

규칙적인 운동이 sarcopenic 비만여성고령자의 심혈관질환 위험인자에 미치는 영향

정주하¹, 양승재^{1*}

¹경남정보대학 스포츠재활트레이닝과

Effects of Exercise on Cardiovascular Disease Risk Factors in Sarcopenic Obesity Elderly Women

Joo-Ha Jung¹ and Seung-Jai Yang^{1*}

¹Subdivision of Sports Science, Kyungnam College of Information & Technology

요 약 고령기의 생활을 위협하는 obesity 여성고령자를 대상으로 sarcopenia 동반에 따른 CVD 위험의 가중성과 16 주간의 운동중재가 CVD 위험인자에 미치는 변화를 알아보고자 한다. 또한, 이러한 운동효과를 검증하여 obesity 여성고령자에게 obesity와 sarcopenia에 대한 운동의 중요성을 부각시켜 삶의 질 향상에 도움을 주기 위한 연구이다. 비만 여성고령자를 sarcopenia 동반유무에 따라 sarcopenic obesity group(SOG)과 non-sarcopenic obesity group(NOG)으로 나누어 16주간, 주 3회, 50-60분간 복합운동 실시 후 심혈관질환 위험인자에 미치는 영향을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 운동 전 두 그룹간 CVD 위험인자 비교에서는 비만 여성고령자에게 sarcopenia가 동반될 경우 CVD 위험이 가중되지 않았으며, sarcopenic obesity 여성고령자가 non-sarcopenic obesity 여성고령자보다 HDL-C는 높게, TG는 더 낮게 나타났다. 운동중재 후에는 혈청지질에서 sarcopenic obesity 여성고령자의 경우 TC, TG는 감소하였고, HDL-C, LDL-C는 차이가 없었다. non-sarcopenic obesity 여성고령자의 경우 TC, TG, LDL-C는 감소하였으며, HDL-C 증가하였다. 따라서, sarcopenia와 CVD 위험인자와의 낮은 관련성을 확인할 수 있었으며, sarcopenic obesity 여성고령자가 non-sarcopenic obesity 여성고령자에 비해 HDL-C, LDL-C, BP, right baPWV에서 운동효과가 더디다는 것을 발견할 수 있었다.

Abstract The purpose of this study was to analyze the effects of combined exercise on body composition and cardiovascular disease risk factors in sarcopenic obesity elderly women. The subjects for the study were 21 obesity elderly women over 65 years old. They were divided into two groups, the sarcopenic obesity group(n=9) and non-sarcopenic obesity group(n=12). The variables of body composition and CVD risk factors were measured in all the subjects before and after 16-week combined exercise. The findings of this study were as follows; In the sarcopenic obesity elderly women significantly decreased total cholesterol(TC), triglyceride(TG), and left baPWV. The non-sarcopenic obesity elderly women significantly decreased total cholesterol(TC), triglyceride(TG), low density lipoprotein-cholesterol (LDL-C), and left baPWV, but significantly increased high density lipoprotein-cholesterol(HDL-C). The most important finding in this study was that sarcopenic obesity elderly women showed delayed effects of a 16-week combined exercise on HDL, LDL-C, BP, and right baPWV compared to the non-sarcopenic obesity elderly women.

Key Words : sarcopenia, obesity, exercise, CVD risk factors

본 논문은 2011년도 교육과학기술부 교육역량강화사업 지원으로 수행되었음.

*Corresponding Author : Seung-Jai Yang

Tel: +82-10-9087-6682 email: 98doc@naver.com

접수일 12년 06월 14일

수정일 12년 07월 18일

게재확정일 12년 09월 06일

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

현대사회의 가장 증대한 역학적 경향은 비만(obesity)과 노화(aging)이다[1]. 비만은 미국을 비롯한 많은 선진국들 사이에서 지난 몇 십년간 큰 폭으로 증가되어 현대의 유행병(epidemic)으로까지 인식되고 있으며[2], 고혈압, 제2형 당뇨병, 고지혈증 등을 증가시켜 동맥경화증과 심혈관질환(cardiovascular disease, CVD) 발생에 독립적인 위험인자가 된다[3].

노인 비만률은 60대 37%, 70대 이상 31.1%로 증가 추세를 보이고 있으며, 이들 중 여성의 비율이 41.4%와 38.1%로 각각 높은 수준을 보이고 있다[4].

정상적인 노화의 경우 체지방의 증가와 근육량 감소를 유발하며[5], 이러한 변화는 체질량지수(body mass index)에는 큰 영향이 없지만[6-7], 대사질환(metabolic disease) 및 CVD 위험인자에 영향을 미친다[3].

노화과정에서 나타나는 비정상적인 근육량 감소를 sarcopenia라 하며[8-9], sarcopenia와 obesity가 동시에 나타나는 것을 가리켜 sarcopenic obesity(SO)라 하며, sarcopenia와 obesity로 인하여 발생하는 건강상의 문제들이 동시에 일어나기 때문에 노인에게 더욱 위험하다[10-12]. 고령자의 비만이 지속적인 증가추세인 것으로 보아 SO의 유병률 또한 지속적으로 증가될 것으로 예상된다[13-14].

sarcopenia와 obesity를 연결하는 메커니즘 역시 아직 명확하지 않으나, 연령이 증가할수록 신체활동수준은 낮아지고, 근육에 가장 중요한 영양섭취가 감소하여 긍정적인 에너지 균형이 무너져 체중의 대부분을 지방으로 얻게 된다. 또한, 노화로 인한 sarcopenia는 인슐린 반응을 이용할 수 있는 근육량의 감소로 인슐린저항성을 높이고[15], 지방량이 증가되어 염증인자를 증진시켜 이로 인한 대사증후군[16]과 같은 CVD 위험을 높인다[1, 11, 17]는 가설이 설득력을 얻고 있다.

대부분의 연구자들이 나이, 가족력, 흡연력, 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 당뇨, 비만 및 운동부족 등[2, 18-22]을 심혈관계 건강지표와 밀접한 관련이 있는 위험요인으로 보고하고 있다.

비만인에게 sarcopenia 동반여부에 따라 CVD 위험인자를 비교·분석한 연구를 보면, Aubertin-Leheudre et al.[6]의 연구에서 폐경기의 60세 이상 SO가 non-sarcopenic obesity(NO)보다 CVD 위험인자가 낮게 나타났지만, 대부분의 연구에서 SO가 각각의 독립적 상태보다 기능제한이나 대사성질환 등 노후의 장애 위험을 증

가시키는 요인이라는 주장이 제기되고 있다[7, 10, 14, 23-25].

또한, sarcopenia, NO, SO, normal 그룹으로 나누어 근력을 비교한 결과 SO가 가장 낮게 나타났으며[11], 근력과 CVD 위험요소와 관련이 있다는 결과를 보고하였다. 아직까지 NO에게 sarcopenia 동반 여부에 따른 CVD 위험인자와의 관계는 명확하게 밝혀지지 않았지만, 근육량이 많을수록 운동능력이 좋으며, 또한 CVD 위험인자가 더 적다는 연구가 설득력을 얻고 있다.

한편, obesity와 sarcopenia 예방과 개선을 위한 다양한 중재 중에 가장 직접적인 중재는 운동이며, 그 효과를 증명하는 연구가 계속 진행되어지고 있다. 하지만 대부분의 비만여성고령자를 대상으로 한 선행연구는 sarcopenia 동반유무를 간과하고 있는 실정이다[26-30].

물론, sarcopenia와 SO를 대상으로 실시한 연구도 있지만, sarcopenia와 SO 여성고령자를 대상으로 운동군과 통제군으로 나누어 복합운동과 저항운동(resistance exercise)의 효과를 검증한 연구[31-33]에 그치고 있는 실정이다.

특히 비만 여성고령자에게 sarcopenia 동반유무에 따라 운동효과의 차이를 알아본 연구는 SO에 대한 진단 기준, 작용 메커니즘, 임상적 의미가 명확히 밝혀지지 않은 현실점에서 세계적으로 연구가 미비하다. 그러므로 고령화 사회를 맞고 있는 우리나라에서 최근 중요성을 더하고 있는 SO 여성고령자에 대한 운동중재효과에 관한 연구는 매우 의미 있을 것이다.

이에 본 연구는 고령자의 생활을 위협하는 obesity 여성고령자를 대상으로 sarcopenia 동반에 따른 CVD 위험의 가중성과 16주간의 운동중재가 CVD 위험인자에 미치는 변화를 알아보고자 한다. 또한, 이러한 운동효과를 검증하여 obesity 여성고령자에게 obesity와 sarcopenia에 대한 운동의 중요성을 부각시켜 삶의 질 향상에 도움을 주고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

B광역시 G구에 거주하는 65세 이상의 여성고령자 중 본 연구 참여를 수락한 자로 구성하였다. 이들은 대부분 1가지 이상의 생활습관병을 가지고 있지만, 전문의의 소견으로 운동이 가능하다고 판정된 최근 1년 이내에 규칙적인 운동프로그램에 참가한 경험이 없는 좌업생활자(sedentary lifestyle)이다. 대상자 분류는 SO group(low

FFM + high %fat) 9명, NO group (normal FFM + high %fat) 12명, 총 21명으로 하였다. 대상자 수는 적절성 검사를 위해 파워분석(power analysis) 프로그램인 study size 2.0을 이용하여 통계적 power>0.80, 유의수준 .05로 설정하여 각 종속변인 별로 분석한 결과 적정 대상자 수는 7.13-10.64명으로 나타났다.

연구대상 선별조건으로는 PAR-Q(physical activity readiness questionnaire)와 문진을 통하여 파킨슨병, 치매 등의 인지기능장애 관련 질환이 있는 자, 평상시 어지럼증이나 관절통을 호소하거나 심장관련 질환이 있거나 가슴에 통증이 있는 자는 연구 대상자에서 제외하였다. 또한, P대학교 IRB(No. PNUHIRB-017)의 심의를 거쳐 연구승인을 받았으며, 신체적 특성은 [Table 1]과 같다.

2.2 측정항목 및 방법

2.2.1 obesity와 sarcopenic obesity 판정방법

obesity는 노인의 비만기준 시 BMI보다 더 적절한 체지방률 35% 이상을 비만으로 판정하였다[6-7].

Sarcopenia는 신장당 사지근육량[appendicular skeletal mass, ASM(kg)/height(m)²]을 적용하였으며[23-24, 34], 성인참조군의 2SD 미만을 확인하기 위해 Kim et al.[14]이 제시한 한국인 성인여성 참조군 ASM(kg)/height(m)²를 근거로 5.14 kg/m² 미만일 때를 sarcopenia로 판정하였다. SO는 sarcopenia와 비만의 판정조건에 모두 만족하는 경우로 하였다.

2.2.2 신체적 특성

2.2.2.1 신장, 체중, BMI

신장, 체중은 X-scan PLUSII(Jawon medical C., Korea)를 이용하였으며, BMI는 체중(kg)/신장(m²)으로 산출하였다.

2.2.2.2 신체조성

DEXA(Technical Insights Co., USA)를 이용하여 FFM(fat free mass)와 %fat을 측정하였으며, 측정오차를

최소화하기 위하여 피험자는 측정당일 4시간 전 음식 및 음료수 섭취를 제한하였다. 이들은 모두 측정하기 30분 전에 화장실을 다녀와 체내 잔유물을 최대한 제거하도록 하였다.

2.2.3 심혈관질환 위험인자

2.2.3.1 혈청지질

혈청지질 농도는 피험자들에게 12시간 이상의 공복상태를 유지하도록 한 후, 다음날 오전 9-10시경에 임상병리사로부터 전완정맥(antecubital vein)에서 약 5 cc를 채혈하도록 하였다. TC, TG, HDL-C은 효소비색법을 이용하여 분석하였다. LDL-C는 TC-(HDL+TG/5)공식을 이용하여 산출하였다.

2.2.3.1 동맥경화도

동맥경화·협착검사기(VP-1000, Omron Healthcare, Japan)를 이용하여 상완 발목간 맥파전달속도(brachial-ankle pulse wave velocity; baPWV)를 사지 동맥혈관에서 측정된 맥파간의 전달시간차이(pulse transit time, PTT)와 대상자 신장(cm)을 근거로 혈관길이(length, L)를 산출/계산(baPWV = L/PTT) 하였다.

2.3 운동처방

2.3.1 운동형태

탄성밴드(elastic band)를 이용한 저항운동(resistance exercise)과 트롯음악을 이용한 유산소운동(aerobic exercise)을 함께 복합적으로 실시하였다.

2.3.2 운동강도

운동자각도인 Borg RPE scale[35]을 이용하여 준비, 정리운동은 RPE 9-13(very light - somewhat hard), 본운동 RPE 13-15(somewhat hard - hard) 수준으로 복합운동(탄성밴드 + 트롯댄스)을 점진적으로 실시하였다. 노인에게 적합한 8-12RM으로 1-2sets 실시하여, 12RM에 도달하였을 때, 8RM이 될 수 있도록 저항을 증가시켰다[36].

[표 1] 대상자의 신체적 특성

[Table 1] Physical characteristics of subjects

Group	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	BMI(kg/m ²)	%fat(%)	FFM(kg)	ASM/height ² (kg/m ²)
SOG(n=9)	74.10±3.38	155.45±0.33	56.13±5.32	23.75±2.43	40.77±6.13	30.23±1.79	4.99±0.10
NOG(n=12)	74.82±3.25	154.07±0.37	65.95±6.30	27.94±2.21	40.06±4.44	36.50±2.26	6.05±0.38

Values are expressed as mean±standard deviation

SOG; sarcopenic obesity group, NOG; non-sarcopenic obesity group, BMI; body mass index

FFM; fat free mass, ASM; appendicular skeletal mass

trot dance는 100-130bpm의 trot 음악을 이용하여 동작을 실시하였다.

2.3.3 운동기간, 빈도, 시간

16주간, 주 3회(월, 수, 금), 준비/정리운동 각 10분, 본 운동 30-40분, 총 50-60분간 실시하였다.

2.3.4 운동프로그램

상체, 몸통, 하체근육을 모두 트레이닝할 수 있도록 편성하였으며, Table 2와 같다. 매회 밴드운동을 부위별 6-9종목, 트롯댄스를 1-2곡 실시하여 대상자들의 흥미를 유도하면서 운동을 실시하였다.

[표 2] 16주간 운동프로그램

[Table 2] Exercise program for 16weeks

order	contents	intensity
warm-up (10min)	· breathing, walking	RPE
	· static stretching	9-13
main exercise (30-40min)	* band-exercise	RPE 13-15 (8-12 reps ×1-2sets)
	· lat pull down	
	· shoulder shrugs	
	· lateral shoulder raises	
	· chest press	
	· trunk rotation	
	· triceps extension	
	· biceps curl	
	· wrist rotation	
	· boxers	
	· side bend	
	· hip flexion/abduction/adduction	
	· leg extension/flexion	
· ankle dorsi/plantar flexion		
* trot dance	100-130	
· zzan zza ra(Jang, Yoon-Jung)	bpm	
· flower(Jang, Yoon-Jung)		
· unconditional(Park, Sang-chol)		
· name tag of love(Hun, Chol)		
cool-down (10min)	· breathing, walking	RPE
	· static stretching	9-13

2.4 자료처리

SPSS 18.0을 이용하여 각 측정변인에 대해 평균값과 표준편차(M±SD)를 산출하여 그룹과 시기간 상호작용효과를 보기 위해 two-way repeated measures ANOVA와 그룹내 운동전·후의 효과를 비교하기 위해 paired t-test를 실시하였다. 모든 통계적 유의 수준은 .05로 설정하였다.

3. 결과

3.1 혈청지질

그룹내, 그룹간 운동 전·후 혈청지질의 변화는 Table 3과 같다. 운동전 그룹간 비교에서는 TG에서는 SOG보다 NOG가 유의하게($p<.05$) 높게, HDL-C에서는 SOG보다 NOG가 유의하게($p<.05$) 낮게 나타났다. 반면에 TC와 LDL-C에서는 차이가 없었다.

운동 전·후의 그룹내 비교에서는 TC와 TG에서 두그룹 모두 운동 후 유의하게($p<.05$, $p<.01$) 감소하였으며, HDL-C와 LDL-C에서는 SOG는 차이가 없었으나, NOG는 각각 유의하게($p<.01$, $p<.05$) 증감하였다. 한편, 시기와 그룹간 주효과와 시기×그룹간 상호작용 효과에서는 TC, TG, HDL-C, LDL-C의 시기간 주효과에서 유의한($p<.001$, $p<.01$, $p<.05$) 차이가 나타났으며, 그룹간 주효과에서는 HDL-C에서만 유의한($p<.05$) 차이가 나타났다. 한편 모든 항목에서 시기×그룹간 상호작용에서는 차이가 없었다.

3.2 동맥경화도

그룹내, 그룹간 운동 전·후 동맥경화도의 변화는 Table 4와 같다. 운동전 그룹간 비교에서는 SBP, DBP, right baPWV, left baPWV 모두 차이가 없었다.

운동 전·후의 그룹내 비교에서는 SOG에서 left baPWV만 유의한($p<.01$) 감소를 보였지만, NOG에서는 SBP, DBP, right baPWV, left baPWV 모두 운동 후 유의하게($p<.01$, $p<.05$) 감소하였다.

한편, 시기와 그룹간 주효과와 시기×그룹간 상호작용 효과에서는 SBP, DBP, right baPWV, left baPWV 모두 시기간 주효과에서만 유의한($p<.001$, $p<.01$, $p<.05$) 차이가 나타났으며, 그룹간 주효과와 시기×그룹간 상호작용에서는 차이가 없었다.

4. 논의

본 연구에서 주목할 점은 비만 여성고령자에게 sarcopenia가 동반될 경우 CVD 위험이 가중되지 않는다는 것이다. 즉, SO 여성고령자보다 NO 여성고령자가 CVD 위험인자를 더 가지고 있는 것으로 나타났으며, 따라서 sarcopenia와 CVD 위험인자와의 낮은 관련성을 확인하였다. 그럼에도 불구하고, 규칙적인 운동중재 후에는 NO 여성고령자가 SO 여성고령자보다 CVD 위험인자에 더 효과적으로 개선되는 것으로 나타났다.

[표 3] 혈청지질 비교

[Table 3] Comparisons of blood lipid profiles

		pre EX (M±SD)	post EX (M±SD)	% change (M±SD)	t-value	F-value	
TC (mg/dL)	SOG(n=9)	205.77±38.85	195.55±40.10	-5.19±5.77	2.786*	time	23.363***
	NOG(n=12)	213.58±24.44	200.75±22.81	-5.85±4.66	4.164**	group	.229
	t-value	.565				time×group	.300
TG (mg/dL)	SOG(n=9)	113.33±26.53	94.77±36.31	-17.80±16.55	2.994*	time	21.424***
	NOG(n=12)	146.58±35.55	112.75±21.01	-21.09±13.87	3.936**	group	.352
	t-value	2.235*				time×group	1.822
HDL-C (mg/dL)	SOG(n=9)	55.44±7.29	58.00±6.92	5.60±15.06	.970	time	7.342*
	NOG(n=12)	47.41±7.02	52.33±7.74	10.96±11.25	3.624**	group	5.579*
	t-value	2.549*				time×group	.733
LDL-C (mg/dL)	SOG(n=9)	127.66±39.42	118.60±39.50	-7.74±11.70	1.892	time	10.924**
	NOG(n=12)	136.85±26.87	125.86±24.29	-7.29±10.40	2.864*	group	.352
	t-value	.636				time×group	.100

SOG; sarcopenic obesity group, NOG; non-sarcopenic obesity group

TC; total cholesterol, TG; triglyceride, HDL-C; high density lipoprotein cholesterol

LDL-C; low density lipoprotein cholesterol

* : $p < .05$, ** : $p < .01$, *** : $p < .001$

[표 4] 동맥경화도 비교

[Table 4] Comparisons of arteriosclerosis

		pre EX (M±SD)	post EX (M±SD)	% change (M±SD)	t-value	F-value	
SBP (mm Hg)	SOG(n=9)	128.11±10.87	123.11±7.81	-3.50±7.49	1.572	time	7.677*
	NOG(n=12)	128.33±15.83	118.75±9.72	-6.72±8.53	2.475*	group	.216
	t-value	.036				time×group	.758
DBP (mm Hg)	SOG(n=9)	74.77±6.86	71.88±3.29	-3.26±8.55	1.276	time	6.079*
	NOG(n=12)	73.33±8.78	68.66±7.87	-5.82±9.54	2.289*	group	.692
	t-value	.408				time×group	.337
right baPWV (cm/sec)	SOG(n=9)	1691.22±184.58	1592.11±131.08	-5.80±6.78	2.274	time	14.739**
	NOG(n=12)	1695.25±248.94	1562.75±147.30	-6.98±7.48	3.254**	group	.027
	t-value	.041				time×group	.306
left baPWV (cm/sec)	SOG(n=9)	1698.55±183.28	1601.44±146.42	-5.80±5.50	2.627**	time	20.821***
	NOG(n=12)	1689.75±247.25	1557.75±181.27	-7.29±5.82	3.943**	group	.216
	t-value	.090				time×group	.483

SOG; sarcopenic obesity group, NOG; non-sarcopenic obesity group

SBP; systolic blood pressure, DBP; diastolic blood pressure, baPWV; brachial-ankle pulse wave velocity

* : $p < .05$, ** : $p < .01$, *** : $p < .001$

비만폐경여성(66±5세, BMI 27±3 kg/m²)을 대상으로 SO와 NO로 나누어 CVD 위험인자를 비교한 결과 SO 그룹이 NO 그룹보다 TG는 낮고, HDL-C는 높게 나타났다[6]. 한국 성인 264명(20-88세)을 대상으로 복부지방과 대퇴근육, 대사증후군과의 관계를 알아본 결과 복부지방이 많으면서 대퇴근육량이 낮은 사람이 대퇴근육량이 많은 사람보다 혈압과 TG는 낮게, HDL-C는 높게 나타났다[37] 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

그러나 대부분의 연구에서 본 연구와 상반되게 SO가 각각의 독립적 상태보다 대사성질환 및 CVD 위험이 더 높게 나타났다[7, 10-11, 14, 23-24].

이러한 부정적인 결과는 본 연구의 운동중재 후에 나타났다. 규칙적인 운동중재 후에 NO 여성고령자에서는 모든 항목에서 운동의 효과가 나타났으나, 이에 반해 SO 여성고령자에서는 HDL-C, LDL-C, BP와 right baPWV에서 운동중재 후 효과가 나타나지 않았다. 이 부분에 대한 논의는 다음과 같다.

4.1 혈청지질

CVD 위험인자 중 혈청지질인 TC, TG, HDL-C, LDL-C, 모두 상호작용효과가 나타나지 않았다. 그룹내 운동전후의 효과검증을 보면, TC와 TG에서는 두 그룹 모두 감소하였으며, HDL-C와 LDL-C에서는 오직 NO 여성고령자에서만 운동의 효과를 보였다.

대부분의 비만 여성고령자를 대상으로 한 연구를 보면, 비만여성고령자(66.43±4.3세, 32.5±2.2 kg/m²)에게 운동 중재를 주지 않고 16주 후에 TC(6.9%), HDL-C(1.2%), LDL-C(8.4%), TG(27%) 증가로 대체적으로 부정적인 결과를 보였다[38].

반면에 운동중재를 한 연구를 보면, 비만 여성고령자 19명(69.93±3.44세, 26.96±2.02 kg/m²)을 대상으로 12주간 주 3회 순환운동을 실시한 결과 TG(9.14%), glucose(10.64%)가 감소하였고, HDL-C(18.31%)는 증가하였다[28]. 또한, 여성 비만노인을 운동군과 통제군으로 나누어 24주간 주 3회, 60분간 탄력밴드 트레이닝을 실시한 결과 TC와 TG에서 운동군은 감소 통제군은 증가하였으며, HDL-C에서는 운동군은 증가, 통제군은 감소를 보였다[39].

이렇듯 장기간 운동에 지속적으로 참여한 집단이 비운동군에 비해 혈중지질성분이 긍정적으로 나타나 운동의 효과를 확인할 수 있었는데, 본 연구의 NO 여성고령자의 결과를 지지해 주고 있다.

그러나 본 연구의 SO 여성고령자에서는 NO 여성고령자와는 달리 HDL-C와 LDL-C에서 차이가 나타나지 않았다.

HDL-C 증가와 LDL-C 감소는 심장질환이 일어날 가능성을 줄여준다. 운동으로 근육량이 증가할 경우 HDL-C의 농도는 증가하며, 이로 인해 LDL-C농도가 감소하는데[40-41] SO 여성고령자의 경우 근육량의 결과가 HDL-C과 LDL-C에 영향을 미친 것으로 생각된다.

그러나 본 연구에서 16주간 운동중재 후 두 그룹간 상호작용효과가 나타나지 않은 것은 SO 여성고령자에서 유의하지 않았지만 HDL-C(5%) 증가와 LDL-C(-7%) 감소가 나타났기 때문이다. 이는 근육량의 결과에서와 같이 SO 여성고령자에 있어 운동효과가 없는 것이 아니고 운동반응이 NO여성보다 더디게 나타난 것으로 생각된다.

4.2 동맥경화도

혈관탄성은 동맥이 갖는 특성 중 하나이다. 이러한 특성으로 인해 심장의 수축기 시 과도한 혈압상승이 예방되며, 탄력적으로 인체 각 장기에 혈액을 원활하게 공급할 수 있다. 그러나 노화나, 비만, 고혈압과 같은 심혈관계요인들에 의해 혈관이 손상되고 섬유화가 진행되면 동맥의 탄성능력과 완충능력이 소실되어 동맥경직도가 증가하게 된다[42-43]. 이러한 동맥경직도 증가는 좌심실의 과도한 부하를 초래하고 혈관벽에 긴장도를 증가시켜 CVD의 위험성을 증가시킨다.

이러한 동맥경직도를 반영하는 지표로 본 연구에서는 상완-발목 맥파속도(brachia-ankle PWV, baPWV)를 이용하였으며, 동맥경직도가 증가하면 맥파속도가 증가한다[44-45]고 하였다. 맥파속도는 CVD의 주요 위험인자들의 체중과 체지방률[46], 혈압[47], 혈중지질[48]등과 신체활동[49-50]에 영향을 받는다.

운동은 체지방, 혈압, 혈중지질 등 CVD 위험인자에 긍정적인 영향을 미쳐 동맥경직 지연에 영향을 미치기도 하지만 신체활동은 독립적으로도 혈관 경직 지표에 영향을 미치는 것으로 보고되었다[49].

운동과 동맥경직도 관련 연구를 보면, 8주간의 cycling이 대퇴혈류와 혈관직경을 유의하게 증가시키고[51], 노인여성을 대상으로 18주간 유산소운동을 실시한 결과 혈압과 심박수의 심혈관계 요인이 개선되었다는 연구[52], 그리고 노인여성 20명을 대상으로 최대심박수의 40-60%로, 90분간, 주 2회, 12주간 모던댄스를 실시한 결과 혈압이 감소되었다는 연구[53]등과 같이 운동 후 혈압과 동맥경직도가 개선효과에 대해 일관되게 보고하고 있다[55-59]

본 연구에서는 혈압과 baPWV에서 두 그룹간 운동 전후의 상호작용효과는 나타나지 않았다. 그러나 운동 후의 효과검증에서는 NO 여성고령자에서 혈압과 baPWV 모두에서 유의한 감소를 나타내어 선행연구의 결과와 유사

하였다.

운동이 혈압을 낮출 수 있다는 혈액학적인 가능성은 트레이닝 후에 안정시 또는 일정한 운동강도에서 심박출량과 말초혈관저항을 감소시킬 수 있다는 것이다[51]. 운동 중에는 혈관내피세포의 기능향상과 혈관 확장물질 (prostaglandin E) 증가에 따른 혈관기능이 향진되며, 이는 운동을 마친 후에도 한동안 지속되어 운동이 혈관을 확장시켜 말초저항을 줄여주게 된다[60].

또 다른 가능성은 트레이닝이 혈청 카테콜아민 (catecholamine)을 감소시키고, 레닌(renin)의 활성을 감소시켜 혈압을 낮출 수 있고[61-62], 운동 중에는 혈관 주변의 근육이 수축, 이완하면서 혈관을 마사지해 주는 효과가 있다[63]. 따라서 지속적이고 규칙적인 운동을 통해 혈관은 탄력성을 가지게 되어 말초저항이 감소한다.

본 연구에서 SO 여성고령자에서는 왼쪽 baPWV에서 만 유의한 감소를 보여 NO 여성고령자와 달리 운동반응이 더디게 나타났다. 이러한 결과는 슬관절재건술 후 8주간의 등속성운동으로 대퇴위 근단면적이 증가하고 혈류속도가 감소하였다[64]는 연구결과와 같이 근육량과 혈류속도는 연관이 있는 것으로 보인다.

또한, 혈액 내의 지질성분(높은 LDL-C과 낮은 HDL-C)은 혈관에 상처를 내고 혈관의 탄성을 감소시키는데 이러한 조건은 모두 혈압을 증가시키는 원인이 된다[65]. 본 연구에서는 SO 여성고령자가 규칙적으로 운동을 실시했음에도 불구하고 혈압과 오른쪽 baPWV에서 효과를 나타내지 못한 이유는 NO 여성고령자와 달리 근육량과 LDL-C와 HDL-C에서 유의한 효과를 나타내지 못했기 때문에 이러한 결과들이 부정적인 영향을 미친 것으로 생각된다.

이렇듯 규칙적인 운동은 대동맥과 세동맥 내경의 증가를 통하여 혈류량을 증가시키며, 모세혈관 수를 증가시켜 말초의 혈관저항을 감소시킴으로서 동맥혈관의 긍정적 변화에 기여한다[66]. 따라서 연령이 증가하면서 심장의 기능적 구조적 변화를 겪게 되는데 장기간의 규칙적인 운동을 통해 혈관이 확장되어 혈압과 동맥경직도에 유의한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

따라서 CVD의 위험도를 측정하기 위하여 동맥의 경직도를 평가하는 것이 임상적으로 유용하며, 아직까지 명확하게 알려져 있지 않으나 동맥경직도를 호전시키는 것이 CVD 위험도를 감소시킬 것으로 기대된다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 비만 여성고령자를 대상으로 sarcopenia에

따른 CVD의 가중성과 16주간, 주 3회, 50-60분간 복합운동이 신체조성 및 CVD 위험인자에 미치는 영향을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

5.1 운동 전 두 그룹간 CVD 위험인자 비교

비만 여성고령자에게 sarcopenia가 동반될 경우 CVD 위험이 가중되지 않았으며, sarcopenic obesity 여성고령자가 non-sarcopenic obesity 여성고령자보다 HDL-C는 높게, TG는 더 낮게 나타났다.

5.2 운동중재 후 CVD 위험인자에 미치는 영향

운동 전-후의 변화에서는 혈청지질에서 sarcopenic obesity 여성고령자의 경우 TC, TG는 감소하였고, HDL-C, LDL-C은 차이가 없었다. non-sarcopenic obesity 여성고령자의 경우 TC, TG, LDL-C는 감소하였으며, HDL-C 증가하였다.

동맥경화도에서 sarcopenic obesity 여성고령자의 경우 SBP, DBP, right baPWV는 차이가 없었으며, left baPWV에서만 감소하였다. non-sarcopenic obesity 여성고령자의 경우 SBP, DBP, right baPWV, left baPWV에서 감소하였다.

따라서, sarcopenia와 CVD 위험인자와의 낮은 관련성을 확인할 수 있었으며, sarcopenic obesity 여성고령자가 non-sarcopenic obesity 여성고령자에 비해 HDL-C, LDL-C, BP, right baPWV에서 운동효과가 더디다는 것을 발견할 수 있었다.

Reference

- [1] Roubenoff, R. Sarcopenic obesity: the confluence of two epidemics. *Obesity Research*, 12(6), 887-888, 2004.
- [2] ACSM. ACSM's Resource for Guidelines for Exercise Testing and Prescription-8th Ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
- [3] Poirier, P., Giles, T. D., Bray, G. A., Hong, Y., Stern, J. S., Pi-Sunyer, X., & Eckel, R. H. Obesity and Cardiovascular Disease: Pathophysiology, Evaluation, and Effect of Weight Loss -An Update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease From the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism-. *Circulation*, 113, 898-918, 2006.
- [4] Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. 2009 National Health

- Statistics; National Health and Nutrition Survey 4th 3 year(2009), 2011.
- [5] Haywood, K. M., & Getchell, N. Life span motor development. - 5th ed. Champaign, IL: Human kinetics, 2009.
- [6] Aubertin-Leheudre, M., Lord, C., Goulet, E. D., Khalil, A., & Dionne, I. J. Effect of sarcopenia on cardiovascular disease risk factors in obese postmenopausal women. *Obesity Research*, 14(12), 2277-2281, 2006.
- [7] Baumgartner, R. N., Wayne, S. J., Waters, D. L., Janssen, I., Gallagher, D., & Morley, J. E. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obesity Research*, 12(12), 1995-2004, 2004.
- [8] Rosenberg, I. H.. Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of older persons. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 50(5), 1121-1235, 1989.
- [9] Taylor, A. W., & Johnson, M. J. Physiology of exercise and health aging. Champaign, IL: Human kinetics, 2008.
- [10] Dominguez, L. J., & Barbagallo, M. The cardiometabolic syndrome and sarcopenic obesity in older persons. *Journal of the Cardiometabolic Syndrome*, 2(3), 183-189, 2007.
- [11] Stephen, W. C., & Jassen, I. Sarcopenic-obesity and cardiovascular disease risk in the elderly. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 13(5), 460-466, 2009.
- [12] Zamboni, M., Mazzali, G., Fantin, F., Rossi, A., & Di Francesco, V. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 18(5), 388-395, 2008.
- [13] Iannuzzi, S. M., Prestwood, K. M., & Kenny, A. M. Prevalence of Sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *The Journals of Gerontology, Series A, Biological Sciences and Medicine Sciences*, 57(12), 772-777, 2002.
- [14] Kim T. N., Yang S. J., Yoo H. J., Lim K. I., Kang H. J., Song W., Seo J. A., Kim S. G., Kim N. H., Baik S. H., Choi D. S., & Choi K. M. Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in Korean adults: the Korean sarcopenic obesity study. *International Journal of Obesity(Lond)*, 33(8), 885-92, 2009.
- [15] Snijder, M. B., Henry, R. M., Visser, M., Dekker, J. M., Seidell, J. C., Ferreira, I., Bouter, L. M., Yudkin, J. S., Westerhof, N., & Stehouwer, C. D. Regional body composition as a determinant of arterial stiffness in the elderly: The Hoorn Study. *Journal of Hypertension*, 22(12), 2339-2347, 2004.
- [16] Jurca, R., Lamonte, M. J., Barlow, C. E., Kampert, J. B., Church, T. S., & Blair, S. N. Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 37(11), 1849-1855, 2005.
- [17] Greenlund, L. J., & Nair, K. S. Sarcopenia-consequences, mechanisms, and potential therapies. *Mechanisms of Ageing and Development*, 124, 287-299, 2003.
- [18] Mitchell, G. F., Parise, H., Benjamin, E. J., Larson, M. G., Keyes, M. J., Vita, J. A., Vasan, R. S., & Levy, D. Changes in arterial stiffness and wave reflection with advancing age in healthy men and women: The Framingham Heart Study. *Hypertension*, 43, 1249-1245, 2004.
- [19] Halverstadt, A., Phares, D. A., Wilund, K. R., Goldberg, A. P., & Hagberg, J. M. Endurance exercise training raises high-density lipoprotein cholesterol and lowers small low-density lipoprotein and very low-density lipoprotein independent of body fat phenotypes in older men and women. *Metabolism*, 56(4), 444-450, 2007.
- [20] Sarwar, N., Danesh, J., Eiriksdottir, S. N., Sigurdsson, G., Wareham, N., Bingham, S., Boekholdt, S. M., Khaw, K. T., & Gudnason, V. Triglycerides and the risk of coronary heart disease: 10,158 incident cases among 262,525 participants in 29 western prospective studies. *Circulation*, 115, 450-458, 2007.
- [21] Ryan, A. S. Insulin resistance with aging: effects of diet and exercise. *Sports Medicine*, 30(5), 327-346, 2000.
- [22] Schragar, M. A., Metter, E. J., Simonsick, E., Ble A., Bandinelli, S., Lauretani, F., & Ferrucci, L. Sarcopenic obesity and inflammation in the InCHIANTI study. *Journal of Applied Physiology*, 102(3), 919-25, 2007.
- [23] Newman, A. B., Kupelian, V., visser, M. Simonsick, E., Goodpaster, B., Nevitt, M., Kritchevsky, S. B., Tyllavsky, F. A., Rubin, S. M., & Harris, T. B. Sarcopenia: Alternative definitions and associations with lower extremity function. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(11), 1602-1609, 2003.
- [24] Rolland, Y., Lauwers-Cances, V., Cristini, C., Abellan van Kan, G., Janssen, I., Morley, J. E., & Vellas, B. Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: the EPIDOS Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(6), 1895-900, 2009.

- [25] Zamboni, M., Mazzali, G., Fantin, F., Rossi, A., & Di Francesco, V. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 18(5), 388-395, 2008.
- [26] Kim, N. J., Park, J. Y. The Effects of Long Terms Senior Body Rhythm Exercise Program of Body Composition and Metabolic Syndrome Risk Factors in Post-Menopausal Obese Elderly Women. *Korean Society of Growth and Development*, 17(2), 127-131, 2009.
- [27] Kim, M. S., Yang, S. W. The Change in Blood Lipids, Leptin, and Cortisol of Elderly Obesity Women through Exercise Programs. *Korean Society of Sport and Leisure Studies*, 36, 663-671, 2009.
- [28] Kim, S. H., The Effects of 12 Weeks of Circuit Exercise on Obesity, Physical Fitness and Metabolic Syndrome Index in Elderly Obese Women. *The Korean Gerontological Society*, 29(3), 823-835, 2009.
- [29] So, W. Y., Song, M. S., Cho, B. L., Park, Y. H., Kim, Y. S., Lim, J. Y., Kim, S. H., Song, W., The Effects of Treatment Dumbbell Exercise on Body Composition, Fitness, and Blood Lipid Profiles in Sarcopenic Elderly. *The Korean Gerontological Society*, 29(3), 837-850, 2009.
- [30] O'Leary, V. B., Marchetti, C. M., Krishnan, R. K., Stetzer, B. P., Gonzalez, F., & Kirwan, J. P., Exercise-induced reversal of insulin resistance in obese elderly is associated with reduced visceral fat. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1584-9, 2006.
- [31] Park, S. K., Kim, E. H., Kwon, Y. C., Park, J. K., Kang, S. Y., Jang, J. H., Effects of Combined Exercise Program on Health-related Physical Fitness, Anti-aging Hormone and Prevention of Sarcopenia in Elderly Women with Sarcopenia. *Korean Society of Sport and Leisure Studies*, 40, 435-442, 2010.
- [32] Jang, J. H., Park, S. K., Kim, E. H., Park, J. G., Gwon, Y. C., Kang, S. Y., Lee, T. H., Effects of Long Term Combined Exercise Program on Body Composition and Rheumatoid arthritis inflammation factors in Sarcopenic Obesity Elderly Women. 48th Korean Alliance for Health Physical Education Recreation, and Dance Conference, 251, 2010.
- [33] Little, J. P., & Phillips, S. M., Resistance exercise and nutrition to counteract muscle wasting. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 34(5), 817-828, 2009.
- [34] Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., Garry, P. J., & Lindeman, R. D., Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *American Journal of the Epidemiology*, 147(8), 755-763, 1998.
- [35] Borg, G., Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.
- [36] Taaffe, D. R., Sarcopenia: Exercise as a treatment strategy. *Australian Family Physician*, 35(3), 130-133, 2006.
- [37] Lim, K. I., Yang, S. J., Kim, T. N., Yoo, H. J., Kang, H. J., Song, W., Baik, S. H., Choi, D. S., & Choi, K. M., The association between the ratio of visceral fat to thigh muscle area and metabolic syndrome: the Korean sarcopenic obesity study. *Clinical Endocrinology*, 73, 588-594, 2010.
- [38] Kim, J. H., Effects of a Hypocaloric Diet with or without Strength Training on Intermuscular Adipose Tissue Mass and Serum Lipid Concentrations in Obese Elderly Women. *Korean Society for Exercise Nutrition*, 13(1), 9-14, 2009.
- [39] Lee, K. Y., The Effects of Thera-band Training on Body Composition and Blood Lipid in Elderly Obese Women. *Journal of Korea Sport Research*, 18(5), 607-616, 2007.
- [40] Kelley, G. A., Kelley, K. S., & Tran, Z. V., Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in women: a meta-analysis of randomized controlled trial. *Journal of Women's Health*, 13(10), 1148-1164, 2004.
- [41] LeMura, L. M., von Duvillard, S. P., Andreacci, J., Klebez, J. M. Chelland, S. A., & Russo, J., Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and combination training in young women. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 451-458, 2000.
- [42] Benetos, A., Zervoudaki, A., Kearney-Schwartz, A., Perret-Guillaume, C., Pascal-Vigneron, V., Lacolley, P., Labat, C., & Weryha, G., Effects of lean and fat mass on bone mineral density and arterial stiffness in elderly men. *Osteoporosis International*, 20(8), 1385-1391, 2009.
- [43] Braith, R. W., & Beck, D. T., Resistance exercise: training adaptations and developing a safe exercise prescription. *Heart Failure Reviews*, 13(1), 69-79, 2008.
- [44] Amar, J., Ruidavets, J. B., Chamontin, B., Droue, L., & Ferrières, J., Arterial stiffness and cardiovascular risk factors in a population-based study. *Journal of Hypertension*, 19(3), 381-7, 2001.
- [45] Yamashina, A., Tomiyama, H., Takeda, K., Tsuda, H.,

- Arai, T., Hirose, K., Koji, Y., Hori, S., & Yamamoto, Y., Validity, reproducibility, and clinical significance of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement. *Hypertension*, 25(3), 359-64, 2002.
- [46] Benetos, A., Waeber, B., Izzo, J., Mitchell, G., Resnick, L., Asmar, R., & Safar, M., Influence of age, risk factors, and cardiovascular and renal disease on arterial stiffness: clinical applications. *American Journal of Hypertension*, 15(12), 1101-8, 2002.
- [47] Mitchell, G. F., Conlin, P. R., Dunlap, M. E., Lacourcière, Y., Arnold, J. M., Ogilvie, R. I., Neutel, J., Izzo, J. L. Jr, Pfeffer, M. A., Aortic diameter, wall stiffness, and wave reflection in systolic hypertension. *Hypertension*. 51(1), 105-11, 2008.
- [48] Mizuguchi, Y., Oishi, Y., Miyoshi, H., Iuchi, A., Nagase, N., & Oki, T., Impact of statin therapy on left ventricular function and carotid arterial stiffness in patients with hypercholesterolemia. *Circulation Journal*, 72(4), 538-544, 2008.
- [49] Kozakova, M, Palombo, C, Mhamdi, L, Konrad, T, Nilsson, P, Staehr, P. B., Paterni, M., & Balkau, B.; RISC Investigators, Habitual physical activity and vascular aging in a young to middle-age population at low cardiovascular risk. *Stroke*, 38(9), 2549-2555, 2007.
- [50] Yamada. S., Inaba, M., Goto, H., Nagata-Sakurai, M., Kumeda, Y., Imanishi, Y., Emoto, M., Ishimura, E., & Nishizawa, Y., Associations between physical activity, peripheral atherosclerosis and bone status in healthy Japanese women. *Atherosclerosis*. 188(1), 196-202, 2006.
- [51] Thijessen, D. H., de Groot P. C., Smits, P., & Hopman, M. T., Vascular adaptations to 8-week cycling training in older men. *Acta Physiologica*, 190(3), 221-228, 2007.
- [52] Kallinen, M., Sipilä, S., Alen, M., & Suominen, H., Improving cardiovascular fitness by strength or endurance training in women aged 76-78 years. A population-based, randomized controlled trial. *Age & Aging*, 31, 247-254, 2002.
- [53] Park, H. J., Park, K. S., Kim, K. H., Jun, C. B., Lee, H. J., The Effects of Modern Dance Exercise on the Change of Blood Press and Cardiovascular Response in Older Women. *Korean Society of Sport and Leisure Studies*, 37, 1255-1264, 2009.
- [54] Edwards, D. G., & Lang, J. T., Augmentation index and systolic load are lower in competitive endurance athletes. *American Journal of Hypertension*. 18(5Pt 1), 679-83, 2005.
- [55] Edwards, D. G., Schofield, R. S., Magyari, P. M., Nichols, W. W., & Braith, R. W., Effect of exercise training on central aortic pressure wave reflection in coronary artery disease. *American Journal of Hypertension*. 17(6), 540-543, 2004.
- [56] Ferrari, C. K., Functional foods and physical activities in health promotion of aging people. *Maturitas*, 58(4), 327-339, 2007.
- [57] Hayashi, K., Sugawara, J., Komine, H., Maeda, S., & Yokoi, T., Effects of aerobic exercise training on the stiffness of central and peripheral arteries in middle-aged sedentary men. *The Japanese Journal of Physiology*, 55(4), 235-9, 2005.
- [58] Helen, O., & Norman, S., Cardiovascular aging and heart failure. *The Europe Journal of Heart Failure*, 5, 427-434, 2003.
- [59] Tanaka, H., Habitual exercise for the elderly. *Fam Community Health*. 32(1 Suppl), S57-65, 2009.
- [60] Korean Association of Certified Exercise Professionals, *Physiology of Exercise*. Seoul: Hanmibook, 2007.
- [61] Lee, S. B., Park, S. G.(2003). Effect of Exercise on the Blood Pressure and Blood Pressure Regulation Hormone in Old Essential Hypertension. *Korean Society of Sport and Leisure Studies*, 20, 1307-1315, 2003.
- [62] Rush, J. W., & Aultman, C. D., Vascular biology of angiotensin and the impact of physical activity. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 33, 162 - 172, 2008.
- [63] Cornelissen, V. A., Arnout, J., Holvoet, P., & Fagard, R. H., Influence of exercise at lower and higher intensity on blood pressure and cardiovascular risk factors at older age. *Journal of Hypertension*. 27(4), 753-762, 2009.
- [64] Kim, Y. S., Effects of Isokinetic Exercise Prescription on the Improvement of Thigh Muscle Function and Blood Flow Velocity after Knee Joint Postoperative. *Korean Alliance for Health Physical Education Recreation, and Dance*, 40(1), 448-461, 2001.
- [65] Korean Society of Exercise Physiology, *Physiology of Exercise*. Seoul: Hanmibook., 2011.
- [66] Dinunno, F. A., Tanaka, H., Monahan, K. D., Clevenger, C. M., Eskurza, I., DeSouza, C. A., & Seals, D. R., Regular endurance exercise induces expansive arterial remodelling in the trained limbs of healthy men. *The Journal of Physiology*, 534, 287-295, 2001.

정 주 하(Joo-Ha Jung)

[정회원]



- 2007년 8월 : 부산대학교 교육대학원(교육학석사)
- 2012년 2월 : 부산대학교 일반대학원 (체육학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 강사
- 2012년 3월 ~ 현재 : 경남정보대학 강사

<관심분야>

운동처방학, 운동생리학, 스포츠의학

양 승 재(Seung-Jai Yang)

[정회원]



- 1995년 2월: 중앙대학교 대학원 (체육학석사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 경남정보대학 교수

<관심분야>

운동처방학, 운동생리학, 스포츠의학