

운동 유형이 노인 여성의 근손상 지표 및 혈중지질에 미치는 영향

신원태¹, 이중원^{2*}

¹인천대학교 체육교육과 교수, ²인천장애인체육회 사무처장

The Effects of Exercise Type in Elderly Women on the Muscle Damaged and Blood lipid

Won-Tae Shin¹, Jung-Won Lee^{2*}

¹professor, Dept. of Physical Education, Incheon University

²Executive Office, Incheon Sports Association For The Disabled

요 약 본 연구는 12주간의 저항성운동 유형이 여성 노인의 근손상 지표 및 혈중지질에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 연구대상은 여성노인 30명을 통제집단 10명, 아쿠아로빅운동 집단 10명, 순환운동 집단 10명을 무선으로 배정한 후 주당 3회 1회 운동시 60분을 적용하여 각 집단별 운동을 12주간 실시하였다. Total Cholesterol(TC), Low Density Lipoprotein Cholesterol(LDL-C), High Density Lipoprotein Cholesterol(HDL-C)은 교호작용효과가 나타나지 않았으나, 체중과 체지방량은 교호작용효과가 나타났다. 체중, 체지방량, TC, LDL-C은 통제집단에 비해 수중운동과 순환운동 후 유의한 감소를 나타냈으며, HDL-C은 통제집단에 비해 수중운동과 순환운동 후 유의한 향상을 나타냈다. Triglyceride(TG), Creatine Phosphokinase(CPK), Lactate Dehydrogenase(LDH)는 유의한 차이를 나타내지 못하였다. 이를 통하여 수중운동과 순환운동은 여성노인에게 있어 체중 및 혈중지질 감소와 HDL-C의 증가에 있어 효율적인 운동이라 제시 할 수 있으며 여성노인에게 있어 근감소예방과 개선에 효과적인 운동으로 적용될 수 있을 것이라 사료된다.

주제어 : 근손상, 혈중지질, 아쿠아로빅, 순환운동

Abstract The purpose of this study was to examine the effects of a 12-week Resistance exercise Type on Muscle Damaged and Blood Lipid in elderly Women. Study shows researchers randomly divided thirty elderly women into the following 3 Groups such as Control group(CG: n=10), Aquatic Exercise Group(AEG: n=10), circuit exercise group(CEG: n=10). They made each group exercise 3 days a week for 12 weeks. The results were as follows. There was no interaction effect in the TC, LDL-C, HDL-C but there were interaction effects in the Body weight and Body Fat(%). The AEG and CEG decreased than the CG in the Body Weight, Body Fat(%), TC, LDL-C, and increased than the CG in the HDL-C with significant difference. These results were made certain that decreasing the Body Weight and Blood lipid, Increasing the Muscle and HDL-C for elderly women on AEG and CEG. The analysis results of study show the index of TG, CPK, LDH has no significant difference. Besides, It is considerable that the aquatic Exercise and Circuit exercise can prevent and improve the Sarcopenia for elderly women.

Key Words : Muscle Damage, Blood lipid, Aquarobic, Circuit exercise

*The present research was conducted by the research fund of Incheon University in 2018.

*Corresponding Author : Jung-Won Lee(sportsljw@hanmail.net)

Received August 7, 2020

Revised August 21, 2020

Accepted October 20, 2020

Published October 28, 2020

1. 서론

의료기술의 발전과 생활수준의 향상은 국민의 평균수명과 기대수명을 지속적으로 증가시키고 있다[1]. 반면 고령인구의 증가는 질병에 의한 의료비 지출로 이어져 사회적, 경제적 손실에 악영향을 미치고 있다[2].

나이가 증가 할수록 노인은 근육량 감소와 체지방률 증가로 신체적 변화가 일어나 건강상 문제를 야기시키게 되며, 이러한 변화는 남녀 모두에게서 유사하게 나타난다[3]. 특히 노인의 신체 변화중 근육량 저하는 기능의 감소로 이어져 인슐린저항성 증가를 촉진시키게 되고 이로 인하여 비만과 심혈관 질환을 유발하게 된다[4]. 나아가 근감소 비만(sarcopenic obesity)으로 진행하게 되면 낙상 위험과 기능적 손상 그리고 성장호르몬 등의 항노화 호르몬까지 감소하게 되어 결국은 질환의 발병 가능성을 높이게 된다[5, 6]. 따라서 노인은 규칙적인 저항성 운동을 통해 근육량을 유지할 수 있도록 노력하여야 하며, 특히 근섬유 감소 예방과 근력유지에 초점을 맞춰야 한다[7].

이와 같은 이유로 최근 들어 노인의 근육량 유지를 위한 다양한 저항성 운동들이 적용되고 있다[8, 9]. 하지만 ACSM[10]에서 건강을 증진시키기 위한 운동을 적용할 경우 개인의 신체 상태와 체력수준을 고려하고 목표에 부합되도록 계획할 것을 권고하고 있지만, 일반적으로 젊은 사람들이 하는 운동을 노인들에게 유사하게 적용시키다 보니 적절하지 못한 운동으로 인해 오히려 조직의 손상을 유발시키고 있는 실정이다[11]. 더불어 고령 여성들은 덤벨이나 바벨 같은 프리 웨이트 트레이닝의 경우 동작수행이 어려워 운동의 효과가 제한적이며, 상해 위험에 대한 두려움을 갖고 있다. 이와 관련하여 Andersen 등[12]과 Jakobsen 등[13]은 저항성 훈련 장비에 대한 효과 및 안정성 검정의 필요성을 강조함과 동시에 적절한 대체 운동기구의 필요성도 주장하였다.

저항성 운동으로 인해 발생할 수 있는 다양한 손상 증황문근용해증은 근 세포 내에 존재하던 다양한 근육내 단백질이 과도하게 세포 외나 혈액 내로 유출되어 다양한 증상 및 합병증을 유발할 수 있는 질환으로서[14], 관련된 근 손상지표로는 크레아틴 키나아제(Creatine Phosphokinase : CPK)와 젖산탈수소효소 (Lactate Dehydrogenase : LDH)등이 있다. 두가지 지표의 농도는 무산소성 대사의 활성화를 예측할 수 있는 지표로도 사용되지만, 운동수행에 따른 심근 손상정도와 근육상해의 지표로도 사용되며[15], 운동으로 인해 나타날 수 있

는 손상의 요소들을 다루는 지표들로도 활용될 수 있다[16]. 아울러 CPK와 LDH 농도는 여러 가지 유형의 운동 강도와 형태에 따라 근 손상 반응으로 나타나며[17], 유사한 운동에서도 운동의 시간 및 강도에 따라 다르게 나타난다[18].

따라서 본 연구는 저항성 운동이 근손상에 미치는 영향에 대한 연구가 미흡한 시점에서 노인에게 효과적이라고 알려진 저항성 운동 중 수압과 물의 점성이 양방향에 저항을 이루게 하여 근육량 증가를 유도하고 물의 부력으로 인해 지상에서 이루어지는 신체활동보다 관절에 무리를 덜 주며, 관절의 가동범위와 근력을 동시에 증가시킬 수 있는 장점을 가지고 있다는 아쿠아로빅[19, 20] 운동과 기존의 근력향상을 위한 저항성운동 효과와 더불어 상대적으로 부상의 위험성이 낮고, 고령자들이 보다 손쉽게 수행할 수 있으며, 기존 단방향성 저항을 이용하는 운동에서 양방향성(들어 올릴 때와 내릴 때)의 저항을 이용하기 때문에 운동효율이 높다고 밝혀진[21] 유압식 순환 운동을 적용한 후 혈중지질 성분 및 근손상에 미치는 영향을 분석하여 노인에게 적합한 저항성 운동의 유형을 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

연구의 대상은 I광역시에 거주하며 최근 3개월 이내 운동프로그램에 참여한 경험이 없는 65~75세의 여성 노인 30명을 선정하였으며, 이들을 통제집단(Control Group; 이하 CG) 10명, 수중운동집단(Aquatic Exercise Group; 이하 AEG) 10명, 순환운동집단(Circuit Exercise Group; 이하 CEG) 10명으로 임의 배치하였다. 연구 대상의 신체적인 특징은 다음 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of the sample

Variable Group	N (people)	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)
Control	10	73.4±4.08	158.7±4.21	57.19±5.58
Aquatic	10	69.7±2.58	158.8±4.13	56.01±3.61
Circuit	10	70.5±3.30	158±3.74	58.29±7.33

2.2 혈액변인 분석 절차 및 방법

본 연구에서 사용한 채혈 및 분석방법에 있어 측정시키는 운동 시작전과 8주 12주에 걸쳐 진행되었으며, 채

혈 당일 12시간 공복상태를 유지한 후 채혈 30분전 실험실에 도착하여 안정 상태를 유지하고 상완 주정맥에서 1회용 주사기를 이용하여 10ml씩 채혈하였다. 채혈된 혈액은 원심분리기를 이용하여 3000RPM으로 15분간 혈청(serum)을 분리한 후 분석하였으며, TC와 TG는 흡광도, HDL-C, LDH, CPK는 효소법, LDL-C는 TC-5/TG+HDL-C 계산식에 의해 산출되었다.

2.3 운동프로그램

본 연구에서 12주 동안 적용된 운동프로그램은 주당 3회, 1회 운동시간은 준비운동 10분, 본운동 40분, 정리운동 10분을 포함하여, 총 60분에 걸쳐 실시하였다. 운동강도는 1~8주 동안은 HRR의 50~60%, 9~12주 동안은 HRR의 60~70% 강도로 수행하였으며, 아쿠아로빅과 순환운동의 특성상 음악이 중요한 요소로 참가자의 평균 심박수를 산출하여 BPM을 유사하게 맞추어 진행하였다. 더불어 노인 개인별로 Polar사의 Heart Rate Monitor(Electro System, 핀란드)를 착용한 후 심박수를 확인하며 운동의 강도가 일정하게 유지될 수 있도록 조절하였다. 수중운동프로그램 수행시 실내온도는 30~33℃, 습도는 70~75%, 수온은 27~28℃, 수심은 1.2m를 유지한 상태에서 실시하였으며, Kim 등[22]이 사용한 12주 수중운동프로그램을 본 연구에 맞게 수정하여 적용하였고 구체적인 내용은 다음 Table 2과 같다. 순환운동은 Melyn 등[8]이 제시한 프로그램으로 12개로 이루어진 유압식 운동기구를 이용하였으며, 기구당 40초 운동후 30초 체자리 걷기 그리고 다음기구 운동후 체자리 걷기 순으로 수행하였고 구체적인 내용은 다음 Table 3와 같다.

2.4 자료처리

통계검정을 위해 SPSS Ver 23.0을 이용하여 평균 및 표준편차를 산출하였고 유의 수준은 $p < .05$ 로 설정하였다. 통계검정 방법은 처치전 측정항목에 대해 동질성 검사 후 분산이 동일함을 확인한 후 진행하였으며, 집단과 시기에 따른 차이를 알아보기 위해 이원배치분산분석(Two-way repeated ANOVA)을 실시하였다. 더불어 교호작용에 유의한 차이가 있을 경우 사후검정의 방법으로 집단 간 차이는 일원배치분산분석(One-way ANOVA)를 실시하였으며, 집단내 시기별 차이는 일원배치반복분석(One-way repeated ANOVA)을 실시하였다.

Table 2. Aquatic Exercise Program

Warm up	•Stretching •Walking •Bounce
Post exercise (1item=1min×2set)	•Bounce-front, back, slide, side •Knee jogging narrow, wide •Jumping jack •Scissors •Side step •Leg curl •Tempo-half water tempo, water tempo •stride •Jazz kick & Soccer kick •Twist, pendulum •Rocking horse •Leaping •Heel cross, ankle reach •Leg movement •Shoulder movement
cool down (recovery)	•Stretching •Walking •Bounce

Table 3. Circuit exercise program

Warm up	•Stretching
Post exercise (1item=40sec×2set)	•elbow flexion/extension •knee flexion/extension •shoulder press/lattissimus dorsi pull •hip abductor/adductor •chest press/seated row •horizontal leg press, squat •abdominal crunch/back extension •chest flies •oblique •shoulder shrug/dip •hip extension •side bends
cool down (recovery)	•Stretching •Cooldown Walking

3. 연구결과

본 연구는 12주간 수중운동과 순환운동 수행이 여성 노인의 혈중지질 및 근손상지표에 미치는 효과를 규명하고자 수행하였으며, 운동프로그램 참여 전, 참여 8주 후, 참여 12주 후의 수행 변화에 따른 결과는 다음과 같다.

3.1 체성분 및 혈중지질

체성분 및 혈중지질에 따른 결과는 Table 4와 같으며, 체중과 체지방량은 집단간 차이가 나타나지 않았으나 시기($p < .05$)와 교호작용($p < .05$)에 있어 유의한 차가 나타났다. 교호작용으로 인한 개별비교 결과는 Table 5와 같으며, 체중의 경우 집단간 비교결과 12주후 CG에 비해 AEG와 CEG 유의하게 저하되었고, 집단내 결과는 CG는 차이가 없었으나 AEG와 CEG 모두 운동전에 비해 8주, 12주 진행되며 유의하게 저하되었다. 체지방량

Table 4. The result of Two-way repeated ANOVA on The change

Item	Group	Pre (Mean±S.D)	8Week (Mean±S.D)	12Week (Mean±S.D)	F-value		
					Period	Group	Period×Group
Body Weight (kg)	Control	57.19 ±5.58	57.51 ±6.41	57.17 ±5.09	41.500*	.524	10.621*
	Aqua	56.01 ±3.61	55.03 ±3.34	53.57 ±3.40			
	Circuit	58.29 ±7.33	57.19 ±7.41	54.88 ±6.45			
Body Fat (%)	Control	36.68 ±2.31	36.92 ±3.21	37.07 ±3.55	68.238*	1.270	21.566*
	Aqua	37.58 ±2.37	35.70 ±2.50	32.18 ±3.27			
	Circuit	38.85 ±1.92	36.03 ±2.66	31.49 ±3.27			
TC (mg/dl)	Control	185.60± 15.21111	190.50± 48.88138	192.20± 32.26901	4.441*	.226	2.328
	Aqua	219.40± 43.91709	176.20± 27.52696	171.50± 35.82132			
	Circuit	209.40± 37.96841	188.30± 24.76579	186.80± 14.87578			
HDL (mg/dl)	Control	47.93± 13.57	46.73± 15.07	47.19± 12.58	6.722*	.993	2.012
	Aqua	49.49± 6.03	51.61± 9.43	57.34± 6.86			
	Circuit	46.37± 9.74	46.42± 6.20	53.10± 7.40			
LDL (mg/dl)	Control	117.20± 24.23	115.20± 33.83	122.00± 26.17	4.022*	.750	1.649
	Aqua	127.00± 38.20	105.70± 35.26	98.30± 33.00			
	Circuit	136.10± 33.46	123.20± 25.69	111.00± 20.78			
TG (mg/dl)	Control	139.60± 67.50	157.90± 64.25	152.70± 69.74	.814	.821	1.059
	Aqua	131.00± 46.72	127.00± 42.90	113.70± 31.80			
	Circuit	147.30± 44.04	131.10± 70.40	121.30± 28.89			
CPK (u/L)	Control	100.60 ±19.40	98.90 ±23.31	98.00± 17.19	1.657	.165	.943
	Aqua	109.40 ±37.56	92.00 ±30.38	87.40± 27.89			
	Circuit	103.50 ±35.43	105.50 ±36.79	99.80± 40.09			
LDH (u/L)	Control	115.60± 38.53	121.30± 28.22	128.30± 31.88	1.301	.957	1.949
	Aqua	114.00± 34.66	108.50± 36.14	101.40± 23.39			
	Circuit	128.30± 31.88	101.10± 31.98	96.50± 34.33			

Compared to pre-test : * $p < 0.05$

의 경우 집단간 비교결과 12주후 통제집단에 비해 AEG와 CEG가 유의하게 저하되었고, 집단내 결과는 CG는 차이가 없었으나 AEG와 CEG 모두 운동전에 비해 8주, 12주 진행되며 유의하게 저하되었다. TC의 경우 통제집

단은 시기에 있어 차이가 나타나지 않았으나 AEG와 CEG 모두 감소되며 유의한 차($p < .05$)를 나타내었으며, HDL의 경우 CG는 시기에 있어 차이가 나타나지 않았으나 AEG와 CEG 모두 증가되며 유의한 차($p < .05$)를 나타

Table 5. The result of One-way ANOVA on The change

Item	Source	Group (One-way ANOVA)			Source	Group (One-way repeated ANOVA)		
		Pre	8 Week	12 Week		Control	Aqua	Circuit
Body Weight	F-value	.398	.509	1.258*	F-value	.323	30.578*	53.597*
	post-hoc	non	non	I > II, III	post-hoc	non	a>b, b>c, a>c	a>b, b>c, a>c
Fat (%)	F-value	2.420	.502	8.157*	F-value	.764	52.044*	65.168*
	post-hoc	non	non	I > II, III	post-hoc	non	a>b, b>c, a>c	a>b, b>c, a>c

* I : Control Group, II: Aquarobic Group, III: Circuit Exercise Group

내었다.

LDL의 경우 CG는 시기에 있어 차이가 나타나지 않았으며 AEG는 감소되는 경향은 나타내었으나 통계적으로 유의한 차를 보이지 못했으나 CEG는 감소되며 유의한 차($p<.05$)를 나타내었다.

3.2 근손상지표

CPK의 경우 CG, AEG, CEG 모두 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나 AEG와 CEG는 모두 저하되는 경향성은 나타내었다.

LDH의 경우 CG, AEG, CEG 모두 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나 AEG와 CEG는 모두 저하되는 경향성은 나타내었다.

4. 논의

노인의 근육량 감소와 근력 약화는 체력 저하 및 활동성 저하로 이어져[23] 만성질환의 위험성을 증가시킨다[24]. 또한 노화에 따른 근육량 감소와 골격근 약화는 체내 지방량 증가와[25], TC, TG 및 LDL-C 수치를 높여 노인의 사망률 증가에 영향을 미치게 된다[26]. 따라서 노인은 근육량 및 근력 유지 또는 향상을 통해 체성분 관리에 관심을 기울여야 한다. 이와 같은 관점에서 본 연구는 노인의 근육량과 근력의 유지 및 향상에 효과적이고 적합한 저항성 운동을 제시하고자 12주간 아쿠아로빅과 순환운동을 수행시킨 후 분석한 결과 체중, 체지방량의 경우 CG는 변화가 나타나지 않았으나 AEG와 CEG의 경우 유의하게 저하되며 효과를 나타내었다. 또한 TC, LDL의 경우 저하되고 HDL의 경우 증가되며 AEG와 CEG에서 유의한 변화를 나타내었다. 이와 같은 결과는 아쿠아로빅운동을 규칙적으로 수행할 경우 체중, 체지방

량 및 LDL-C 감소에 효과적일 수 있다는 Cardoso 등[27]의 연구 결과와 Oh[28]이 13편의 연구를 메타분석한 결과 수중운동이 LDL-C저하와 HDL-C 증가에 긍정적인 효과를 줄 수 있다고 보고한 연구가 본 연구의 결과를 뒷받침하여 준다. 더불어 Eem[29] 등은 8주간 순환운동을 수행시킨 결과 체지방, TC, LDL-C가 저하되었다고 보고 하였으며, Melyn 등[21]도 14주간 노인 여성을 대상으로 유압식 순환운동을 수행시킨결과 체성분 변화에 효과적이라고 보고하여 본 연구의 결과를 지지하여 주었다.

이상을 종합하면 두가지 유형의 운동 모두 유산소성 운동과 저항성운동의 효과를 동시에 나타낼 수 있으며, 수중운동은 동일한 동작에도 물속에서 운동이 지상운동보다 많은 근저항을 발생시켜 에너지 소모를 증가시키고 결국 열량의 연소로 이어지면서 지방분해에 효과적으로 작용하여[30] 나타난 결과로 보여지며, 순환운동은 기존 저항성운동과 달리 상대적으로 낮은 운동부하량으로 장시간 운동 수행을 통해 높은 에너지 소비를 유발하여 효과를 나타낸 것으로 사료된다[19]. 즉, 저항성 운동을 통한 근육량 증가에 따른 지방 산화가 지방조직의 지질분해율과 지방기질의 이용을 증가시키고 체지방량을 감소시켜 나타난 결과로 안정 시 기초대사율을 향상시킨다고 보고한 Gary 등[31]과 Hunter 등[32]의 연구를 볼 때 저항성 운동이 장기적으로 체지방 및 지질 대사에 효과적으로 작용할 수 있음을 확인할 수 있었다.

건강한 근육은 안정시 CK와 LDH는 원형질 내에 존재하므로 혈중 농도가 낮게 나타난다[33]. 반면 근육이 손상 받을 경우 세포막 투과성이 증가하게 되고 이로 인해 CK와 LDH는 세포막에서 세포질로 새어나와 용해된 후 혈액으로 나와 혈중 근육 손상의 농도를 증가시킨다[34]. 이와 같은 관점에서 본 연구는 수중운동과 순환운동이 근손상에 미치는 영향을 알아보려고 운동을 수행시

킨 결과 CK와 LDH의 농도가 수중운동집단과 순환운동 집단 모두에서 유의한 변화가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 근육 손상이 크지 않을 경우 혈중 CK농도와 LDH 농도는 차이가 명확하게 나타나지 않을 가능성이 있다고 연구 보고한 An[35]의 연구와 Park 등[9]이 중년 여성을 대상으로 중강도와 고강도 운동을 수행시킨 결과 CK와 LDH 변화에 차이가 없었다는 연구 보고를 볼 때 두 가지 유형의 운동 모두 근손상에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 보여진다. 더불어 혈중 CK와 LDH는 근질환이나 손상을 가장 잘 반영하는 지표로 알려져 있지만, 변화폭이 크지 않고 운동 종료 후 회복이 빠르게 나타나는 특성상 운동시 근손상의 정도가 크지 않았기 때문에 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 사료된다.

이상을 종합해 보면 수중운동과 순환운동 모두 근 손상은 유발하지 않았지만 체성분 및 지질농도 저하에 효과적으로 작용하는 것으로 나타났다. 즉, 여성노인의 근저항 운동으로 두가지 유형의 운동 모두 적합한 것으로 보여지며 후속연구에서 근관련 지표 및 근감소증 관련 인자에 대한 연구가 이루어진다면 보다 의미있는 연구가 될 것으로 사료된다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 여성 노인에게 있어 저항성 운동 유형이 혈중지질 및 근 손상에 미치는 영향을 규명하고자 12주간 주 3회 빈도로 운동을 수행시킨 후 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

체중 및 체지방량의 경우 CG는 차이가 없었으나 AEG와 CEG는 모두 시기와 교호작용에 있어 유의($p<.05$)한 차이가 나타나 개별 비교한 결과 순환운동집단이 체중과 체지방량 저하에 가장 효과적인 것으로 나타났다.

혈중 지질성분의 경우 TG에 있어 모든 집단이 유의한 차가 나타나지 않았으나 TC, LDL-C는 AEG와 CEG는 모두 유의($p<.05$)하게 저하되었으며, HDL-C의 경우 AEG와 CEG 모두 유의($p<.05$)하게 증가하였다.

근손상 지표인 CPK와 LDH의 경우 모든 집단에서 유의한 차가 나타나지 않았다.

이를 통해 결론적으로 수중운동과 순환 운동 모두 노인의 근저항 운동으로서 근손상은 유발하지 않고 체중 및 혈중지질 관리에 효과적으로 작용할 수 있음을 확인할 수 있었다. 하지만 노인의 근육량 생성 및 근기능 개

선을 위한 효과는 밝혀내지 못했기 때문에 후속연구를 통해 추가적인 근섬유 요인에 대한 다양한 분석이 이루어진다면 보다 의미있는 연구방안이 제시될 것이라고 사료된다.

REFERENCES

- [1] Statistics on the aged. (2016). from <http://kostat.go.kr>
- [2] S. R. Lee, S. B. Cho & K. A. Jeong. (2009). Serum Lipid Profiles and Thyroid Function Tests in Elderly Women. *Journal of Menopausal Medicine*, 15(3), 186-192, <http://www.riss.kr.access.hanyang.ac.kr/link?id=A82256609>.
- [3] V. A. Hughes, R. Roubenoff, M. Wood, W. R. Frontera, W. J. Evans & M. A. Fiatarone Singh, (2004). Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(2), 475-482, DOI: 10.1093/ajcn/ 80.2.475.
- [4] M. Zamboni, G. Mazzali, F. Fantin, A. Rossi & V. Di Francesco. (2008). Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.*, 18(5), 388-395, DOI: 10.1016/j.numecd.2007.10.002.
- [5] R. N. Baumgartner. (2000). Body composition in healthy aging. *Annals of New York Academy of Science*, 904, 437-448, DOI: 10.1111/j.1749-6632.2000.tb06498.x.
- [6] J. E. Morley, R. N. Baumgartner, R. Roubenoff, J. Mayer & K. S. Nair. (2001). Sarcopenia. *J Lab Clin Med*, 137(4), 231-243, DOI: 10.1067/mlc. 2001. 113504.
- [7] M. A. Fiatarone, E. C. Marks, N. D. Ryan, C. N. Meredith, L. A. Lipsitz & W. J. Evans. (1990). High-intensity strength training in nonagenarians. *JAMA*, 263(22), 3029-3034, PMID: 2342214.
- [8] G. Melyn, C. Bill, L. Paul, B. Jennifer, D. Jacqueline, Travis, H.Geoffrey, L. G. Jean, L. Kyle, G. Elfego, J. Andrew, G. Lori, B. C. Matthew, G. Mike, R. Chris & B. K. Richard. (2018). Effects of Adherence to a Higher Protein Diet on Weight Loss, Markers of Health, and Functional Capacity in Older Women Participating in a Resistance-Based Exercise Program. *Nutrients*, 10(8), 1070, DOI: 10.3390/nu10081070.
- [9] S. A. Park, C. H. Kim, J. M. An & T. B. Lee. (2018). The Effect of Exercise Intensity according to BPM on CK, LDH, Myoglobin and CRP, WBC, Fibrinogen in Middle-aged Women during Spinning Exercise. *Journal of the Korean society for Wellness*, 13(3), 573-583, DOI: 10.21097/ksw.2018.08.13.3.573
- [10] American College of Sports Medicine(2013). *ACSM's*

- guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins. ISBN-13: 978-1609139551
- [11] S. R. Colberg, R. J. Sigal, B. Fernhall, J. G. Regensteiner, B. J. Blissmer, R. R. Rubin, L. Chasan-Taber, A. L. Albright & B. Braun. (2010). Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary. *Diabetes Care*, 33(12), 2692-2696, DOI: 10.2337/dc10-1548.
- [12] L. L. Anderson, C. H. Anderson, O. S. Mortensen, O. M. Poulsen, I. B. Bjørnlund & M. K. Zebis. (2010). Muscle Activation and Perceived Loading During Rehabilitation Exercise Comparison of Dumb Belles and Elastic Resistance. *Phys Ther*, 90(4), 538-549, DOI: 10.2522/ptj.20090167.
- [13] M. D. Jakobsen, E. Sundstrup, C. H. Andersen, T. Bandholm, K. Thorborg, M. K. Zebis & L. L. Andersen. (2012). Muscle activity during knee-extension strengthening exercise performed with elastic tubing and isotonic resistance. *Int J Sports Phys Ther*, 7(6), 606-616, PMID: 23316424.
- [14] J. Y. Kim & J. H. Lee. (2010). A Review of Exercise-induced Rhabdomyolysis. *Journal of coaching development*, 12(2), 205-217, <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01540254>.
- [15] A. J. Kielbock, M. Manjoo, j. Booyesen & Katzeff, I. E. (1979). Creatine Phosphokinase and lactate dehydrogenase levels after ultra-distance running. *South Africa Medicine Journal*, 55(26), 1061-1064, PMID 23316424.
- [16] W. J. Kraemer. (1988). Hydroxylation of aniline mediated by heme-bound oxy-radicals in a heme peptide model system. *Biochemical Pharmacology*, 37(23), 574-577, DOI: 10.1016/0006-2952(88)90675-2.
- [17] K. Nosaka & P. M. Clarkson. (1996). Variability in serum creatine kinase response after eccentric exercise of the elbow flexors. *International Journal of Sports medicine*, 17(2), 120-127, DOI: 10.1055/s-2007-972819.
- [18] A. J. Siegel, L. M. Silverman & R. E. Lopez, (1980). Creatine Kinase elevations in marathon runners-relationship to training and competition. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 53(4), 275-279.
- [19] S. K. Lee. (2017). A Meta-analysis on the Effect of Aquarobics in Women. *Journal of Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women*, 31(2), 2017.6, 41-52, DOI: 10.16915/jkapesgw.2017.06.31.2.41
- [20] J. Y. Lee, S. C. Chon & M. K. Jeong. (2009). The Effects of Types of the Aquatic Exercise Programs on Physical Fitness and Blood Lipid with Elderly Women. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 37(1), 821-828, <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06244439>.
- [21] C. M. Kerssick, M. D. Roberts, B. I. Campbell, M. M. Galbreath, L. W. Taylor, C. D. Wilborn, A. Lee, J. Dove, J. W. Bunn, C. J. Rasmussen & R. B. Kreider. (2020). Differential Impact of Calcium and Vitamin D on Body Composition Changes in Post-Menopausal Women Following a Restricted Energy Diet and Exercise Program. *Nutrients*, 12(3), 713, DOI: 10.3390/nu12030713.
- [22] C. H. Kim, J. W. Lee, S. I. Han & P. W. Lee. (2012). The Effect of Aquatic Exercise Program in Elderly Women on the Cognitive Function and Alzheimer`s Disease Dementia Factor. *Korean journal of physical education*, 51(5), 627-637, <http://www.riss.kr.access.hanyang.ac.kr/link?id=A106551974>.
- [23] E. J. Bassey, E. F. Fiatarone, M. E. O'Neill, W. J. Kelly & L. A. Lipsitz. (1992). Leg Extensor Power and Functional Performance in Very Old Men and Women. *Clinical Science* 82(3), 321-327, DOI: 10.1042/cs0820321
- [24] A. G. Lueckenotte, C. J. Green & P. L. Marshall. (1996). *Gerontologic Nurs*. Mosby, ISBN: 080167414X 9780801674143.
- [25] Fabio De Stefano, S. Zambon, L. Giacometti, G. Sergi, M. C. Corti, E. Manzato, L. Busetto(2015). Obesity, Muscular Strength, Muscle Composition and Physical Performance in an Elderly Population. *Journal of Nutrition, Health & Aging*, 19(7), 785-791, DOI: 10.1007/s12603-015-0482-3.
- [26] D. K. Kim & E. S. Ann. (2007). The Relationship between Cardiorespiratory Fitness and C-reactive Protein in Old Men. *Journal of exercise nutrition & biochemistry*, 11(1), 9-14, <http://www.riss.kr.access.hanyang.ac.kr/link?id=A75671512>
- [27] G. S. Cardoso, S. de Leon Hernandez, J. G. Zamora & C. R. Posadas. (1995). Lipid and lipoprotein levels in athletes in different sports disciplines. *Archivos del Instituto de Cardiologia de Mexico*, 65(3), 229-235, PMID: 7575022.
- [28] Y. S. Oh. (2019). Effect of Aquatic Exercise on Body composition and Blood Lipids on Elderly Women: Meta-Ananlysis. *Korean Journal of Sports Science*, 28(5), 843-855, DOI: 10.35159/kjss.2019.10 .28.5.843.
- [29] E. C. Eem, H. S. Cho & M. G. Lee. (2017). Effects of 8 Weeks of Circuit Exercise Training on Body Composition, Physical Fitness, Stress Index, and Atherogenic Index in Bus Drivers. *The Korean Journal of Physical Education*, 56(2), 553-564, <http://dx.doi.org/10.23949/kjpe.2017.03.56.2.40>.
- [30] F. Kazutaka & S. Tomihiro. (2003). Body Temperature, Oxygen Uptake and Heart Rate during Walking in Water and on Land at an Exercise Intensity Based on RPE in Elderly Men. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*, 22(2), 83-88, DOI: 10.2114/jpa.22.83.

- [31] R. H. Gary, P. M. John & M. B. Marcas. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34(5), 329-348, DOI: 10.2165/00007256 -200434050-00005.
- [32] G. R. Hunter, C. J. Wetzstein, D. A. Fields, A. Brown & M. M. Bamman. (2000). Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *Journal of Applied Physiology*, 89(3), 977-984, DOI: 10.1152/jappl.2000.89.3.977.
- [33] P. M. Clarkson, K. Nosaka & B. Braun. (1992). Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24(5), 512-520, <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=fulltext&D=ovft&CSC=Y&NEWS=N&SEARCH=00005768-199205000-00004.an>.
- [34] P. Brancaccio, N. Maffulli, R. Buonauro & F. M. Limongelli. (2008). Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clinics in sports medicine*, 27(1), 1-18, DOI: 10.1016/j.csm.2007.09.005.
- [35] J. Y. An. (2008). *Effects of Running Type on a Change in Fatigue Components and in Delayed Muscle Damage*, Graduate School of Hanyang University, <http://www.riss.kr.access.hanyang.ac.kr/link?id=T11230453>.

신 원 태(Won-Tae Shin)

[정회원]



- 1980년 2월 : 한양대학교 체육학과 (체육학사)
- 1982년 2월 : 한양대학교 대학원 체육학과(체육학 석사)
- 1989년 2월 : 한양대학교 대학원 체육학과(체육학 박사)
- 1989년 10월 ~ 현재 : 인천대학교 사범대학 교수

- 관심분야 : 운동생리학, 운동처방, 건강운동
- E-Mail : wontae@inu.ac.kr

이 중 원(Jung-Won Lee)

[정회원]



- 2001년 2월 : 조선대학교 체육학과 (체육학사)
- 2003년 2월 : 인천대학교 대학원 체육학과(체육학 석사)
- 2008년 8월 : 인천대학교 대학원 사회복지학과(사회복지학 석사)
- 2008년 2월 : 한양대학교 대학원 체육학과(체육학 박사)

- 2019년 3월 ~ 현재 : 인천광역시 장애인체육회 사무처장
- 관심분야 : 운동생리학, 운동처방, 노인체육, 특수체육
- E-Mail : sportsljw@hanmail.net