

Effects of Feedback Breathing Exercise with Aquatic Functional Balance Exercise on Kinematic Breathing Function and Balance Abilities and Gait Abilities in Older Patients with dizziness

Jeong-Min Park¹⁾ · Chan-Dae Park^{*2)}

¹⁾Chungnam National University, ²⁾Howon University

피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동이 어지럼증
노인환자의 호흡기능과 균형능력 및 보행능력에 미치는 영향

박정민¹⁾ · 박찬대^{*2)}

¹⁾충남대학교 · ²⁾호원대학교

<ABSTRACT>

The purpose of this study was to help prevent chronic diseases of the elderly and improve their quality of life by investigating the effects of feedback breathing exercise with aquatic functional balance exercise on kinematic breathing function and balance abilities and gait abilities in older patients with dizziness. In order to achieve the purpose of this study, 64 elderly women at C located in N city, Chungcheongnam-do, were selected at random and allocated 16 elderly women each for the Control group (CON), Feedback Respiration Exercise group (FREG), Aquatic Functional Exercise group (AFEG), Feedback Respiration & Aquatic Functional Exercise group (FAEG) and measured kinematic breathing function and balance abilities and gait abilities before and after the experiment. The data obtained from this study were analyzed using the SPSS 24.0 statistical program and two-way repeated ANOVA was used. The conclusions obtained through this study were as follows. First, as a result of analyzing the change of kinematic breathing function according to feedback breathing exercise with aquatic functional balance exercise, FAEG and FREG was significantly improved compared to CON and AFEG. Second, as a result of analyzing changes in balance ability variables according to feedback breathing exercise using aquatic function balance exercise, it was not improved in all variables. Third, as a result of analyzing the change of gait abilities according to feedback breathing exercise with aquatic functional balance exercise, FAEG and AFEG was significantly improved compared to CON and FREG.

Keywords : Feedback breathing exercise, aquatic functional balance exercise, kinematic breathing function, balance abilities, gait abilities, older patients with dizziness

* Corresponding author : Chan-Dae Park, min27728@hanmail.net

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea(NRF-2018S1A5B5A07072745)

Received September 9, 2020; Reviewed September 11, 2020 Corrected September 18, 2020; Accepted September 22, 2020

© 2020. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

I. Introduction

노화로 인한 노인의 연령증가는 일상생활관련 체력과 신체내의 대사 작용의 기능 저하로 인한 심혈관계 질환과 신경계, 호흡기계, 근, 골격기계 질환으로 이환하는 빈도가 증가되고 있으며, 노인의 만성 질환은 낮은 체력수준과 기능 제한을 동반하며 심폐기능의 저하와 근력 약화를 가져오고 있다(Park, Park, Lee, & Kim, 2018). 이러한, 노인의 심폐 체력의 감소는 노화에 따른 근육감소(sarcopenia)와 신체장애(physical disability)에 따라 광범위하게 영향을 미치며(Chien, Kuo, & Wu, 2010), 노인의 심폐 체력 감소로 인한 호흡기능 저하는 산소운반에 관련된 심혈관계 기능과 심박박 기능 저하와 흉벽 움직임과 전기적 활동의 감소로 직·간접적으로 심폐 기능에 영향을 받게 된다(Ferretti, Girardis, Moia & Antonutto, 1998). 또한, 노인의 호흡기계 약화는 폐렴과 같은 노인성 질환이 더해지면 신체 기능의 약화에 의해 일상생활활동 감소를 동반하게 되고, 유병률과 사망률은 증가하게 되는 것으로 보고되고 있다(Bellia et al., 2007). 이러한, 노인성 호흡기계 질환은 병리학적인 문제가 아니더라도 생리학적으로 호흡기계의 노화를 동반하며 폐 조직의 탄력요소(elastic elements)들은 퇴행되고, 폐포관(alveolar duct)과 세기관지(bronchiole)들은 확장되며, 실질조직(parenchymal tissue)과 가슴 벽(chest wall)의 움직임, 갈비 사이근 두께와 힘, 가스교환 표면적은 감소되며(Lalley, 2013) 가슴 벽의 경직 증가 그리고 호흡근의 근력을 감소시키는 것으로 보고되고 있다. 이러한, 원인은 가슴(chest)을 구성하는 뼈대계통(skeletal system)의 정렬상태와 가슴 벽의 순응도(chest wall compliance)역시 호흡기능과 중요한 연관성을 가지는 것으로 알려져 있으며(Dyer & Stockley, 2006 ; Penafortes et al, 2013), 일반적으로 노화(aging)와 함께 갈비우리(ribcage)를 구성하는 관절들과 결합조직들은 뻣뻣함이 증가하고(Neumann, 2010), 1초간 노력날숨폐활량(forced expiratory volume in 1 second: FEV1), 노력성 폐활량(forced vital capacity: FVC), 1초간 노력날숨폐활량의 노력성 폐활량에 대한 비율(FEV1/ FVC)

이 감소하게 되어(Burr et al, 1985) 노인의 호흡을 보다 어렵게 만드는 것으로 보고되고 있다.

노인의 연령증가로 인한 신체대사의 저하는 호흡기능 저하와 더불어 신경기능 이상 등과 같은 노인성 만성질환의 유병률을 높이는 원인으로 신경기능 이상의 대표적인 질환인 전정기능 이상이 그 하나이다(Chae, 2009). 전정기능 이상은 연령이 높을수록 유병률이 증가하며(Agrawal, Carey, Della Santina, Schubert, & Minor, 2009), 주증상은 어지럼증이다. 전정기능 이상은 대부분 일시적인 증상을 나타내는 경우가 많으나, 노인의 경우 전정기관의 퇴행성 변화와 더불어 다른 감각계 기능의 감소로 어지럼증에 대한 민감도가 높아 회복이 더딘 것으로 보고되고 있다(Dyer & Stockley, 2006; Hwang, 2007). 이러한, 전정기능이상 노인 환자는 정상 노인에 비해 2.5배 이상의 일상생활 수행 장애가 있으며, 주로 걷기, 목욕하기, 쇼핑, 집안 일 등의 활동수행에 있어 어려움을 보고 하였으며(Agrawal et al, 2009) 질환에 대한 치료 후 일상생활수행 시 신체적, 정서적 그리고 기능적인 면에서 호전을 보임에 따라(Bayat, et al., 2012; Gámiz & Lopez-Escamez, 2004), 치료 전, 전정기능이상으로 인한 증상이 일상생활수행에 어려움을 미치는 것을 짐작 할 수 있다. 전정기능 저하는 어지럼증이 가장 흔한 원인이며 전정재활 운동과 신체활동량증가를 통한 운동요법이 전정기능저하 어지럼증의 가장 효과적인 치료법으로 잘 알려져 있다(Hillier & McDonnell, 2011). 이러한, 노인성 신경계 질환의 대표적인 증상인 어지럼증의 치료는 1940년대 이후로 지금까지 전 세계적으로 노인성 어지럼증 환자의 치료적 목적으로 다양한 신체활동과 전정 재활운동 프로그램의 효과를 보고하고 있으며(Lee, 2010), 노인성 어지럼증의 치료와 예방적 목적에서의 접근방법으로 맞춤형 운동이 차지하는 비중은 대단히 크게 작용하는 것으로 보고되고 있다(Holstein et al, 2011). 이러한, 노인성 만성질환의 치료와 예방적 차원에서의 맞춤형 운동은 노인들이 지속적으로 참여할 수 있고, 신체적으로나 정신적으로 도움이 되는 운동방법으로 진행되어야 하며(Oh & Kim, 2015), 다양하게 보고되고 있는 노인의 맞춤형 운동 중 수중운동은 노인들을 위해 권장되는 운동 프로그램 중의 하나이다.

수중운동은 노화로 인한 노인들의 만성 질환을 보완하고, 노인들의 운동능력을 고려하여 신체에 무리를 주지 않으면서 근력과 관절가동범위를 동시에 증가시킬 수 있는 운동으로 권장되고 있으며(Lee, Chon, & Jeong, 2009), 부력과 수압, 저항과 수온을 이용하기 때문에 운동효과와 안정성이 어떤 운동종목보다 뛰어나고 지상운동에 비해 관절, 뼈, 건, 인대 및 근육에 적은 부하를 주는 것으로 신체적 기능이 약한 노인들에게는 매우 긍정적인 효과를 주는 운동방법이다(Yi, Lee, Lee, Han, & Kim, 2000). 이러한, 수중운동은 근육과 관절에 무리한 충격을 주지 않아 근골격계 기능 향상(Yázigi et al., 2013)과 유산소성 능력 및 유연성과 균형능력 향상에 많은 영향을 주는 것으로 보고(Park et al., 2018)하고 있으며, 물의 점성과 밀도의 특성으로 인한 저항은 근력과 관절가동범위의 향상으로 균형능력을 향상시켜 노인의 낙상 위험을 예방하는데 도움을 주는 것으로 보고하고 있다(Melzer, Elbar, Tsedek, & Oddsson, 2008). 또한, 단체 활동 중 하나로 신체적인 측면뿐만 아니라 긍정적인 신체상 확립과 노인성 우울증 및 고독감을 극복하고 뇌 기능을 개선하는 효과도 있다(Bherer, Erickson, & Liu-Ambrose, 2013).

이와 같이 노인의 연령증가에 따라서 일상생활 관련 체력과 신체내의 대사 작용의 저하는 만성 노인 질환의 발병률을 증가시키고 있으며, 그중 호흡기계 질환과 신경계질환 중 어지럼증 노인환자의 증가율이 높아지고 있다. 이렇듯 노인의 호흡기계 질환과 신경계질환 중 어지럼증의 개선을 위해 노인의 호흡과 관련된 운동요법과 신경계 개선을 위한 맞춤형 운동요법의 다양한 개발과 연구는 미국과 유럽에서는 활발하게 이루어지고 있으나 우리나라의 경우 기본적인 구성 요소들만 갖추고 있는 실정이다. 호흡운동과 신경계 개선을 위한 맞춤형 운동요법의 목적은 저하된 폐기능과 전정기능을 증진시키고 호흡곤란과 어지럼증을 감소시키고 운동능력과 일상생활 수행과 삶의 질 향상을 향상시켜 노인의 전반적인 호흡기능 상태와 전정기능상태 개선 등에 있다(Miyahara et al., 2000 ; Finnerty, Keeping, Bullough & Jones, 2001 ; Jaap et al., 1996). 그러나 아직까지 국내에서의 호흡운동은 주로 신경계손상환자를 대

상으로 기계적 호흡훈련에 관한 연구가 대부분이며 신경계 개선을 위한 맞춤형 운동요법은 부족한 실정이다. 또한, 호흡운동과 신경계 개선을 위한 맞춤형 운동요법의 목표가 질병으로부터 완전한 회복보다는 질병으로부터 초래되는 장애를 최소화시키고 예방하는데 있다는 점을 감안해 볼 때 증상감소나 기능적 상태를 증진시킬 수 있는 다양한 프로그램을 개발하여 적용하는 일이 무엇보다 중요하며 이와 관련된 지속적인 연구가 필요하다.

따라서 본 연구는 피드백호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동이 어지럼증 노인환자의 호흡능력과 균형능력 및 보행능력에 미치는 영향에 대해 연구함으로써, 노인의 연령증가로 인한 신체 기능의 저하와 노화로 초래되는 노인의 만성질환 중 호흡기계 질환과 신경계질환의 예방 및 관리의 필요성을 제시하고, 노인의 만성질환 평가를 위해 다양한 생리학적 요인들의 정확한 판정기준을 위해 여러 가지 변수를 고려한 많은 검사자료를 수집하는데 그 목적이 있다.

II. Methods

1. Institutional Review Board(IRB)

본 연구 수행에 앞서 연구자는 D지역 C대학교 기관생명윤리위원회로부터 본 연구의 안전성 심의를 받고 연구수행을 위한 사전 승인(승인번호 : 201910-SB-191-01)을 획득한 후 연구를 진행하였다.

2. Participant

본 연구는 2019년 10월부터 2020년 2월까지 C지역 N소재 노인복지회관 65세 이상 어지럼증 여성노인환자들을 대상으로 실시하였으며, 3개월 이상 어지럼증이 지속된 만성 어지럼증 확진환자들을 대상으로 선정하였다. 본 연구에 앞서 대상자들과 보호자들의 동의하에 병적 기록카드를 확인하였으며, 본 실험의 취지를 충분히 이해하고 실험에 대한 자발적인 참여의사를 가진 피험자 64명을 실험참여대상자로 최종 선정하였다. 본 연구의 실험참여 그룹선정은

무작위 배정방법을 이용하여 비 운동 대조그룹(CON: Control group/n=16)과 피드백 호흡 운동그룹(FREG: Feedback Respiration Exercise group/n=16), 수중 기능성 밸런스 운동그룹(AFEG: Aquatic Functional Exercise group/ n=16), 피드백 호흡 운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동그룹(FAEG: Feedback Respiration & Aquatic Functional Exercise group/ n=16) 으로 선정하였다. 네 그룹의 사전검사에 대한 동질성검사결과 유의한차이가 없는 것으로 나타났으며, 연구 참여 대상자들은 연구 참여 동의서를 작성 후 본 실험을 실시하였다. 피험자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

3. Exercise Program

본 연구의 운동 프로그램은 주 3회, 16주 동안 피드백 호흡운동 후 60분간 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램을 실시하였다. 피드백 호흡운동 프로그램은 FREG와 FAEG에 적용하였으며, 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램은 AFEG와 FAEG에 적용하였다.

1) Feedback Breathing Exercise Program

피드백 호흡 운동 프로그램은 C지역 N소재 노인복지회에서 이루어졌으며, McConell(2013)와 Sapienza et al., (2011)의 연구방법을 참고로 본 연구에 맞게 수정

보완하여 호흡교육, 호흡재교육 그리고 기구 및 횡격막 운동과 입술 오므리기 운동으로 구성하여 실시하였다. 피드백 호흡장비운동(호흡교육, 호흡재교육) 15분과 기구 및 횡격막 운동과 입술 오므리기 운동 15분을 결합하여 실시하였으며, 신경계 전문치료사가 운동치료를 30분간 실시한 후 15분 동안 침대에서 바로 앉은 자세로 휴식을 취하도록 유도하였다. 이는 기본적인 운동치료의 영향을 최소한으로 하여 호흡운동에 지장을 주지 않기 위해서이다. 피드백 호흡운동 장비 SPIRO TIGER® (Idiag AG, Volketswil, Switzerland)의 강도는 근지구력 개선을 목적으로 설정하였다. 저항(cmH₂O)은 1-9단계 <Table. 2> 중 대상자의 MIP(cmH₂O) 50-60 %에 해당하는 1-3단계에서 RPE 11-13(fairly light-somewhat hard)에 해당하는 회수로 설정하였다.

초기설정은 설정한 단계에서 10회 호흡/세트로 시작하여 점진적으로 증가시켜 최종 35회 호흡/세트로 실시하였다. 2주마다 강도를 재설정하였다. 구체적인 내용은 <Table 3>과 같이 구성하였다.

2) Aquatic Functional Balance Exercise Program

본 연구에서 사용한 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램은 하지 근골격계 질환과 신경계질환으로 인한 균형 능력과 보행능력의 기능성 회복 및 노인성 만성 질환으로 인한 행동수행체력의 기능 저하를 예방하기 위해 개발된 프로그램으로 기능성 보행 킷(Functional Gait

<Table 1> Physical characteristics of subjects

Items	Age (Years)	Height (Cm)	Weight (Kg)	BMI (kg/m ²)	Muscle Mass(kg)	Body Fat (%)	BMR (kcal)
CON (n=16)	70.64±3.66	156.59±3.03	63.04±7.90	27.86±3.46	38.92±4.98	24.67±5.56	1102.52±90.04
FREG (n=16)	72.12±3.48	154.66±5.84	60.70±6.65	26.94±4.14	38.58±4.33	24.82±5.03	1122.12±91.17
AFEG (n=16)	72.04±4.41	155.66±4.42	61.22±5.13	26.84±3.31	39.15±4.05	24.66±3.74	1137.50±110.69
FAEG (n=16)	71.62±3.84	156.62±5.02	62.71±5.59	27.24±4.33	38.88±4.62	24.96±5.62	1132.12±88.96
P	0.484	0.382	0.502	0.436	0.484	0.668	0.606

All data represent means ± standard deviation. CON, Control group; FREG, Feedback Respiration Exercise group; AFEG, Aquatic Functional Exercise group; FAEG: Feedback Respiration & Aquatic Functional Exercise group.

<Table 2> Feedback Breathing Exercise of Intensity

Model	Resistance(cmH2O)								
	1 stage	2 stage	3 stage	4 stage	5 stage	6 stage	7 stage	8 stage	9 stage
Intensity	10	20	30	40	50	60	70	80	90

<Table 3> Feedback Breathing Exercise Program for Exercise Group

Stage	Exercise program	Reps/Set	Intensity	Motion Frequency
1	· Respiratory Muscle Inspiration breathing exercise	·5-10reps/set	RPE 6-8	16 Week / Week 3 reps
	· Respiratory Muscle Expiration breathing exercise			
	· Respiratory Muscle Inspiration and Expiration breathing exercise			
2	· Respiratory Muscle Inspiration breathing exercise	·10-15reps/set	RPE 9-11	
	· Respiratory Muscle Expiration breathing exercise			
3	· Respiratory Muscle Inspiration and Expiration breathing exercise	·20-25reps/set	RPE 11-13	
	·Diaphragm muscle breathing exercise			

Exercise kit; 특허 2017-0083866)을 이용한 운동 방법이다. 본 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램은 ACSM (2010)에 제시되어 있는 운동 권장량을 준수하여 준비운동 10분, 본 운동 40분, 정리운동 10분으로 총 60분간 실시하였으며, 운동은 주 3회의 빈도로 16주간 적용하였다. 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램은 움직임의 범위 및 기능성 보행 킷의 높이와 횟수를 증가시키면서 운동 강도를 증가하는 점진적 운동부하 원리를 적용시키면서, 설정된 최대 운동 강도가 벗어나지 않도록 구성하였다. 구체적인 내용은 <Table 4>과 같이 구성하였다.

4. Measurements and Method

1) Kinematic Breathing Function Test

호흡능력 검사의 측정도구는 Cardio Touch 3000S (BIONET)을 이용하여 앉은 자세에서 실시하였다. 정확한 측정을 위하여 대상자가 이해할 수 있도록 충분한 설명과 시범을 보여준 다음 측정을 실시하였다. 호흡기능 측정은 흡기 예비용적(inspiratory reserve volume: IRV), 호기 예비용적(expiratory reserve volume: ERV), 안정 시 폐활량(slow or relaxed vital capacity: SVC), 노력성 폐활량(forced vital capacity: FVC)을 측정하였다. 각각의 검사는 3번 시행하여 얻은 각 측정치의 평균값을 기록하였다.

2) Balance Abilities Test

대상자들의 균형 능력 측정을 위해 Humac Norm Balance System(CSMI, MA, USA)을 이용하여 정적균형능력검사를 실시하였으며, 피험자들은 Humac Norm Balance System의 Center of Pressure 측정법과 Weigst Bearing 측정법으로 밸런스 능력을 측정하였다. 피험자는 밸런스 보드 위에 올라서서 스크린을 응시하며 원형중심의 중앙에 점멸되는 표지 등 방향에 밸런스 보드 위에서 압력을 가하며 균형을 잃지 않고 지속적으로 밸런스 능력을 측정하는 방법으로 중앙에 오래 지속적으로 중심을 잡고 서 있는 시간을 측정하여 그 결과 값으로 나타낸다.

3) Gait Abilities Test

보행 능력 검사는 환자의 보행 유형에 대한 양적인 보행 분석의 자료를 수집하기 위하여 Exbody 근골격계 보행 진단장비(Clinical Gait Analysis, 6100 RMT, Seoul, Korea)를 이용하여 시간적, 공간적 보행 능력을 측정하였다(McDonough & Jette., 2010; van Uden & Besser, 2004). 본 연구의 보행 능력 검사는 피험자를 보행 측정 장비 위에서 있도록 한 다음 검사자의 구두신호에 의해 가장 편안

<Table 4> Aquatic functional balance exercise program for exercise group

Type of Exercise	Exercise Program	Intensity			Motion Frequency
		1~5Week (reps/set/pad level)	6~10Week (reps/set/pad level)	11~16Week (reps/set/pad level)	
Warm-up (10 min)	Stretching				
	- Aquatic functional balance exercise kit walking	10/3/3	10/3/5	10/3/10	
Work-out (40min)	- Aquatic functional balance exercise kit jump	5/3/3	5/3/5	5/3/10	16 Week / Week 3 reps
	- Aquatic functional balance exercise kit up and down	10/3/3	RPE 8~9	10/3/10	
	- Aquatic functional balance exercise kit ROM Stretching	10/3/3	10/3/5	10/3/10	
	- Aquatic functional balance exercise kit squat	10/3/3	10/3/5	10/3/10	
Cool-down (10min)	Stretching				

한 보행 속도로 걷도록 하였으며, 신발은 피험자의 특성에 따라 편안한 신발을 사용하도록 하였다. 사전검사와 사후 검사는 동일한 조건으로 측정을 하였으며, 총 3회를 측정하여 평균값을 사용하였다.

5. Data Analysis

본 연구의 대상자 표본수는 G*power3.1.9.4 프로그램을 사용(4그룹, 효과크기=0.3, 유의수준 $\alpha=.05$, 검정력 $1-\beta=0.95$)하여 총 76명으로 산출되었으나, 중도 탈락자에 의하여 64명을 무작위 배정을 이용하여 그룹화 하였다.

본 연구의 측정된 모든 자료는 SPSS(Statistical Package for Predictive analysis software) PC 24.0 version 통계프로그램을 사용하여 모든 변인에 대한 평균(Mean) 및 표준편차(Standard deviation: SD)를 산출하였다. 그리고, 2시기(사전 및 사후)에 따른 4 집단 간 유의성 검증(2*4)은 Two-way RM ANOVA를 실시하였다. ANOVA 검사 후 집단 내 실험 전후의 시기 간 유의성 검증과 집단 간 유의성 검증은 Syntax을 이용하여 분석하였다. 이때, 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. Results

1. The Change of Kinematic Breathing Function

피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램을 적용한 후 호흡기능의 변화는 <Table 5>와 같다. 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램 전·후 이원반복측정변량분석 결과 IRV는 시기($F=8.307$, $p=.005$), 그룹($F=.247$, $p=.863$), 시기×그룹($F=2.315$, $p=.085$)로 시기에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 다변량 분석결과 FREG($p=.011$)와 FAEG($p=.007$)에서 통계적으로 유의하게 나타났다. ERV는 시기($F=5.830$, $p=.019$), 그룹($F=1.270$, $p=.293$), 시기×그룹($F=2.418$, $p=.074$)로 시기에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 다변량 분석결과 FAEG($p=.002$)에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 또한, SVC는 시기 ($F=8.978$, $p=.004$), 그룹($F=4.014$, $p=.011$), 시기×그룹($F=2.900$, $p=.042$)로 시기와 그룹, 시기×그룹 모두에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 다변량 분석결과 FREG($p=.007$)와 FAEG($p=.005$)에서 통계적으로 유의하게 나타났다. FVC는 시기 ($F=10.096$, $p=.002$), 그룹($F=4.308$, $p=.008$), 시기×그룹($F=4.411$, $p=.007$)로 시기와 그룹, 시기×그룹 모두

<Table 5> The changes of kinematic breathing function in groups after exercise program

Items	Group	Pre	Post	Source	F(p)	Post-hoc	
IRV	NEG(n=16)	1.52±0.14	1.51±0.11	T	8.307(.005)	A<D	
	FREG(n=16)	1.46±0.17	1.57±0.13*	G	0.247(.863)		
	AFEG(n=16)	1.53±0.23	1.55±0.18	G×T	2.351(.085)		
	FAEG(n=16)	1.50±0.17	1.62±0.16**				
ERV	NEG(n=16)	0.66±0.18	0.67±0.16	T	5.830(.019)	A<D	
	FREG(n=16)	0.65±0.16	0.69±0.13	G	1.270(.293)		
	AFEG(n=16)	0.66±0.16	0.65±0.12	G×T	2.428(.074)		
	FAEG(n=16)	0.69±0.13	0.78±0.05**				
SVC	NEG(n=16)	2.52±0.17	2.49±0.13	T	8.978(.004)	A<D	
	FREG(n=16)	2.51±0.19	2.65±0.17**	G	4.014(.011)		
	AFEG(n=16)	2.49±0.22	2.53±0.17	G×T	2.900(.042)		
	FAEG(n=16)	2.58±0.18	2.72±0.12**				
FVC	NEG(n=16)	2.23±0.09	2.21±0.09	T	10.096(.002)	A<D	
	FREG(n=16)	2.28±0.11	2.34±0.13**	G	4.308(.008)		
	AFEG(n=16)	2.30±0.16	2.31±0.08	G×T	4.411(.007)		
	FAEG(n=16)	2.28±0.16	2.38±0.09**				

A: NEG, Non Exercise group; B: FREG, Feedback Respiration Exercise group; C: AFEG, Aquatic Functional Exercise group; D: FAEG: Feedback Respiration & Aquatic Functional Exercise group. T: time, G: group, G×T: group×time.

에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 다변량 분석 결과 FREG(p=.009)와 FAEG(p=.001)에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

2. The Change of Balance Abilities

피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램을 적용한 후 균형능력의 변화는 <Table 6>과 같다. 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램 전·후 이원반복측정변량분석 결과 Up 은 시기(F=.974, p=.328), 그룹(F=3.833, p=.014), 시기×그룹(F=1.286, p=.288)로 그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 다변량 분석결과 모든 그룹에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. Down 은 시기(F=1.016, p=.317), 그룹(F=3.812, p=.014), 시기×그룹(F=1.341, p=.269)로 그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 다변량 분석결과 FAEG(p=.048)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. Left 는 시기(F=1.975, p=.165), 그룹(F=1.294, p=.285), 시기×그룹(F=2.058, p=.115)로 모든 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 다변

량 분석결과 모든 그룹에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. Right 는 시기(F=1.975, p=.165), 그룹(F=1.294, p=.285), 시기×그룹(F=2.058, p=.115)로 모든 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 다변량 분석결과 모든 그룹에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3. The Change of Gait Abilities

피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램을 적용한 후 보행능력의 변화는 <Table 7>과 같다. 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램 전·후 이원반복측정변량분석 결과 보행 속도는 시기(F=26.037, p=.001), 그룹(F=.427, p=.734), 시기×그룹(F=15.796, p=.001)로 시기와 시기×그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 다변량 분석결과 AFEG(p=.001)와 FAEG(p=.001)에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 분속수는 시기(F=7.685, p=.007), 그룹(F=.665, p=.577), 시기×그룹(F=1.819, p=.153)으로 시기에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 다변량 분석결과 FAEG(p=.003)에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

<Table 6> The changes of balance abilities in groups after exercise program

Items	Group	Pre	Post	Source	F(p)	Post-hoc
Up	NEG(n=16)	51.25±1.77	51.00±1.09	T	0.974(.328)	ns
	FREG(n=16)	50.06±2.52	50.19±2.07	G	3.833(.014)	
	AFEG(n=16)	51.77±1.15	51.56±0.96	G×T	1.286(.288)	
	FAEG(n=16)	49.37±2.36	50.00±2.06			
Down	NEG(n=16)	48.56±1.77	49.00±1.01	T	1.016(.317)	ns
	FREG(n=16)	49.93±2.51	49.81±2.07	G	3.812(.014)	
	AFEG(n=16)	48.56±1.15	48.43±0.96	G×T	1.134(.269)	
	FAEG(n=16)	50.62±2.36	50.00±2.06*			
Left	NEG(n=16)	51.81±2.40	50.81±0.65	T	1.975(.165)	ns
	FREG(n=16)	50.75±1.57	50.75±1.65	G	1.294(.285)	
	AFEG(n=16)	50.93±1.39	51.06±1.29	G×T	2.058(.115)	
	FAEG(n=16)	50.43±1.78	50.31±1.85			
Right	NEG(n=16)	48.19±2.40	49.18±1.66	T	1.975(.165)	ns
	FREG(n=16)	49.25±1.54	49.25±1.65	G	1.294(.285)	
	AFEG(n=16)	49.06±1.38	48.93±1.29	G×T	2.058(.115)	
	FAEG(n=16)	49.56±1.79	49.67±1.19			

A: NEG, Non Exercise group; B: FREG, Feedback Respiration Exercise group; C: AFEG, Aquatic Functional Exercise group; D: FAEG: Feedback Respiration & Aquatic Functional Exercise group. T: time, G: group, G×T: group×time.

<Table 7> The changes of gait abilities in groups after exercise program

Items	Group	Pre	Post	Source	F(p)	Post-hoc
velocity (cm/s)	NEG(n=16)	27.11±2.69	26.75±2.24	T	26.037(.001)	A<C,D
	FREG(n=16)	26.42±2.14	26.42±2.44	G	0.427(.734)	
	AFEG(n=16)	26.79±2.75	28.03±3.07***	G×T	15.796(.001)	
	FAEG(n=16)	25.38±3.00	28.30±2.29***			
cadence (steps/min)	NEG(n=16)	45.29±2.82	45.78±3.08	T	7.685(.007)	A<D
	FREG(n=16)	46.37±2.61	47.17±2.10	G	0.665(.577)	
	AFEG(n=16)	46.35±3.14	47.55±2.65	G×T	1.819(.153)	
	FAEG(n=16)	45.49±2.99	47.81±2.98**			
step length (cm)	NEG(n=16)	27.41±2.39	26.84±2.26	T	4.037(.049)	A,B<D
	FREG(n=16)	26.59±2.67	26.46±2.24	G	1.029(.386)	
	AFEG(n=16)	26.63±3.02	27.89±2.70*	G×T	3.907(.013)	
	FAEG(n=16)	27.21±2.57	28.71±2.34**			
stride length (cm)	NEG(n=16)	48.65±2.83	48.09±2.52	T	3.423(.048)	A,B<D
	FREG(n=16)	48.73±2.26	48.05±2.17	G	0.351(.789)	
	AFEG(n=16)	48.21±3.12	49.77±2.46*	G×T	4.920(.004)	
	FAEG(n=16)	47.98±3.02	50.00±2.76**			

A: NEG, Non Exercise group; B: FREG, Feedback Respiration Exercise group; C: AFEG, Aquatic Functional Exercise group; D: FAEG: Feedback Respiration & Aquatic Functional Exercise group. T: time, G: group, G×T: group×time.

또한, 보장은 시기($F=4.037$, $p=.049$), 그룹($F=1.029$, $p=.386$), 시기 $\times$ 그룹($F=3.907$, $p=.013$)으로 시기와 시기 $\times$ 그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 다변량 분석결과 AFEG($p=.017$)와 FAEG($p=.005$)에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 활보장은 시기($F=3.423$, $p=.069$), 그룹($F=.351$, $p=.789$), 시기 $\times$ 그룹($F=4.920$, $p=0.004$)로 시기 $\times$ 그룹에서 통계적으로 유의하게 나타났으며, 다변량 분석결과 AFEG($p=0.016$)와 FAEG($p=0.002$)에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

IV. Discussion

본 연구는 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동 프로그램이 어지럼증 여성 노인 환자의 호흡기능과 균형능력 및 보행능력에 미치는 영향을 비교 분석하였으며, 그 결과를 다음과 같이 논의하고자 한다.

우리나라 노인의 가장 흔한 질환 중의 하나인 어지럼증은 노인인구 10명 중 1명이 앓고 있는 노인성 만성 질환(Ministry of health and welfare, 2017)으로 노인들의 일상생활과 건전한 신체 활동을 저하시켜 근 골격계 기능 및 신경계 기능 이상을 유발하는 주원인이 되고 있다(McDonough & Jette, 2010; Øiestad, Juhl, Eitzen & Thorlund, 2015). 이러한, 신경계 기능 이상을 통한 근 골격계 기능 이상은 신체활동량 감소와 일상생활 체력 저하를 유발하여 노인의 일상생활에 악영향을 초래하고 있으며(Coste et al., 2019; Lee et al., 2016), 신체활동량 저하를 통한 신체기능에 대한 부정적인 영향은 일상생활 영위 자체에 대한 스트레스를 증가시켜(Carlesso, Sturgeon & Zautra, 2016; Kim et al., 2016) 노인의 삶의 질을 떨어트리는 원인으로 그 심각성은 매우 높은 것으로 보고되고 있다(Ministry of health and welfare, 2017). 또한, 어지럼증과 같은 신경계 기능 이상은 노인의 신체내의 대사 작용을 저하시켜 심혈관계질환과 호흡기계 질환의 유병률도 높이는 것으로 보고되고 있으며(Penafortes et al, 2013), 노인의 호흡기계 기능 저하는 폐렴과 같은 2차 호흡계 질환의 유병률을 높여 노인들의 심각한 건강악화를 유발하는 것으로 보고하고 있다(Bellia et al., 2007). 이에 본 연구는 노인의 하지

근골격계질환과 신경계질환의 기능개선을 위해 개발된 기능성 밸런스 보행 운동 장비를 수중에 설치하여 프로그램화 하였으며, 수중 기능성 밸런스 운동과 더불어 피드백 호흡운동을 통하여 노인의 호흡기능 향상을 도모하였다. 그 결과 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동이 어지럼증 노인의 호흡기능에 긍정적인 기능향상을 확인할 수 있었으며, 이는 수중운동과 전정재활운동을 통한 노인의 호흡능력을 향상시킨 Park 등 (2018)의 연구결과와 일치하고 있으나, 본 연구는 직접적인 호흡운동을 통한 효과로 그 결과는 서로 다른 의미를 가질 수도 있다. 하지만, 신체활동에 제한을 받는 뇌졸중 노인들을 대상으로 호흡근 강화운동의 효과를 규명한 선행연구(Lalley, 2013)와 정확히 일치하는 것으로 노인들을 대상으로 호흡운동의 효과는 더욱 효율적일 수 있다. 또한, 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동이 어지럼증 노인의 균형능력에서는 긍정적인 결과를 도출하지 못하였으나, 전체적인 결과값의 변화는 긍정적인 향상이 있었다. 이는, 규칙적이고 건전한 신체활동을 통한 만성 근골격계질환 노인 환자들의 신체균형 향상(Kwon et al., 2019; Lee & Kim, 2010)을 보고한 선행연구들과 같은 결과를 도출하였다고 볼 수 있다. 노인의 신체균형능력과 더불어 노인의 삶의 질을 평가하는 보행능력은 본 운동 프로그램을 통해 매우 긍정적인 향상을 도출하였으며, 이는 노인의 하지 근력강화를 통한 보행능력의 효율성을 검증한 Baek & Bang(2018)의 연구결과와 일치하는 것으로 노인의 근력변화와 신경계 협응성의 변화를 통한 보행 특성의 변화를 연구한 Park(2018)의 연구결과를 뒷받침하는 결과이다.

이와 같이, 어지럼증 증상을 보이는 노인들의 경우 신체적인 기능의 제한뿐 아니라 일상에서의 우울과 무기력 등으로 신체활동 자체에 어려움을 겪고 있기 때문에 운동 중재 시 운동지속이나 효율성의 측면에서 추가적인 고려가 필요하다. 본 연구에서 제시한 피드백호흡운동은 뇌 신경계 질환 노인 및 환자들의 호흡근 강화 운동방법으로 널리 사용되고 있으나, 정상 활동이 가능한 노인들의 대상으로 한 연구는 매우 미흡하지만 본 연구 결과와 같이 호흡기능 강화를 위한 노인들의 운동중재 시 긍정적인 방법으로 고려해 볼 수 있음을 뒷받침하고 있다. 또한, 노인의

근기능 강화를 통한 신체균형향상을 평가한 선행연구(Wang, Kwak & Kim, 2015)의 긍정적인 효과와 근골격계 기능과 신경계 기능향상을 통한 만성 노인성 질환 대상자의 보행기능향상을 보고한 선행연구(Park & Lee, 2017)는 노인의 신체활동 강화와 일상체력 향상의 목적을 제시하는 연구로 평가할 수 있으며, 본 연구의 수중 기능성 밸런스 운동은 노인들을 대상으로 수중 재활운동의 효과를 규명한 선행연구(Abd-El-Kader et al., 2018; Park et al., 2018; Park, 2018)의 연구결과를 뒷받침하고 있다.

V. Conclusion and Suggestions

1. Conclusion

본 연구는 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동이 어지럼증 여성노인환자의 호흡기능과 균형능력 및 보행능력에 미치는 영향을 규명하여, 신경계 기능 이상으로 인한 신체적 활동이 불편한 어지럼증 여성노인 환자를 위한 효과적이고 안전한 운동 프로그램 및 적용 방법 개발의 기초자료를 제공하고 노인 만성질환의 예방과 삶의 질 향상에 도움을 주고자 하였다. 이 연구를 통하여 얻어진 주요 결론은 다음과 같다.

첫째, 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동에 따른 호흡기능의 변화를 분석한 결과, 흡기 예비용적(IRV), 호기 예비용적(ERV), 안정 시 폐활량(SVC), 노력형 폐활량(FVC)에서 피드백 호흡운동 그룹(FREG)과 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동그룹(FAEG)에서 통계적으로 유의하게 향상된 것으로 나타났다.

둘째, 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동에 따른 균형능력의 앞, 뒤, 좌, 우 변화를 분석한 결과, 네 집단 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

셋째, 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동에 따른 보행기능의 보행속도, 분속수, 보장, 활보장의 변화를 분석한 결과, 수중 기능성 밸런스 운동그룹(AFEG)과 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동그룹(FAEG)에서 통계적으로

로 유의하게 향상된 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해보면, 피드백 호흡운동을 병행한 수중 기능성 밸런스 운동은 어지럼증 여성노인환자의 호흡기능과 보행능력에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

2. Suggestions

첫째, 현재까지 어지럼증의 병태생리적 기전이 명확하지 않으며, 증상 역시 복합적이기 때문에 보다 다양한 변인과 연구방법으로 지속적인 연구가 이루어질 필요가 있다.

둘째, 피드백 호흡운동과 수중 기능성 밸런스 운동 효과에 대한 연구들이 현재까지 종종 뇌기능 장애 환자들을 대상으로 진행된 연구로써 그 결과가 일관되지 않기 때문에 보다 다양한 대상, 다양한 운동 프로그램 등을 적용하여 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

References

- Abd-El-Kader, S. M., & Al-Shreef, F. M. (2018). Inflammatory Cytokines and Immune System Modulation by Aerobic Versus Resisted Exercise Training for Elderly. *Afr Health Sci*, 18(1), 120-131.
- Agrawal, Y., Carey, J. P., Della Santina, C. C., Schubert, M. C., & Minor, L. B. (2009). Disorders of Balance and Vestibular Function in US Adults. *Archives of Internal Medicine*, 169(10), 938-944.
- American College of Sports Medicine (2010). ACSM's New Preparticipation Health Screening Recommendations from ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, Ninth Edition. *Curr Sports Med Rep*, 12(4), 215-217.
- Back, H. W., Ko, I. J., & Bang, G. L. (2018). Derivation of the Elements for Children's Physical Interactive Sport Games. *Journal of Korea Game Society*, 18(5), 31-46.
- Bayat, A., Pourbakht, A., Saki, N., Zainun, Z., Nikakhlagh, S., & Mirmomeni, G. (2012). Vestibular Rehabilitation Outcomes in the Elderly

- with Chronic Vestibular Dysfunction. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 14(11), 705-708.
- Bellia, V., Pedone, C., Catalano, F., Zito, A., Davi, E., Palange, S., Forastiere, F., & Incalzi, R. A. (2007). Asthma in the Elderly : Mortality Rate and Associated Risk Factors for Mortality. *Chest*, 132(4), 1175-1182.
- Bherer, L., Erickson, K. I., & Liu-Ambrose, T. (2013). A Review of the Effects of Physical Activity and Exercise on Cognitive and Brain Functions in Older Adults. *J Aging Res*, 657508.
- Burr, M. L., Phillips, K. M., & Hurst, D. N. (1985). Lung Function in the Elderly. *Thorax*. 40, 54-65.
- Carlesso, L. C., Sturgeon, J. A. & Zautra, A. J. (2016). Exploring the Relationship Between Disease-Related Pain and Cortisol Levels in Women with Osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*, 24(12), 2048-2054.
- Chae, S. W. (2009). Research and Publication Ethics in Korean Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery. *Korean Journal of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 52(3), 204-206.
- Chien, M. Y., Kuo, H. K., & Wu, Y. T. (2010). Sarcopenia, Cardiopulmonary Fitness and Physical Disability in Community-Dwelling Elderly People. *Physical therapy*, 90(9), 1277-1287.
- Coste, N., Guiguet-Auclair, C., Gerbaud, L., Pereira, B., Berland, P., Gay, C. & Coudeyre, E. (2019). Perceived Barriers to and Facilitators of Physical Activity in People with Knee Osteoarthritis: Development of the Evaluation of the Perception of Physical Activity Questionnaire. *Ann Phys Rehabil Med*, 19, 301-313.
- Dyer, C. A., & Stockley, R. A. (2006). The Aging Lung. *Reviews in Clinical Gerontology*, 16(2), 99-111.
- Ferretti, G., Girardis, M., Moia, C., & Antonutto, G. (1998). Effects of Prolonged Bed Rest on Cardiovascular Oxygen Transport During Submaximal Exercise in Humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 78(5), 398-402.
- Finnerty, J. P., Keeping, I., Bullough, I., & Jones, J. (2001). The Effectiveness of Outpatient Pulmonary Rehabilitation in Chronic Lungdisease. *Chest*, 119(6), 1705-1710.
- Gámiz, M. J., & Lopez-Escamez, J. A. (2004). Health-Related Quality of Life in Patients Oversixty Years Old with Benign Paroxysmal Positional Vertigo. *Gerontology*, 50(2), 82-86.
- Hillier, S. L., & McDonnell, M. (2011). Vestibular Rehabilitation for Unilateral Peripheral Vestibular Dysfunction. *Clinical Otolaryngology*, 36(3), 248-249.
- Holstein, J. H., Becker, S. C., Fiedler, M., Scheuer, C., Garcia, P., Histing, T., Klein, M., Pohlemann, T., & Menger, M. D. (2011). Exercise Enhances Angiogenesis During Bone Defect Healing in Mice. *J Orthop Res*, 29(7), 1086-1092.
- Hwang, I. C. (2007). Comparison of Four Proton Pump Inhibitors for the Short-Term Treatment of Esophagitis in Elderly Patients. *Korean journal of Clinical Geriatrics*, 13(33), 4467-4472.
- Jaap, H., Strijbos, D. S., Postma, A., Richardvan, G., Fernando, K., & Gerard, H. (1996). A Comparison Between an Outpatients Hospital-Based Pulmonary Rehabilitation Program and a Home-care Pulmonary Rehabilitation Program in Patients with COPD. *Chest*, 109(2), 366-372.
- Kim, J. K., Moon, K. H., Lim, E. S., & Yu, J. H. (2016). A Study on IADL, Stress and Motivation on Healthy Lifestyle Among Elderly People with Arthritis. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 17(3), 209-217.
- Kwon, T. H., Park, J. M., An, M. J., & Lee, M. S. (2019). Effects of High Concentration Oxygen Water Intake on Seniorobic Exercise on Knee Joint Motions and Pain Variables in Elderly Women with Chronic Arthritis. *Korean Journal of Adapted Physical Activity*, 27(4), 157-170.
- Lalley, P. M. (2013). The Aging Respiratory System—Pulmonary Structure, Function and Neural Control. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 187(3), 199-210.
- Lee, D. K., Han, E. S., & Ryu, K. B. (2016). Effects of Exercise Intensity on EEG and Learning Ability. *The Journal of Korea elementary education*, 27(1), 253-267.
- Lee, J. H., & Kim, J. W. (2010). Effect of Physique and Physical Fitness on Regular Exercise Program for Fifth and Sixth Grade Elementary School Students. *The Korean Journal of the Elementary Physical Education*, 16(3), 125-134.
- Lee, J. K (2010). Bilateral Vestibulopathy. *Research in*

- Vestibular Science*, 9(2), 43-51.
- Lee, J. Y., Chon, S. C., & Jeong, M. K. (2009). The Effects of Types of the Aquatic Exercise Programs on Physical Fitness and Blood Lipid in Elderly Women. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 37, 821-828.
- McConnell, A. (2013). *Respiratory Muscle Training. Theory and Practice*. London: Churchill Livingstone Elsevier Ltd.
- McDonough, C. M. & Jette, A. M. (2010). The Contribution of Osteoarthritis to Functional Limitations and Disability. *Clinics in Geriatric Medicine*, 26(3), 387-399.
- Melzer, I., Elbar, O., Tsedek, I., & Oddsson, L. I. E. (2008). A Water-Based Training Program that Include Perturbation Exercises to Improve Stepping Responses in Older Adults: Study Protocol for a Randomized Controlled Cross-Overtrial. *BMC Geriatrics*, 8, 19-26.
- Ministry of health and welfare (2017). *2017 Elderly Fact-Finding Report*. 11-1352000-000672-12.
- Miyahara, N., Eda, R., Takeyama, H., Kunichika, N., Moriyama, M., Aoe, K., Kohara, H., Chikamori, K., Maeda, T., & Harada, M. (2000). Effects Ofshort-Term Pulmonary Rehabilitation on Exercise Capacityand Quality of Life in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Acta Med Okayama*, 54(4), 179-184.
- Neumann, D. A. (2010). Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation(2thed). *Mosby*, 10, 1128-1137.
- Oh, B. S., & Kim, T. S. (2015). Relationships Between Metabolic Syndrome Risk Factors, Visual Analogue Scale and Aquatic Exercise in Elderly Women. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 60, 707-718.
- Øiestad, B. E., Juhl, C. B., Eitzen, I. & Thorlund, J. B. (2015). Knee Extensor Muscle Weakness is a Risk Factor for Development of Knee Osteoarthritis. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Osteoarthritis Cartilage*, 23(2), 171-177.
- Park, H. S. (2018). The Effects of Aquatic Rehabilitation Exercise on the Pain, Body Composition and Extension Angle of Knee Joint in Obese Elderly Women with Degenerative Arthritis. *The Korea Journal of Sports Science*, 27(5), 1345-1354.
- Park, J. M., & Lee, S. K. (2017). Effects of Functional Gait Exercise on Balance Ability and Gait Ability in Female Elderly with Chronic Arthritis. *Exercise science*, 26(4), 281-287.
- Park, J. M., Park, S. K., Lee, K. S., & Kim, S. D. (2018). The Effects of Aquatic Exercise with Vestibular Rehabilitation Training on Kinematic Breathing Function and Balance Abilities and Dizziness in Older Patients with Dizziness. *Korean Journal of Adapted Physical Activity*, 26(2), 71-82.
- Penafortes, J., Guimarães, F., Moço, V., Almeida, V., Dias, R., & Lopes, A. (2013). Association Among Posture, Lung Function and Functional Capacity in Cystic Fibrosis. *Revista Portuguesa De Pneumologia(English Edition)*, 19(1), 1-6.
- Sapienza, C. M., Troche, M. S., Pitts, T., & Davenport, P. (2011). Respiratory Strength Training: Concept and Intervention Outcomes. *Semin Speech Lang*, 32(1), 21-30.
- van Uden, C. J., & Besser, M. P. (2004). Test-Retest Reliability of Temporal and Spatial Gait Characteristics Measured with an Instrumented Walkway System (GAITRite). *BMC Musculoskelet Disord*, 17, 5-13.
- Wang, C. M., Kwak, Y. S., & Kim, H. D. (2015). The Kinetic Analysis of Balance Capability and Lower Limbs Abductor for Tekwondo Poomsae Player's. *Journal of coaching development*, 17(2), 117-126.
- Yázigi, F., Espanha, M., Vieira, F., Messier, S. P., Monteiro, C., & Veloso, A. P. (2013). The PICO Project: Aquatic Exercise for Knee Osteoarthritis in Overweight and Obese Individuals. *BMC Musculoskelet Disord*, 14, 320-333.
- Yi, K. O., Lee, G. W., Lee, Y. C., Han, H. W., & Kim, H. E. (2000).□The Effects of Aquarobics Exercise on Women's Physique, Physical□Fitness and Body Composition.□*The Korean Journal of Physical Education*, 39, 436-444.

[저자의 소속과 직위]

박정민 : 충남대학교, 교수, 제1저자

박찬대 : 호원대학교, 교수, 교신저자