

일부 여대생의 세 가지 균형조절 훈련 효과 비교

유진호* · 정선미** · 박형수***

The Effect of 3 Balance Training Programs on Improving Capabilities of Balancing among Some Female Students

Jin-Ho Yu* · Sun-Mi Jeong** · Hyung-Su Park***

요약

이 연구는 20대 여대생들을 대상으로 세 가지 균형조절 훈련(Aqua, Bio-feedback, Trampolin)이 정적 균형 능력과 시각, 전정각, 고유수용감각 등의 감각요소에 미치는 효과를 비교하기 위해 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 균형점수를 반복측정된 자료의 분산분석 및 Wilcoxon의 부호순위 검정 등을 이용하여 비교 분석한 결과를 종합해 볼 때, 바이오피드백 훈련은 세 가지 감각기능을 모두 향상시키며 아울러 감각기능 간의 협응성 또한 향상시키는 것으로 판단되며, 아쿠아 훈련은 전정기능을 집중적으로 강화시키는 것으로 보인다.

ABSTRACT

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). As the results of repeated measure ANOVA, Wilcoxon signed rank test, major research findings were as follows; 1. Regarding SI or BIEMG 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 BIEMG 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. 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.

키워드

balance training program, Aqua, visual bio-feedback, trampolin
균형조절훈련, 아쿠아, 바이오 피드백, 트램폴린

* 주저자 : 전남과학대학교 교수(yujinpt@hanmail.net)

** 조선대학교 대학원 보건학과(rhsekf@hanmail.net)

*** 교신저자 : 경기의료재단 영광하나의원(luka10181215@empal.com)

접수일자 : 2013. 01. 22

심사(수정)일자 : 2013. 03. 25

게재확정일자 : 2013. 04. 22

1. 서론

균형은 정적균형과 동적균형을 포함하는데 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[1].

근력의 균형 있는 강화와 안정성의 조절을 목적으로 다양한 훈련방법들이 개발되어 왔는데, 대표적인 방법으로는 아쿠아 훈련(Aquatic Exercise), 바이오피드백 훈련(Bio-feedback Exercise), 트램폴린 훈련(Trampoline Exercise) 등이 있다.

아쿠아 훈련은 수중에서 다양한 물의 유체역학적 특성에 의해 지상에서 움직일 수 없는 움직임을 충격이나 부상 없이 수행할 수 있는 장점을 가지고 있다 [2]. 이러한 장점으로 인해 수중에서는 지상보다 머리 회전조절을 통해 다양한 자세를 유지할 수 있다 [3][4][5].

바이오피드백(bio-feedback) 훈련은 자세균형을 향상시키는 훈련의 목적으로 개발되어 활용되어 왔다 [6]. 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 특히 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 한 자세 균형조절의 효과가 입증되었고[7], 전정기관 손상환자를 대상으로 한 연구에서도 자세 균형 조절 증진에 효과가 있다고 보고되었다[8].

트램폴린(Trampoline) 훈련은 탄력이 있는 연성 면에서의 균형훈련을 위해 개발된 것으로 동적 균형능력의 제고에 대한 기대에서 개발된 훈련방법이다. 트램폴린 위에서의 운동은 중력을 느끼고, 움직임을 통해 신체에 대해 지각하고 대처하는 능력을 학습하게 할 수 있다고 알려져 있으며, 감각기관 전체를 자극시키고, 특히 균형조절과 신체긴장이 복합되어 최고의 동기를 유발하여 균형조절에 효과적으로 사용할 수 있다[9].

이 균형훈련 방법들에 대해 프로그램들의 효과를 서로 비교하기 위한 연구는 이루어진 바 없다. 따라서 다양한 상황 하에서의 균형유지능력, 각 감각영역별 균형능력 등에 대한 비교연구가 요구되어 20대 여자

대학생을 대상으로 세 가지 균형조절훈련(아쿠아 훈련, 바이오피드백 훈련, 트램폴린 훈련)이 균형능력의 향상에 미치는 효과를 비교하여 균형능력 상의 특수한 문제를 가지고 있는 사람들에게 대한 맞춤형 프로그램을 개발하는데 있어 매우 중요한 정보를 제공하기 위하여 본 연구를 시행하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 연구설계

이 연구는 무작위할당에 의한 사전 사후 집단간 비교 실험연구로서 연구대상자들을 각 실험군으로 확률할당한 후 운동군별로 아쿠아 훈련, 바이오피드백 훈련, 트램폴린 훈련 등 세 가지 운동을 각각 적용하여 안정성지수와 주요 하지근육의 근전도 측정을 한 후 6주간의 훈련프로그램을 각각 적용하였다.

대상자는 최종 29명을 선발하여 제비뽑기 방식의 무작위 할당을 이용, 아쿠아 훈련군 10명, Tetrax에 의한 바이오피드백 훈련군 10명, 트램폴린 훈련 9명 등 세 실험군으로 배정하였다.

2. 균형능력 훈련 프로그램의 구성과 적용방법

1) 아쿠아 훈련 프로그램

a. 프로그램의 개발과 구성

본 연구에서 아쿠아 훈련 프로그램은 Lambeck & Stanat[10]가 개발한 Halliwick 10 point program을 근거로 하여 재구성한 회전조절 프로그램을 적용하였으며, 회전조절 프로그램 중 시상회전조절, 수평회전조절, 종축회전조절을 각 10분씩, 총 30분의 프로그램으로 구성하였다.

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

(2) 종축 회전조절 : 신체의 종축 중심선을 축으로 하여 회전을 조절하는 것으로 누운 자세에서 양 어깨 모든 방향으로 360° 회전이 가능하도록 한다. 연구자는 연구 참여자를 옆에 서서 누운 자세를 취하게 한 후, 팔을 체간 멀리 가로지른 후, 다리를 교차한 후 머리, 팔 그리고 다리를 결합하여 기포를 만들어 내며 회전한 후, 다시 누운 자세를 취한다(10분).

(3) 수평축 회전조절 : 좌우 골반을 일직선으로 관통하는 축을 중심으로 일어나는 회전을 조절하는 것으로 기마자세로 돌아가는 동작을 훈련시킨다. 연구자는 연구 참여자의 엉덩뼈 능선을 잡고 연구 참여자는 손과 머리를 앞쪽으로 향하면서 연구자의 팔에 기마자세로 앉는다. 연구 참여자는 천천히 체간을 숙이며 엉덩이를 올린 후, 귀와 팔을 물속에 담근다. 수영장 바닥에 유지되고 있던 연구 참여자의 다리를 연구자가 들어 올려서 회전을 시킨 후, 다시 누운 자세를 취한다(10분).

b. 프로그램의 적용

아쿠아 수중 훈련프로그램은 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 적응훈련을 시행한 후 6주간에 걸쳐 주 3회, 매회 30분씩의 아쿠아 훈련을 진행하였다.

2) 바이오피드백 훈련 프로그램

a. 프로그램의 개발과 구성

바이오피드백 훈련 프로그램은 Tetrax Portable Multiple System에 내장된 10가지 모드를 이용하였다 [8][11]. 선정된 10가지 모드는 난이도가 점차 높아지도록 배열하고 이를 적용하였다.

- (1) Catch : 빨간 공을 이용하여 초록 공 잡기(3분)
- (2) Skyball : 위에서 떨어지는 공을 글러브로 받기(3분)
- (3) Gotchal : 불링공이 위에서 굴러오면 핀을 넘어 트리지 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)

b. 프로그램의 적용

바이오피드백 훈련의 연구 참여자들에게 Tetrax system을 이용한 훈련의 시범을 보이고 매회 훈련 프로그램은 다음과 같이 진행하였다. 연구 참여자는 10가지 모드가 셋팅된 Tetrax 장비의 힘판 위에 올라서서 얼굴을 정면으로 보고 각각의 힘판에 각각 한 발씩 고정시키는데 뒤꿈치 끝의 각도가 30도가 되게 하고 양발 사이는 3cm 정도의 거리를 두도록 위치하게 하였다. 다음으로 Tetrax의 메뉴 항목 및 아이콘을 클릭하여 훈련방법을 선택하였다. 운동을 하는 동안 스크린을 계속적으로 주시하고 손잡이를 잡지 않도록 하였다. 연구 참여자가 발판에 올라가서 기립 안정자세를 취하게 한 뒤, 컴퓨터 화면에 보이는 물체의 움직임에 따라 스스로 무게중심을 다양한 방향으로 이동시키는 게임 형식의 훈련을 시행하였다. 훈련은 공받기를 비롯하여 골대에 농구공 넣기 등의 프로그램에 내제되어 있는 총 10개의 훈련을 정해진 순서에 따라 시행하도록 하였다. 모든 연구 참여자들은 주 3회, 1회 30분간, 6주간 훈련을 시행하였다.

3) 트랩폴린 훈련 프로그램

a. 프로그램의 개발과 구성

트랩폴린 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[12], 한 발로 서기 균형검사와 경사판 균형검사[13], Fugl-Meyer 감각 운동평가[14], Tinetti실행-중심 운동평가[15], Berg 균형척도[16], 자세조절운동 측정[17], 선자세로 팔 뻗기 검사[1] 등으로서 이들을 종합, 분석하여 8개의 평형운동을 구성하였다. 이는 정적 훈련 4개와 동적 훈련 4개로 다음과 같다.

(1) 정적 균형훈련

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

서 있기(2분)

- 운동 4 : 불안정한 지지면에서 눈 감고 쪼그려 앉아서 있기(40°~60°)(2분)

(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)

신체 균형감각 및 방향능력, 신체공간 정위능력을 발달시킬 수 있는 트랩폴린 공간운동은 서연태[18]가 사용한 트랩폴린 운동프로그램을 본 연구의 목적에 맞게 재구성하여 사용하였다. 공간운동의 종류는 총 5가지로 운동별 과제와 수행순서 및 소요시간은 트랩폴린에서 수직으로 뛰기(1분), 트랩폴린을 뛰면서 방향 전환하기, 트랩폴린에서 제자리 걷기(1분), 트랩폴린에서 수직 뛰면서 공받기, 트랩폴린에서 다리 벌려서 뛰기(1분)

b. 프로그램의 적용

트랩폴린 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 트랩폴린 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 트랩폴린 위로 위치를 옮겨 5분씩 2회의 트랩폴린 공간운동을 10분간 시행하였으며 모든 연구 참여자들은 주 3회, 1회 30분간, 6주간 훈련을 시행하였다.

3. 측정방법

1) 일반적 특성변수의 측정

일반적 특성변수는 연령과 신장, 체중을 측정하였다. 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 딱딱한 보드면과 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 581를 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 25%, 단상 직사각파형, 자극강도 1mA, 자극시간 20초의 조건으로 자극을 부여하였다[19]. 전반적 균형능력 중 안정성 지수는 자세 조절검사 장비인 Tetrax Portable Multiple System을 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[20]. 이는 정적인 기립상태에서의 균형 능력을 평가하는 것으로, 연구 참여자를 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.

근전도 균형점수(BIEMG)는 좌우 비복근의 근활성도차, 좌우 전경골근의 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)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[21]. 활동전위의 수집은 신호획득 전에 능동적으로 족관절 배측 굴곡과 저측 굴곡 운동을 실시하여 각 채널에서 입력되는 근활동전위 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.

4. 자료 분석 방법

측정기기 내에 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 값 간에 차이가 있는 연령을 보정하였다. 또, 구형성가정을 만족하지 않는 경우에는 다변량 검정결과를 해석하였다. 분석결과, 집단과 시간 간의 상호작용효과가 있는 경우에는 Wilcoxon의 부호순위검정(signed rank test)을 이용하여 각 집단별로 실험전 값-3주 값, 실험전 값-6주 값을 각각 짝을 지어 비교하였으며 집단 간의 차이는 Kruskal-Wallis검정을 이용하여 분석하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성 및 결과측정변수 초기값

연구대상자의 일반적 특성을 집단별로 보면 연령의 경우 아쿠아 훈련군이 가장 높았고 집단 간 연령은 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 신장 과 체중, 연구대상자의 결과측정변수 초기값을 집단별로 보면 근전도 균형점수, 안정성지수, 감각비 모두 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(표 1).

2. 경성 지지면에서 균형능력의 비교

1) 눈을 떴을 때의 균형능력

경성 지지면에서 눈을 떴을 때의 안정성지수 값은 아쿠아 훈련군만이 시간에 따라 감소하는 양상을 보였으나, 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($p<.05$), 시간대별로 Kruskal-Wallis 검정결과, 3주째에는 집단 간에 경계수준에서 유의한 차이가 ($p=.052$) 있었다(표 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($p<.05$). Wilcoxon의 부호 순위검정 결과를 보면, 바이오피드백 훈련군에서 훈련전에 비해 6주후에 유의하게 감소하였다($p<.05$). Kruskal-Wallis 검정결과, 6주 값에는 집단 간에 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(표 3).

2) 눈을 감았을 때의 균형능력

경성 지지면에서 눈을 감았을 때의 안정성지수 보였으나, 반복측정자료의 분산분석을 통해 분석

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 및 결과측정변수 초기값

Table 1. General characteristics and baseline values of study subjects by group

Variables	Experimental Groups			p
	Aqua	Bio-feedback	Trampoline	
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⁾	31.72(±13.67)	32.32(±14.31)	46.62(±24.36)	.237
PO ³⁾	31.39(±15.50)	32.39(±13.87)	42.64(±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

표 2. 경성 지지면에서 눈을 떴을 때의 안정성지수
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	p-values
Aqua	29.12(±13.81)	26.54(±11.39)	22.08(±9.46)	.209 ¹⁾
p-values		.413 ⁴⁾	.090 ⁵⁾	.339 ²⁾
Biofeedback	27.03(±12.87)	20.43(±9.09)	21.31(±11.10)	.019 ³⁾
p-values		.031 ⁶⁾	.139 ⁷⁾	
Trampoline	28.71(±14.56)	38.44(±23.11)	29.81(±20.57)	
p-values		.038 ⁸⁾	.767 ⁹⁾	
p-values		.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)

값은 세 집단 모두 시간에 따라 감소하는 양상을 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다(p>.05). 다만, Wilcoxon 부호순위검정 결과, 아쿠아 훈련군의 경우

훈련전에 비해 3주후 및 6주후의 안정성지수 값이 유의하게 낮았다(p<.05)(표 4). 균형점수 값은 아쿠아 훈련군과 바이오피드백 훈련군은 시간에 따라 감소하는 양상을 보였으나, 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 6주후에 아쿠아 훈련군은 유의하게 감소하였으며(p<.05), 바이오피드백 훈련군의 경우에도 유의하게 감소하였다(p<.05)(표 5).

3. 연성 지지면에서의 균형능력 비교

1) 눈을 떴을 때의 균형능력

연성 지지면에서 눈을 떴을 때의 안정성지수의 값은 세 훈련군 모두 시간에 따라 감소하는 양상을 보였으나, 반복측정자료의 분산분석 결과 모두 유의하지 않았다(p>.05)(표 6). 그러나 Wilcoxon 부호순위검정 결과, 아쿠아 훈련군은 훈련전과 비교할 때 6주 후에 31.39±15.50에서 22.06±5.25로 경계역 수준에 감소하였고(p=.064), 바이오피드백 훈련군은 6주후에 유의하게 감소하였으며(p<.05), 트램폴린 훈련군은 변화가 없었다(p>.05)(표 7).

2) 눈을 감았을 때의 균형능력

연성 지지면에서 눈을 감았을 때의 안정성지수 값은 세 훈련군 모두 시간에 따라 감소하는 양상을 보였으나, 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 유의하게 감소하였고(p<.05), 바이오피드백 훈련군 역시 유의하게 감소하였으나 트램폴린 그룹은 유의한 변화가 없었다(표 8). 연성 지지면에서 눈을 감았을 때의 근전도 균형점수는 그래프 상으로 큰 변화가 없는 양상을 보였고, 반복측정자료의 분산분석 결과 시간 효과, 집단 간 효과, 상호작용효과 모두 유의하지 않았다(p>.05). Wilcoxon의 부호순위 검정결과 바이오피드백 훈련군에서만 훈련전과 비교할 때 경계역 수준에서 감소하였을 뿐 다른 훈련군은 유의한 변화가 없었고 시간대별로 집단 간에 유의한 차이도 없었다(p>.05)(표 9).

IV. 논 의

경성 지지면에서 측정된 안정성지수와 근전도 균형점수가 Bonfferoni 보정(유의확률×2) 후에도 기저값과

표 3. 경성 지지면에서 눈을 떴을 때의 근전도 균형점수

Table 3. Comparison of bIEMG by group at the upright posture with opening both eyes on hard platform

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

표 4. 경성 지지면에서 눈을 감았을 때의 안정성지수

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	p-values
Aqua	39.72(±13.67)	33.50(±10.32)	27.58(±10.98)	.764 ¹⁾
p-value		.046 ⁴⁾	.013 ⁵⁾	.147 ²⁾
Bio-feedback	32.32(±14.31)	32.95(±15.29)	24.32(±9.92)	.935 ³⁾
p-value		.721 ⁶⁾	.083 ⁷⁾	
Trampoline	46.62(±24.36)	47.38(±25.71)	35.98(±18.11)	
p-value		.515 ⁸⁾	.214 ⁹⁾	
p-value		.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)

비교할 때 6주후에 유의하게 향상되었던 훈련방법은

눈을 뜬 상태에서는 바이오피드백 훈련이었고, 눈을 감은 상태에서는 아쿠아 훈련이었다.

Van Peppen 등[22]은 뇌손상 후 시행된 바이오피드백에 관련된 연구들(총 214명의 연구대상자를 포함하는 8편의 연구)을 메타분석한 결과, 기존의 관행적 재활치료 방법과 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[20][23]. 또 본 연구와 동일한 체중부하를 이용한 바이오피드백 훈련을 중추신경계 손상환자에게 적용한 국내연구들 역시 이

표 5. 경성 지지면에서 눈을 감았을 때의 근전도 균형점수

Table 5. Comparison of BIEMG by group at the upright posture with closing both eyes on hard platform

Group \ Time	Baseline	After 3wks	After 6wks	p-values
Aqua	8.98(±3.94)	8.75(±2.82)	7.83(±3.95)	.657 ¹⁾
p-value		.869 ⁴⁾	.041 ⁵⁾	.406 ²⁾
Bio-feedback	8.52(±3.32)	7.42(±3.48)	6.14(±2.48)	.043 ³⁾
p-value		.285 ⁶⁾	.037 ⁷⁾	
Trampoline	7.86(±3.01)	9.61(±3.63)	9.82(±4.21)	
p-value		.086 ⁸⁾	.173 ⁹⁾	
p-value		.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)

표 6. 연성 지지면에서 눈을 떴을 때의 안정성지수
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	p-values
Aqua	31.39(±15.53)	28.48(±12.14)	22.06(± 5.25)	.365 ¹⁾
p-value		.228 ⁴⁾	.064 ⁵⁾	.263 ²⁾
Bio-feedback	32.39(±13.87)	27.73(±14.32)	25.68(±11.13)	.752 ³⁾
p-value		.088 ⁶⁾	.012 ⁷⁾	
Trampoline	42.64(±25.07)	38.76(±20.70)	28.52(±11.11)	

p-value	.457 ⁸⁾	.106 ⁹⁾
p-value	.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)

련이 연구대상자들의 균형능력 향상에 효과적이었음을 보고하고 있다[24]. Janssen 등[25]은 평균연령이 23.1세 인 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 Tetrax 라는 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 측정시에는 단순한 정적 자세에서 측정하는 것이므로 학습효과가 결과 측정에 유의하게 영향을 미쳤다고 가정하기는 어렵다. 그러나 향후 연구에서는 이를 고려한 연구 설계가 필요할 것으로 본다.

표 7. 연성 지지면에서 눈을 뗐을 때의 근전도 균형점수

Table 7. Comparison of BIEMG by group at the upright posture with opening both eyes on soft platform

Group	Time	Baseline	After 3wks	After 6wks	p-value
Aqua		7.58(±3.55)	7.66(±1.93)	8.54(±3.18)	.320 ¹⁾
p-value			.959 ⁴⁾	.241 ⁵⁾	.275 ²⁾
Bio-feedback		8.65(±7.33)	8.31(±4.52)	8.16(±3.60)	.472 ³⁾
p-value			.878 ⁶⁾	.875 ⁷⁾	
Trampoline		5.49(±2.75)	7.05(±1.43)	7.77(±1.85)	
p-value			.173 ⁸⁾	.066 ⁹⁾	
p-value			.663 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)

표 8. 연성 지지면에서 눈을 감았을 때의 안정성지수

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	p-value
Aqua		52.05(±22.79)	46.09(±19.21)	34.92(±14.22)	.955 ¹⁾
p-value			.347 ⁴⁾	.020 ⁵⁾	.042 ²⁾
Bio-feedback		58.84(±33.70)	46.06(±34.66)	38.99(±14.25)	.861 ³⁾
p-value			.297 ⁶⁾	.038 ⁷⁾	
Trampoline		74.60(±36.05)	74.76(±22.79)	56.39(±27.33)	
p-value			.984 ⁸⁾	.236 ⁹⁾	
p-value			.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)

표 9. 연성 지지면에서 눈을 감았을 때의 근전도 균형점수

Table 9. Comparison of BIEMG by groups at the upright posture with closing both eyes on soft platform

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

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 측정된 안정성지수와 근전도 균형점수가 Bonfferoni 보정(유의확률 $\times 2$)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. 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 [26][27]은 수중운동을 실시한 결과 눈감은 상태와 눈 뜬 상태 모두에서 자세동요와 동요면적이 모두 감소하는 등 균형능력이 향상되었는데 이는 본 연구결과와 부분적으로 일치하는 결과이다. 특히, 서삼기[3]는 수중에서 머리 회전조절 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[28], 스프링을 장착한 불안정 지지면[29], 스펀지 지지면[12], 다양한 각도의 지지면[30] 위에서의 훈련이 균형능력의 향상을 보고하고 있으며 이를 전정기능의 향상에 기인하는 것으로 해석하고 있다는 점도 우리의 연구결과에 대한 해석을 뒷받침하고 있다. 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 [31] 순간적인 판단력과 하체근력 및 발목의 유연성을 기를 수 있는 특성이 있으며, 착지 시 지면과의 접촉에 주의집중을 요하는 운동이므로 주의집중 능력이 향상되고[32] 사지의 근력, 신체 지각, 평형성, 협응성, 공간지각 등 신체적 기능 향상에 유용하다[33] 이와 아울러 트램폴린 훈련은 스프링 반동을 이용한 공간 운동이 주가 되기 때문에 신체균형감각 및 방향능력, 즉 신체공간 정위능력을 발달시킬 수 있다[9]고 보고하였다. 그러나 트램폴린을 사용하여 균형능력의 향상

을 보고한 국내의 선행연구는 대부분 정신지체아나 발달장애 아동 등 유·소아나 아동을 대상으로 이루어진 연구이다[9][34][18]. 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[35]는 점을 고려하면 이 훈련프로그램의 균형능력 향상 효과가 이들 지표로 반영되는데 한계가 있었을 것으로 보인다.

V. 결론

이 연구는 20대 여대생들을 대상으로 하여 임상에서 널리 적용되고 있는 세 가지 균형조절 훈련(Aqua, Bio-feedback, Trampoline)이 정적 균형능력과 시각, 전정각, 고유수용각각 등의 감각요소에 미치는 효과를 비교하기 위해 시행된 것으로 연구대상자들을 아쿠아 훈련군(10명), 바이오피드백 훈련군(10명), 트램폴린 훈련군(9명)으로 무작위 할당한 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 균형점수를 반복측정된 자료의 분산분석 및 Wilcoxon의 부호순위 검정 등을 이용하여 비교 분석한 결과를 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 적절한 표본수를 확보하지 못하였고 일부 결과지표의 경우 측정 장비의 제한점이 있었다는 한계를 지니고 있다. 향후 이를 보완한 추가적 연구들이 이어지기를 기대한다..

참고 문헌

- [1] Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler J., Studendki, S., "Functional reach: a new clinical measure of balance", *J Gerontol*, Vol. 45, No. 6, pp. 192-197, 1990.
- [2] 김태열, 김계엽, Lambeck J, "류마티스 관절염의 수중치료" *대한물리치료학회지*, 12권, 3호, pp. 407-414, 2000.
- [3] 서삼기, "수중회전조절 프로그램이 정상성인의 균형능력과 전정기능에 미치는 영향", 서남대학교 대학원 박사학위논문, 2009.
- [4] Geytenbeck, H., "Evidence for effective hydrotherapy", *Physiotherapy*, Vol. 89, No. 9, pp. 514-529, 2002.
- [5] Hinman, R. S., Heywood, S. E., Day, A. R., "Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis : results of a single-blind randomized controlled trial", *Phys Ther*, Vol. 87, No. 1, pp. 32-43, 2007.
- [6] Walker, C., Brouwer, B. J., Culham, E. G., "Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke", *Phys Ther*, Vol. 80, No. 9, pp. 886-895, 2000.
- [7] De Haart, M., Geurts, A. C., Huidekoper, S. C., Fasotti L., Van Limbeck, J., "Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol. 85, No. 6, pp. 886-895, 2004.
- [8] Gill-Body, K. M., Beninato, M., Krebs, D. E., "Relationship among balance impairments, functional performance, and disability in people with peripheral vestibular hypofunction", *Phys Ther*, Vol. 80, No. 8, pp. 748-758, 2000.
- [9] 최대식, "트랩폴린 운동이 정신지체 아동의 평형성에 미치는 영향", 용인대학교 교육대학원 석사학위논문, 2006.
- [10] Lambeck, J., Stanat, F. C., "The Halliwick concept. part 1", *J Aquatic Phys Ther*, Vol. 8, No. 2, pp. 6-11, 2000.
- [11] 우광석, 김승민, "시각적 되먹임을 이용한 목표 지향적 체중부하 훈련이 편마비 환자의 정적 기립 균형에 미치는 효과", *대한스포츠물리치료학회지*, 1권, 2호, pp. 25-31, 2005.
- [12] Shumway-cook, A., Horack, F. B., "Assessing the influence of sensory interaction on balance: suggestion from field", *Phys Ther*, pp. 1548-1550, 1986.
- [13] Atwater, S. W., Crowe, T. K., Deitz, J. C., & Richardson P. K., "Interrater and test-retest reliability of two pediatric balance tests", *Phys Ther*, Vol. 70, pp. 79-87, 1990.
- [14] Fugl-Meyer, A. R., 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*, Vol. 7, pp. 13-31, 1975.
- [15] Tinetti, M. E., Speechley, M., Ginter, S. F., "Risk factors for falls among elderly persons living in the community", *N Engl J Med*, Vol. 319, pp. 1701-1707, 1988.
- [16] Berg, K., "Balance and its measure in elderly: A review", *Physio Ther Can*, Vol. 41, pp. 240-246, 1989.
- [17] Horak, F. B., Hlavacka, F., "Somatosensory loss increases vestibulospinal sensitivity", *J Neurophysiol*, Vol. 86, pp. 575-585, 2001.
- [18] 서연태, "트랩폴린 운동이 발달장애 아동의 협응력에 미치는 영향", *한국스포츠리서치*, 18권, 1호, pp. 523-34, 2007.
- [19] 황태연, "평류전정자극 및 시각 개·폐와 지지면 경도가 자세동요에 미치는 영향", 동신대학교 대학원 박사학위논문, 2005.
- [20] Laufer, Y., Sivan, D., Schwarzman, R., Sprecher, E., "Standing balance and functional recovery of patients with right and left hemiparesis in the early stages of rehabilitation", *Neurorehabil Neural Repair*, Vol. 17, No. 4, pp. 207-213, 2003.
- [21] Van Peppen, R. P. S., 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*, Vol. 38, No. 1, pp. 3-9, 2006.
- [22] Mynark, R. G., Koceja, D. M., "Doen training of the elderly soleus h reflex with the use of a sponally induced balance perturbation", *J Appl Physiol*, Vol. 93, pp. 127-133, 2002.
- [23] Dault, M. C., de Haart, M., Geurts, A C., Arts, I. M. 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*, Vol. 22, No. 3, pp. 221-236, 2003.
- [24] 조미숙, 이동엽, "체중부하를 이용한 바이오피드백 훈련이 3개월 미만군과 6개월 이상된 편마비

환자의 서기 균형과 보행능력 및 일상생활동작에 미치는 효과", 특수교육재활과학연구, 46권, 3호, pp. 23-42, 2007.

- [25] Janssen, L. J. F., Verhoeff, L. L., Horlings, C. G. C., Allum, J. H. J., "Directional effects of biofeedback on trunk sway during gait tasks in healthy young subjects", Gait Posture, Vol. 29, pp. 575-581, 2009.
- [26] 이용희, "24주간 수중 낙상예방운동이 여성노인의 균형과 체력 및 신체 구성에 미치는 효과", 한국여성체육학회지, 23권, 1호, pp. 55-70, 2009.
- [27] 한동욱, "수중운동 프로그램이 노인의 신체기능과대구대학교 재활과학대학원. 신체성분 및 혈액성분에 미치는 영향", 박사학위논문, 2002.
- [28] Inglis, J. T., Shupert, C. L., Hlavacka, F., "Effect of galvanic vestibular stimulation on human postural responses during support plate translations", J Neurophysiol, Vol. 73, No. 2, pp. 896-901, 1995.
- [29] Fitzpatrick, R., Burke, D., Gandenia, S. C., "Task-dependent reflex responses and movement illusions evoked by galvanic vestibular stimulation in standing humans", J Physiol, Vol. 478, pp. 363-372, 1994.
- [30] Horak, F. B., Hlavacka, F., "Somatosensory loss increases vestibulospinal sensitivity", J Neurophysiol, Vol. 86, pp. 575-585, 2001.
- [31] Kisner, C., Colby, L. A., "Therapeutic exercise: foundations and techniques", F.A. Davis, Philadelphia, pp. 325-336, 1989.
- [32] 임경희, "트램폴린 운동이 정신지체 아동의 주의 집중력 향상에 미치는 영향", 국민대학교 대학원 석사학위논문, 1996.
- [33] Schlosser, T., "USA Trampoline & Tumbling : Coaching the Fundamentals", Cooper Publishing Group, Traverse City, 1997.
- [34] 김윤태, "트램폴린을 이용한 심리운동프로그램이 정신지체아동의 신체 협응능력 향상에 미치는 영향", 정신지체연구, 8권, 1호, pp. 144-153, 2006.
- [35] 권오윤, 최홍식, "불안정발판에서 20대 연령의 균형능력 평가", 한국전문물리치료학회지, 3권, 3호, pp. 1-10, 1996.

저자 소개

유진호(Jin-Ho Yu)



2004년 2월 남부대학교 의용공학
2007년 2월 남부대학교 보건대학원
2010년 8월 조선대학교 대학원(보
건학 박사)

2011년~현재 전남과학대학 물리치료과 교수
※ 관심분야 : 보건, 건강

정선미(Sun-mi Jeong)



2013년 조선대학교 대학원 보건학
박사수료
현재 초등학교 보건교사

※ 관심분야 : 보건, 건강

박형수(Hyung-Su Park)



천진중의약대학 중의학 전공(의학사)
조선대학교 대학원 의학과(의학박사)
2012년~현재 경기의료재단 영광하
나의원

※ 관심분야 : 재활보건, 보건교육, 노인보건