



한국여성체육학회지, 2020. 제34권 제2호. pp. 121-136
Journal of Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women
2020. Vol.34, No.2, pp. 121-136
<https://doi.org/10.16915/jkapesgw.2020.6.34.2.121>(ISSN 1229-6341)

수중복합운동이 여성노인의 혈중지질, 동맥경화지수 및 아밀로이드-베타에 미치는 영향

최윤정(부산대학교, 학생)·하수민(부산대학교, 박사 후 연구원)·김정숙(부산대학교, 학생)·
고수한(부산대학교, 학생)·김도연*(부산대학교, 교수)

국문초록

본 연구는 만 65~75세 여성노인을 대상으로 12주간 수중복합운동 실시 후 혈중지질, 동맥경화지수 및 아밀로이드-베타에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수중복합운동군 11명, 대조군 11명으로 구분하여 실시하였다. 수중복합운동은 주 3회, 회당 60분으로 수중 유산소성 운동은 1-4주는 최대여유심박수의 40-50%(주관적 운동 강도 척도 11-12), 5-8주는 최대여유심박수의 50-60%(주관적 운동 강도 척도 13-14), 9-12주는 최대여유심박수의 60-70%(주관적 운동 강도 척도 14-15)의 강도로 설정하였고, 수중 저항성 운동은 1-4주는 OMNI-RES 3-4, 5-8주는 OMNI-RES 5-6, 9-12주는 OMNI-RES 7-8 강도로 점진적으로 증가시켰다. 운동 전과 후의 측정 변인의 상호작용 검증을 위해 이원배치 반복측정 분산분석, 그룹 내 차이는 대응표본 t 검정, 그룹 간 차이는 독립표본 t 검정을 실시하였으며, 각 항목별 유의수준은 .05로 설정하였다. 수중복합운동은 여성노인의 고밀도지단백질 콜레스테롤의 증가 및 동맥경화지수가 감소되었다. 혈중 아밀로이드-베타는 대조군에서는 유의하게 감소하였으나 운동군에서는 유의한 변화가 나타나지 않았다. 따라서 여성노인의 심혈관질환과 치매 예방 및 관리를 위해 효과적인 운동으로 수중복합운동이 권장될 수 있다.

한글주요어 : 여성노인, 수중복합운동, 혈중지질, 동맥경화지수, 아밀로이드-베타

* 김도연, 부산대학교, E-mail : kdy4955@pusan.ac.kr

I. 서론

현대 사회는 의료기술 및 생활수준의 향상으로 우리나라 전체 인구 중 65세 인구는 14.3%에 도달하였고(통계청, 2018), 이러한 고령인구의 급증으로 인해 다양한 노인문제에 직면하고 있다. 특히 압, 심혈관질환, 당뇨병, 고혈압, 치매 등과 같은 노인성 만성질환 유병률이 점점 증가하고 있어 사회적, 경제적으로 문제가 되고 있다(신소영, 조연숙, 신군수, 2014).

그 중 치매는 언어, 지능, 행동, 기억, 판단력 등 뇌의 기능적 손상을 주는 임상증후군으로 인지기능의 저하와 기억력을 감퇴시키고, 일상생활의 장애를 보이는 퇴행성 질환이다(강주성, 정일홍, 양점홍, 2010; Mendez, Cleark, Shapira, & Cummings, 2003). 특히 치매의 가장 대표적인 알츠하이머형 치매는 국내 치매환자 중 70.7%를 차지하고 있어 사회적으로 관심이 대두되고 있다.

알츠하이머형 치매의 주요 원인으로 주목받고 있는 아밀로이드-베타(amyloid-beta)단백질은 주로 알츠하이머병의 초기에 기저 대뇌피질에 아밀로이드베타가 침착되며, 병의 진행에 따라 대뇌피질의 다른 영역과 피질하 영역으로 침착이 심화되는 것으로 알려져 있다(Nordberg, 2004).

혈관성 치매(vascular dementia)는 알츠하이머형 치매에 이어 두 번째로 발생 빈도가 높고, 기억 및 인지 상실, 뇌의 혈관 손상이 특징적이며(Kalaria, Akinyemi, & Ihara, 2016), 동맥경화, 고혈압, 뇌졸중, 당뇨병, 고지혈증, 심장질환, 비만 등의 원인으로 발생한다(Gupta et al., 2005).

혈중지질은 동맥경화, 고혈압 등의 진단지표로 사용되며, 농도 비율을 이용하여 동맥경화지수를 산출할 수 있다(안희영, 박규림, 조영수, 2014; Fernandez & Webb, 2008). 이러한 동맥경화지수는 지단백 사이의 균형을 반영하여 심혈관질환의 위험을 평가하는 지표로 사용된다(서정기, 박순희, 2014; 윤성, 김남익, 2006).

치매와 동맥경화증은 공통적인 위험요소를 공유하며 뇌에 직접적인 영향을 주고, 심혈관질환을 가진 노인의 경우 치매 및 알츠하이머병에 걸릴 위험성이 높다(Jin et al., 2017). 이를 예방하기 위한 방법으로 규칙적인 운동을 제시하였고(Anne et al., 2005; Sgouraki, Tsopanakis, & Tsopanakis, 2001), 최근 치매와 관련된 다양한 연구방법에서도 운동이 치매의 개선을 도모할 수 있는 효과적인 수단이라고 보고하였다(김찬희, 이종원, 한상인, 이평원, 2012).

운동은 노인의 건강뿐만 아니라 뇌질환자의 뇌를 활성화 시키고 신경전달물질의 분비를 증가시켜 뇌 건강을 향상시킬 수 있다(Andréa Deslandes et al., 2009). 또한 심혈관질환 관련 위험요소를 감소시켜 치매 발병을 예방하고 지연시키며, 치매 및 인지 기능이 저하된 노인도 신체적, 인지적 기능이 개선될 수 있다(Heyn, Abreu, & Ottenbacher, 2004). 하지만 노인의 경우 안전한 운동수행을 위해 적절한 운동프로그램의 선택과 강도조절이 필요하다.

수중운동은 물의 특성인 부력에 의해 관절이 약한 고령자에게 통증 없이 큰 가동범위의 움직임을 가능하게 하며, 대부분의 동작을 적극적으로 수행할 수 있다(박미희, 2010). 또한 물에 의한 저항이 운동 부하로 작용되고 이러한 신체부위 저항은 근력과

심폐지구력 향상으로 이어져 여성노인의 비만과 대사질환 예방에도 효과가 있다(오운선, 2019).

최근 여성노인을 대상으로 수중운동과 관련된 선행연구를 살펴보면, 수중운동은 신경 퇴행성 질환 예방에 유익하고(김지현, 김도연, 하수민, 이정아, 2018), 혈중지질의 농도를 건강하게 유지하도록 하여 심혈관질환 예방에 효과적이며(신소영 등, 2014), 동맥경화지수를 긍정적으로 개선시킬 수 있는 운동이라고 보고하였다(문현웅, 민범일, 2017). 또한 복합운동과 관련된 선행연구를 살펴보면, 뇌의 기능을 향상시키고 뇌로 가는 혈류량을 증가시켜 치매개선에 긍정적인 영향을 주며(박찬호, 천지연, 2016), 복합운동이 혈중지질 개선에 효과적인 운동이라고 하였다(김경태, 조지훈, 2013).

노인의 경우 유산소성 운동이나 저항성 운동과 같은 단일 형태의 운동보다 복합운동이 노인의 운동기능 개선과 근감소증 예방에 더 효과적이고, 운동의 흥미와 지속성을 가질 수 있다고 하였으며(안도열, 최병환, 2012; 이향범, 김영옥, 2017), 특히 밴드를 이용한 저항성 운동은 근육과 관절에 존재하는 고유수용감각을 자극하고 관절의 움직임 및 위치 정보를 대뇌에 전달하여 올바른 자세의 유지와 뇌기능 활성화에 도움이 된다고 하였다(Liu-Ambrose, Nagamatsu, Voss, Khan, & Handy, 2012; Yu, Lee, & Kim, 2015).

또한 관절과 상해의 부담이 적은 수중운동을 고려 여성이 규칙적으로 실시했을 때 신경 퇴행성 질환 예방 및 개선에 효과적이라 보고된다(김지현, 김도연, 하수민, 이정아, 2018). 하지만 수중에서의 탄력밴드를 적용한 저항성 운동에 대한 연구는

전무한 실정이다.

수중 저항성 운동은 지상에서의 저항성 운동 시 발생할 수 있는 근 손상의 가능성 및 낙상의 위험을 감소하고 운동효과를 극대화시킬 수 있으며, 노인의 심혈관질환과 치매 예방 및 개선에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 여성노인을 대상으로 수중복합운동이 여성노인의 혈중지질, 동맥경화지수와 아밀로이드-베타에 미치는 효과를 구명하고, 향후 심혈관질환과 치매를 예방 및 개선시키는 데 효과적인 운동방법을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 대상자 표본 수 산정을 위해 G-Power(G*Power 3.1., Heinrich-Heine-University, Düsseldorf, Germany)을 이용하여 α 값은 .05, power는 80% 기준으로 반복측정 분산분석 medium-large 수준인 effect size $f=.32$ 로 분석한 결과 total sample size는 총 22명으로 산출되었다. 중도 탈락자를 감안하여 B광역시에 거주하고 있는 만 65~75세의 여성노인 24명 대상(수중복합운동군 12명, 대조군 12명)을 단순 무작위 추출법(simple random sampling)으로 구분하여 실시하였다. 실험도중 개인 사정에 의한 탈락자를 제외하고 총 22명(수중복합운동군 11명, 대조군 11명)을 대상으로 검사결과를 분석하였다. 실험을 시작하기에 앞서 P대학교 생명윤리위원회의 승인(PNU IRB/2018_96_H

R)을 받았고, 대상자는 현재 신체적 활동에 제약이 없고, 평소 규칙적으로 운동에 참여하지 않은 대상을 선정하였으며, 본 연구의 목적과 취지를 충분히 전달하여 자발적 의사를 보인 자에 한하여 실험동의서를 받아 참여하도록 하였다. 대상자들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 대상자의 신체적 특성

Variables	AEG(n=11)	CG(n=11)
Age(yrs)	70.77±3.71	71.43±3.45
Height(cm)	155.15±5.61	153.06±4.87
Weight(kg)	56.47±7.25	55.63±5.91
BF(%)	33.95±5.31	33.97±4.83
BMI	23.39±2.01	23.76±2.29

Values are Mean ± Standard Deviation

AEG: combined aquatic exercise group

CG: control group

BF: percentage of body fat

BMI: body mass index

2. 측정항목 및 방법

모든 검사항목은 동일한 방법과 조건으로 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도지단백질 콜레스테롤, 고밀도지단백질 콜레스테롤, 아밀로이드-베타에 대하여 사전, 사후 총 2회 측정하였다.

1) 신체조성

대상자들의 신장, 체중, 체지방량은 움직임에 불편함이 없는 편안한 복장을 착용한 후 발바닥과 손바닥을 티슈로 닦고 시계나 목걸이 등 금속류를 제거한 뒤 생체전기저항법(Inbody 430, Seoul, Korea)을 이용하여 측정하였다.

2) 혈액분석

채혈은 전날 오후 8시 이후부터 공복을 유지하도록 하여 채혈 당일 오전 8-10시에 실시하였으며, 안정 시 전완정맥에서 진공채혈관과 1회용 주사기를 이용하여 10 mL 혈액을 임상병리사가 채취하였다. 채취한 혈액은 serum separate tube(SST)에 수집하여, 원심분리기 Combi-514R(Hanil, Korea)로 10분간 3,000 rpm으로 분리하였으며, serum을 분리한 후 상층액을 1.5 mL 튜브(micro tube)에 옮긴 다음 분석 시까지 -70°C에 보관하여 분석을 실시하였다.

혈중지질의 분석방법은 Enzymatic Colorimetric Assay를 이용하여 분석하고, 분석시약은 CHOL2, TRIGL, HDL-Cholesterol Gen.4, LDL-Cholesterol Gen.3(Roche, Germany), 분석장비는 Cobas 8000(Roche, Germany)을 이용하여 분석하였다.

동맥경화지수는 혈중지질을 분석한 후 총콜레스테롤 중 고밀도지단백질 콜레스테롤이 차지하는 비율(TC/HDL-C)(Scranton, Sesso, Stampfer, & Gaziano, 2004), 중성지방 중 고밀도지단백질 콜레스테롤이 차지하는 비율(TG/HDL-C)(Dobiasova, 2004), 저밀도지단백질 콜레스테롤 중 고밀도지단백질 콜레스테롤이 차지하는 비율(LDL-C/HDL-C)을 계산하여 적용하였다(Colquhoun et al., 2004).

아밀로이드-베타의 분석방법은 Enzyme Linked Immunosorbent Assay를 이용하여 분석하였고, 분석시약은 Human Amyloid beta Assay Kit(ABL, Japan), 분석장비는 Microplate

Reader(Molecular device, USA)를 이용하여 분석하였다.

3. 수중복합운동 프로그램

본 연구의 수중복합운동 프로그램은 미국 아쿠아 운동협회(AEA)에서 제시한 운동가이드라인의 번역본(박미희, 2010)과 ACSM(2016)의 노인을 위한 저항성 운동프로그램을 참고하여 수정·보완하였다. 12주간 주 3회로 준비운동 10분, 수중 유산소성 운동 20분, 수중 저항성 운동 20분, 정리 운동 10분 총 60분으로 구성하였고, 수영장의 실내 온도는 30-32°C, 수심 1.2 m, 수온 28-30°C를

유지하도록 하였다.

수중 유산소성 운동 강도는 POLAR(POLAR RS400sd, USA)를 이용하여 심박수 변화량 측정과 주관적 운동 강도(RPE)를 설정하고, 수중 저항성 운동 강도는 Thera- band(Hygenic Corporation, USA)를 사용하여 Colado et al(2018)의 10점 저항운동척도(OMNI Resistance exercise scale: OMNI-RES)에 의거한 사전검사(15 RM 강도 그립 폭의 +25% : 중강도, 고강도 그립 폭의 +50% : 저강도)를 실시하였으며, 측정된 개개인의 운동 강도를 4주 간격으로 점진적으로 증가시켰다. 구체적인 수중복합운동 프로그램은 <표 2>와 같다.

표 2. 수중복합운동프로그램

Type	Exercise	Week	Intensity	Frequency	
Warm-up(10 min)	Walking Stretching				
Main exercise (40 min)	1. Bounce-front, back, slide, side	1-4	40-50%HRR (RPE 11-12)	3 times/ week	
	2. Knee jogging - narrow, wide				
	3. Jumping jack				
	4. Scissors				
	Aqua aerobic exercise (20 min)	5. Side step	5-8		50-60%HRR (RPE 13-14)
		6. Leg curl			
		7. Jazz kick & Soccer kick			
		8. Rocking horse			
		9. Leg swing, kick swing			
		10. Frog jump & tuck jump	9-12		60-70%HRR (RPE 14-15)
		11. Twist heel & toe			
		12. Heel cross, ankle reach			
		13. Ankle inversion, eversion			
Aqua band exercise (20 min)		1. Bicep curl		1-4	
	2. Shoulder press				
	3. Side lateral raise				
	4. Leg extention	5-8	15 RM/ 1 set OMNI-RES 5-6		
	5. Hip abduction				
	6. Hip extension				
	7. Wall push-up	9-12	15 RM/ 1 set OMNI-RES 7-8		
	8. Chest fly				
	9. Side band				
	10. Up right row				
Cool-down(10 min)	Stretching				

4. 자료처리

본 연구의 자료처리는 SPSS/PC⁺ version 23.0을 이용하여 측정항목에 대한 평균값(M)과 표준편차(SD)를 산출하고, 측정변인들에 대한 시기 및 그룹 간 상호작용을 검증하기 위하여 two-way repeated measures ANOVA, 그룹 내 전·후의 차이는 paired *t*-test, 그룹 간 차이는 independent *t*-test로 분석하였으며, 각 항목별 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다.

Ⅲ. 결과

1. 혈중지질

12주간 수중복합운동 전·후의 혈중지질 중 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도지단백질 콜레스테롤, 저밀도지단백질 콜레스테롤에 대한 상호작용 효과와 그룹 내, 그룹 간의 변화를 분석한 결과는 <표 3>와 같다. 고밀도지단백질 콜레스테롤의 시기, 그룹 간 상호작용 효과가 나타났고($p<.05$), 운동 전·후 시기 간 차이는 운동군이 유의하게 증가하였으며($p<.05$), 그룹 간 차이는 변화량에서 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도지단백질 콜레스테롤은 시기, 그룹 간 상호작용 효과와 그룹

표 3. 12주간 수중복합운동 후 혈중지질의 변화

Variables	Group	Pre	Post	Change	<i>t</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	
TC (mg/dL)	AEG (n=11)	160.27 ±48.53	159.73 ±47.82	-0.55 ±19.49	0.093	Time	0.133	0.723
	CG (n=11)	179.64 ±22.38	185.27 ±30.67	5.64 ±36.00		Group	1.689	0.223
	<i>t</i> -value	-1.202	-1.491	-0.501	T×G	0.348	0.569	
TG (mg/dL)	AEG (n=11)	126.09 ±47.51	113.73 ±36.01	-12.36 ±37.24	1.101	Time	0.014	0.909
	CG (n=11)	90.73 ±37.63	101.18 ±27.15	10.45 ±34.29		Group	2.027	0.185
	<i>t</i> -value	1.935	0.923	-1.495	T×G	2.626	0.136	
HDL-C (mg/dL)	AEG (n=11)	55.73 ±16.79	59.73 ±19.88	4.00 ±4.43	-2.997*	Time	0.068	0.799
	CG (n=11)	62.00 ±11.69	57.27 ±9.17	-4.73 ±8.70		Group	0.066	0.803
	<i>t</i> -value	-1.495	0.372	2.966*	T×G	7.978*	0.018	
LDL-C (mg/dL)	AEG (n=11)	79.25 ±41.47	77.22 ±44.82	-2.04 ±21.64	0.312	Time	0.220	0.649
	CG (n=11)	99.49 ±22.21	107.76 ±25.39	8.27 ±31.22		Group	3.323	0.096
	<i>t</i> -value	-1.427	-1.967	-0.900	T×G	1.241	0.291	

Values are Mean ± Standard Deviation

* $p<.05$

내, 그룹 간 차이가 나타나지 않았다($p>.05$).

2. 동맥경화지수

12주간 수중복합운동 전·후의 동맥경화지수 중 TC/HDL-C, LDL-C/HDL-C, TG/HDL-C에 대한 상호작용 효과와 그룹 내, 그룹 간의 변화를 분석한 결과는 <표 4>와 같다. TC/HDL-C은 시기, 그룹 간 상호작용 효과가 나타났고($p<.05$), 운동 전·후 시기 간 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 그룹 간 변화량에서 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). LDL-C/HDL-C는 시기, 그룹 간 상호작용 효과가 나타나지 않았고, 그룹 내, 그룹 간 차이도 나타나지 않았다($p>.05$). TG/HDL-C는 시기, 그룹 간 상호작용 효과가 나타났고($p<.05$), 운

동 전·후 시기 간 유의한 차이는 나타나지 않았다($p>.05$). 그룹 간 차이는 운동 전 유의한 차이가 나타났으며($p<.05$), 변화량에서도 유의한 차이가 나타났다($p<.05$).

3. 아밀로이드-베타

아밀로이드-베타에 대한 상호작용 효과와 그룹 내, 그룹 간의 변화를 분석한 결과는 <표 5>와 같다. 시기, 그룹 간 상호작용 효과가 나타났고($p<.05$), 운동 전·후 시기 간 차이에서 운동군은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 대조군이 유의하게 감소하였으며($p<.05$), 그룹 간 차이는 나타나지 않았다($p>.05$).

표 4. 12주간 수중복합운동 후 동맥경화지수의 변화

Variables	Group	Pre	Post	Change	<i>t</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	
TC/HDL-C (mg/dL)	AEG(n=11)	3.02±1.18	2.81±1.01	-0.21±0.49	1.461	Time	0.132	0.724
	CG(n=11)	2.97±0.51	3.28±0.58	0.31±0.54	-1.827	Group	0.337	0.574
	<i>t</i> -value	0.141	-1.359	-2.348*		T×G	5.252*	0.045
LDL-C/ HDL-C (mg/dL)	AEG(n=11)	1.53±0.95	1.39±0.90	-0.14±0.48	0.930	Time	0.325	0.581
	CG(n=11)	1.66±0.48	1.92±0.53	0.26±0.51	-1.726	Group	1.232	0.293
	<i>t</i> -value	-0.401	-1.654	-1.814		T×G	4.018	0.073
TG/HDL-C (mg/dL)	AEG(n=11)	2.48±1.29	2.13±1.01	-0.36±0.84	1.486	Time	0.091	0.769
	CG(n=11)	1.51±0.61	1.78±0.49	0.28±0.55	-1.600	Group	2.703	0.131
	<i>t</i> -value	2.298*	1.051	-2.163*		T×G	6.094*	0.033

Values are Mean ± Standard Deviation

* $p<.05$

표 5. 12주간 수중복합운동 후 아밀로이드-베타의 변화

Variables	Group	Pre	Post	Change	<i>t</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	
Amyloid -beta (pg/mL)	AEG(n=11)	4.34±2.68	4.50±3.34	0.16±1.36	-0.353	Time	1.102	0.319
	CG(n=11)	3.49±1.06	2.76±1.02	-0.74±0.56	4.236*	Group	1.886	0.200
	<i>t</i> -value	0.995	1.652	1.980		T×G	8.360*	0.016

Values are Mean ± Standard Deviation

* $p<.05$

IV. 논의

본 연구는 수중에서의 유산소성 및 저항성 운동을 결합한 수중복합운동이 심혈관질환과 치매 예방에 대한 효과를 알아보기 위해 12주간 수중복합운동을 실시한 결과를 다음과 같이 논의 하였다.

혈중지질의 총콜레스테롤과 저밀도지단백질 콜레스테롤은 알츠하이머형 치매 발병에 위험 요인이며(Lesser et al., 2001), 콜레스테롤의 수치에 따라 치매관련인자인 아밀로이드-베타의 형성에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Eckert, Cairns, Maras, Gattaz, & Muller, 2000). 또한 저밀도지단백질 콜레스테롤은 치매 위험요인뿐만 아니라 관상동맥의 내막에 작용하여 혈관의 단면적이 축소되고, 그로인해 동맥의 혈류가 차단됨으로서 동맥경화, 협심증, 심근경색 등을 유발한다(김찬희, 이한웅, 2014; NCEP, 2001).

심혈관질환과 동맥경화의 발병 가능성을 알려주는 유용한 지표인 동맥경화지수는 TC/HDL-C의 비율이 남성은 5.0, 여성은 4.0을 초과하면 위험하고(Scranton et al., 2004), TG/HDL-C의 비율이 증가할수록 심근경색과 심근 허혈에 노출될 가능성이 높으며(Dobiasova, 2004), LDL-C/HDL-C의 감소는 관상동맥질환, 뇌졸중 등의 위험요인을 감소시킨다(Colquhoun et al., 2004). 이러한 동맥경화지수는 고밀도지단백질 콜레스테롤의 수치가 기준이 되어 사용되기 때문에 고밀도지단백질 콜레스테롤의 증가를 위한 노력이 필요하다.

규칙적인 운동은 지단백 분해 효소(lipoprotein lipase)를 활성화시켜 지질을 분해할 뿐만 아니라

HDL-C를 증가시키며 심혈관질환 위험을 감소시킨다(Kodama et al., 2007; Sgouraki et al., 2001). 또한 뇌질환, 심혈관질환, 당뇨병, 치매 등 만성질환의 유병률을 감소시키는 데 효과적인 방법으로 제시되고 있다(조현철, 김종식, 2012).

노인을 대상으로 12주간 복합운동을 실시한 선행연구를 살펴보면, 유산소성 운동 및 탄력밴드를 적용한 복합운동을 실시한 결과 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도지단백질 콜레스테롤은 감소하고 고밀도지단백질 콜레스테롤은 증가하였으며(김경태, 조지훈, 2013), 아쿠아로빅과 맨손근력운동을 적용한 복합운동을 실시한 결과 중성지방은 감소하고 고밀도지단백질 콜레스테롤이 증가하였다(하수민 등, 2018). 또한 트레드밀 걷기와 탄력밴드를 적용한 복합운동을 실시한 결과 혈중지질을 긍정적으로 개선시켰으며, 유산소성 운동과 저항성 운동을 이용한 복합운동 유형이 심혈관질환 예방에 효과적이라고 하였다(이현주, 최봉길, 2014).

이러한 선행연구들은 본 연구의 결과와 유사하며, 12주간 수중복합운동을 실시한 결과 고밀도지단백질 콜레스테롤은 유의하게 증가하였고, 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도지단백질 콜레스테롤이 감소하는 경향을 보였다. 혈중지질은 식습관, 운동기간 및 운동 강도에 의해 수치 변화를 나타낼 수 있고, 또한 대상자가 수중운동에 익숙하지 않은 경우 물의 저항에 대한 이용범위와 속도가 감소하기 때문에 상대적으로 운동 강도가 낮아져 혈중지질 변화에 영향을 미칠 수 있다(신윤아, 유연주, 석민화, 2007). 하지만 본 연구의 운동 참여 대상자가 수중운동 경험이 적음에도 불구하고 혈중지질과

동맥경화지수에 긍정적인 변화를 나타낸 것은 본 연구에서 제시한 운동프로그램과 운동 강도가 효과적이었다고 생각된다. 특히 탄력밴드를 이용한 수중 저항성 운동이 수중운동 경험이 없는 대상자에 계도 운동수행에 어려움 없이 실시할 수 있는 효과적인 운동방법이었고, 사전측정을 통해 각 개인마다 운동 강도를 조절하여 실시한 것이 혈중지질과 동맥경화지수 개선에 기여하였다고 생각된다.

정상인의 아밀로이드 전구단백질(Amyloid-beta precursor protein/APP)은 보통 알파 세크리타제에 의해 분해되어 대사되지만, 치매 환자의 아밀로이드 전구단백질은 베타 세크리타제에 의해 아밀로이드-베타 펩타이드를 생성하게 된다(김현식, 2010).

형성된 아밀로이드-베타 펩타이드의 약 5-10%인 아밀로이드-베타₁₋₄₂는 생성과 제거 사이의 불균형으로 피질조직과 혈관(cortical tissue and vessels)에 침착을 일으키게 되고(Hardy & Selkoe, 2002), 뇌의 아밀로이드-베타 침착으로 인하여 혈장 농도에 영향을 미치게 된다(Shah et al., 2012).

치매과정초기의 경우 혈장 아밀로이드-베타₁₋₄₂의 농도가 감소하게 되고, 알츠하이머 환자의 경우에도 혈장 아밀로이드-베타₁₋₄₂가 현저히 낮은 수치를 나타내는 것으로 보고된다(Janelidze et al., 2016). 또한, 높은 수준의 혈장 아밀로이드-베타₁₋₄₀과 낮은 수준의 혈장 아밀로이드-베타₁₋₄₂가 결합되어 나타날 때 치매위험이 증가한다고 알려져 있다(Van Oijen, Hofman, Soares, Koudstaal, & Breteler, 2006).

규칙적인 운동은 아밀로이드 전구단백질의 베타-세크리타제 활성을 억제시킴으로써 아밀로이드-베

타의 생산을 감소시키고(Maesako et al., 2012), 신경을 퇴행시키는 뇌의 염증 반응을 감소시켜 신경 보호를 촉진시킨다(Kang et al., 2013).

선행연구를 살펴보면 16주간의 수중운동 후 운동군의 혈장 아밀로이드-베타₁₋₄₂의 수치가 증가하였고(김지현 등, 2018), 운동량이 적은 대상자가 아밀로이드-베타₁₋₄₂ 수치가 감소하고 운동량이 많은 대상자는 아밀로이드-베타₁₋₄₂ 수치가 증가한다고 하였다(Liang et al., 2010). 이러한 결과는 본 연구의 운동군의 아밀로이드-베타 수치가 증가한 결과와 유사하다.

하지만 12주간 복합운동 후 혈장 아밀로이드-베타₁₋₄₂가 감소하고(Yokoyama et al., 2015), 16주간 복합운동 후 운동군의 혈장 아밀로이드-베타₁₋₄₂가 유의하게 감소한 연구(박찬호, 천지연, 2016)와 상반되는 결과로 보고되어 있다.

이러한 다양한 결과는 아밀로이드-베타의 혈장 수치나 뇌척수액에서 측정되는 아밀로이드-베타 수치가 뇌 인지 기능이 정상인 대상자와 현재 치매가 진행 중인 대상자, 알츠하이머 대상자 간에 차이가 존재하기 때문이며 혈장 아밀로이드-베타는 건강한 인지 기능을 가진 대상자와 비교했을 때 치매환자에게서 현저하게 낮은 수치를 보인다(Janelidze et al., 2016).

본 연구결과에서는 아밀로이드-베타의 상호작용효과가 나타났으며, 대조군의 경우 유의하게 감소하였는데 이러한 결과는 밴드를 이용한 수중복합운동이 혈장 아밀로이드-베타에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 자료로써 의미가 있다고 판단된다. 또한 후속의 연구에서 기간이나 운동의 강도 조절에 의한 연구보다 대상자의 다양성을 통해 운동 중재를 설계하게 된다

면 아밀로이드-베타와 뇌 인지 기능 장애의 관계 및 치매 예방에 더 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

IV. 결론

결론적으로 노인에게 있어 수중복합운동은 안전

하게 운동을 수행할 수 있음과 동시에 운동의 효과를 극대화시켜 심혈관질환과 치매 위험률을 감소시키고 개선 시키는 데 효과적인 운동방법이라고 사료된다. 향후 치매 예방을 위한 운동중재 연구에도 기초자료로 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되며, 아밀로이드-베타의 수치에 대한 추가적인 연구도 필요할 것으로 제안된다.

참 고 문 헌

- 강주성, 정일홍, 양점홍(2010). 연속적·간헐적 운동이 경증치매 여성고령자의 기능적 체력, 인지 기능 및 일상생활수행능력에 미치는 영향. **한국산학기술학회**, 11(11), 4234-4243.
- 김경태, 조지훈(2013). 탄성밴드운동 및 유산소성 운동을 병행한 복합운동프로그램이 노인여성의 체력, 혈중지질 및 혈관염증지표에 미치는 영향. **운동학 학술지**, 15(2), 129-138.
- 김지현, 김도연, 이수민, 이정아(2018). 수중운동이 고령 여성의 Amyloid-beta(1-42), 우울 및 인지에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 27(2), 897-908.
- 김찬희, 이중원, 한상인, 이평원(2012). 수중운동 프로그램이 여성 노인의 인지 기능 및 알츠하이머형 치매관련인자에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 51(5), 627-637.
- 김찬희, 이한웅(2014). 유산소운동 지속시간에 따른 비만 중년여성의 신체구성, 혈중 지질, 식이 및 대사조절호르몬 농도에 미치는 영향. **운동과학**, 23(2), 193-203.
- 김현식(2010). **아밀로이드 베타 단백질과 관련된 알츠하이머병 모델에서 단삼엑스 및 그의 성분들의 치매 억제 효과**. 미간행 박사학위 논문, 중앙대학교, 서울.
- 문현웅, 민범일(2017). 아쿠아로빅 운동이 노인의 지질 프로파일과 동맥경화물질 및 항노화물질에 미치는 영향. **한국스포츠학회지**, 15(4), 491-500.
- 박미희(2010). **수중운동 전문가 교본**. 서울: 신지서원.
- 박찬호, 천지연(2016). 16주간의 복합운동이 고령 여성의 β -amyloid 및 BDNF에 미치는 영향. **한국웰니스학회지**, 11(3), 417-427.
- 서정기, 박순희(2014). 운동중재프로그램이 비만아동의 인슐린 저항성, 동맥경화지수 변화에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 23(2), 1195-1209.
- 신소영, 조연숙, 신군수(2014). 아쿠아로빅스 운동이 여성노인의 치매관련인자 및 혈중지질 농도에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 28(3), 71-86.
- 신윤아, 유연주, 석민화(2007). 수중 운동 수행 시 숙련자와 비숙련자의 면역글로불린 A와 코티졸 반응 비교. **한국사회체육학회지**, 30, 559-569.
- 안도열, 최병환(2012). 12주간의 규칙적인 복합운동 프로그램이 비만노인의 신체구성과 간기능에 미치는 영향. **한국웰니스학회지**, 7(2), 213-220.
- 안희영, 박규림, 조영수(2014). 발효당귀가 orotic acid 유발 흰쥐 지질 대사에 미치는 영향. **생명과학회지**, 24(7), 743-749.
- 오윤선(2019). 노인여성의 수중운동 참여가 신체조성과 혈중지질에 미치는 효과: 메타분석을 중심으로. **한국체육과학회지**, 28(5), 843-855.
- 윤성, 김남익(2006). 3년간 대기업 임원들의 동맥경화 지수 및 운동부하 심전도를 이용한 심혈관계 예후 점수 시스템의 변화 양상. **한국체육학회지**, 45(1), 633-645.

- 이향범, 김영옥(2017). 댄스스포츠와 저항 운동을 이용한 복합 트레이닝이 노인여성의 운동능력과 근감소증 지표에 미치는 영향. **한국무용연구**, 35(4), 321-339.
- 이현주, 최봉길(2014). 복합운동이 노인여성의 혈중 지질 및 신경전달물질에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 23(5), 1421-1429.
- 조현철, 김종식(2012). 노인 여성들의 복합운동이 활동체력 및 심혈관계 질환 위험 요소에 미치는 영향. **한국웰니스학회지**, 7(2), 251-260.
- 통계청(2018). **2018 고령자 통계**.
- 하수민, 김도연, 김정숙, 현수진, 감지현, 김종원(2018). 12주간 복합운동이 비만여성노인의 SFT, 대사증후군 위험인자 및 인슐린 저항성에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 32(1), 113-129.
- American College of Sports Medicine(2016). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 10th*. Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Anne, B., Newman, A. B., Fitzpatrick, A. L., Lopez, O., Jackson, S., Lyketsos, C., Jagust, W., Ives, D., DeKosky, S. T., & Kuller, L. H.(2005). Dementia and Alzheimer's Disease Incidence in Relationship to Cardiovascular Disease in the Cardiovascular Health Study Cohort. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(7), 1101-1107.
- Colado, J. C., Pedrosa, F. M., Juegas, A., Gargallo, P., Carrasco, J. J., Flandez, J., Chupel, M. U., Teixeira, A. M., & Naclerio, F.(2018). Concurrent validation of the OMNI-Resistance Exercise Scale of perceived exertion with elastic bands in the elderly. *Experimental Gerontology*, 103, 11-16.
- Colquhoun, D., Keech, A., Hunt, D., Marschner, I., Simes, J., Glasziou, P., White, H., Barter, P., & Tonkin, A.(2004). Effects of pravastatin on coronary events in 2073 patients with low levels of both low-density lipoprotein cholesterol and highdensity lipoprotein cholesterol: results from the LIPID study. *European Heart Journal*, 25(9), 771-777.
- Deslandes, A., Moraes, H., Ferreira, C., Veiga, H., Silveira, H., Mouta, R., Pompeu, F. A., Coutinho, E. S., Laks, J.(2009). Exercise and mental health: many reason to move. *Neuropsychobiology*, 59(4), 191-198.
- Dobiasova, M.(2004). Atherogenic index of plasma[log(triglycerides/HDL-cholesterol)]:theoretical and practical implications. *Clinical Chemistry*, 50(7), 1113-1118.
- Eckert, G. P., Cairns, N. J., Maras, A., Gattaz, W. F., & Muller, W. E.(2000). Cholesterol modulates the membrane disordering effects of beta-amyloid peptides in the hippocampus: specific changes in Alzheimer's disease. *Dementia Geriatric Cognitive Disorders*, 11(4), 181-186.

- Fernandez, M. L., & Webb, D.(2008). The LDL to HDL cholesterol ratio as a valuable tool to evaluate coronary heart disease risk. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(1), 1-5.
- Gupta, A., Watkins, A., Thomas, P., Majer, R., Habubi, N., Morris, G., & Pansari, K. (2005). Coagulation and inflammatory markers in Alzheimer's and vascular dementia. *International journal of clinical practice*, 59(1), 52-57.
- Hardy, J., & Selkoe, D. J.(2002). The amyloid hypothesis of Alzheimer's disease: progress and problems on the road to therapeutics. *Science*. 297(5580), 353-356.
- Heyn, P., Abreu, B. C., Ottenbacher, K. J.(2004). The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: a meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(10), 1694-2398.
- Janelidze, S., Stomrud, E., Palmqvist, S., Zetterberg, H., Van Westen, D., Jeromin, A., & Baker, D.(2016). Plasma β -amyloid in Alzheimer's disease and vascular disease. *Scientific reports*, 6(1), 26801.
- Kalaria, R. N., Akinyemi, R., & Ihara, M.(2016). Stroke injury, cognitive impairment and vascular dementia. *Molecular Basis of Disease*, 1862(5), 915-925.
- Kang, E. B., Kwon, I. S., Koo, J. H., Kim, E. J., Kim, C. H., Lee, J., Yang, C. H., Lee, Y. I., Cho, I. H., & Cho, J. Y.(2013). Treadmill exercise represses neuronal cell death and inflammation during A β -induced ER stress by regulating unfolded protein response in aged presenilin 2 mutant mice. *Apoptosis*, 18(11), 1332-1347.
- Kodama, S., Tanaka, S., Saito, K., Shu, M., Sone, Y., Onitake, F., Suzuki, E., Shimano, H., Yamamoto, S., Kondo, K., Ohashi, Y., Yamada, N., & Sone, H. (2007). Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis. *Archives of internal medicine*, 167(10), 999-1008.
- Lesser, G., Kandiah, K., Libow, L. S., Likourezos, A., Breuer, B., Marin, D., Mohs, R., Haroutunian, V., & Neufeld, R.(2001). Elevated serum total and LDL cholesterol in very old patients with Alzheimer's disease. *Dementia and geriatric cognitive disorders*, 12(2), 138-145.
- Janelidze, S., Stomrud, E., Palmqvist, S., Zetterberg, H., Van Westen, D., Jeromin, A., Song, L., Hanlon, D., Tan-Hehir, C, A., Baker, D., Hansson, O., Blennow, K.(2016). Plasma β -amyloid in Alzheimer's disease and vascular disease. *Scientific reports*, 6(1), 1-11.

- Jin, W. S., Bu, X. L., Wang, Y. R., Li, L., Li, W. W., Liu, Y. H., Zhu, C., Yao, X. Q., Chen, Y., Gao, C. Y., Zhang, T., Zhou, H. D., Zeng, F., Wang, Y. J.(2017). Reduced cardiovascular functions in patients with alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 58(3), 919-925.
- Liang, K. Y., Mintun, M. A., Fagan, A. M., Goate, A. M., Bugg, J. M., Holtzman, D. M., & Head, D.(2010). Exercise and Alzheimer's disease biomarkers in cognitively normal older adults. *Annals of neurology*, 68(3), 311-318.
- Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L. S., Voss, M. W., Khan, K. M., & Handy, T. C. (2012). Resistance training and functional plasticity of the aging brain: a 12-month randomized controlled trial. *Neurobiology of aging*, 33(8), 1690-1698.
- Maesako, M., Uemura, K., Kubota, M., Kuzuya, A., Sasaki, K., Asada, M., Watanabe, K., Hayashida, N., Ihara, M., Ito, H., Shimohama, S., Kihara, T., & Kinoshita, A.(2012). Environmental enrichment ameliorated high-fat diet-induced A β deposition and memory deficit in APP transgenic mice. *Neurobiol Aging*, 33(5), 1011.e11-1011.e23.
- Mendez, M. F., Clark, D. G., Shapira, J. S., & Cummings, J. L.(2003). Speech and language in progressive nonfluent aphasia compared with early Alzheimer's disease. *Neurology*, 61(8), 1108-1113.
- National Cholesterol Education Program(2001). Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *Journal of the American Medical Association*, 285(19), 2486-2497.
- Nordberg, A.(2004). PET imaging of amyloid in Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology*, 3(9), 519-527.
- Roher, A. E., Esh, C. L., Kokjohn, T. A., Castaño, E. M., Van Vickle, G. D., Kalback, W. M., Patton, R. L., Luehrs, D. C., Daus, I. D., Kuo, Y. M., Emmerling, M. R., Soares, H., Quinn, J. F., Kaye, J., Connor, D. J., Silverberg, N. B., Adler, C. H., Seward, J. D., Beach, T. G., & Sabbagh, M. N.(2009). Amyloid beta peptides in human plasma and tissues and their significance for Alzheimer's disease. *Alzheimers & Dementia*, 5(1), 18-19.
- Scranton, R., Sesso, H. D., Stampfer, M. J., & Gaziano, J. M.(2004). Predictors of 14year changes in the total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol

- ratio in men. *American Heart Journal*, 147(6), 1033-1038.
- Sgouraki, E., Tsopanakis, A., & Tsopanakis, C.(2001). Acute exercise: response of HDL-C, LDL-C lipoproteins and HDL-C subfractions levels in selected sport disciplines. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 386.
- Shah, N. S., Vidal, J. S., Masaki, K., Petrovitch, H., Ross, G. W., Tilley C, DeMattos, R. B., Tracy, R. P., White, L. R., & Launer, L. J.(2012). Midlife blood pressure, plasma β -amyloid, and the risk for Alzheimer disease: the Honolulu Asia Aging Study. *Hypertension*, 59(4), 780 - 786.
- Van Oijen, M., Hofman, A., Soares, H. D., Koudstaal, P. J., & Breteler, M. M.(2006). Plasma A β 1-40 and A β 1-42 and the risk of dementia: a prospective case-cohort study. *The Lancet Neurology*, 5(8), 655-660.
- Yokoyama, H., Okazaki, K., Imai, D., Yamashina, Y., Takeda, R., Naghavi, N., Ota, A., Hirasawa, Y., & Miyagawa, T.(2015). The effect of cognitive-motor dual-task training on cognitive function and plasma amyloid β peptide 42/40 ratio in healthy elderly persons: a randomized controlled trial. *BMC geriatrics*, 15(1), 60.
- Yu, S., Lee, Y., & Kim, S.(2015). Effect of Elastic-Band Exercise and Cognitive Rehabilitation in Cognition and Walking Speed of Elderly People. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 34(5), 363-375.

Effects of Combined Aquatic Exercise on Blood Lipids, Atherogenic Index, and Amyloid-beta in Elderly Women

Yoon-Jung Choi(Pusan National University, Student) · Soo-Min Ha(Pusan National University, Post Doctor) · Jung-Sook Kim(Pusan National University, Student) · Su-Han Koh(Pusan National University, Student) · Do-Yeon Kim(Pusan National University, Professor)

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the effects of combined aquatic exercise program for 12 weeks on blood lipids, atherogenic index and amyloid-beta in elderly women aged 65-75 years by dividing them into a combined aquatic exercise group(n=11), and control group(n=11). The combined aquatic exercise program was conducted for 60 minutes per session three times a week at the following intensities: 40-50%HRR(RPE 11-12) for 1-4 weeks, 50-60%HRR(RPE 13-14) for 5-8 weeks, and 60-70%HRR(RPE 14-15) for 9-12 weeks. Aqua resistance exercise intensity was set at 3-4 in OMNI-RES for 1-4 weeks, 5-6 in OMNI-RES for 5-8 weeks, 7-8 in OMNI-RES for 9-12 weeks. Two-way repeated measures ANOVA was used to verify interaction between times and groups for measurement variables, a paired t-test was used to analyze the within groups of differences, and an independent t-test was used to test differences between the exercise and control groups. The alpha level of .05 was set for all tests of significance. Combined aquatic exercise improved elderly women's HDL-C levels and decreased atherogenic index, however, there were no significant changes in plasma amyloid beta levels. Therefore, combined aquatic exercises to effectively prevent cardiovascular diseases and dementia is recommended among elderly women.

Key words: elderly women, combined aquatic exercise, blood lipids, atherogenic index, amyloid-beta

논문 접수일 : 2020. 5. 13

논문 승인일 : 2020. 6. 23

논문 게재일 : 2020. 6. 30