EXERCISE SCIENCE 운동과학
Vol.32, No. 1, February 2023: 33-40
https://doi.org/10.15857/ksep.2023.32.1.33
ISSN(Print) : 1226-1726
ISSN(Online) : 2384-0544
ORIGINAL ARTICLE

아쿠아바이크 운동이 비만 여성 노인의 보행능력과 심폐 및 낙상 관련 체력에 미치는 영향

이채빈[1,2] PhD, 백성수[2] PhD

[1]한국리더스스포츠협회, [2]상명대학교 운동재활연구소

Effects of Aquabike Exercise on Gait Ability, Cardiovascular and Fall-related Fitness in Older Women with Obesity

Chae-Bin Lee[1,2] PhD, Seung-Soo Baek[2] PhD

[1]Korea Leaders Sport Association, Seoul; [2]Exercise Rehabilitation Research Institute, Sangmyung University, Seoul, Korea

PURPOSE: This study aimed to verify the effects of aquabike exercise on the gait ability and cardiorespiratory and fall-related fitness of older women with obesity.

METHODS: The participants were divided into 65–74 years old and 75–82 years old groups. Verified cardiorespiratory fitness and physical changes were compared between the groups. The aquabike exercise used in this study was a combination of water exercise and a fixed bicycle on the ground. A 50-min aquabike exercise was performed three times weekly for 12 weeks.

RESULTS: Our study's results revealed that cardiorespiratory fitness did not show any significant changes between the groups × period of forced expiratory volume, maximum 80% exercise duration, maximum heart rate, and pedals per minute. The number of revolutions increased significantly after the exercise. In relation to gait, there was no significant change between the group × period of time required for walking 6 m and the number of steps, whereas the time required and the number of steps required to walk for 6 m within the groups significantly decreased after exercise. There were no significant changes between the groups × period in 3-m round-trip, five chair-standing, 30-s chair-standing, and relative grip strength of fall-related physical variables; however, the time required to walk a 3-m round-trip and five chair-to-stand within the groups decreased after aquabike exercise.

CONCLUSIONS: Aquabike exercise is an effective mediation strategy for older women with obesity, as it is an exercise method that maintains a vibrant life in older age groups as well as walking ability by improving cardiopulmonary and fall-related physical strength.

Key words: Cardiorespiratory fitness, Walking ability, Fall-related fitness, Obese elderly women, Aquabike exercise

서 론

최근 통계청 자료에 따르면 국내 전체 인구의 고령 인구비율은 16.8%이며, 2030년에는 24.3%에 이르러 고령화는 가속화될 것으로 나타났다[1]. 고령화에 따른 평균수명이 연장되면서 노년기는 넓은 연령 범위를 가지게 되며, 노인층을 한 집단으로 분류하는 것은 연령 변화에 따른 노인의 욕구나 문제의 변화를 간과하게 할 뿐만 아니라 여러 가지 사회 정책이나 복지, 실천과정에서의 오류나 위험성을 가질 수 있을 것이다. 특히 2038년부터는 75세 이상의 노인 인구가 65-74세 인구보다 증가되며[2], 선행 연구에 따르면 노년기 신체 건강은 75세 이후에 악화되는 것

Corresponding author: Seung-Soo Baek **Tel** +82-2-2287-5153 **Fax** +82-2-2287-0075 **E-mail** ssoop@smu.ac.kr
*This work was supported by Sangmyung University 2021 research grant.
†본 연구는 제1저자의 박사학위논문에서 발췌 정리하였음.
Keywords 심폐체력, 보행능력, 비만, 여성노인, 아쿠아바이크
Received 28 Nov 2022 **Revised** 3 Jan 2023 **Accepted** 6 Jan 2023

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

으로 보고되고 있다[3].

노인의 비만율은 남성이 36%, 여성이 64%이며, 특히 여성 노인은 근감소를 동반한 비만 위험이 남성 노인보다 높은 것으로 나타나 여성 노인의 비만에 대한 예방이 더 절실하다[4]. 근감소를 동반하는 노인 비만은 심혈관계의 기능 저하와 연관되며, 주요 체력 요소인 심폐체력의 저하로 이어져 각종 신체기능 장애의 위험성을 증가시킨다[5]. 또한 심폐체력은 낙상, 보행 및 우울증뿐만 아니라 치매와 주요한 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다[6]. 심폐체력은 노인에게 있어 매우 중요한 요인으로 강조되고 있지만, 비만 여성 노인의 체중감소와 심폐 체력 향상을 위한 지상에서의 유산소 운동은 관절에 가해지는 압력의 증가로 인해 신체적 부상이나 통증 및 낙상 위험이 증가되어 운동 참여를 방해하는 요인이 될 수도 있다. 따라서 비만 노인의 운동 참여를 위해 부작용은 최소화하고, 운동의 효과를 증진시킬 수 있는 중재방법이 요구된다.

체중 부하가 적은 수중 운동은 노인과 근골격계 환자에게 매우 효과적인 운동 방법으로 추천되고 있다[7]. 특히 수중 운동은 비만 노인에게 낙상의 위험 없이 안전하게 운동할 수 있는 저 충격, 저 체중 부하 환경을 제공함으로써 수압으로 인한 혈류의 개선, 유기화학 물질의 소멸, 활동 근육의 이완 등의 장점이 있다[8]. 수중 운동은 운동의 지루함과 피곤함에서 벗어나 즐겁게 연습할 수 있어 지역사회 현장에서 매우 많이 활용되고 있다[9].

수중 운동 방법 중, 수중에서 자전거를 활용한 아쿠아바이크 운동은 무릎 관절의 가동성 확보와 통증 및 부종 해소에 효과적이며[10], 하지 근력의 향상뿐만 아니라 심폐체력 증진에 매우 효과적인 것으로 나타났다[11]. 또한 아쿠아바이크 운동은 지상에서의 자전거 운동보다 에너지 소모가 더 높으며[12], 수중에서 신체의 정렬을 유지하기 위해 코어(core)근육을 보다 활성화시키는 것으로 보고하였다[13]. 최근 노인을 대상으로 수중에서의 고강도 유산소 운동을 중재한 연구는 매우 부족하며, 특히 국내에서 아쿠아바이크의 효과를 검증한 연구는 보고되어 있지 않은 실정이다. 본 연구는 여성 노년층의 연령대별 운동 중재에 대한 반응 및 적응 차이를 규명하고, 상대적으로 더 고령인 여성 노인에게 고강도 운동이 가능한 아쿠아바이크를 통한 운동중재의 효과가 있음을 확인하기 위함이다. 따라서 본 연구의 목적은 아쿠아바이크를 이용한 고강도 수중운동이 비만 여성 노인의 신체조성, 심폐 체력, 보행, 낙상 등 신체적 기능에 미치는 영향을 검증하는 것이다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 여성 노인에게 아쿠아바이크 운동 중재에 따른 효과를 검증하기 위해 S시 G구에 거주하는 여성 노인 중 K스포츠센터 수중운동 강습에 참가하며 대한비만학회의 비만 기준에 따라 신체질량지수는 25 kg/m^2 이상, 허리둘레는 85 cm 이상인 자를 연구 대상자로 하였다. 연구 참여자 중 자전거 페달을 돌리기 어려운 자, 주 3회 규칙적인 운동 참여가 어려운 자, 그리고 조절되지 않는 대사 및 심장질환자 등 본 연구의 운동 프로그램에 참여할 수 없는 자는 제외하였다. 최종적으로 연구 대상자는 연구 목적과 절차에 관하여 상세한 설명을 들은 후 자발적으로 동의한 자 15명을 연구 대상자로 선정하였으며, 참가자의 생물학적 나이에 따라 65-74세(7명)와 75-82세(8명) 집단으로 구분하였다. 연구 대상자의 특징은 Table 1과 같다.

2. 실험방법 및 절차

본 연구의 대상자는 BMI 25 kg/m^{2}이상을 가진 비만 여성 노인 15명이다. 대상자의 연령에 따라 65-74세는 Young-old 그룹, 75-82세는 Old-old 그룹으로 나누어 실험을 진행하였다. 두 집단은 동일한 운동 프로그램을 진행하였으며, 12주의 아쿠아바이크 운동 프로그램 참여에 따른 효과를 검증하기 위해 신체조성, 심폐 체력, 보행, 낙상 관련 체력을 프로그램 사전·사후에 측정하였다. 모든 대상자는 검사 수행에 편리하고 쾌적한 복장을 갖추고, 식사 4시간 후 동일 시간대와 장소에서 측정을 수행하였다. 코로나 펜데믹을 고려하여 모든 측정은 개별적으로 전화 예약 후, 방문으로 동선이 겹치지 않게 하였으며, 검사장 도착하여 10분간 휴식을 취한 뒤, 충분한 준비운동과 함께 진행하였다. 검사 및 기록은 현장에서 프로그램을 진행하는 아쿠아바이크 강사가 전문 교육을 이수한 후 직접 측정하였다.

1) 신체조성 및 계측

체중, 체지방량, 골격근량 등 신체조성을 확인하기 위해 생체전기저항분석(Bioelectrical impedance analysis) 기기(Inbody 720, Biospace, Korea)를 활용하였다. 모든 대상자는 측정 전 4시간 동안 음료를 금하였으며, 금속 물질 착용을 제한 후 가벼운 복장으로 기기 위에 올라가 양손

Table 1. Baseline Characteristics of participants

Variable	Young-old group (n=7)	Old-old group (n=8)	*p* value
Age (yr)	68.4±3.4	79.2±2.9	<.001
Body mass (kg)	61.4±6.0	60.2±3.7	.463
Height (cm)	153.4±9.1	148.3±5.5	.189
BMI (kg/m^2)	26.1±2.1	27.5±3.1	.779
Fat free mass (kg)	20.4±3.1	19.6±2.1	.536
Body fat mass (kg)	23.2±3.9	23.1±5.3	.779
WHR	0.95±0.1	0.96±0.1	.867
SBP (mm Hg)	127.8±16.1	125.0±15.2	.755
DBP (mm Hg)	76.3±11.8	77.8±7.0	.852
RHR (count/min)	77.7±9.3	77.3±3.5	.867

Values are means and SD.
BMI, body mass index; WHR, waist hip ratio; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; RHR, resting heart rate.

과 양 발을 전극에 밀착시킨 후 약 2분간 측정하였다. 신장은 자동 신창 측정기(BSM 370, Japan)를 활용하여 신체질량지수를 체중(kg)/신장(m^2)으로 제시하였다. 또한 허리 둘레는 줄자(SECA 203, German)를 활용하여 똑바로 선 상태에서 갈비뼈의 가장 아래부터 엉치뼈의 가장 위쪽 사이의 가운데 지점을 측정하였으며, 엉덩이 둘레는 시상면에서 보았을 때 가장 두꺼운 부위를 0.1 cm 단위까지 측정하였다.

2) 심폐 체력

심폐 체력은 강제호기량과 심박수를 측정하였다. 강제 호기량(forced expiratory volume in 1 second, FEV_1)은 peak flow meter (clement clarkeint, England)를 활용하여 검사하였다. 모든 대상자는 똑바로 선 상태에서 최대 흡기 후 바람이 세지 않게 기기의 마우스 피스를 지그시 물고 숨을 가능한 빠르고 강하게 불어 냈다. 숙련된 검사자에 의해 3회 측정 시도 후 가장 높은 값을 기록하였다. 또한 개인의 심박수는 블루투스로 연동된 휴대용 심박계(Polar OH1, USA)를 활용하여 실시간으로 관찰되었다. 최대 심박수 80% 유지 시간은 Polar OH1 기종과 Team Polar Application을 활용하여 연구대상자의 운동량을 매번 실시간 모니터링하여, 운동기록을 저장하여 분석하였다.

3) 보행 능력

보행 능력은 6미터의 거리를 걷는 동안 걸음 수와 시간을 측정하였다. 정확한 측정을 위해 6미터의 거리의 시작점 및 끝지점을 표기하였으며, 모든 대상자는 출발 신호와 함께 자연스러운 보행으로 2회 보행을 실시하였다. 보폭에 따른 걸음 수와 속도를 측정하였으며, 비디오 촬영을 통해 정확한 걸음 수를 계산하였으며, 보행 속도는 초시계를 이용하여 측정하였다.

4) 낙상 관련 체력

낙상 관련 체력은 악력, 3미터 왕복 걷기, 30초 동안 의자에 앉았다 일어서기, 스텝 테스트, 그리고 5회 의자에서 일어서기 순서로 검사를 실시하였다. 3미터 왕복 걷기는 팔걸이가 없는 의자에 앉은 자세에서 출발 신호와 함께 일어나 3미터를 걷고 다시 제자리로 돌아와 앉는 시간을 측정하였다. 연구자의 시범과 주의사항을 설명한 후 2회 실시하여 좋은 기록을 채택하였다. 5회 의자에서 일어서기는 대상자가 무릎 높이의 의자에 앉아 양손을 교차하여 가슴에 올린 후 가능한 빨리 5회의 앉고, 일어서기를 반복하도록 하였다. 5회 동안의 소요 시간을 측정하였다. 스텝 테스트의 경우 7.5 cm 스텝 박스 아래 서서 아무런 보조 없이 15초 동안 스텝 박스를 가볍게 터치하도록 하였으며, 총 스텝 수를 기록하였다. 악력은 디지털 악력계(T.K.K 5401, Japan)을 활용하여 우세손의 악력을 3회 측정 후 최대치를 0.1 kg 단위로 기록하였으며, 개인의 체중을 보정하여 상대 악력 값을 활용하였다.

3. 아쿠아바이크 운동프로그램

2014 american college of sports medicine (ACSM)의 고령자를 위한 유산소 운동 지침[14]을 기반으로 12주의 아쿠아바이크 프로그램을 구성하여 주 3회의 운동 중재를 실시하였다. 회당 운동은 50분으로 구성되어 있으며, 20분 동안은 모든 대상자가 최대심박수의 80% 이상에 해당하는 고강도를 유지하도록 하였다. 페달 운동은 1분 Harder pedaling과 1분 Easy pedaling을 1세트(set)로 20분 동안 총 10세트(set)를 실시하는 인터벌 운동을 실시하였다. 단계별로 매월 첫 주 개별로 1분 rpm 측정 후 그 페달링 수를 80-90% 유지하도록 실시하였다. 대상자들에게 운동 강도에 따른 구역별 색상 설명으로 본인의 노력을 직접 확인하며 목표 심박수에 도달할 수 있도록 독려하였다. 매 세트 실행 후 개인의 페달 수를 기록하고 이를 일일, 주간, 월간 평균값으로 기록하여 1단계, 2단계, 3단계로 나누어 기록하고 12주 동안 변화하는 페달 수를 데이터화 하였다. 아쿠아바이크 기구 이용 시 안전을 위하여 안전 공간을 확보하였으며, 고강도 운동으로 발생될 수 있는 위험에 대비하여 충분한 준비운동과 정리운동을 실시하였다. 본 연구의 진행을 위하여 아쿠아바이크는 중앙에 저항 핀이 장착된 모델인 하이드로라이더 아쿠아바이크 프로패셔널(Hydrorider aquabike proffesional, Italy)을 활용하였다. 아쿠아바이크는 본인 신체에 맞게 안장 높이와 핸들의 위치를 조절하였으며, 바이크의 저항 핀 길이는 3단계로 통일시켜 모두에게 동일한 저항으로 운동 프로그램 적용하였다. 또한 사전에 분당 페달 수(Repeated Per Minute, RPM) 테스트를 통하여 최대 RPM을 기록하였다. 모든 운동 프로그램의 진행과 기록은 사단법인 한국리더스스포츠협회의 아쿠아바이크 강사과정을 이수한 강사 4명이 담당하였다. 구체적인 아쿠아바이크 운동 프로그램은 Table 2와 같다.

4. 자료 처리

본 연구의 데이터는 IBM SPSS ver. 26 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 모든 자료는 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)로 제시하였다. Mann-Whitney U test를 실행하여 집단 간 대상자의 특성을 비교하였으며, 아쿠아바이크 운동 프로그램 중재의 집단 간 상호작용 효과 검증을 위하여 이원 반복측정 분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 하였다. 집단 내 시기 간 변화를 확인하기 위해 Wilcoxon의 부호-서열 검증(signed-rank test)을 실행하였다. 모든 통계적 유의수준 $\alpha = 0.05$로 설정하였다.

연구 결과

1. 연령에 따른 대상자의 기본적 특성

연구 대상자의 기본적 특성은 Table 1과 같다. Young-old와 Old-old 그룹의 평균 연령은 각각 68.4 ± 3.4세, 79.2 ± 2.9세로 통계적으로 유의한

Table 2. Aquabike exercise program

	Exercise program	Time	Intensity	Frequency
Warm-up	Thermal warm-up	10 min	HRmax 50-60%	3 times/wk
	Bike set up	5 min		
Interval training	Aqua-bike pedaling	20 min	HRmax 80-90%	
	Harder pedaling†			
	Easy pedaling‡			
Cool-down	Out of bike	5 min		
	Stretching	10 min	HRmax 50-60%	

†Harder pedaling: HRmax 80-100%; ‡Easy pedaling: easy pace.

Table 3. Aquabike exercise-mediated differences in body composition

	Young-old group (n=7)		Old-old group (n=8)		Interaction (*p*)
	Pre	Post	Pre	Post	
BMI (kg/m^2)	26.1±2.1	25.2±1.8*	27.5±3.1	26.9±3.1*	.133
BFM (kg)	23.2±3.9	21.3±3.0*	23.1±5.3	19.9±1.8	.610
SMM (kg)	20.4±3.1	20.6±3.2	19.6±2.1	19.9±1.8	.716
FFM (kg)	37.6±4.9	39.1±5.8	36.2±3.3	38.2±3.5*	.551
WHR	0.95±0.1	0.86±0.0	0.96±0.1	0.87±0.0	.934

Values are means and SD.
BMI, body mass index; BFM, body fat mass; SMM, skeletal muscle mass; FFM, fat free mass; WHR, waist hip ratio.
*p<.05 pre vs. post within the group.

Table 4. Aquabike exercise-mediated differences in cardiorespiratory fitness

	Young-old group (n=7)		Old-old group (n=8)		Interaction (*p*)
	Pre	Post	Pre	Post	
HRmax (%)	82.2±7.8	89.1±7.4*	69.3±6.0	77.5±9.6*	.651
FEV_1 (mL)	291.2±42.3	343.5±57.4*	233.7±36.2	299.3±44.7*	.586
HRmax 80% (sec)	241.1±319.5	601.5±378.4*	1.1±3.1	676.0±582.5*	.199
RPM (count)	57.4±7.1	68.1±6.1*	45.6±7.1	58.1±9.4*	.567

Values are means and SD.
HRmax(%), maximum heart rate; FEV_1, forced expiratory volume in 1 second; RPM, repeated pedalling minute.
*p<.05 pre vs. post within the group.

차이를 보였다(p<.001). 반면에 신체조성과 허리둘레, 엉덩이-허리둘레 비율, 혈압, 그리고 안정 시 심박수는 그룹에 따른 차이가 발생되지 않았다.

2. 아쿠아바이크 운동 중재에 따른 신체조성의 변화

아쿠아바이크 운동 중재에 따른 신체조성 및 계측의 변화의 결과는 Table 3에 제시하였다. 신체조성 및 계측의 변화를 확인한 결과 모든 변인에서 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 반면에 Young-old 그룹의 운동 중재에 따른 집단 내 변화는 BMI 26.1±2.1에서 25.2±1.8로 감소하였고, 체지방량은 23.2±3.9 kg에서 21.3±3.0 kg으로 감소하여 통계적인 유의한 차이를 보였다(p<.05). 또한 Old-Old 그룹의 경우 BMI 27.5±3.1에서 26.9±3.1로 감소하였으며, 제지방량은 36.2±3.3 kg에서 38.2±3.5 kg으로 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다(p<.05)

3. 아쿠아바이크 운동 중재에 따른 심폐 체력 변인의 변화

아쿠아바이크 운동 중재에 따른 심폐체력 관련 변인의 변화는 Table 4에 제시하였다. 심폐체력 관련 변인 최대심박수, 강제 호기량, 최대심박수의 80% 유지 시간, 그리고 분당 페달링 수 모두에서 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 반면에 Young-Old 그룹은 최대심박수는 82.2±7.8%에서 89.1±7.4%로 증가, 강제 호기량은 291.2±42.3 mL에서 343.5±57.4 mL로 증가, 최대심박수 80% 유지 시간은 241.1±31.9초에서 601.5±378.4초로 증가, 분당 페달링 수는 57.4±7.1회에서 68.1±6.1회로 모두 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다(p<.05). 또한 Old-Old 그룹에서도 최대심박수는 69.3±6.0%에서 77.5±9.6%으로 증가, 강제 호기량은 233.7±36.2 mL에서 299.3±44.7 mL로 증가, 최대심박수 80% 유지 시간은 1.1±3.1초에서 676.0±582.5초로 증가, 분당 페달링 수는 45.6±7.1회에서 58.1±9.4회로 증가하여 모두 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다(p<.05).

Table 5. Aquabike exercise-mediated differences in gait ability

	Young-old group (n=7)		Old-old group (n=8)		Interaction (*p*)
	Pre	Post	Pre	Post	
6 m gait (sec)	5.0±0.6	4.0±0.5*	6.3±0.6	5.5±0.9*	.525
6 m gait (steps)	9.7±1.1	8.4±0.8*	12.4±1.1	11.5±0.7*	.309

Values are means and SD.
*p<.05 pre vs. post within the group.

Table 6. Aquabike exercise-mediated differences in fall-related fitness

	Young-old group (n=7)		Old-old group (n=8)		Interaction (*p*)
	Pre	Post	Pre	Post	
TUG (sec)	8.5±1.9	6.5±1.1*	10.8±1.4	9.1±1.6*	.734
CST (count)	18.5±5.2	25.2±8.9*	13.6±1.9	19.7±4.0*	.787
5XSST (sec)	10.0±3.5	6.3±2.9*	12.2±1.6	7.1±2.0*	.438
Step test (count)	21.7±6.3	28.5±6.0*	14.3±2.6	21.8±3.0*	.710
Grip strength (kg)	32.6±6.3	37.9±7.8*	28.7±6.8	33.8±5.5*	.970

Values are means and SD.
TUG, time up and go; CST, chair sit test; 5Xsst, repetition sit to stand.
*p<.05 pre vs. post within the group.

4. 아쿠아바이크 운동 중재에 따른 보행능력의 변화

아쿠아바이크 운동 중재에 따른 보행능력의 변화는 Table 5에 제시하였다. 6 m 보행 시간과 걸음 수 모두 그룹과 시기간 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 반면에 Young-old 그룹의 6 m 보행 시간은 5.0±0.6초에서 4.0±0.5로 감소하였으며, 걸음 수는 9.7±1.1 걸음에서 8.4±0.8 걸음으로 줄어들어 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05). 또한 Old-Old 그룹에서도 보행 시간은 6.3±0.6초에서 5.5±0.9초로 감소하였고, 걸음 수는 12.4±1.1 걸음에서 11.5±0.7 걸음으로 줄어들어 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다(p<.05).

5. 아쿠아바이크 운동 중재에 따른 낙상 관련 체력 변인의 변화

아쿠아바이크 운동 중재에 따른 낙상 관련 체력 변인의 변화는 Table 6에 제시하였다. 3 m 왕복 걷기, 30초 동안 의자에 앉고 서기, 5회 의자에 앉고 서기, 스텝 테스트, 그리고 악력 모두에서 그룹과 시기 간 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 반면에 Young-old 그룹의 3 m 왕복 걷기는 8.5±1.9초에서 6.5±1.1초로 감소, 30초 동안 의자에 앉고 서기는 18.5±5.2회에서 25.2±8.9회로 증가, 5회 의자에 앉고 서기는 10.0±3.5초에서 6.3±2.9초로 감소, 스텝 테스트는 21.7±6.3회에서 28.5±6.0회로 증가, 악력은 32.6±6.3 kg에서 37.9±7.8 kg으로 증가하여 모두 통계적으로 유의한 변화를 나타냈다(p<.05). 또한 Old-Old 그룹에서 3 m 왕복 걷기는 10.8±1.4초에서 9.1±1.6초로 감소, 30초 동안 의자에 앉고 서기는 13.6±1.9회에서 19.7±4.0회로 증가, 5회 의자에 앉고 서기는 12.2±1.6초에서 7.1±2.0초로 감소, 스텝 테스트는 14.3±2.6회에서 21.8±3.0회로 증가, 악력은 28.7±6.8 kg에서 33.8±5.5 kg으로 증가하여 모두 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다(p<.05).

논 의

본 연구에서 12주간의 아쿠아바이크 운동은 Young-old 그룹의 비만 여성 노인과 Old-old 그룹의 비만 여성 노인 모두에서 신체조성을 개선시켰다. 수중에서 아쿠아바이크를 중강도와 고강도운동을 통해 심폐체력과 보행능력 및 낙상관련 체력의 향상이 두 집단에서 확인할 수 있었다. 하지만, 시기에 따른 집단 간 차이는 검증되지 않았고, 아쿠아바이크 운동을 실시하지 않는 집단 없이 비만 여성 노인의 연령별 운동중재 효과 차이를 규명한 것에 연구 제한점이 있다.

골격근량 저하와 복부 비만은 심폐 체력이 감소하는 원인이 되고, 결국 심혈관 및 대사질환에 노출될 위험 증가[15]로 이어지며, 정신 질환 유병률 증가 등 조기 사망의 주요 요인이 된다[16]. 고강도 운동이 중강도 운동보다 복부지방 감소와 심혈관 기능 향상에 더욱 효율적이라고 보고하였다[17,18]. 본 연구의 아쿠아바이크를 이용한 고강도 운동중재에서도 비만 여성 노인의 체질량지수와 체지방 감소, 그리고 제지방율 증가를 보여주었다. 운동 강도는 신체조성을 조절하는 데 중요한 요소이며, 아쿠아바이크 운동은 65-74세와 75-82세 집단 모두에서 신체조성의 긍정적인 변화와 비만 감퇴에 효과적이라고 사료된다. 비만 환자를 대상으로 지중해식 식단과 아쿠아바이크 운동을 병행하여 체력 향상과 체성분, 심장 대사 변수에 효과적임을 밝혔다[19]. 본 연구의 일부 참가자는 평소보다 힘든 운동 후 느껴지는 피로감으로 보양식을 찾는 횟수가 많았다. 노인들은 노화로 인한 신체적 기능 저하를 약물 복용

이나 보양식으로 해결하려는 경향이 크므로 추후 연구에는 노인 비만 관리를 위한 식이요법을 병행하는 연구가 효과적인 중재전략이 될 것으로 사료 된다.

노인의 심폐 체력 증가는 허약(frailty) 발생 감소, 독립적인 일상생활 수행능력 향상, 질병에 걸릴 확률과 낙상 경험 감소, 인지장애와 우울 등의 정신질환에 노출 위험이 감소하는 것으로 보고하였다[20]. 12주 복합운동을 65-74세와 75-82세 집단에 실행한 선행 연구에서 75-82세에서 심폐 체력의 변화를 보이지 않았다[21]. 수중에서 빠른 속도 페달링은 고강도 운동을 가능하게 해주었고, 결국 하지 근력 증가와 심폐체력 향상을 가능하게 했을 것으로 판단된다. 근력 향상이 고강도 심폐운동에 긍정적인 영향을 미치는 요인이며[22], 심폐 체력증진은 근육량과 기능적 개선을 유도함으로써 노화로 인한 근 위축을 예방하고[23], 활동에너지 소모량 증진을 통한 기초 대사량 증가와 비만 예방에 긍정적인 효과를 유발할 수 있다[24]. 지상에서는 고령의 대상자에게 고강도 운동 수행이 어렵기 때문에 심폐체력의 증가를 기대하기 어려울 수 있지만, 수중에서 바이크 운동은 운동강도를 페달링(pedaling) 스피드와 물의 저항을 이용하여 고령자에게 관절에 부담을 최소화하면서도 고강도 운동을 시행할 수 있기 때문에 노인의 심폐체력을 수월하게 향상시킬 수 있다고 사료된다.

노인들의 보행능력은 일반적인 건강과 더불어 수명과 연관되며, 사망률의 예측 인자와 관련이 깊다[25]. 본 연구는 노인의 보행능력을 알아보기 위해 보행속도 평가를 위한 간편 신체기능평가(short physical performance battery)의 6미터 걷기를 측정하여 보행속도와 걸음 수의 변화를 평가하였다. 평가 결과 운동 이후 집단 간 유의한 변화는 없었으나, 집단 내에서 보행속도와 걸음 수가 감소하였다. 걸음 수가 줄어든 것은 보폭이 넓어진 것을 의미하며, 이로 인해 걸음 속도가 빨라진 것으로 나타났다. 노화에 따른 하지 근력 감소와 균형의 감소는 움직이는 동안 자세 안정성을 유지하기 위해 하지 지지 시간이 더욱 길어져, 결국 하지 근력 감소에 따른 보행속도의 저하를 보고하였다[26]. 본 연구 결과 아쿠아바이크 운동으로 걸음 수와 보행속도가 빨라진 것은 하지 근력과 균형의 증가를 의미하여, 아쿠아바이크 운동이 노인의 보행기능을 향상하는 데 효과적임을 검증하였다. 보행속도는 전반적인 보행 수행능력의 척도로써 근육량의 기능적 평가에 해당하며, 신체 수행능력에 따른 근감소증을 평가하는 기준이 된다[27]. 1일 30분 이상 걷기는 성별, 연령대별, 소득분위에 상관없이 건강 관련 삶의 질이 높게 나타났으며, 1일 30분 미만 걸을수록 건강 관련 삶의 질은 낮게 나타난다고 보고하였다[28]. 보행속도의 향상은 보행 기능 향상을 의미하며, 보행속도의 향상에 의한 신체활동 증가는 기초대사량 증진으로 이어져 신체조성 및 건강 체력증진에 영향을 미치고, 나아가 삶의 질 개선에도 영향을 미치는 것으로 사료된다. 수중에서의 아쿠아바이크 페달링은 지상의 페달링 효과와 같이 엉덩이, 무릎 및 발목의 일직선 라인의 좋은 신체 정렬을 유지 하도록 하며, 특히, 흔들리는 물에서는 코어근육을 더 활성화한다. 노인 여성의 균형과 보행능력에 영향을 미치는 운동으로 트레드밀 운동보다 고정식 자전거 타기에서 더 큰 증가를 보고 하였다[29]. 보행능력을 위해서는 규칙적인 운동을 통하여 자세 유지 능력을 키워야 하며, 특히 자전거의 페달링 운동은 평형성, 하지 근력증가에 도움을 주어 보행능력 향상에 효과적이라고 할 수 있다.

자세 이동과 균형 상실 등 신체적 요인이 낙상의 주요 요인이며[30], 낙상 예방을 위해 균형 개선을 위한 운동을 포함한 근력 운동이 중요하다[31]. 근력 저하는 고령자의 전체적인 활동능력의 저하로 이어지는 가장 핵심적인 원인[32]이므로 노인을 위한 수중 에어로빅은 노인 여성의 정적 및 동적 균형을 향상시켰고[33], 지상보다는 수중에서 운동이 균형 개선에 도움을 주었다[34]. 아쿠아바이크 운동이 균형 및 민첩성 향상에 효과적이라는 선행 연구는 본 연구의 결과와 일치하였다[35]. 균형과 민첩성 향상은 낙상 위험을 줄이고 근력 향상으로 보행 능력 개선을 유발할 수 있다고 사료된다. 낙상 예방 운동으로 수중 자전거 운동이 추천되는 이유는 심폐 능력의 향상, 하지 근력 증진, 골다공증 예방의 운동 효과 때문이다. 수중운동과 자전거 타기 효과를 결합한 아쿠아바이크 운동은 수중에서 낙상 위험 요인이 해소되며, 페달링에 의한 물의 저항력은 하지 근력 강화와 균형감 증진으로 낙상 예방 운동에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단된다.

결 론

본 연구에서 12주간의 아쿠아바이크 운동은 비만 여성 노인의 연령에 상관없이 신체조성을 개선시켰으며, 심폐 체력과 보행능력 및 낙상 관련 체력의 향상을 유발할 수 있다는 것을 확인하였다. 특히 수중에서 아쿠아바이크 패달링으로 비만 여성 노인의 하지 근력 발달과 전신 운동을 수월하게 유도할 수 있다. 수중 아쿠아바이크 운동은 비만인에게 요구되는 고강도에서 지속적인 운동을 가능하게 하는 효과적인 운동방법이 될 수 있다. 결국, 비만 여성 노인들에게 심폐 및 낙상 관련 체력 향상을 통한 보행능력 개선과 함께 활기찬 노년기 삶을 유지하는데 효과적인 운동방법으로 아쿠아바이크 운동이 효과적인 중재 전략이 될 수 있다고 판단된다.

CONFLICT OF INTEREST

The authors have no conflicts of interest relevant to this study.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: CB Lee, SS Baek; Data curation: CB Lee, SS Baek;

EXERC SCI
EXERCISE SCIENCE 운동과학

Formal analysis: CB Lee; Funding acquisition: SS Baek; Methodology: CB Lee; Project administration: CB Lee; Writingoriginal draft: CB Lee, SS Baek; Writing-review & editing: SS Baek

ORCID

Chae-Bin Lee https://orcid.org/0000-0003-4448-5647
Seung-Soo Baek https://orcid.org/0000-0002-1340-2098

REFERENCES

1. Statistic Korea. 2021 Statistics on the Aged. https://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&aSeq=403253
2. Statistic Korea. 2020 Statistics on the Aged. http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board
3. Kong SA. Comparison of Physique, Physical Functions and Physical Activity by Age among Korean Elderly Wome. Korea Coaching Development Center. 2019;21(4):147-54.
4. Lee YH, Jung KS, Kim SU, Yoon HJ, Yun YJ, et al. Sarcopaenia is associated with NAFLD independently of obesity and insulin resistance: Nationwide surveys (KNHANES 2008–2011). J Hepatol. 2015;63(2):486-93.
5. Sui X, Hooker SP, Lee IM, Church TS, Colabianchi N, et al. A prospective study of cardiorespiratory fitness and risk of type 2 diabetes in women. Diabetes Care. 2008;31(3):550-5.
6. Park SJ, Ko BG, Chung JW, Kwon JS, Kim SN, et al. Association between Levels of cardiorespiratory Fitness and Depressive Symptom in Women. Exerc Sci. 2015;24(4):391-7.
7. Simpson S, Bettis B, Herbertson J. Unloaded treadmill training therapy for lumbar disc herniation injury. J Athl Train. 1996; 31(1):57.
8. Bender T, Karagülle Z, Bálint GP, Gutenbrunner C, Bálint PV, et al. Hydrotherapy, balneotherapy, and spa treatment in pain management. Rheumatol Int. 2005;25(3):220-4.
9. Cho PB. Effects of aquatic exercise program on leg muscle functions and T-score as well as depression in elderly women with knee osteoarthritis for 24 weeks. Korean J Sport Sci. 2011;20(3):1289-99.
10. Ulatowski M. Unterwasserfahrrad versus herkömmliche Rehabilitation-Eine retrospektive Studie mit und ohne Unterwasserfahrrad an implantierten Kniegelenkstotalendoprothesen. 2009.
11. Rewald S, Mesters I, Lenssen AF, Bansi J, Lambeck J, et al. Aquatic cycling—What do we know? A scoping review on head-out aquatic cycling. PloS one. 2017;12(5):e0177704.
12. Metz L, Isacco L, Fearnbach N, Pereira B, Thivel D, et al. Energy Intake and Appetite Sensations Responses to Aquatic Cycling in Healthy Women: The WatHealth Study. Nutrients. 2021;13(4):1051.
13. Rewald S, Mesters I, Emans P, Arts J, Lenssen A, et al. Aquatic circuit training including aqua-cycling in patients with knee osteoarthritis. J Rehabil Med. 2015;47:376-81.
14. American College of Sports Medicine. ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
15. Kim TN, Park MS, Kim YJ, Lee EJ, Kim MK, et al. Association of low muscle mass and combined low muscle mass and visceral obesity with low cardiorespiratory fitness. PloS one. 2014;9(6):e100118.
16. Wannamethee SG, Atkins JL. Muscle loss and obesity: the health implications of sarcopenia and sarcopenic obesity. Proc Nutr Soc. 2015 74(4):405-12.
17. Maillard F, Pereira B, Boisseau N. Effect of high-intensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: a meta-analysis. Sports Med. 2018;48(2):269-88.
18. Roy M, Williams SM, Brown RC, Meredith-Jones KA, Osborne H, et al. HIIT in the real world: outcomes from a 12-month intervention in overweight adults. Med Sci Sports Exerc. 2018;50(9):1818-26.
19. Boidin M, Lapierre G, Paquette Tanir L, Nigam A, Juneau M, et al. Effect of aquatic interval training with Mediterranean diet counseling in obese patients: results of a preliminary study. Ann Phys Rehabil Med. 2015;58(5):269-75.
20. Song MK , Kim JH, Kang HS. The Association between Estimated Cardiorespiratory Fitness and Mental Health in Older Adults. Exerc Sci. 2019;28(4):330-8.
21. Lim N, Kim YS. The effect of a 12-week Combined Exercise Program on Body Composition and S.F.T Factors in the Young-Old Adults and Old-Old Adults. Sport Science. 2019;.37(1):229-38.
22. Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick EM, Goodpaster BH, et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2006;61(1):72-7.
23. Eriksen L, Curtis T, Grønbæk M, Helge JW, Tolstrup JS. The association between physical activity, cardiorespiratory fitness and self-rated health. Prev Med. 2013;57(6):900-2.
24. Jakicic JM, Otto AD. Physical activity considerations for the treatment and prevention of obesity. Am J Clin Nutr. 2005;82(1):226S-9S.

25. Kim MK. The effects of trunk stabilization exercise using a Swiss ball in the absence of visual stimulus on balance in the elderly. J Phys Ther Sci. 2016;28(7):2144-7.
26. Sugano N. Age difference in step movement of the female elderly. Tsuruga Ronso. 2004;19:37-44.
27. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Age Ageing. 2010;39(4):412-23.
28. Kim KH, Changes in Factors Affecting the Quality of Life of Health Status and Health Behavior [unpublished dissertation]. 2021, Catholic University of Pusan.
29. CW L, GH C. Effect of stationary cycle exercise on gait and balance of elderly women. J Phys Ther Sci. 2014;26(3):431-3.
30. Tinetti, EM, Kumar, Chandrika. The patient who falls:"It's always a trade-off." Jama 2010;303(3):258-66.
31. Sturnieks DL, St George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. Neurophysiol Clin. 2008;38(6):467-78.
32. Malmstrom TK, Miller DK, Simonsick EM, Ferrucci L, Morley JE. SARC-F: a symptom score to predict persons with sarcopenia at risk for poor functional outcomes. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2016;7(1):28-36.
33. Almeida APPVd, Veras RP, Doimo LA. Avaliação do equilíbrio estático e dinâmico de idosas praticantes de hidroginástica e ginástica. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. 2010;12:55-61.
34. Tovin BJ, Wolf SL, Greenfield BH, Crouse J, Woodfin BA. Comparison of the effects of exercise in water and on land on the rehabilitation of patients with intra-articular anterior cruciate ligament reconstructions. Phys Ther. 1994;74(8):710-9.
35. Whitehill Jr J, Constantino N, Sanders M. Balance and agility performance responses to a water exercise program for land athletes. Int J Aquat Res Educ. 2010;4:328-9.