72(±6.87)	54.35(±5.51)	.503
Baseline Values				
Balance Score by EMG				
NO ¹ (Hz)	9.18(± 2.84)	9.42(± 6.16)	8.68(± 1.79)	.925
NC ² (Hz)	8.98(± 3.94)	8.52(± 3.32)	7.86(± 3.01)	.782
PO ³ (Hz)	7.58(± 3.55)	8.65(± 7.33)	5.49(± 2.75)	.396
PC ⁴ (Hz)	7.87(± 2.93)	7.04(± 4.40)	10.72(± 5.04)	.157
Stability Index				
NO ¹	29.12(±13.81)	27.03(±12.87)	28.71(±14.56)	.938
NC ²	39.72(±13.67)	32.32(±14.31)	46.62(±24.36)	.237
PO ³	31.29(±15.50)	32.40(±13.87)	42.65(±25.07)	.360
PC ⁴	52.05(±22.79)	58.84(±33.70)	74.60(±36.05)	.293
Sensory Ratio				
Proprioceptive	1.06(± 0.54)	1.64(± 1.75)	0.92(± 0.32)	.323
Visual	0.88(± 0.42)	1.64(± 2.04)	0.66(± 0.37)	.211
Vestibular	0.99(± 0.59)	1.04(± 0.70)	1.31(± 0.85)	.575

1) NO: upright posture with eye opening on hard platform, 2) NC: upright posture with eye closing on hard platform, 3) PO: upright posture with eye opening on soft platform, 4) PC: upright posture with eye closing on soft platform

B. 훈련방법 간 균형능력 비교

1. 경성 지지면에서 균형능력의 비교

a. 눈을 떴을 때의 균형능력

경성 지지면에서 눈을 떴을 때의 안정성지수 값은 아쿠아 훈련군만이 시간에 따라 감소하는 양상을 보였으나(Figure 11) 반복측정자료의 분산분석을 통해 분석한 결과 시간효과, 집단간 효과는 유의하지 않았고($p>.05$), 시간과 집단간의 상호작용 효과는 통계적으로 유의하였다($p<.05$). Wilcoxon의 부호순위검정을 시행한 결과, 바이오피드백 훈련군과 트램폴린 훈련군은 사전 값과 비교할 때, 3주 모두 통계학적으로 유의하였으며($p<0.05$), 6주 값에서는 유의하지 않았다($p>0.05$). 시간대별로 Kruskal-Wallis 검정결과, 3주째에는 집단 간에 경계수준에서 유의한 차이가 ($p=.052$) 있었으나, 6주에서는 유의하지 않았다($p>.05$)(Table 2).

경성 지지면에서 눈을 떴을 때의 근전도 균형점수를 반복측정자료의 분산분석 결과 시간효과, 집단 간 효과는 유의하지 않았으나($p>.05$), 시간과 집단 간 효과의 상호작용은 유의하였다($p<.05$). 즉, 집단별 효과를 시간의 추이에 따라 살펴보면 관찰 구간 안에서 그래프가 교차하였다(Figure 12). Wilcoxon의 부호 순위검정 결과를 보면, 아쿠아 훈련군과 트램폴린 훈련군은 사전 값과 비교할 때, 3주, 6주 모두 변화가 없었으나, 바이오피드백 훈련군은 훈련전 9.42(± 6.16)에서 6주후 4.61(± 3.38)로 유의하게 감소하였다($p<.05$). Kruskal-Wallis 검정결과, 3주 째에는 집단 간 차이가 없었고($p>.05$), 6주 값에는 집단 간에 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 3).

Table 2. Comparison of Stability Scores by Group at the Upright Posture with Opening Both Eyes on Hard Platform

Group \ Time	Baseline	After 3wks	After 6wks	<i>p-values</i>
Aqua	29.12(±13.81)	26.54(±11.39)	22.08(±9.46)	.209 ¹⁾
<i>p-values</i>		.413 ⁴⁾	.090 ⁵⁾	.339 ²⁾
Bio-feedback	27.03(±12.87)	20.43(±9.09)	21.31(±11.10)	.019 ³⁾
<i>p-values</i>		.031 ⁶⁾	.139 ⁷⁾	
Trampolin	28.71(±14.56)	38.44(±23.11)	29.81(±20.57)	
<i>p-values</i>		.038 ⁸⁾	.767 ⁹⁾	
<i>p-values</i>		.052 ¹⁰⁾	.379 ¹¹⁾	

1),2),3): *p-values* as a result of repeated measure ANOVA 1) time effect, 2) inter-group difference 3) interaction effect; 4),6),8): *p-values* as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 3wks; 5),7),9): *p-values* as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 6wks; 10): *p-value* as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 3wks); 11): *p-value* as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 6wks)

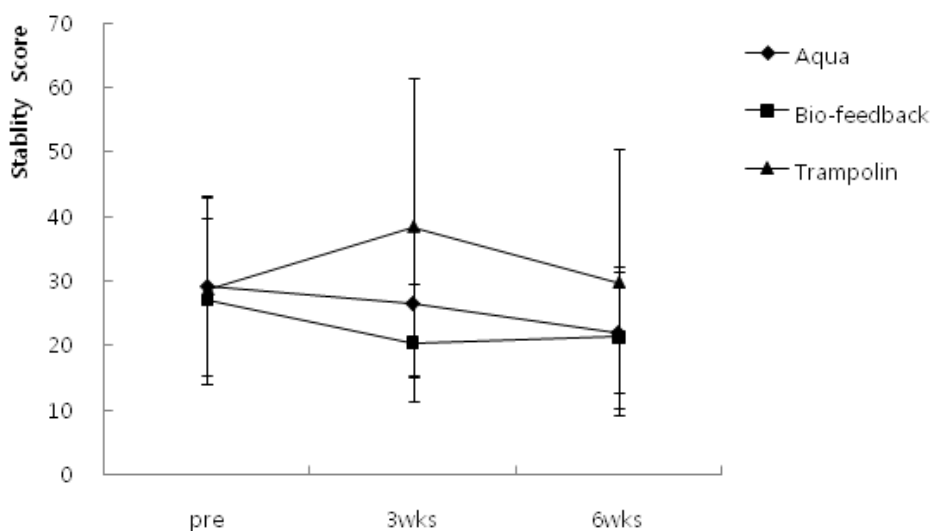


Figure 11. Comparison of Stability Score by Group: Upright Posture with Opening Both Eyes on Hard Platform

Table 3. Comparison of BI_{EMG} by Group at the Upright Posture with Opening Both Eyes on Hard Platform

Group \ Time	Baseline	After 3wks	After 6wks	<i>p-values</i>
Aqua	9.18(±2.83)	7.86(±2.15)	8.68(±2.57)	.136 ¹⁾
<i>p-value</i>		.203 ⁴⁾	.575 ⁵⁾	.378 ²⁾
Bio-feedback	9.42(±6.16)	6.84(±4.47)	4.61(±3.38)	.001 ³⁾
<i>p-value</i>		.114 ⁶⁾	.019 ⁷⁾	
Trampoline	8.68(±1.79)	8.56(±2.77)	9.69(±4.12)	
<i>p-value</i>		.678 ⁸⁾	.594 ⁹⁾	
<i>p-value</i>		.566 ¹⁰⁾	.007 ¹¹⁾	

1),2),3): p-values as a result of repeated measure ANOVA 1) time effect, 2) inter-group difference 3) interaction effect; 4),6),8): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 3wks; 5),7),9): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 6wks; 10): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 3wks); 11): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 6wks)

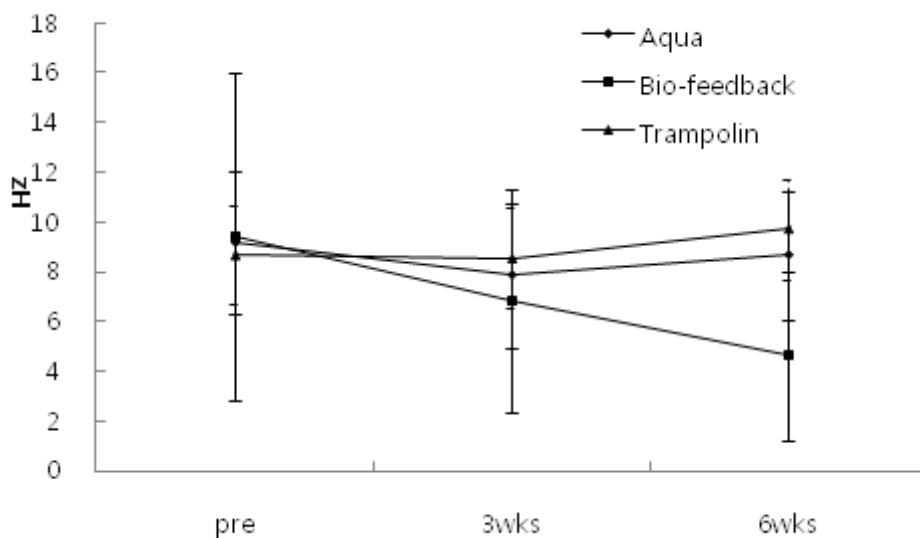


Figure 12. Comparison of BI_{EMG} by Group: Upright Posture with Opening Both Eyes on Hard Platform

b. 눈을 감았을 때의 균형능력

경성 지지면에서 눈을 감았을 때의 안정성지수 값은 세 집단 모두 시간에 따라 감소하는 양상을 보였으나(Figure 13) 반복측정자료의 분산분석을 통해 분석한 결과, 시간효과, 집단간 효과 및 상호작용 효과 모두 통계적으로 유의하지 않았다($p>.05$). 다만, Wilcoxon 부호순위검정 결과, 아쿠아 훈련군의 경우 훈련전에 비해 3주후 및 6주후의 안정성지수 값이 유의하게 낮았다($p<.05$)(Table 4).

경성 지지면에서 눈을 감았을 때의 근전도 균형점수 값은 아쿠아 훈련군과 바이오피드백 훈련군은 시간에 따라 감소하는 양상을 보였으나(Figure 14) 반복측정자료의 분산분석결과 시간 효과, 집단간 효과는 유의하지 않았으나($p>.05$), 시간과 집단 간 효과의 상호작용은 유의하였다($p<.05$). Wilcoxon의 부호 순위검정 결과를 보면, 아쿠아 훈련군과 바이오피드백 훈련군은 훈련전과 비교할 때 3주후에 유의한 변화가 없었으나, 6주후에는 아쿠아 훈련군은 8.98(± 3.93)에서 7.83(± 3.95)로 유의하게 감소하였으며($p<.05$), 바이오피드백 훈련군의 경우에도 8.52(± 3.32)에서 6.14(± 2.48)으로 유의하게 감소하였다($p<.05$). 시간대별 집단 간 차이는 3주후, 6주후 모두 유의하지 않았다($p>.05$)(Table 5).

Table 4. Comparison of Stability Scores by Group at the Upright Posture with Closing Both Eyes on Hard Platform

Group \ Time	Baseline	After 3wks	After 6wks	<i>p-values</i>
Aqua	39.72(±13.67)	33.50(±10.32)	27.58(±10.98)	.764 ¹⁾
<i>p-value</i>		.046 ⁴⁾	.013 ⁵⁾	.147 ²⁾
Bio-feedback	32.32(±14.31)	32.95(±15.29)	24.32(±9.92)	.935 ³⁾
<i>p-value</i>		.721 ⁶⁾	.093 ⁷⁾	
Trampoline	46.62(±24.36)	47.38(±25.71)	35.93(±18.11)	
<i>p-value</i>		.515 ⁸⁾	.214 ⁹⁾	
<i>p-value</i>		.164 ¹⁰⁾	.170 ¹¹⁾	

1),2),3): p-values as a result of repeated measure ANOVA 1) time effect, 2) inter-group difference 3) interaction effect; 4),6),8): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 3wks; 5),7),9): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 6wks; 10): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 3wks); 11): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 6wks)

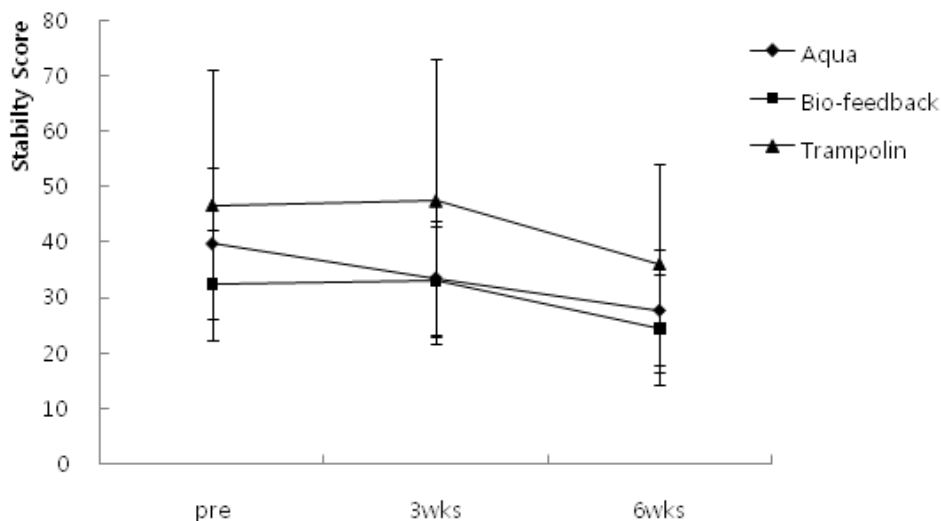


Figure 13. Comparison of Stability Scores by Group: Upright Posture with Closing Both Eyes on Hard Platform

Table 5. Comparison of BI_{EMG} by Group at the Upright Posture with Closing Both Eyes on Hard Platform

Group \ Time	Baseline	After 3wks	After 6wks	<i>p-values</i>
Aqua	8.98(±3.93)	8.75(±2.82)	7.83(±3.95)	.657 ¹⁾
<i>p-value</i>		.869 ⁴⁾	.041 ⁵⁾	.406 ²⁾
Bio-feedback	8.52(±3.32)	7.42(±3.48)	6.14(±2.48)	.043 ³⁾
<i>p-value</i>		.285 ⁶⁾	.037 ⁷⁾	
Trampoline	7.86(±3.01)	9.61(±3.63)	9.82(±4.21)	
<i>p-value</i>		.086 ⁸⁾	.173 ⁹⁾	
<i>p-value</i>		.362 ¹⁰⁾	.104 ¹¹⁾	

1),2),3): p-values as a result of repeated measure ANOVA 1) time effect, 2) inter-group difference 3) interaction effect; 4),6),8): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 3wks; 5),7),9): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 6wks; 10): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 3wks); 11): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 6wks)

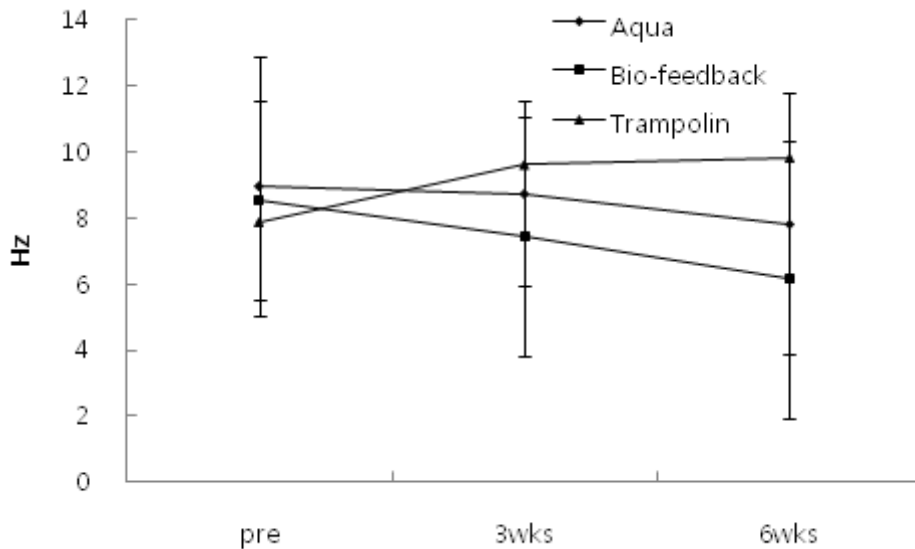


Figure 14. Comparison of BI_{EMG} by Group: Upright Posture with Closing Both Eyes on Hard Platform

2. 연성 지지면에서의 균형능력 비교

a. 눈을 떴을 때의 균형능력

연성 지지면에서 눈을 떴을 때의 안정성지수의 값은 세 훈련군 모두 시간에 따라 감소하는 양상을 보였으나(Figure 15) 반복측정자료의 분산분석 결과 시간 효과, 집단 간 효과, 시간과 집단의 상호작용 효과 모두 유의하지 않았다($p>.05$). (Table 6). 그러나 Wilcoxon 부호순위검정 결과, 아쿠아 훈련군은 훈련전과 비교할 때 6주 후에 31.39 ± 15.50 에서 22.06 ± 5.25 로 경계역 수준에서 감소하였고($p=.064$) 바이오피드백 훈련군은 6주후에 32.39 ± 13.87 에서 25.68 ± 11.13 으로 유의하게 감소하였으며($p<.05$) 트램 폴린 훈련군은 3주후 및 6주후 모두 유의한 변화가 없었다($p>.05$).

연성 지지면에서 눈을 떴을 때의 근전도 균형점수 값은 그래프상으로 보면 시간에 따라 변화가 없었고(Figure 16) 반복측정자료의 분산분석결과 역시 시간 효과, 집단 간 효과, 상호작용효과 모두 유의하지 않았다($p>.05$)(Table 7).

Table 6. Comparison of Stability Scores by Group at the Upright Posture with Opening Both Eyes on Soft Platform

Group \ Time	Baseline	After 3wks	After 6wks	<i>p-values</i>
Aqua	31.29(±15.50)	28.48(±12.14)	22.06(± 5.25)	.365 ¹⁾
<i>p-value</i>		.228 ⁴⁾	.064 ⁵⁾	.263 ²⁾
Bio-feedback	32.39(±13.87)	27.73(±14.32)	25.68(±11.13)	.752 ³⁾
<i>p-value</i>		.088 ⁶⁾	.012 ⁷⁾	
Trampolin	42.64(±25.07)	38.76(±20.70)	28.52(±11.11)	
<i>p-value</i>		.457 ⁸⁾	.106 ⁹⁾	
<i>p-value</i>		.266 ¹⁰⁾	.346 ¹¹⁾	

1),2),3): p-values as a result of repeated measure ANOVA 1) time effect, 2) inter-group difference 3) interaction effect; 4),6),8): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 3wks; 5),7),9): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 6wks; 10): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 3wks); 11): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 6wks)

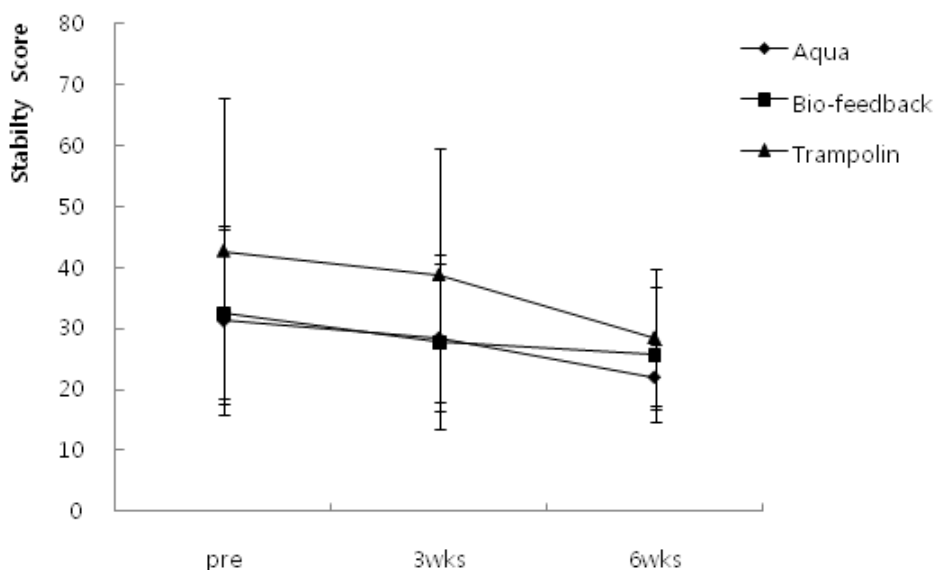


Figure 15. Comparison of Stability Scores by Group: Upright Posture with opening Both Eyes on Soft Platform

Table 7. Comparison of BI_{EMG} by Group at the Upright Posture with Opening Both Eyes on Soft Platform

Group \ Time	Baseline	After 3wks	After 6wks	<i>p-values</i>
Aqua	7.58(±3.54)	7.66(±1.93)	8.54(±3.18)	.320 ¹⁾
<i>p-value</i>		.959 ⁴⁾	.241 ⁵⁾	.275 ²⁾
Bio-feedback	8.65(±7.32)	8.31(±4.52)	8.16(±3.60)	.472 ³⁾
<i>p-value</i>		.878 ⁶⁾	.875 ⁷⁾	
Trampolin	5.49(±2.74)	7.05(±1.43)	7.77(±1.85)	
<i>p-value</i>		.173 ⁸⁾	.066 ⁹⁾	
<i>p-value</i>		.665 ¹⁰⁾	.856 ¹¹⁾	

1),2),3): p-values as a result of repeated measure ANOVA 1) time effect, 2) inter-group difference 3) interaction effect; 4),6),8): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 3wks; 5),7),9): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 6wks; 10): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 3wks); 11): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 6wks)

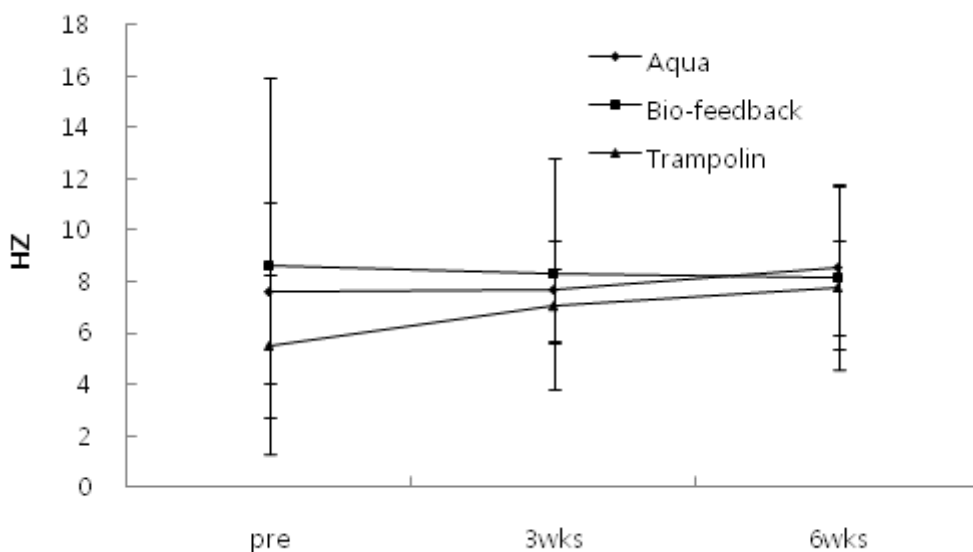


Figure 16. Comparison of BI_{EMG} by Group: Upright Posture with opening Both Eyes on Soft Platform

b. 눈을 감았을 때의 균형능력

연성 지지면에서 눈을 감았을 때의 안정성지수 값은 세 훈련군 모두 시간에 따라 감소하는 양상을 보였으나(Figure 17) 반복측정자료의 분산분석 결과 시간 효과와 상호작용은 유의하지 않았고($p>.05$) 집단 간 효과만이 유의하였다($p<.05$). Wilcoxon부호순위 검정결과 아쿠아 그룹의 경우 훈련전과 비교할 때 비해 6주후에 52.05 ± 22.78 에서 34.92 ± 14.22 로 유의하게 감소하였고($p<.05$), 바이오피드백 훈련군 역시 58.84 ± 33.69 에서 38.99 ± 14.25 로 유의하게 감소하였으나 트램폴린 그룹은 유의한 변화가 없었다(Table 8).

연성 지지면에서 눈을 감았을 때의 근전도 균형점수는 그래프 상으로 큰 변화가 없는 양상을 보였고(Figure 18), 반복측정자료의 분산분석 결과 시간 효과, 집단 간 효과, 상호작용효과 모두 유의하지 않았다($p>.05$). Wilcoxon의 부호순위 검정결과 바이오피드백 훈련군에서만 훈련전 7.04 ± 4.40 에서 6주 후에 6.99 ± 4.03 으로 경계역 수준에서 감소하였을 뿐 다른 훈련군은 유의한 변화가 없었고 시간대별로 집단 간에 유의한 차이도 없었다($p>.05$)(Table 9).

Table 8. Comparison of Stability Scores by Group at the Upright Posture with Closing Both Eyes on Soft Platform

Group \ Time	Baseline	After 3wks	After 6wks	<i>p-values</i>
Aqua	52.05(±22.78)	46.09(±19.21)	34.92(±14.22)	.955 ¹⁾
<i>p-value</i>		.347 ⁴⁾	.020 ⁵⁾	.042 ²⁾
Bio-feedback	58.84(±33.69)	46.06(±34.66)	38.99(±14.25)	.861 ³⁾
<i>p-value</i>		.297 ⁶⁾	.038 ⁷⁾	
Trampoline	74.58(±36.02)	74.76(±22.79)	56.39(±27.33)	
<i>p-value</i>		.984 ⁸⁾	.236 ⁹⁾	
<i>p-value</i>		.041 ¹⁰⁾	.054 ¹¹⁾	

1),2),3): p-values as a result of repeated measure ANOVA 1) time effect, 2) inter-group difference 3) interaction effect; 4),6),8): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 3wks; 5),7),9): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 6wks; 10): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 3wks); 11): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 6wks)

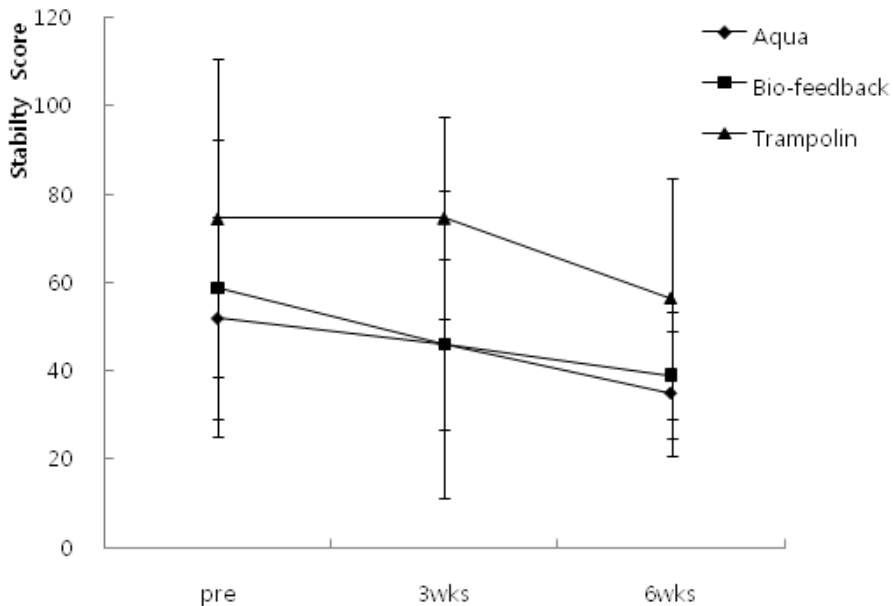


Figure 17. Comparison of Stability Scores by Group: Upright Posture with Closing Both Eyes on Soft Platform

Table 9. Comparison of BI_{EMG} by Group at the Upright Posture with Closing Both Eyes on Soft Platform

Group \ Time	Baseline	After 3wks	After 6wks	<i>p-values</i>
Aqua	7.87(±2.92)	8.00(±2.43)	7.86(±5.03)	.797 ¹⁾
<i>p-value</i>		.799 ⁴⁾	.959 ⁵⁾	.274 ²⁾
Bio-feedback	7.04(±4.40)	7.66(±3.35)	6.99(±4.03)	.109 ³⁾
<i>p-value</i>		.575 ⁶⁾	.086 ⁷⁾	
Trampolin	10.72(±5.04)	10.03(±4.37)	9.11(±3.25)	
<i>p-value</i>		.953 ⁸⁾	.441 ⁹⁾	
<i>p-value</i>		.293 ¹⁰⁾	.304 ¹¹⁾	

1),2),3): p-values as a result of repeated measure ANOVA 1) time effect, 2) inter-group difference 3) interaction effect; 4),6),8): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 3wks; 5),7),9): p-values as a result of Wilcoxon signed rank test between values at baseline and after 6wks; 10): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 3wks); 11): p-value as a result of Kruskal-Wallis test by groups(after 6wks)

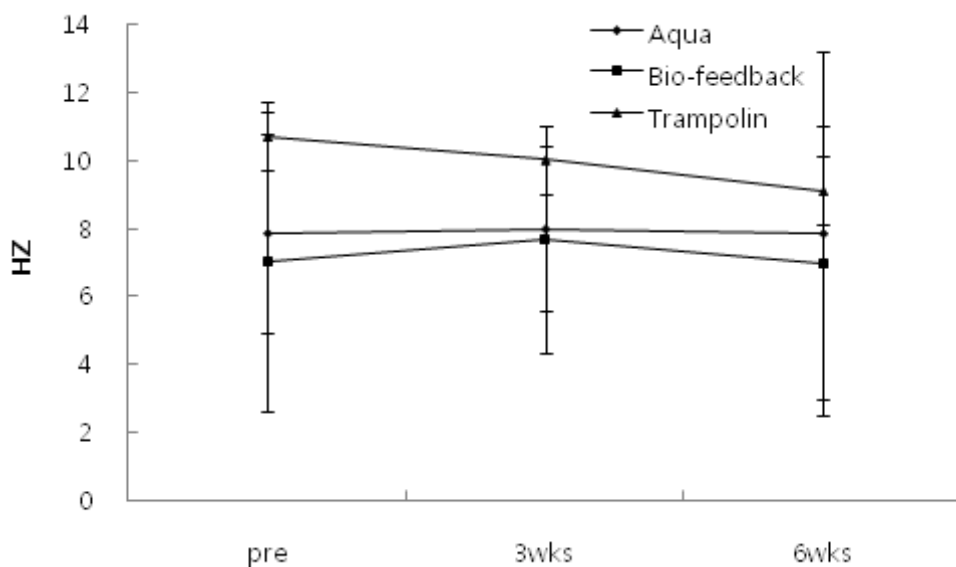


Figure 18. Comparison of BI_{EMG} by Group: Upright Posture with Closing Both Eyes on Soft Board

C. 훈련방법 간 감각비의 비교

1. 체성 감각비(Somatosensory Ratio)의 비교

체성 감각비는 바이오피드백 훈련군만이 시간에 따라 증가하는 양상을 보였고 (Figure 19) 반복측정자료의 분산분석 결과, 시간효과와 시간 및 집단 간의 상호작용은 유의하지 않았으나($p>.05$), 집단 간 효과는 유의하였다($p<.05$)(Table 10).

Table 10. Comparison of Somatosensory Ratio by Group

Group	Time			<i>p-value</i>
	Baseline	After 3wks	After 6wks	
Aqua	1.06(±0.54)	1.35(±0.88)	0.91(±0.41)	.822 ¹⁾ .028 ²⁾
Bio-feedback	1.64(±1.74)	1.81(±2.01)	2.42(±2.21)	.632 ³⁾
Trampolin	0.92(±0.32)	1.18(±0.39)	1.21(±0.77)	

1),2),3): p-values as a result of repeated measure ANOVA 1) time effect, 2) inter-group difference, 3) interaction effect

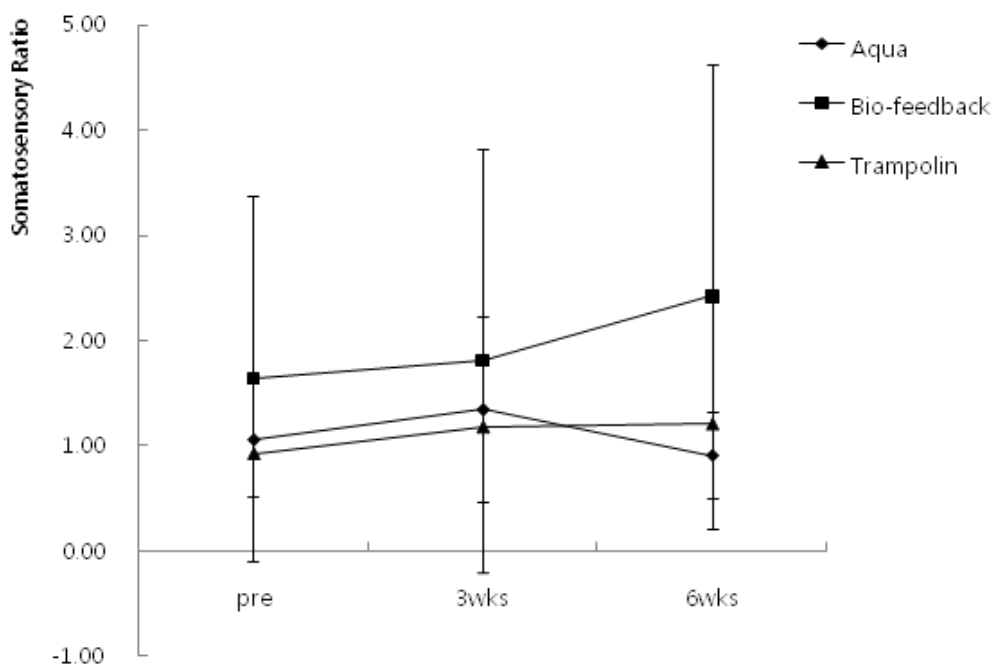


Figure 19. Comparison of Visual Ratio by Group

2. 시각비(Visual Ratio)의 비교

시각비는 바이오피드백 훈련군만이 시간에 따라 증가하는 양상을 보였고(Figure 20) 반복측정자료의 분산분석 결과, 시간효과와 시간 및 집단 간의 상호작용은 유의하지 않았으나($p>.05$), 집단 간 효과는 유의하였다($p<.05$)(Table 11).

Table 11. Comparison of Visual Ratio by Group

Group \ Time	Baseline	After 3wks	After 6wks	<i>p-value</i>
Aqua	0.88(±0.42)	1.11(±0.51)	1.01(±0.33)	.899 ¹⁾ .001 ²⁾
Bio-feedback	1.64(±2.04)	2.06(±2.09)	3.09(±3.29)	.712 ³⁾
Trampolin	0.66(±0.36)	0.92(±0.41)	0.94(±0.47)	

1),2),3): p-values as a result of repeated measure ANOVA 1) time effect, 2) inter-group difference, 3) interaction effect

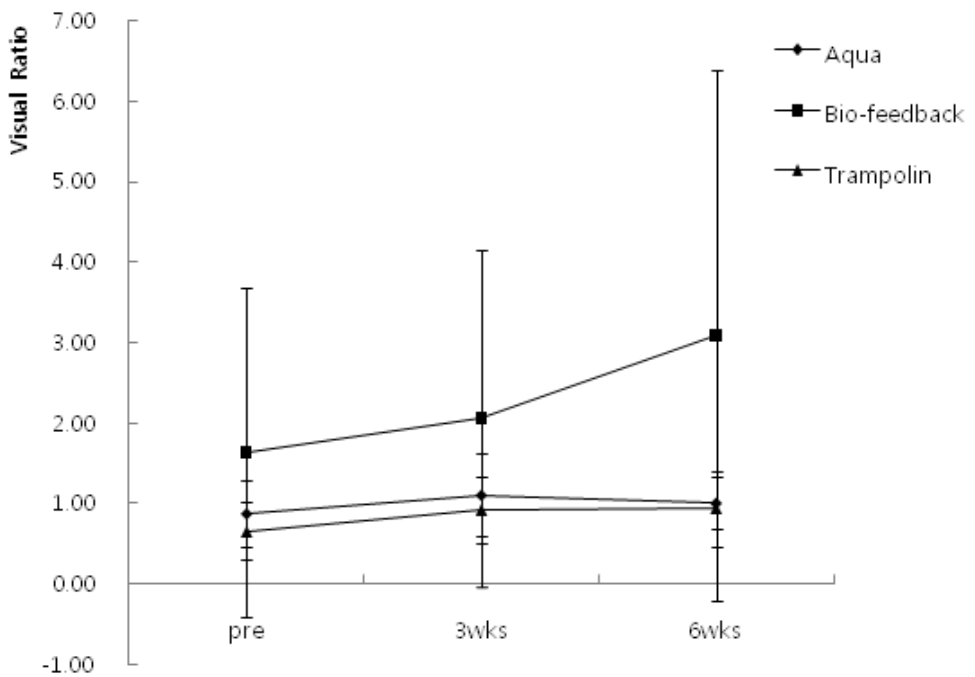


Figure 20. Comparison of Proprioceptive Ratio by Group

3. 전정비(Vestibular Ratio)의 비교

전정비는 바이오피드백 훈련군만이 시간에 따라 증가하는 양상을 보였고(Figure 21) 반복측정자료의 분산분석 결과, 시간효과는 유의하지 않았으나($p>.05$), 집단 간 효과와 시간 및 집단 간의 상호작용은 유의하였다($p<.05$)(Table 12).

Table 12. Comparison of Vestibular Ratio by Group

Group	Time			<i>p-value</i>
	Baseline	After 3wks	After 6wks	
Aqua	0.98(±0.58)	1.18(±0.78)	0.96(±0.64)	.899 ¹ .010 ²
Bio-feedback	1.04(±0.69)	1.92(±2.44)	4.09(±4.21)	.012 ³
Trampolin	1.31(±0.85)	1.16(±0.47)	1.12(±0.65)	

1),2),3): p-values as a result of repeated measure ANOVA 1) time effect, 2) inter-group difference, 3) interaction effect

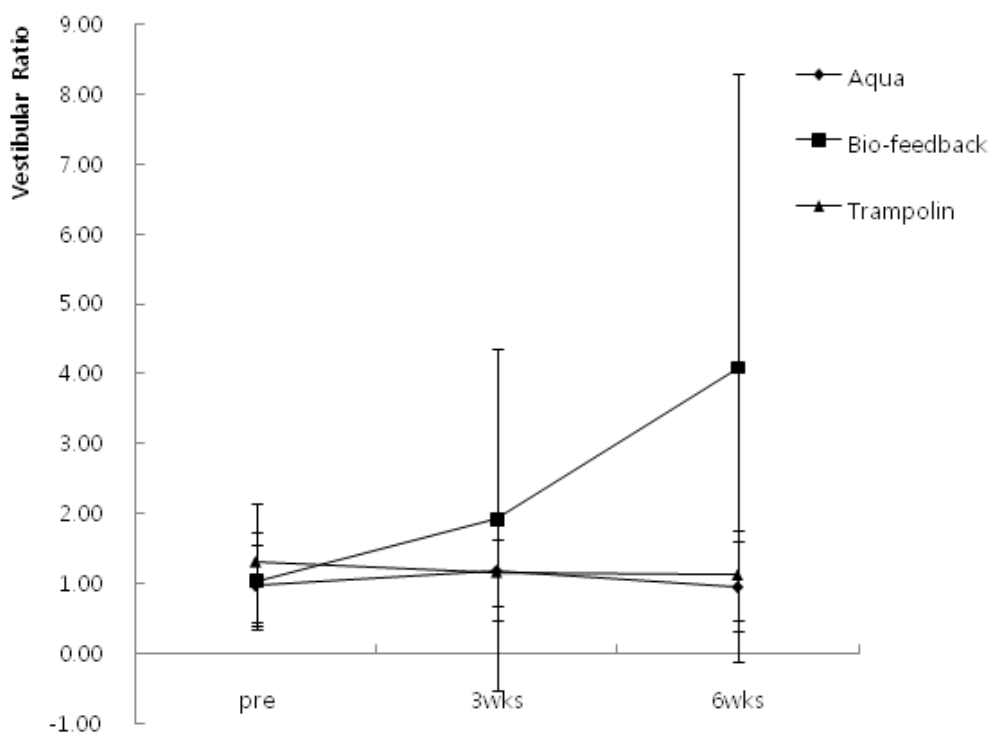


Figure 21. Comparison of Vestibular Ratio by Group

IV. 고찰

A. 연구방법에 대한 고찰

본 연구의 대상자는 총 29명으로 특정분포를 가정하는 모수통계를 이용하기에는 표본수가 적었다. 특히, 집단별 분석의 경우에는 표본쌍의 수가 10개 이하였으므로 단일변량분석의 경우에는 Wilcoxon의 부호순위 검정과 Kruskal-Wallis 검정 등 비모수 검정을 시행하였다. 그러나 반복측정된 자료의 분산분석에 상응하는 비모수방법인 Freedman검정의 경우, 공변량을 통제하는데 제한이 있고 동질성 검정에서 연령간의 유의한 차이가 있어 공변량을 통제할 수 있는 반복측정된 자료의 분산분석을 이용하였다. 이는 표본의 수가 본 연구와 유사하고 반복측정된 자료를 이용했던 대부분의 선행연구들이 반복측정된 자료의 분산분석 결과를 제시하였기 때문에 이와 비교한다는 목적에도 부합되며, 세 번 이상 측정된 값을 별개의 값으로 간주한다면 본 연구에 사용된 분석방법의 통계학적 문제는 없을 것으로 판단하였기 때문이기도 하였다.

다만, 유의하지 않은 결과가 많아 통계학적 검정력을 분석한 결과, 대부분 0.5 미만이었다는 점은 본 연구의 표본수가 연구가설을 입증하기에 부족하다는 점을 시사한다(Dupont과 Plummer, 1990; Dupont과 Plummer, 1998). 즉, 본 연구결과 '통계적 유의성이 없었던 결과'에 의미를 부여하기 어렵다. 이 분야에서 이루어진 연구는 대부분 훈련방법의 효과를 개별적으로 입증하기 위한 연구들로서 본 연구와 유사한 표본수로 연구를 진행하였다(van Peppen 등, 2006). 그러나 블록 확률할당을 통해 시각 바이오피드백 훈련이 균형능력과 보행능력에 미치는 영향을 연구한 Walker 등(2000)은 버그균형척도(Berg Balance Scale) 점수 6.0을 유효점수로, 유의수준을 0.05, 통계적 검정력을 0.8로 대입하여 집단별로 16명의 표본수를 제시하였는데 이를 감안하면 본 연구의 표본수가 통계적 검정력을 확보하기에는 부족한 것으로 판단된다. 그러나 낮은 검정력에서도 유의한 관련성을 가지는 것으로 나타난 결과에 대해서는 의미를 부여할 수 있으므로 이를 적극적으로 해석하였다. 향후 연구를 진행함에 있어 유효크기를 산정할 수 있는 연구결과가 있는 결과지표를 활용하여 표본수를 명확한 산정하여 연구를 설계할 필요가 있을 것이다.

본 연구의 대상자는 같은 학년의 비교적 동질적인 대상으로서 이들을 세 훈련군으

로 무작위 할당하였으나 연령의 경우에는 집단 간에 의미 있는 차이가 있었다. 연령의 범위가 넓지 않았으나 연령은 평형능력에 영향을 주는 주요 변수 가운데 하나이므로(정동훈과 권혁철, 1999a; 송주민 등, 1994) 위에 제시한 통계적 방법을 통해 이를 보정하였다.

본 연구에서 균형능력을 측정하기 전에 평류전정자극을 부여하였다. 인위적인 전정계 자극의 방식으로 이용되는 평류전정자극은 전정계에 단속적인 평류전기자극을 적용하는 방법으로 근래 들어 활발한 연구가 진행되고 있다. 전정계가 위치한 유양 돌기부 위에 저장도의 전기자극을 가하면 구심성 전정신경의 불규칙한 발화가 이루어지는데(Goldberg 등, 1984), 이를 생체 전정계를 활성화시키는 비통증성 기법으로 사용할 수 있다(Watson과 Colebatch, 1997). 이에 따라 평류전정자극은 오래전부터 물리치료 및 재활분야에서 임상적으로 사용되어 왔는데 그 기전에 대해서는 논란이 있지만 정상인의 경우 편측에 부여하는 자극이 균형능력의 향상에 기여한다는 점이 밝혀져 있다. 특히, 비복근과 전경골근간의 협응성을 향상시킨다고 보고되어 있다(Son 등, 2008). 본 연구는 정상 성인을 대상으로 6주라는 비교적 짧은 훈련기간 동안 시행되었는데, 균형 훈련프로그램은 전정기능이나 균형능력에 손상이 있는 집단에 비해 정상인에서 상대적으로 낮은 효과성을 보인다(Dozza 등, 2005; Nicolai 등, 2010). 이에 따라 비교 가능한 의미 있는 균형능력의 변화를 초래하기 어려울 가능성이 있다고 판단하여 변화량 측정치를 증폭시킬 목적으로 모든 대상자에게 매 측정시마다 이 자극을 부여하였다. 본 연구의 목적이 세 훈련방법들 간의 균형능력 향상의 비교에 있었기 때문에 이에 의한 영향을 받지는 않을 것으로 보았으나 반복측정된 분산분석결과 시간효과가 유의하지 않았던 것은 위에 언급한 표본수의 문제와 아울러 이로 인한 영향에 기인하였을 가능성이 있다. 연구결과를 해석하는데 이를 고려할 필요가 있을 것으로 본다.

본 연구에서 결과지표의 측정은 3주와 6주에 각각 1회씩 시행하였다. 균형훈련의 효과는 훈련을 2개월 이상 시행한 후 측정하기도 하나, 국내 연구 중 정상인을 대상으로 균형훈련을 4주간 시행하여 균형능력과 표면근전도의 유의한 변화가 초래되었다고 보고한 연구(김성빈과 길재호, 2009; 한상완 등, 2006)가 있어 이를 전후한 시기를 균형능력의 측정시기로 잡았다. 반복측정자료의 분석결과 시간효과가 유의하지 않았는데, 그 원인 중의 하나로 단기간의 훈련기간을 생각해 볼 수 있다. 그러나 이와 아울러 본 연구에서 사용한 매회 훈련시 연구참여자에게 부과한 훈련의 강도(intensity)는 장애를 가지고 있는 사람들을 위해 개발된 프로그램을 그대로 이용하였

는데, 이로 인해 시간 효과가 확인되지 않았을 가능성도 있다. 본 연구결과만으로는 그 원인을 정확히 추론할 수 없는데, 이를 확인하기 위해서는 각 훈련방법별로 훈련 시간과 강도를 각각 달리한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

또, 균형능력을 측정하는 방법에는 Romberg 검사와 같은 주관적 방법과 아울러 다양한 객관적 측정방법이 있다(채정병 등, 2001). 객관적 측정방법은 힘판을 이용한 방법과 근전도를 이용하는 방법으로 대별해 볼 수 있는데, 본 연구는 객관적 방법으로 힘판을 사용하여 자세조절상태를 판정하고 평형능력을 평가하는데 보편적으로 이용되고 있는 안정성지수를 이용하였다. 이와 아울러 근전도를 이용한 근전도 균형지수를 개발하여 이용하였는데, 이는 안정성지수를 이용한 값과 비교하여 그 신뢰도를 확인하는 한편 안정성 지수의 바탕이 되는 각 근육의 활성도를 통해 이를 보다 섬세하게 측정하고자 하였기 때문이다. 연구결과 근전도 균형점수는 일부를 제외하고 안정성 지수와 유사한 패턴을 보였는데 이를 활용한 추가적 연구가 이루어지기를 기대한다.

B. 연구결과에 대한 고찰

경성 지지면에서 측정한 안정성지수와 근전도 균형점수가 Bonfferoni 보정(유의확률 $\times 2$) 후에도 기저값과 비교할 때 6주후에 유의하게 향상되었던 훈련방법은 눈을 뜬 상태에서는 바이오피드백 훈련이었고, 눈을 감은 상태에서는 아쿠아 훈련이었다.

경성 지지면에서 눈을 뜬 상태에서 바이오피드백 훈련군에서 유의한 균형능력의 향상이 관찰된 본 연구의 결과와 건강한 사람이 밝은 안정적 지지면 위에서 자세의 오리엔테이션을 유지할 때 체성각에 70%, 시각에 10%, 전정각에 20% 의존한다(Peterka, 2002)는 점을 함께 고려하면 이 훈련이 체성각, 시각, 전정각을 고루 개발하는 효과가 있는 것으로 해석할 수 있다. 이는 본 연구에서 감각비를 비교 분석한 결과, 시각비, 전정비, 체성감각비 모두 바이오피드백 훈련방법이 유의하게 높았고, 훈련기간이 경과함에 따라 향상되는 패턴을 보였던 결과나 Dzzoa 등(2005)과 Horak 등(2005)이 양측성 전정기능장애를 가진 환자에게 바이오피드백 장치를 부착한 후, 안정성, 균형능력과 보행능력이 유의하게 개선되었던 결과를 해석하면서 이 장치가 전정기능 뿐 아니라 체성각과 시각 정보를 보완하는 기능이 있다고 보고한 것 등은 이러한 추론을 뒷받침한다.

바이오피드백 훈련이 균형능력에 미치는 효과를 밝히기 위해 시행된 많은 연구들이 뇌경색이나 뇌출혈, 알츠하이머병 등 중추신경계 손상을 받아 균형능력에 결손이 생긴 환자를 대상으로 시행되었다. van Peppen 등(2006)은 뇌손상 후 시행된 바이오피드백에 관련된 연구들(총 214명의 연구대상자를 포함하는 8편의 연구)을 메타분석한 결과, 기존의 관행적 재활치료방법과 비교할 때 균형능력이나 보행능력의 추가적 향상이 없다고 보고하였으나, 많은 연구들이 특별한 치료를 받지 않은 일반 대조군과 비교할 때 급성기 중추신경계 손상 환자의 균형능력을 유의하게 향상시키는 것으로 보고하였다(Dault 등, 2003; de Haart, 2004; Laufer 등, 2003). 또 본 연구와 동일한 체중부하를 이용한 바이오피드백 훈련을 중추신경계 손상환자에게 적용한 국내연구들 역시 이 훈련이 연구대상자들의 균형능력 향상에 효과적이었음을 보고하고 있다(우광석과 김승민, 2005; 이동엽 등, 2007; 조미숙 등, 2007). 이러한 결과는 모두 바이오피드백 훈련이 중추신경계의 역할 즉, 시각, 전정각, 체성각 등을 통해 투입되는 감각 정보를 통합하는 기능의 향상에 기여할 가능성이 있음을 시사하는 결과이다. Janssen 등(2009)은 평균연령이 23.1세인 건강한 젊은 연령층에게 몇 가지 감각요소를 통합한 바이오피드백 장치를 부착하여 그 효과를 분석한 결과, 바이오피드백이 중추신경계의 기능을 보완한다고 보고한 바 있다.

이 결과를 해석할 때 유의해야 할 점은 바이오피드백 훈련군은 훈련과 효과측정에 Tetrax라는 동일한 장비를 사용하였기 때문에 일종의 학습효과(learning effect)가 작용하여 상대적으로 더 나은 효과가 있는 것으로 나타났을 가능성이 있다는 점이다. 그러나 눈을 감은 상태에서는 바이오피드백 훈련군에 비해 아쿠아 훈련군이 더 우수한 성적을 보였다는 점, 훈련 시에는 다양한 상황을 가정하여 움직임을 요구하는 반면 측정 시에는 단순한 정적 자세에서 측정하는 것이므로 학습효과가 결과 측정에 유의하게 영향을 미쳤다고 가정하기는 어렵다. 그러나 향후 연구에서는 이를 고려한 연구 설계가 필요할 것으로 본다.

눈을 감은 상태에서는 아쿠아 훈련군에서 균형능력의 유의한 향상이 관찰되었다. 눈을 감으면 자세의 유지에 필요한 시각정보가 차단되므로 체성각과 전정각에 대한 의존이 증대된다. 따라서 이 상태에서 측정된 균형능력이 향상된 것은 아쿠아 훈련이 이 두 가지 감각기능의 향상에 기여함을 시사하는 결과이다. 이 결과와 아쿠아 훈련군의 경우 연성 지지면에서 눈을 감은 상태에서 측정한 안정성지수와 근전도 균형점수가 Bonfferoni 보정(유의확률×2)을 한 후에도 기저값과 비교할 때 6주후에 유의하게 향상되었다는 점을 동시에 고려하면 균형능력과 관련된 감각기능 중 어떤 영역에

대한 기여도가 높은 지를 좀 더 명확하게 추론할 수 있다.

체성각, 시각, 전정각 등 감각계로부터 온 감각정보는 복잡한 감각환경을 해석하기 위해 통합되어야 하고 감각환경이 변화되면 각 감각에 대한 상대적 의존성을 변화시키게 된다. 감각적 맥락에 따라 투입되는 감각정보에 대한 의존성을 재설정하는 능력은 밝은 보도에서 바닥이 폭신한 침침한 정원으로 옮길 때처럼 하나의 감각적 맥락에서 다른 감각적 맥락으로 이동할 때의 안정성 유지에 매우 중요하다. 연성 지지면과 같은 불안정 지지면 위에서 인체는 자세의 오리엔테이션을 위해 체성각으로부터 오는 감각정보에 대한 의존성을 줄이고 전정각과 시각에 대한 의존성을 증대시킨다 (Horak과 Hlavacka, 2001; Horak, 2006). 이렇게 체성각의 역할이 감소하는 연성 지지면 위에서 시각정보마저 차단한 상태로 즉, 눈을 감은 상태로 측정된 균형능력 지수들이 아쿠아 훈련에서 현저하게 개선되었다는 점에서 본 연구에서 적용한 아쿠아 훈련이 세 가지 감각기능 중에서 주로 전정각의 향상에 집중적으로 기여함을 알 수 있다. 본 연구에서 적용한 아쿠아 훈련은 Halliwick 10 point program 중에서 전정기능의 향상에 유의하게 기여한다고 알려져 있는 3가지 회전축 운동으로 구성하였는데, 이를 통해 Halliwick 10 point program의 일부를 특정 균형기능의 향상에 적용할 수 있음도 확인할 수 있었다.

실제로 임상에서는 전정계 장애의 치료방법으로 Halliwick 수중운동이 널리 사용되고 있으며 수중운동의 효과를 전정기능의 향상과 관련지어 보고하고 있는 국내 연구들도 존재한다. 여성노인들 대상으로 수중운동 프로그램을 적용한 국내연구들(이이용희, 2009; 한동욱, 2002)은 수중운동을 실시한 결과 눈감은 상태와 눈뜬 상태 모두에서 자세동요와 동요면적이 모두 감소하는 등 균형능력이 향상되었는데 이는 본 연구결과와 부분적으로 일치하는 결과이다. 특히, 서삼기(2009)는 수중에서 머리 회전 조절 프로그램 적용 후 전정계 교란의 감소를 보기 위한 자세변화 기능평가에서 모든 자세에서 시간에 따른 균형능력의 향상뿐만 아니라 전정계의 기능도 향상된 것으로 보고하였다.

이와 아울러 하지로 투입되는 체성각의 역할을 감소시킬 목적으로 고안된 병진 이동하는 지지면(Inglis 등, 1995), 스프링을 장착한(spring-loaded) 불안정 지지면(Fitzpatrick 등, 1994), 스펀지 지지면(Shumway-Cook과 Horak, 1992), 다양한 각도의 지지면(Horak과 Hlavacka, 2001) 위에서의 훈련이 균형능력의 향상을 보고하고 있으며 이를 전정기능의 향상에 기인하는 것으로 해석하고 있다는 점도 우리의 연구결과에 대한 해석을 뒷받침하고 있다.

그러나 감각비를 비교분석한 결과, 훈련기간이 경과함에 따라 아쿠아 훈련군의 전정비는 유의하게 변화하지 않았다. 이는 감각비 산출의 기반이 되는 평형점수를 산출하는 방법상의 문제로 인한 것으로 판단된다. 감각비는 동적 균형능력 측정장비인 Equitest* NeuroCom(International Inc, 9570 SE Lawnfield Rd, Clackamas, OR 97015)을 이용하여 측정한 평형점수를 이용하여 계산되는데 이때 전정비의 기초가 되는 조건은 실제로 머리가 앞으로 기울어진 상태에서 측정한 평형점수를 이용한다. 그러나 본 연구에서 측정에 이용한 Tetrax는 발판을 앞으로 기울일 수 있는 장치가 부착되어 있지 않아 이 조건에서의 측정값을 불안정 지지면 위에서 측정값으로 대체하였다. 이로 인해, 전정기능의 변화가 충분히 반영되지 않았을 가능성이 있다. 향후의 비교연구를 통해 이러한 제한점이 극복되기를 기대한다.

본 연구에서 특이한 결과는 트램폴린 훈련군의 다양한 자세에서 균형지수의 유의한 변화가 거의 관찰되지 않았다는 점이다.

트램폴린에서의 운동은 대단위 근육체계와 복횡근, 횡격막, 요부의 다열근과 같은 국소근육체계 사이에서 협응된 운동단위의 동원을 촉진하여 자세를 균형 있게 조절하고 신체가동화를 촉진시킨다고 알려져 있다(Kisner 등, 1989). 또한 단시간 내에 동작이 이루어지므로 순간적인 판단력을 기를 수 있고, 하체근력 및 발목의 유연성을 기를 수 있는 특성이 있으며(손석정, 1992), 착지 시 지면과의 접촉에 주의집중을 요하는 운동이므로 주의집중 능력이 향상되고(임경희, 1996), 사지의 근력, 신체 지각, 평형성, 협응성, 공간지각 등 신체적 기능 향상에 유용하다(Schlosser, 1997). 이와 아울러 트램폴린 훈련은 스프링 반동을 이용한 공간운동이 주가 되기 때문에 신체균형 감각 및 방향능력, 즉 신체공간 정위능력을 발달시킬 수 있다(최대식, 2006)고 보고하였다.

그러나 트램폴린을 사용하여 균형능력의 향상을 보고한 국내의 선행연구는 대부분 정신지체아나 발달장애 아동 등 유·소아나 아동을 대상으로 이루어진 연구이다(김윤태, 2006; 서연태, 2007; 임경희, 1996; 정정례, 2004; 주숙현, 2000; 최대식, 2006). 이런 대상자들에게는 트램폴린이 가진 놀이기능이 더 동기부여를 잘 할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 본 연구의 경우 대상자는 모두 성인으로서 이 훈련방법이 동기를 부여하는 데 있어서 한계가 있었을 것으로 본다. 무엇보다도 트램폴린 훈련을 통해 제고되는 균형능력은 주로 동적 균형능력일 것으로 예상되는데, 본 연구에서 사용된 균형능력 지표는 모두 정적 균형능력을 평가하기 위한 지표로서 정적 균형지표와 동적 균형지표는 관련성이 낮다(권오윤과 최홍식, 1996; Winstein, 1989)는 점을 고려하

면 이 훈련프로그램의 균형능력 향상 효과가 이들 지표로 반영되는데 한계가 있었을 것으로 보인다.

V. 요약 및 결론

복합적 균형기능의 향상을 위한 여러 프로그램들이 다양하게 개발되어 실제 임상에서 적용되고 있으나 각 훈련방법의 고유한 장점을 밝히기 위한 비교연구는 거의 이루어지고 있지 않아 이러한 훈련 프로그램의 섬세한 적용을 제한하고 있다.

이 연구는 20대 여대생들을 대상으로 하여 임상에서 널리 적용되고 있는 세 가지 균형조절 훈련(Aqua, Bio-feedback, Trampolin)이 정적 균형능력과 시각, 전정각, 고유수용감각 등의 감각요소에 미치는 효과를 비교하기 위해 시행된 것으로 연구대상자들을 아쿠아 훈련군(10명), 바이오피드백 훈련군(10명), 트램폴린 훈련군(9명)으로 무작위 할당된 후 각 군별로 주 3회, 회당 30분간의 운동 프로그램을 6주간 진행하면서 3주후, 6주후에 Tetrax portable multiple system을 이용하여 안정성지수를 측정하고, 근전도 중앙주파수값을 이용하여 산출한 근전도 균형점수 및 감각비를 반복측정된 자료의 분산분석 및 Wilcoxon의 부호순위 검정 등을 이용하여 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 경성 지지면 위에서 눈을 뜬 상태로 측정한 균형지수의 유의한 향상을 보인 균형훈련은 바이오피드백 훈련군이었으며, 눈을 감은 상태에서는 아쿠아 훈련군에서 유의한 향상이 관찰되었다.

2. 연성 지지면 위에서 눈을 뜬 상태로 측정한 균형지수의 유의한 향상을 보인 균형훈련은 바이오피드백 훈련군이었으며, 눈을 감은 상태에서는 아쿠아 훈련군에서 유의한 향상이 관찰되었다.

3. 감각비의 경우에는 시간효과는 유의하지 않았으며 바이오피드백 훈련군만이 초기값과 비교할 때 향상되는 경향을 보였으며 집단 간의 차이는 유의하였다.

이를 종합해 볼 때, 바이오피드백 훈련은 세 가지 감각기능을 고루 향상시키며 아울러 감각기능 간의 협응성 또한 향상시키는 것으로 판단되며, 아쿠아 훈련은 전정기능을 집중적으로 강화시키는 것으로 보인다. 그러나 본 연구는 통계학적 검정력의 유지에 필요한 적정한 표본수를 확보하지 못하였고 일부 결과지표의 경우 측정 장비의 제한점이 있었다는 한계를 지니고 있다. 향후 이를 보완한 추가적 연구들이 이어지기를 기대한다.

참고문헌

- 권오윤, 최홍식. 불안정발판에서 20대 연령의 균형능력 평가. 한국전문물리치료학회지 1996;3(3):1-10.
- 김성빈, 길재호. 4주간의 카이로프랙틱 또는 재활 운동이 만성요통 중년여성의 표면근전도(sEMG), 족압균형 및 통증에 미치는 영향. 대한운동사회 스포츠건강의학 학술지. 2009;11(1):53-64.
- 김은주, 김태숙, 배성수. 노인의 낙상과 균형. 대한물리치료학회지 1998;10(2):161-171.
- 김운태. 트램폴린을 이용한 심리운동프로그램이 정신지체아동의 신체 협응능력 향상에 미치는 영향. 정신지체연구 2006;8(1):144-153.
- 김재일, 이근호. 어지럼증환자의 전정기능, 시각기능, 체성감각기증의 장애에 대한 연구. 단국대학교 논문집: 자연과학, 의학, 예체능편 1998;33:719-731.
- 김태열, 김계엽, Lambeck J. 류마티스 관절염의 수중치료. 대한물리치료학회지 2000;12(3):407-414.
- 서삼기, 김태열, 황태연. Halliwick 10 point program의 운동학습과정. 대한물리치료학회지. 2002;14(1):159-67.
- 서삼기. 수중회전조절 프로그램이 정상성인의 균형능력과 전정기능에 미치는 영향. 서남대학교 대학원 박사학위논문. 2009.
- 서연태. 트램폴린 운동이 발달장애 아동의 협응력에 미치는 영향. 한국스포츠리서치 2007;18(1):523-34.
- 손석정. 체육실기지침서. 서울: 형설출판사, 1992.
- 송주민, 박래준, 김진상. 연령에 따른 시각과 청각이 균형수행력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지 1994;6(1):75-84.
- 우광석, 김승민. 시각적 되먹임을 이용한 목표 지향적 체중부하 훈련이 편마비 환자의 정적 기립 균형에 미치는 효과. 대한스포츠물리치료학회지 2005;1(2):25-31.
- 이동엽, 이해현, 송창호. 시각적 되먹임 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 기립 균형과 운동 기능에 미치는 영향. 한국스포츠리서치 2007;18(4):287-298.
- 이석준. 저항운동이 노인의 지각조절 및 운동조절기능에 미치는 효과. 세종대학교 대학원 박사학위논문, 2007.

- 이용희. 24주간 수중 낙상예방운동이 여성노인의 균형과 체력 및 신체 구성에 미치는 효과. 한국여성체육학회지 2009;23(1):55-70.
- 이한숙. 균형조절 요인에 관한 고찰. 한국전문물리치료학회지 1996;3(3)82-91.
- 임경희. 트램폴린 운동이 정인지체 아동의 주의 집중력 향상에 미치는 영향. 국민대학교 대학원 석사학위 논문. 1996.
- 정동훈, 권혁철. 자세조절에 영향을 주는 연령대별 균형 안정성 한계에 관한 비교. 대한물리치료학회지 1999a;11(2):139-147.
- 정동훈, 권혁철. 자세와 균형조절에 관한 연구. 대한물리치료학회지 1999b;11(3):23-36.
- 정민우. 수중운동이 다운증후군 아동의 평형성에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 2001
- 정이루리. 감각계 훈련 프로그램이 다운증후군 아동의 평형성에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 2003.
- 정정례. 감각계 트램폴린 운동이 정인지체아동의 평형성에 미치는 영향. 고려대학교 의용과학대학원 석사학위논문. 2004.
- 조미숙, 이동엽. 체중부하를 이용한 바이오피드백 훈련이 3개월 미만군과 6개월 이상된 편마비환자의 서기 균형과 보행능력 및 일상생활동작에 미치는 효과. 특수교육재활과학연구 2007;46(3):23-42.
- 주숙현. 트래폴린 운동이 외상성 뇌손상 아동의 평형성에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 2000.
- 채정병, 김병조, 배성수. 자세조절과 균형에 관한 고찰. 대한물리치료학회지 2001; 13(2):421-431.
- 최대식. 트램폴린 운동이 정인지체 아동의 평형성에 미치는 영향. 용인대학교 교육대학원 석사학위논문. 2006.
- 한동욱. 수중운동 프로그램이 노인의 신체기능과 신체성분 및 혈액성분에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원 박사학위논문. 2002.
- 한상완, 정종호, 이화주, 임현정, 전광열, 전진희, 정라영, 정미자, 정수지, 조찬용. 불안정발판에서 4주 동안의 균형훈련이 균형능력과 발목관절 주변근육의 근전도 변화에 미치는 영향. 대한스포츠물리치료학회지 2006;2(1):11-19.
- 황태연. 평류전정자극 및 시각 개폐와 지지면 경도가 자세동요에 미치는 영향. 동신대학교 대학원 박사학위논문. 2005.
- Atwater SW, Crowe TK, Deitz JC, Richardson PK. Interrater and test-retest

- reliability of two pediatric balance tests. *Phys Ther* 1990;70:79-87.
- Berg, K. Balance and its measure in elderly: A review. *Physio Ther Can* 1989;41:240-246.
- Carr JH., Shepherd RB. *Stroke rehabilitation*. Butterworth-Heinem Ann. London. 2003.
- Cheng PT, Wu SH, Liau MY, Wong AMK, Tang FT. Symmetrical body weight distribution training on stroke patients and its effect on fall prevention. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:1650-1654.
- Cole AJ, Becker BE. *Comprehensive aquatic therapy*. Elsevier Inc, Philadelphia, 2004.
- Collen FM. The measurement of standing balance after stroke. *Physio Theor Prac* 1995;11:109-182.
- Dault MC, de Haart M, Geurts AC, Arts IM, Nienhuis B. Effects of visual center of pressure feedback on postural control in young and elderly healthy adults and in stroke patients. *Hum Mov Sci*, 2003;22(3):221-236.
- De Haart, M, Geurts AC, Huidekoper SC, Fasotti L, van Limbeck J. Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(6):886-895.
- Dozza M, Chiari L, Horak FB. Audio-biofeedback improves balance in patients with bilateral vestibular loss. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:1401-1403.
- Duncan Pt. Balance. In *Proceeding of the APTA Forum*. 1989.
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studendki S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 1990;45(6):192-197.
- Dupont WD, Plummer WD. Power and sample size Calculations: A Review and Computer Program. *Control Clin Trials* 1990;11:116-28.
- Dupont WD, Plummer WD. Power and Sample Size Calculations for Studies Involving Linear Regression. *Control Clin Trials* 1998;19:589-601.
- Fitzpatrick R, Burke D, Gandenia SC. Task-dependent reflex responses and movement illusions evoked by galvanic vestibular stimulation in standing humans. *J Physiol* 1994;478:363-372.
- Fugl-Meyer, AR, Jaasko L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke

- hemiplegic patient: 1. A method for evaluation of physical performance. *Scan J Rehabil Med* 1975;7:13-31.
- Geurts AC, Ribbers GM, Knoop JA, van Limbeek J. Identification of static and dynamic postural instability following traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77(7):39-644.
- Geytenbeck H. Evidence for Effective Hydrotherapy. *Physiotherapy* 2002;89(9): 514-529.
- Gill-Body KM, Beninato M, Krebs DE. Relationship among balance impairments, functional performance, and disability in people with peripheral vestibular hypofunction. *Phys Ther* 2000;80(8):748-758.
- Goldberg JM, Smith CE, Fernandez C. Relation between discharge regularity and responses to externally applied galvanic currents in vestibular nerve afferents of the squirrel monkey. *J Neurophysiol* 1984;51:1236-1256.
- Green J, McKenna F, Fedfern EJ, Chamberla MA. Home exercises areas effective as outpatient hydrotherapy for osteoarthritis of the hip. *Br J Rheumatol* 1993;32(9):812-815.
- Hinman RS, Heywood SE, Day AR. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. *Phys Ther* 2007;87(1):32-43.
- Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther* 1987; 67:1981-1985.
- Horak FB. Clinical assessment of balance disorders. *Gait & Posture* 1997;6:76-84.
- Horak F. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Aging* 2006;35-S2:ii7-ii11.
- Horak F, Dozza M, Chiari L. Audio-Biofeedback of Trunk Sway Compensates for Lack of Vestibular, Somatosensory, or Visual Information. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(10):Archives Electronic Pages E4.
- Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther* 1997;77:517-533..
- Horak FB, Hlavacka F. Somatosensory loss increases vestibulospinal sensitivity. *J Neurophysiol* 2001;86:575-585.

- Inglis JT, Shupert CL, Hlavacka F. Effect of galvanic vestibular stimulation on human postural responses during support plate translations. *J Neurophysiol* 1995;73(2):896-901.
- Irmischer, Tilo. Trampolinspringen mit Behinderten Menschen, Protololle Notizen zum Kurs 1997.
- Janssen LJF, Verhoeff LL, Horlings CGC, Allum JHJ. Directional effects of biofeedback on trunk sway during gait tasks in healthy young subjects. *Gait Posture* 2009;29:575-581.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: foundations and techniques. F.A. Davis, Philadelphia, 1989;325-336.
- Lambeck J, Stanat FC. The Halliwick concept. part 1. *J Aquatic Phys Ther* 2000; 8(2):6-11.
- Laufer Y, Dickstein R, Resnik S, Marcovitz E. Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults upon stepping on stairs of various heights. *Clin Rehabil* 2000;14(2):125-129.
- Laufer Y, Sivan D, Schwarzmann R, Sprecher E. Standing balance and functional recovery of patients with right and left hemiparesis in the early stages of rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair* 2003;17(4):207-213.
- Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci Bibehav Rev* 1998;22(4):465-472.
- McMillan J. The role of water in rehabilitation. *Fysioterapeuten* 1978;45:43-46.
- Mynark RG, Koceja DM : Doen training of the elderly soleus H reflex with the use of a sponally induced balance perturbation. *J Appl Physiol* 2002;93:127-133.
- Nicolai S, Zijlstra A, Mirelman A, Herman T, Maetzler W, Becker C. Effects of audio-biofeedback on balance and gait in PSP patients – A 6 weeks pilot study. *Parkinsonism Relat D* 2010;16(Suppl 1):S72.
- Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophys* 2002;88:1097-1118.
- Shumway-cook A, Horack FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance: suggestion from field. *Phys Ther* 1986;1548-1550.

- Shumway-Cook, Horack FB. Balance rehabilitation in the neurologic patient : course syllabus. Seattle: NERA, 1992.
- Son GML, Blouin JS, Inglis JT. Short-duration galvanic vestibular stimulation evokes prolonged balance responses. *J Appl Physiol* 2008;105:1210-1217.
- Schlosser T. USA Trampoline & Tumbling : Coaching the Fundamentals. Cooper Publishing Group, Traverse City, 1997.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 1988;319:1701-1707.
- Van Peppen RPS, Kortsmit M, Lindeman E, Kwakkel G. Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke: A systematic review. *J Rehabil Med* 2006;38(1):3-9.
- Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther* 2000;80(9):886-895.
- Watson SRD, Colebatch JG. EMG responses in the soleus muscles evoked by unipolar galvanic vestibular stimulation. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1997;105:476-483.
- Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR, Barto PS, Nicholson DE. Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1989;70:755-762.
- Woolacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM : Aging and posture control: Changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging Hum Develop* 1986;23:97-114.

감사의 글

다소 늦게 시작한 공부가 이제서야 결실을 맺게 되어 너무나 가슴 벅차고 기쁜 마음으로 이 글을 적습니다.

먼저, 항상 부족한 저를 세심한 가르침과 끊임없는 애정으로 연구할 수 있도록 지도해 주신 강명근 지도교수님께 감사드립니다. 정년 준비로 바쁘신 와중에도 자상하게 격려해 주신 심사 위원장이신 김기순 교수님, 좋은 논문을 위해 많은 조언으로 지도해 주신 박종 교수님, 박사과정 동안 세심한 조언과 배려를 아끼지 않으신 류소연 교수님께 깊은 감사드립니다.

박사과정을 마칠 수 있도록 배려해 주신 선명균 원장님, 대학 입학 때부터 박사과정 내내 어려운 일이 있을 때마다 큰 힘이 되어준 친구이자 동료인 이정훈 박사, 친동생처럼 나를 따르고 끝까지 곁에서 용기를 주었던 한글날 선생님에게 감사드립니다.

항상 정신적 지주가 되어 주신 광주여자대학교 박용식 교수님, 멀리서 관심을 가져 주시고 응원하여 주신 유승열 선생님, 따뜻한 조언과 격려를 아끼지 않으셨던 고향선배님이신 이고봉 선생님, 논문이 완성되도록 조언해 주신 남부대학교 김용남 교수님, 끝까지 포기 하지 말라고 용기를 주신 전남과학대학 황태연 교수님, 좋은 논문을 위해 가르침을 주신 광주여자대학교 윤세원 교수님, 실험에 응해 준 광주여자대학교 학생들에게 감사드립니다.

처음 임상에서 물리치료를 접할 때 공부하라고 조언해 주신 임성권 선생님께 감사드립니다. 힘들고 어려울 때 옆에서 지켜봐 주던 시골 친구 박광근, 멀리 제주도에서 격려해준 친구인 이현식 선생님에게 감사드립니다.

지금까지 모든 것을 바쳐 뒷바라지 하시고 작년에 하늘나라 가신 아버지, 어머니, 빈장어른께 이 영광을 받칩니다.

끝으로, 넉넉지 못한 생활에서도 묵묵히 내조를 아끼지 않은 아내 배미경, 사랑하는 아들 승범이와 딸 수아에게 고마움을 전하며, 그리고 하나 밖에 없는 어머니이신 장모님, 서울에 있는 누나, 여동생에게 감사드립니다.

2010년 8월
유진호 올림

저작물 이용 허락서

학 과	보 건 학 과	학 번	20077552	과 정	박 사
성 명	한글: 유 진 호 한문: 劉 鎭 浩 영문: yu jin ho				
주 소	광주광역시 북구 동림동 삼익아파트 106동 1704호				
연락처	e-mail : yujinpt@hanmail.net				
논문 제목	한글: 일부 여대생에서 세 가지 균형조절 훈련의 효과 비교				
	영문: Comparison of the Effects on Balance Control of 3 Balance Training Programs among Some Female Students				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억 장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함(다만, 저작물의 내용변경은 금지함)
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함

동의여부 : 동의(o) 반대()

2010 년 7 월

저작자 : 유 진 호 (인)

조선대학교 총장 귀하