

유형별 운동프로그램이 선 자세에서의 균형능력과 근활성도에 미치는 영향

강정일*, 박준수**, 박승규*, 양대중*, 최현**, 정대근**, 권혜민**, 문영준**
세한대학교 물리치료학과*, 세한대학교 대학원**

Effects of Exercise Program by Type on Balance Ability and Muscle Activity In A Standing Posture

Jeong-II Kang*, Jun-Su Park**, Seung-Kyu Park*, Dae-Jung Yang*, Hyun Choi**,
Dae-Keun Jeong**, Hye-Min Kwon**, Young-Jun Moon**
Dept. of Physical Therapy, Sehan University*
Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Sehan University**

요약 본 연구는 20대 성인남성을 대상으로 세 운동군이 정적 및 동적 균형능력과 근활성도에 미치는 효과를 규명하기 위하여 수중 운동군, 체간 안정화 운동군, 균형 운동군으로 각각 15명씩 배치하였다. 2013년 6월부터 2013년 9월까지 연구가 진행되었으며, 6주 간 1주일에 3일, 1회 30분 동안 중재 후, 동일 대상자들의 균형능력 및 근활성도(앞정강근, 장딴지근)를 측정하여 비교하였다. 그 결과 집단 내 중재 전과 중재 후의 비교에서 세 운동군 모두 신체중심 이동면적과 총궤적길이의 변화는 유의한 차이가 있었고($p < .05$)($p < .01$), 동적 균형에서도 안정성 한계의 변화는 유의한 차이가 있었다($p < .05$)($p < .01$). 앞정강근의 근활성도의 변화에서 세 운동군의 좌·우측 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p < .05$)($p < .01$), 장딴지근은 체간 안정화 운동군의 좌측을 제외한 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$)($p < .01$). 수중 운동이 균형능력의 향상과 근활성도 증가에 효과적임을 규명하였고, 본 연구결과를 토대로 균형능력이 좋지 않은 노인이나 환자들에게 객관적인 수중 운동 효과를 밝힐 수 있는 연구가 진행되어 구체적인 수중 운동 프로그램 개발을 제안하고자 한다.

주제어 : 수중 운동, 균형 운동, 근활성도, 체간 안정화 운동

Abstract This study, in order to establish the effect of three exercise groups on the static and dynamic balancing abilities and the muscular activity, targeting adult males aged 20-29, assigned 15 men to each aquatic exercise group, trunk stabilization exercise group, and balance exercise group. The study was conducted from June, 2013 to August, 2013, and measured and compared the balancing ability and the muscle activity(tibialis anterior and gastrocnemius muscle) of the participants after performing intervention for 30 minutes a day, 3 days a week, for 6 weeks. As a result, on the comparison between before and after the intervention, there were significant differences in changes of the surface area and the whole path length in all the three groups($p < .05$)($p < .01$), and also on the dynamic balance, there was a significant difference in change of limited of stability($p < .05$)($p < .01$). On change of the muscle activity of tibialis anterior, both left and right sides showed statistically significant differences in all the three groups($p < .05$)($p < .01$), and gastrocnemius muscle showed a statistically significant difference in all the three groups except for the left side of the trunk stabilization exercise group($p < .05$)($p < .01$). It could be established that aquatic exercise is effective for improvement of the balancing ability and increase of the muscular activity, and we intend to propose specific aquatic exercise program development by conducting a study to determine the objective effect of aquatic exercise on the elderly or patients who have a poor balancing ability.

Key Words : Aquatic exercise, Balance exercise, Muscle activity, Trunk stability exercise

* 본 논문은 2014년 세한대학교 연구비에 의하여 지원되었음

Received 2 May 2014, Revised 11 June 2014

Accepted 20 July 2014

Corresponding Author: Jun-Su Park(Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Sehan University)

Email: ppjss8282@naver.com

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

인체에서 균형이란, 자신의 기저면(base of support)위에 신체중심(center of gravity)을 유지하고, 인체의 신체 정렬 및 자세정렬을 지속적으로 유지할 수 있는 능력이다[1]. 이러한 균형을 유지하기 위해서는 전정계, 시각, 고유수용성 감각, 근골격계 기능과 인지능력이 필요하다[2]. 균형은 정적 균형과 동적 균형으로 나눌 수 있으며, 정적 균형은 고정된 기저면에 흔들림 없이 기저면내에 신체중심이 위치하도록 유지하는 능력을 말하고, 동적 균형은 기저면내에 중력중심을 두어 움직이거나 외부로부터 자극이 주어졌을 때와 스스로 움직임을 수행 할 때의 균형을 말한다[3]. 이러한 균형에 미치는 여러 가지 요인들 간에 세부적인 상호관계를 밝혀내기 어려운 만큼, 균형능력을 향상시키기 위한 훈련도 여러 가지 요인을 적절히 훈련하여 균형능력의 향상성을 도모하고 있다[4]. 안정성(stability)은 작은 운동 또는 조절 방해가 나타날 때에 균형을 유지하기 위한 근 골격계의 능력이다[5]. 사지의 근육이 척추에 대한 지나친 스트레스 없이 기능적 활동을 할 수 있도록 작용하는 척추, 복부, 골반 등의 체간 근육을 코어 근육(core muscle)이라고 하는데, 이 코어 근육은 인체의 모든 힘과 운동성을 발휘하게 하는 핵심이 되는 곳으로 우리가 몸을 움직일 때 마다 중심을 잡아주고 특히 엉덩이 주변의 근육을 바로 잡아 균형감각을 증가시킨다[6]. 이러한 코어근육을 반복적으로 스트레칭하고 강화시켜 안정성을 극대화 하는 것이 체간 안정화 운동으로 근력과 균형능력의 향상 때문에 환자뿐만 아니라 일반인 등에게도 널리 사용되고 있다[7]. 체성감각계는 피부나 건, 근방추와 골지 힘줄 기관(golgi tendon organs)에 있는 다른 감지기로부터 장력과 길이의 정보를 받아들이는데 이러한 체성감각이 가장 많이 분포되어 있는 기관은 손과 발, 그리고 얼굴이다[8]. Aero-step 운동은 안전하고 다루기도 쉬운 장점이 있어서 가정에서도 유익하게 활용할 수 있는 균형 운동 중의 하나로 율통불통하고 공기가 들어가 탄성이 있는 지면은 서로 균형을 이루는 노력 자체만으로도 초당, 단위면적당 다양한 반작용력(reaction force)을 갖게 하고 건, 인대, 그리고 관절 수용기를 모두 활성화 시킬 수 있는 이점이 있다. 특히 외반 모멘트 부하 운동을 함으로써, 족관절 주위의 구심성 자극을 일으켜 균형감각과 고유수용성 감각을 향상

시키며, 이를 통해 협력근 수축을 촉진하고 길항근의 수축을 느리게 하는 작용을 하기 때문에 균형능력 증진 전략으로 적합하다고 하였다[9]. 수중 운동은 산화적 스트레스와 관련된 운동 장애를 경감시키고, 부력과 같은 물의 다른 성질은 체중부하관절, 뼈와 근육의 스트레스를 크게 감소시키며 그로 인하여 통증이 감소되어 운동의 잠재적인 이익을 증가시킨다[10]. 그 중 할리윅 수중치료(Halliwick aquatic therapy)의 회전 훈련이 균형조절 및 자세동요 조절에 긍정적인 영향을 준다고 하였고, 또한 지상에서와는 다르게 복합적인 삼차원적 회전을 중력의 영향을 크게 받지 않고 안전하게 이루어지도록 하는 장점을 가지며, 균형과 협응기능의 유지 및 향상, 머리와 체간부의 회전발달, 공간지각력 향상 등의 효과를 기대할 수 있다고 하였다[11]. 최근 정상인을 대상으로 체간 안정화 운동을 시행하여 균형능력이 증가되었다는 연구가 있었고[12], 안정 지지면 운동군보다 불안정 지지면 운동군에서 향상 정도가 높았다고 보고한 연구들도 있었다[13]. 그러나 지상과 불안정한 지지면 그리고 수중에서 운동간에 비교한 연구는 미흡한 실정으로 본 연구에서는 지상에서 할 수 있는 운동으로 신체의 균형과 안정성을 높이는 체간 안정화 운동과 불안정한 지지면에서의 운동인 Aero-step 운동, 그리고 수중에서의 회전 조절 운동을 통해 근활성도와 정적 균형능력, 동적 균형능력을 측정하여 비교하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자

본 연구는 전남에 소재한 대학교에 재학중인 학생으로 연구에 영향이 미칠 수 있는 신경계 및 근골격계에 대한 병력과 기능장애가 없으며, 균형장애가 없고, 규칙적이거나 체계적인 운동을 하고 있지 않은 정상성인 45명을 대상으로 선정하여 연구의 목적과 방법에 대하여 실험 전에 충분한 설명 후 실험 참여에 동의한 자를 대상으로 실시하였다.

2.2 연구설계

본 연구는 성인 남성 45명을 대상으로 수중 운동군과 체간 안정화 운동군, 균형 운동군으로 15명씩 무작위로

배치하였다. 사진검사로 정적 및 동적 균형을 측정하였고, 앞정간근과 장딴지근의 근활성도를 측정하였다. 세 유형 별 운동 프로그램 중재를 6주 간 시행한 후 사후검사로 사진검사와 동일하게 측정하여 변화를 비교하였다.

2.3 연구방법

연구 대상자의 균형능력을 측정하기 위해 균형능력 측정 및 훈련 시스템(Biorescue, France)을 사용하였다. 정적 균형을 평가하기 위하여 눈을 뜬 자세와 눈을 감은 자세에서 각각 1분 간 중심을 잡도록 한 후 총체적길이와 신체중심 이동면적을 측정하였고, 동적 균형의 평가는 선 자세에서 자발적으로 움직여 안정성을 유지할 수 있는 최대 한계를 측정하기 위한 것으로 전방의 모니터에서 지시하는 8개의 방향으로 체중 이동 시 중심점에서의 거리를 측정하여 분석하였다. 근활성도 변화를 측정하기 위해 MP100(Biopac Systems, USA)을 이용하여 측정하였고, 실험을 통해 채취한 신호들은 개인용 컴퓨터에서 Acqknowledge 3.9 software program(Biopac Systems, USA)을 사용하여 자료 처리 하였으며, 앞정간근과 장딴지근의 %RVC값을 구하였다.

2.4 운동방법

2.4.1 수중 회전 운동 프로그램

수중 회전 운동 프로그램 훈련 첫 주 동안은 물에 대한 공포심을 없애고 물속에서 숨 오래참기, 코로 호흡하기, 등을 통해 조절된 숨쉬기를 실시하였다. 시상 회전조절훈련은 머리를 밀면서 방향의 변화를 주어 원을 그리며 움직여 왔고, 종축회전조절은 신체의 중심선을 중심으로 회전을 조절하는 것으로 양와위자세(바로누운자세)에서 양 어깨 모든 방향으로 360° 회전이 가능하도록 하였으며, 수평회전조절은 좌우 골반을 일직선으로 관통하는 축을 중심으로 일어나는 회전을 조절하는 것으로 기마 자세에서 천천히 바로 누운 자세가 되고 바로 누운 자세에서 천천히 일어나 기마 자세로 돌아가는 동작을 훈련시켰다. 수중 회전 운동 프로그램은 Halliwick 10 point program 중 시상회전조절(Sagittal rotation control) 10분, 수평회전조절(Transversal rotation control) 10분, 종축회전조절(Longitudinal rotation control) 10분씩, 총 30분 간 모든 대상자들에게 동일하게 적용하였으며, 물의 깊

이는 150cm인 실내수영장에서 운동을 실시하여, 6주간 주 3회, 1일 30분 간 시행하였다.

2.4.2 체간 안정화 운동 프로그램

누워서 무릎세운 자세에서 교각자세로 진행하고, 교각 자세를 원만히 수행하면 편측 무릎관절을 교차로 신전시켰으며, 네발기기 자세의 경우에는 상지와 하지들 동시에 교차 신전시켰다. 각 운동 항목마다 정적자세로 10초 이상 유지하고, 원하는 근육의 동원을 위해 대상자가 천천히 집중력 있게 실시하도록 주의 깊게 지도하였으며, 6주 간 주 3회, 1일 30분 간 시행하였다.

2.4.3 균형 운동 프로그램

가로51cm×세로37cm×높이8cm로 부드러운 고무 재질로 되어 있는 에어로 스텝(Aero-step XL, TOGU, Germany)을 이용하였다. 프로그램은 총 5단계로 구성하였으며, 1단계는 발 앞·뒤꿈치 들기, 2단계는 앞·뒤 체중 지지 운동, 3단계는 좌·우 체중지지 운동, 4단계는 한발서기 운동, 5단계는 스쿼트 운동으로 구성하였다. 접차 지지를 줄이고 관절 가동범위를 크게 하여 점증적인 부하를 주도하도록 하였으며, 6주 간 주 3회, 1일 30분 간 시행하였다.

2.5 분석방법

본 연구의 자료처리 방법은 Window용 SPSS 17.0을 이용하여 연구대상자의 일반적 특성과 동질성을 알아보기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였고, 집단 내 정적 균형, 동적 균형, 근활성도에 대한 변화 분석은 대응표본 t-검정(Paired t-test)을 사용하였으며, 집단 간 변화분석을 위해 이원배치분산분석(two-way ANOVA)을 사용하였다. 사후 검정은 Tukey를 시행하였다. 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1 연구대상자들의 일반적 특성 분포

연구대상자는 수중 운동군 15명, 체간 안정화 운동군 15명, 균형 운동군 15명으로 총 45명이었다. 연령 분포는 수중 운동군에서 25.2세, 체간 안정화 운동군에서 23.4세,

균형 운동군에서 23.2세 이었고, 신장은 수중 운동군에서 173.2 cm, 체간 안정화 운동군에서 175.6 cm, 균형 운동군에서 175.8 cm이었으며, 체중의 분포는 수중 운동군에서 68.2 kg, 체간 안정화 운동군에서 74.2 kg, 균형 운동군에서 74.9 kg로 모든 일반적 특성에서 유의한 차이를 나타낸 연구변수는 없었으므로, 세 집단이 동일한 것으로 나타났다($p>.05$)[Table 1].

<Table 1> Characteristic of Subjects

	HRP group (n=15) M(SD)	TS group (n=15) M(SD)	BE group (n=15) M(SD)	F	p'
Age	25.22(3.19)	23.4(2.54)	23.2(2.78)	1.435	.256
height(cm)	173.15(5.73)	175.64(4.59)	175.76(5.92)	.680	.515
weight(kg)	68.23(7.49)	74.16(13.88)	74.85(7.59)	1.183	.322

Halliwick Rotation Program : HRP

Trunk Stability Exercise : TS

Balance Exercise : BE

3.2 정적 균형 변화비교

3.2.1 집단 내 정적 균형 비교

신체중심 이동면적은 수중 운동군, 체간 안정화 운동군, 균형 운동군 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p<.05$)($p<.01$), 총궤적길이는 수중 운동군, 체간 안정화 운동군, 균형 운동군 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$)($p<.01$)[Table 1].

<Table 1> Comparison of static balance in group

Items	group	pre-test M(SD)	post-test M(SD)	t	p
SA (mm ²)	HRP	24.2(4.12)	19.4(3.68)	3.827	.002**
	TS	26.73(8.85)	20.13(4.22)	2.623	.02*
	BE	25.33(4.35)	20.87(4.39)	3.296	.005**
WPL (cm)	HRP	7.01(1.6)	5.64(1.11)	3.482	.004**
	TS	7.97(1.23)	7.37(0.67)	2.469	.027*
	BE	7.08(1.3)	6.51(1.22)	2.22	.043*

Surface Area : SA

Whole path Length : WPL

* $p<.05$, ** $p<.01$,

3.2.2 집단 간 정적 균형 비교

집단 간 정적 균형 비교에서 신체중심 이동면적의 변화는 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p<.01$), 사후검정 결과, 수중 운동군이 균형 운동군과 체간 안정화 운동군 보다 더욱 효과적이었다. 총궤적길이 변화에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 사후검정 결과,

균형 운동군이 수중 운동군과 체간 안정화 운동군 보다 더욱 효과적이었다[Table 2].

<Table 2> Comparison of Change between groups

Items	group	pre-test M(SD)	post-test M(SD)	F	p	post-hoc*
SA (mm ²)	HRP	24.2(4.12)	19.4(3.68)	6.165	.003**	A>C,B
	TS	26.73(8.85)	20.13(4.22)			
	BE	25.33(4.35)	20.87(4.39)			
WPL (cm)	HRP	7.01(1.6)	5.64(1.11)	4.660	.012*	B,A<A,C
	TS	7.97(1.23)	7.37(0.67)			
	BE	7.08(1.3)	6.51(1.22)			

* $p<.05$, ** $p<.01$,

3.3 동적 균형 변화비교

3.3.1 집단 내 동적 균형 비교

안정성 한계의 변화는 수중 운동군, 체간 안정화 운동군, 균형 운동군 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$)($p<.01$)[Table 3].

<Table 3> Comparison of dynamic balance in group

Items	group	pre-test M(SD)	post-test M(SD)	t	p
LOS (cm)	HRP	229.01(32.19)	288.02(56.21)	-4.325	.001**
	TS	222.83(25.73)	239.08(24.77)	-2.177	.047*
	BE	224.97(42.99)	237.71(43.47)	-2.483	.026*

Limited Of Stability : LOS

* $p<.05$, ** $p<.01$,

3.3.2 집단 간 동적 균형 비교

집단 간 동적 균형 비교에서 안정성 한계의 변화는 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 사후검정 결과, 수중 운동군이 균형 운동군과 체간 안정화 운동군 보다 더욱 효과적이었다($p<.05$)[Table 4].

<Table 4> Comparison of Change between groups

Items	group	pre-test M(SD)	post-test M(SD)	F	p	post-hoc*
LOS (cm)	HRP	229.01(32.19)	288.02(56.21)	4.881	.01*	B,C<A
	TS	222.83(25.73)	239.08(24.77)			
	BE	224.97(42.99)	237.71(43.47)			

* $p<.05$

3.4 근활성도 변화비교

3.4.1 집단 내 근활성도 비교

앞정간근의 근활성도의 변화에서 세 운동군의 좌·우측 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었고(p<.05)(p<.01), 장딴지근은 체간안정화 운동군의 좌측을 제외한 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05)(p<.01)[Table 5].

(Table 5) Comparison of muscle activity in group

Items	group		pre-test M(SD)	post-test M(SD)	t	p
TA	HRP	Rt	1101.25(373.86)	1363.56(459.75)	-2.780	.015*
		Lt	1053.97(139.14)	1223.64(202.33)	-3.357	.005**
	TS	Rt	999.22(250.67)	1140.48(298.93)	-2.173	.047*
		Lt	1027.08(128.36)	1099.22(128.27)	-2.172	.048*
	BE	Rt	947.77(238.79)	1092.87(238.99)	-2.553	.015*
		Lt	1019.15(80.84)	1082.36(112.81)	-2.176	.047**
GS	HRP	Rt	343.03(62.29)	398.33(73.38)	-2.633	.02*
		Lt	289.83(58.01)	364.79(65.87)	-3.862	.002**
	TS	Rt	322.38(81.13)	364.92(66.33)	-2.201	.045*
		Lt	274.18(50.14)	302.86(47.28)	-2.100	.054
	BE	Rt	302.99(37.25)	331.6(34.26)	-2.653	.019*
		Lt	282.79(56.79)	322.65(59.11)	-2.477	.027*

Tibialis Anterior : TA

Gastrocnemius : GS

*p<.05, **p<.01

3.4.2 집단 간 근활성도 비교

집단 간 근활성도 비교에서 앞정간근과 장딴지근의 좌·우측 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05). 사후검정 결과, 수중 운동군이 균형 운동군과 체간 안정화 운동군보다 더욱 효과적이었다(p<.05)(p<.01)[Table 6].

(Table 6) Comparison of Change between groups

Items	group	pre-test M(SD)	post-test M(SD)	F	p	post-hoc
Rt. TA	HRP	1101.25 (373.86)	1363.56 (459.75)	3.588	.032*	A,B>B,C
	TS	999.22 (250.67)	1140.48 (298.93)			
	BE	947.77 (238.79)	1092.87 (238.99)			
Lt. TA	HRP	1053.97 (139.14)	1223.64 (202.33)	3.635	.031*	A,B>B,C
	TS	1027.08 (128.36)	1099.22 (128.27)			
	BE	1019.15 (80.84)	1082.36 (112.81)			

Rt. GS	HRP	343.03 (62.29)	398.33 (73.38)	5.623	.005**	A,B>B,C
	TS	322.38 (81.13)	364.92 (66.33)			
	BE	302.99 (37.25)	331.6 (34.26)			
Lt. GS	HRP	289.83 (58.01)	364.79 (65.87)	3.617	.031*	A,C>C,B
	TS	274.18 (50.14)	302.86 (47.28)			
	BE	282.79 (56.79)	322.65 (59.11)			

*p<.05, **p<.01

4. 고찰

수중 운동과 체간 안정화 운동 그리고 균형 운동을 성인남성에게 시행하고 그 변화를 알아보기 위해 균형능력과 근활성도의 변인들을 측정하여 이러한 변인들의 분석한 결과를 토대로 다음과 같은 내용들을 논의하고자 한다. 본 연구는 이러한 균형능력을 알아보고자 Biorescue를 이용하여 정적 균형능력 검사로 신체중심 이동면적과 총 궤적길이를 측정하였고, 동적 균형능력 검사로 안정성 한계 값을 측정 하였으며, 근활성도를 알아보기 위해 앞정간근, 장딴지근의 %RVC값을 측정하였다. 수중운동 프로그램은 지상에서 체중부하를 감당할 수 없는 환자들에게 운동을 할 수 있도록 환경을 제공해 주고[14], 근육의 균형을 유지하는데 도움을 준다. 김은순은 10명의 정신지체아동을 대상으로 8주 동안 연구한 결과 정적 평형능력이 증진됨을 보고한 바 있고[15], 박래준은 65세 이상 노인 20명을 대상으로 8주 동안 연구한 결과 눈 뜬 상태에서 한발서기 균형능력이 31.2%만큼 좋아졌고, 눈 감은 상태에서도 40.1%가 향상됨을 보고 한 바 있다[16]. 이병희는 골관절염 환자를 대상으로 10개월 간 주 1회 60분씩 시행한 결과 정적 균형이 증가됨을 보고하였다[17]. 본 연구에서도 수중회전조절 운동 프로그램은 6주 간 주 3회 30분 씩 중재한 결과 눈 떴을 때와 눈 감았을 때 모두 신체중심 이동면적과 총궤적길이가 중재 전 보다 중재 후에 감소하여 선행 연구를 지지하였다.

carpes의 연구에서는 요통환자들을 대상으로 체간 안정화 운동이 균형능력의 증가에 효과적이라고 하였고 [18]. 전호영은 교각운동이 신체 정렬을 시켜주어 골반각

의 편차, 동요길이의 편차를 줄여주고 균형능력이 향상되었다고 하였다[19]. 또한 임종수는 체간안정화 운동의 한 방법인 교각-크런치 운동을 통해 편마비 환자의 균형에서 동요면적, 동요거리, 동요 시 동요속도와 압력중심 이동거리에 있어 효과적 운동방법이라 하였다[20], 본 연구에서도 체간 안정화 운동프로그램을 6주 동안 주 3회 30분씩 중재한 결과 신체중심이동면적과 총 궤적길이가 중재 전보다 중재 후에 감소하여 선행 연구를 지지하였다.

최근 임상에서는 에어로 스텝을 이용한 균형운동의 효과에 대해 긍정적 연구결과를 제시하고 있다. 이선희는 지지가 좁은 선 상태에서 무게 중심이 고정되지 않은 다양한 방향의 운동으로 탄성에 대응하며 균형을 유지하기 위해 체성감각계와 전정계를 활성화 시켜 균형향상에 효과적이라 하였다[21]. 또한, 박은경은 뇌졸중 환자를 대상으로 중재한 결과 FRT의 거리가 중재 전 보다 중재 후에 균형능력이 향상됨을 보고하였고[22], 오세홍은 노인을 대상으로 중재 한 결과 BBS, FRT 모두 중재 후에 균형능력이 향상되었다고 보고하였다[23]. 본 연구에서 에어로 스텝운동을 6주 동안 주 3회 30분 씩 중재한 결과 신체중심 이동면적과 총궤적길이가 중재 전 보다 중재 후에 감소하여 체간 안정화 운동이 균형능력을 향상시킨다는 선행연구를 지지하였다. 안정성한계의 변화를 각 집단별로 중재 전과 중재 후로 분석해 본 결과 수중 운동군이 체간 안정화 운동군과 균형 운동군에 비해 효과적으로 향상되었음을 알 수 있었다. 이는 체간 안정화 운동군과 균형운동 군에서는 연구대상자가 넘어지기 전까지만 운동을 하는 것에 반해 수중 운동군은 연구대상자가 안정성 한계를 지나서까지 운동이 가능하기 때문이라고 사료된다. 본 연구에서 앞정강근과 장딴지근의 %RVC를 측정한 결과, 수중 운동군에서 좌·우측 앞정강근과 장딴지근은 실험 전보다 실험 후의 근활성도가 통계학적으로 유의하게 증가됨을 알 수 있었다. 김기운은 뇌졸중 환자 7명을 대상으로 12주 간 수중 운동 프로그램을 실시한 결과 상·하지의 근력이 향상되어 보행 시 하지 근육의 활성화에 긍정적인 효과가 있었다고 보고하였고[24], 전인근은 뇌졸중 편마비 환자 20명을 대상으로 수중에서 하지 근력 강화 프로그램을 12주 간 주 3회 적용한 결과 균형 감각, 하지근력 측정결과 모두 향상됨을 보고하여 본 연구결과와 일치하는 경향을 보인다[25]. 본 연구의 결과는 위에서 기술했던 선행연구들을 지지하듯이, 6주 간의 수

중운동, 체간 안정화, 균형 운동 프로그램이 균형능력 향상과 근활성도에 긍정적인 효과가 있었다. 이에 따른 결과를 바탕으로 지상에서 이루어지는 균형운동보다 수중에서 균형운동을 중재하였을 때 균형능력이 향상됨을 알 수 있었다. 따라서 향후 연구에서는 임상에서 수중운동을 시행할 수 있는 여건을 보다 더 개선해야 할 필요성이 대두되고, 수중운동의 효과를 객관적으로 밝힐 수 있는 실험들이 더 이루어져야 할 것이며, 구체적인 수중 운동 프로그램의 개발을 통해서 다양한 방법의 연구가 진행된다면 보다 나은 효율적인 효과를 볼 수 있을 것이라 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by research funds of Sehan university on 2014

REFERENCES

- [1] Nichols D.S, Glenn T.M, Mutchinson K.J, Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Physical Therapy*, Vol. 75, No. 8, pp. 699-706, 1995.
- [2] Carr J, Shepherd R *Neurological Rehabilitation: Optimizing Motor Performance*. Oxford:Butterworth Heinemann.
- [3] Berger L, Klein C, Commandeur M, Evaluation of the immediate and midterm effects of mobilization in hot spa water on static and dynamic balance in elderly subjects. *Annales de readaptation et de medecine physique*, Vol. 51, No. 2, pp. 84-95, 2008.
- [4] E. Jung, K. H. Kim, The Effects of a Sensory Training Program on the Balance of Children with Down Syndrome. *The Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*, Vol. 11, No. 3, pp. 13-26, 2003.
- [5] Granata K.P, Lee P.E, Franklin T.C, Co-contraction recruitment and spinal load during isometric trunk flexion and extension. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, Vol. 20, No. 10, pp. 1029-37, 2005.

- [6] Nadler R.B, Bladder training biofeedback and pelvic floor myalgia. *Urology*, Vol. 60, No. 6, pp. 42-43, 2002.
- [7] Barr K.P, Griggs M, Cadby T, Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, Vol. 84, No. 6, pp. 473-80, 2005.
- [8] Gribble P.A, Hertel J, Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, Vol. 85, No. 4, pp. 589-92, 2004.
- [9] S. H. Lee, The Differences between Aero step Exercises and Weight training on Posture, Physical Fitness, Balance, and Hormone Levels in the Elderly. Ehwa Womans University Graduate School. Dissertation of Master's Degree, 2007.
- [10] Waller B, Lambeck J, Daly D, Therapeutic aquatic exercise in the treatment of low back pain: a systematic review. *Clinical Rehabilitation*, Vol. 23, No. 1, pp. 3-14, 2009.
- [11] Noh D.K, Lim J.Y, Shin H.I et al., The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors: a randomized controlled pilot trial. *Clinical Rehabilitation*, Vol. 22, No. 10-11, pp. 966-76, 2008.
- [12] B. C. Choi, Y. H. Jo, H. Kim, The effect of Lumbar stabilization kinetic program using a swiss ball on Lumbar strength and muscle activity in ssireum players. *The Journal of Korean Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance*. Vol. 48, No. 4, pp. 503-12, 2009.
- [13] J. Y. Lee, H. R. No, Comparison of Balance Ability between Stable and Unstable Surfaces for Chronic Stroke Patients. *The Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society*. Vol. 12, No. 8, pp. 3587-93, 2011.
- [14] I. G. Jun, The purpose of this study is to figure out how aquatic lower limb muscle strengthening program affects stroke hemiplegia patient's gait and lower limb function. Kyonggi University Graduate School. Dissertation of Master's Degree, 2011.
- [15] E. S. Kim, H. G. Lee, R. J. Park, Effects of Aqua Exercise Program on the Improvement of Static Balance in Child with Mental Retardation. *The Journal of Korean society of physical therapy*, Vol. 16, No. 1, pp. 139-52, 2004.
- [16] R. J. Park, S. S. Kim, Y. G. Kim et al., The Effects of Aqua-Exercise on the balance of one leg stance in the Elderly Women. *The Journal of Korean society of physical therapy*, Vol. 14, No. 1, pp. 89-98, 2002.
- [17] B. H. Lee, Effects of Aquatic Exercise Types Static Balance, Pain, Range of Motion on Womens with Osteoarthritis. *The Journal of Korea sport research*, Vol. 18, No. 5, pp. 317-26, 2007.
- [18] Carpes F.P, Reinehr F.B, Mota C.B, Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: a pilot study. *Journal of bodywork and movement therapies*, Vol. 12, No. 1, pp. 22-30, 2008.
- [19] H. Y. Jun, The Effects of a Bridging Exercise on Body Shape Changes and Foot Pressure Distribution. Daegu University Graduate School. Dissertation of Doctorate Degree, 2011.
- [20] J. S. Im, The Influence of Foot Pressure and Balance Core-stabilization Exercise in Stroke. Daegu University Graduate School. Dissertation of Master's Degree, 2009.
- [21] S. H. Lee, The Differences between Aero step Exercises and Weight training on Posture, Physical Fitness, Balance, and Hormone Levels in the Elderly. Ehwa Womans University Graduate School. Dissertation of Master's Degree, 2007.
- [22] E. K. Park, The Effects of A 12 weeks Walking Program on Balance and Physical Fitness in Stroke Patients According to Surface Type. *The Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*, Vol. 21, No. 5, pp. 21-29, 2007.
- [23] S. H. Oh, Comparing the Effects between Swiss Ball and Aero Step Exercise Program on Balance of Standing Posture of Elderly. Donnuk University

Graduate School. Dissertation of Master's Degree, 2012.

[24] K. U. Kim, H. M Kim, S. Y. Woo et al., The Effect of the Aqua-Rehabilitation Program on the stroke Patient's Muscle Strength and ADL Performance. The Journal of Adapted Physical Activity & Exercise, Vol. 14, No. 2, pp. 99-115, 2006.

[25] I. G. Jun, The purpose of this study is to figure out how aquatic lower limb muscle strengthing program affects stroke hemiplegia patient's gait and lower limb function. Kyonggi University Graduate School. Dissertation of Master's Degree, 2011.

강 정 일(Kang, Jeong-Il)



- 2007년 2월 : 원광대학교 한의학전문 대학원(의학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 세한대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 질환별물리치료, 물리치료진단학, 보건통계학
- E-Mail: jikang@sehan.ac.kr

박 준 수(Park, Jun-Su)



- 2014년 2월 : 세한대학교 대학원 물리치료학과(물리치료학 석사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 세한대학교 대학원 물리치료학과 박사과정
- 관심분야 : 수중물리치료, 심폐물리치료
- E-Mail: ppjiss8282@naver.com

박 승 규(Park, Seung-Kyu)



- 2000년 2월 : 대구대학교 재활과학 대학원 물리치료학 석사
- 2006년 2월 : 전남대학교 체육학(운동역학 전공) 박사
- 2002년 3월 ~ 현재 : 세한대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 운동치료, 임상 의사결정
- E-mail: pt755@hanmail.net

양 대 중(Yang, Dae-Jung)



- 2004년 2월 : 대불대학교(보건학석사)
- 2011년 2월 : 동신대학교(의학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 세한대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 진단학, 정형물리치료
- E-mail: pt6226@sehan.ac.kr

최 현(Choi, Hyun)



- 2010년 2월 : 동신대학교 대학원 물리치료학과(의학석사)
- 2011년 2월 ~ 현재 : 세한대학교 대학원 물리치료학과 박사과정
- 관심분야 : 정형물리치료, 물리치료진단학, 스포츠 물리치료
- E-Mail: enthusiasm74@naver.com

정 대 근(Jeong, Dae-Keun)



- 2010년 8월 : 세한대학교 대학원 물리치료학과(보건학 석사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 세한대학교 대학원 물리치료학과 박사과정
- 관심분야 : 심폐물리치료, 물리치료진단학
- E-Mail: dklovept@naver.com

권 혜 민(Kwon, Hye-Min)



- 2010년 2월 : 동신대학교 대학원 물리치료학과(의학석사)
- 2011년 2월 ~ 현재 : 서남대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 소아물리치료, 수중물리치료
- E-mail: hydropt7@daum.net

문 영 준(Moon, Young Jun)



- 2013년 2월 : 세한대학교 대학원 물리치료학과(물리치료학 석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 세한대학교 대학원 물리치료학과 박사과정
- 관심분야 : 수치료학, 광선치료학, 보조기학
- E-Mail: tkfkdg0328@naver.com