

Comparison of the Thigh Composition and its Functional Contractility in Obese and Nonobese Elderly Patients

Seung-Jun Choi¹, Sung-Mo Park² and Yi-Sub Kwak^{2*}

¹Division of Sports and Health Science, Kyungsoong University, Busan 608-736, Korea

²Department of physical education, Dong-Eui University, Busan 614-714, Korea

Received June 10, 2014 / Revised September 29, 2014 / Accepted October 21, 2014

The purpose of this study was to investigate the relationship between quadriceps composition and its functional contractility in obese and nonobese elderly individuals. Thirty-four (70±2 yr) individuals (obese, $n=21$; nonobese, $n=13$) participated in the study. The thigh composition was assessed with a CT scan, and its functional contractility was measured with an isotonic dynamometer. Variables were analyzed with a 2×2 two-way ANOVA and a contrast test ($p<0.05$). There were no between-group differences in the subjects' ages and heights, but individuals in the obese group were approximately 23% heavier and had 18% more fat than those in the nonobese group, regardless of gender. The total thigh volume of the obese elderly was greater (~29%) than that of the nonobese elderly, regardless of gender, and the fat volume (~39%) of the obese elderly was greater than that of the nonobese elderly, regardless of gender ($p<0.05$). Interestingly, the obese elderly tended to have a greater thigh muscle volume (~17% for males [$p<0.05$] and ~10% for females) than the nonobese. Despite the greater muscle volume, the peak knee extensor torque of the two groups was comparable or slightly greater in the obese individuals. However, when this was normalized by the total thigh volume, the nonobese males showed significantly greater peak torque (~26% for right and ~20% for left; $p<0.05$) compared to the obese males. The nonobese females also showed greater peak torque (~8% for both legs) than the obese females after normalization, but the result was not statistically significant. In conclusion, although the obese elderly individuals had greater quadriceps muscle mass than the nonobese, the normalized peak torque of the obese was significantly lower than that of the nonobese, implying a lower degree of muscle contractility.

Key words : Intermuscular fat, obesity, sarcopenia, thigh muscle, thigh muscle power

서 론

현대에는 서구식 식습관과 좌업식 업무환경 그리고 부족한 신체활동으로 인해 비만 유병률이 세계적으로 급격히 증가되고 있는 추세이다. 우리나라의 비만 유병률 또한 2008년에는 30.7%에서 2011년 31.9%로 지속적으로 증가하고 있다[20]. 비만은 체내 지방이 과도하게 축적된 상태로써, 당뇨, 고혈압, 죽상경화증 등 여러 가지 만성적 질환과 높은 관련성을 가지며 연령대를 막론하고 유병률이 높고 과도한 비만은 기타 호흡질환, 각종 암 등의 발병률을 증가시키는 위험요인으로 보고된다[13]. 한편 과학과 의료기술의 발달로 인간의 평균수명이 연장되면서 노인인구 또한 급격히 증가하고 있으며 우리나라의 경우 65세 이상의 노인인구가 2005년에 9.1%에서 2020년

에는 15.7%, 2030년에는 24.1%에 이를 것으로 추정되고 있다[8]. 비만의 증가와 함께 노인인구도 증가하고 있어[25] 노인 비만은 고령화라는 사회구조에서 발생할 수 있는 복합적인 문제들 중 중요한 사안으로 대두 되고 있다. 실제로 우리나라 60~69세 노인인구 중 38.8%, 70세 이상 노인인구 중 29.7%가 비만이며, 이중 여성노인은 60~69세 43.1%, 70세 이상 33.5%가 비만으로 보고되고 있다[20].

노인들은 노화에 따른 다양한 생리적 변화를 겪게 되는데 그 중 근감소성 비만(sarcopenic obesity)은 체중은 변하지 않더라도 체성분의 변화가 나타나며 근육량이 감소되고 그 자리에 체지방이 축적되는 것을 말한다[6]. 이러한 현상은 일상생활의 활동능력을 떨어뜨리는 직접적인 원인이며 이로 인해 노인들의 삶의 질은 저하된다[19]. 일반적으로 근력은 20-30세에 가장 높게 나타나며 50세까지 비교적 유지되는 양상을 보이지만 50세 이후부터 10년마다 12-15%씩 감소되고, 65세부터 감소량은 가속화 되어 70세 노인의 평균 근력은 20-30세의 60% 수준인 것으로 알려졌다[16]. 비만인 경우 체중증가로 인해 이동이 불편하고 관절에 부하가 증가되므로 실제 비만인의 경우 평균 근력 수준은 더 낮을 것으로 생각된다.

노화에 따른 근력약화는 삼각근(biceps brachii)과 같은 상

*Corresponding author

Tel : +82-51-890-1546, Fax : +82-51-890-2643

E-mail : ysk2003@deu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

지 근육보다 하지 근육인 대퇴사두근(quadriceps)에서 더욱 현저한 것으로 나타났으며, 그 원인은 노화가 진행되면서 신체활동이 적어지고, 하지근의 사용이 감소하기 때문으로 보고되었다[3, 11]. 대퇴근은 우리 몸의 가장 큰 항중력근으로써, 무릎을 펴고 구부리는 역할을 하며, 보행, 계단 오르기 등 일상 생활을 위한 기능적 능력과 높은 상관관계가 있다[10]. 특히 대퇴근의 구성요소 중 근간지방(Intermuscular fat)의 수준이 높을수록 인슐린 저항성이 높아지고, 근력이 감소되며, 만성 요통과, 만성염증의 증가와 밀접한 관계가 있어 뇌졸중, 척추 손상, 당뇨, 만성폐쇄성폐질환 등과 같은 질환의 예측인자로 보고되고 있다[2].

근간지방은 일반적으로 근육의 깊은 근막 밑 혹은 근막 사이에 침착된 지방으로 정의되며, 대부분의 모든 근육에 존재하지만 특히 대퇴부 근육의 근간지방 침착율이 높을수록 근력이 낮고 신체활동이 떨어진다고 보고되었다[17]. 근간지방에 관한 선행연구를 살펴보면 초등학생을 대상으로 한 대퇴근 기능 비교 연구[12]에서 대사적 이상이 없고 정상체중인 그룹에서 대사적 이상이 있거나 비만인 그룹보다 대퇴부 근력이 높은 것으로 보고하였고, 비만 청소년과 일반 청소년을 대상으로 한 대퇴근 비교 연구[1]에서 무릎의 절대적 최대토크는 비만청소년에서 높았으나, 단위 체중으로 정량화 된 최대토크는 일반청소년이 높았다. 8-13세의 소녀(n=464)를 대상으로 신체활동과 근간지방과의 관계를 밝힌 연구[7]에서도 신체활동량이 높은 그룹이 대퇴부 근력면적 및 부피가 가장 높았으며 근간지방 또한 가장 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 신체활동량이 적을수록 근간지방의 침착률이 높다는 것을 의미한다. 즉, 비만인들은 일반인에 비해 신체활동이 적거나 움직임에 어려움을 겪으므로 근간지방의 이처럼 비만인과 정상인 사이의 대퇴부 근육과 근간지방, 침착률이 높게 나타날 수 있으며 대퇴부 근력의 감소로 이어진다는 것이다. 이는 그리고 근수축력에 관련된 연구들이 최근 많이 수행되고 있으나 현재까지 비만노인과 정상체중 노인을 대상으로 근간지방량과 근력의 관계를 규명한 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 비만노인과 일반노인을 대상으로 대퇴부 근간지방 수준에 따른 대퇴부 근육량 및 등속성 근력을 비교, 분석하고자 한다.

연구방법

연구 대상

본 연구의 대상은 지난 6개월간 규칙적 운동에 참여하지 않은 65-79세의 노인들 중, 정상적인 인지능력을 가지고 있으며(MMSE>24), 지난 1년간 큰 폭의 체중 변화가 없었으며, 근골격계의 이상소견이 없고 무릎, 고관절, 척추 수술의 경험이 없으며, 지팡이나 보행기에 의존하지 않고 생활하며 다른 어떤 연구에도 참여하지 않고 있는 사람을 대상으로 하였다. 선정된 연구 대상자들을 비만도에 따라 비만군(N=21, BMI>25)과 일반군(N=13, BMI<25)으로 할당하였다. 그리고 본 연구에 앞서 모든 대상자들에게 연구에 대한 내용과 목적을 충분히 설명하고 실험 참여동의서를 받았다. 연구 대상자들의 신체적 특징은 Table 1과 같다.

대상자들의 연령과 신장은 두 그룹간 유의한 차이가 없었으나 비만노인그룹이 일반노인그룹보다 남성은 23%, 여성은 22% 체중이 높았으며, 성별과 관계없이 비만그룹이 18% 체중이 높았다.

측정 항목 및 방법

신체구성 측정

신체구성 측정은 생체전기저항분석(bioelectrical impedance analysis; Inbody 3.0, Biospace) 방법으로 측정하였으며, 체성분 분석전에는 가능한 공복을 유지했고, 과도한 운동이나 신체활동은 삼가도록 하였다. 측정 항목은 체지방량(kg), 체지방량(kg), 체지방률(%)이 측정되었다. 측정된 신장과 체중을 이용하여 공식(kg/m²)에 의해 BMI를 산출하였다.

컴퓨터 단층촬영에 의한 대퇴부 지방량과 근육량 측정

컴퓨터 단층촬영은 CT Max II(General Electric Co., USA)를 이용하여 제대수준(umbilicus level)을 횡단하여 이 부위에서 대퇴 중간부위(mid portion of upper border of patella and greater trochanter)를 횡단하여 Hounsfield number -49~+100에 속하는 면적을 대퇴 근육 면적, -250~-50에 속하는 면적을 대퇴 지방 면적으로 구분하였다.

등속성 최대 근력

대퇴부 최대 근력 측정은 등속성 근력 측정기인 바이오텍스

Table 1. Characters of subjects

		Weight (kg)	Height (cm)	BMI (kg/m ²)	Age (yr)
Obese	male n=10	95.9±11.6 ^{***}	176.7±7.1	30.6±2.0 ^{***}	70±2
	female n=11	74.3±5.6 ^{***}	160.2±4.1 ^{###}	28.9±1.7 ^{***#}	68±1
Non-obese	male n=6	72.8±9.1	179.7±10.1	22.5±1.1	70±2
	female n=7	57.6±6.6 [#]	166.5±5.6 ^{###}	20.8±2.1	70±1

***p<0.001 difference of significant in group.

#p<0.05, ##p<0.01, ###p<0.001 difference of significant in gender.

(Biodex System4, USA)를 이용하여 양쪽 Knee extention과 flexion을 2회 연습 후 각속도 60°/s에서 최대 신장력을 3회 실시하였다. 측정 방법은 피험자를 측정 의자에 앉힌 후 가슴, 복부, 대퇴부위를 고정띠로 묶고 슬관절을 중심으로 신전 및 굴곡 운동을 실시할 때 하지의 근력만 발휘할 수 있도록 신체의 근력에 다른 외적인 힘이 가해지지 않게 실시하였으며 슬관절의 운동범위는 0°에서 90°로 설정하였다.

통계처리

모든 연구 자료는 SigmaStat 12.0을 이용하여 모든 측정 값의 평균과 표준편차를 산출하였으며, 그룹과 성별간의 평균 차이를 Two way-ANOVA로 검증한 후 유의한 경우에는 Contrast test를 통해 사후분석을 실시하였다. 대퇴부 구성요소와 대퇴부 근력과의 관계를 알아보기 위해 다중선형 회귀분석을 실시하였다. 통계적 유의 수준은 $p < 0.05$ 설정하였다.

결 과

대퇴부 구성요소

대퇴부 연부조직의 구성요소는 Table 2와 같다. 대퇴부 총 부피(Total thigh volume: TTV)는 남녀 모두 비만그룹이 일반그룹 보다 크게 나타났다(남성 28%, $p < 0.01$, 여성 30%, $p < 0.05$). 대퇴부 지방 부피(Thigh fat volume: TFV) 또한 비만그룹이 일반그룹 보다 크게(남성 39%, 여성 39%) 나타났다($p < 0.001$). 비만그룹 내에서는 여성이 남성보다 34%, 일반그룹 또한 여성이 남성보다 50% 지방 부피가 높은 것으로 나타나 두 그룹 모두 성별간 유의한 차이($p < 0.01$, $p < 0.001$)가 나타내었다. 대퇴부 근육 부피(Thigh muscle volume: TMV)는 비만그룹의 남성이 일반그룹의 남성보다 18% 높게 나타났으며($p < 0.01$), 비만그룹 여성의 경우는 일반그룹 여성보다 9% 높았으나 그룹간 유의한 차이는 없었다. 피하지방(Thigh subcutaneous fat volume: TSFV)은 비만그룹이 일반그룹 보다 높았으며(남성 37%, 여성 39%; $p < 0.05$, $p < 0.001$) 비만그룹 내 여성이 남성보다 56%($p < 0.001$), 일반그룹 내 여성이 남성보다 51% 높아($p < 0.05$) 성별간의 유의한 차이를 나타내었다. 근간지방의 경우 비만그룹이 일반그룹 보다 높게(남성 74%, 여성 61%)

남녀 모두 그룹간 유의한 차이($p < 0.001$, $p < 0.01$)를 보였으나 각 그룹 내 성별간 유의한 차이는 없었다. 전체 체중에서 대퇴부의 비율을 비교한 결과 비만그룹 남성이 일반그룹 남성보다 6.7% 낮았으나 그룹간 차이는 없었으며 여성의 경우 일반그룹 여성과 비교해 16% 낮게 나타나 그룹간 유의한 차이($p < 0.05$)를 보였다.

위의 결과를 종합해보면 남녀 성별에 관계없이 비만 노인은 정상체중 노인에 비해 총 대퇴부 부피가 높았으며, 이는 피하지방과 근간지방의 높은 비율 때문인 것으로 나타났다.

등속성 근력 비교

오른쪽 평균 대퇴부 근력은 비만 그룹의 남성이 일반그룹의 남성보다 3% 높았으며 비만그룹 여성은 일반그룹 여성과 비교해 24% 높았으나 유의한 차이는 나타나지 않았고, 각 그룹 내에서 성별간 차이($p < 0.01$)만을 나타내었다. 흥미로운 사실은 비만 노인들의 등속성 근력이 정상체중인 노인집단 보다 높게 나왔다는 점인데, 이는 단순히 절대 수치상 높게 나온 것이며 좀 더 타당한 비교를 위해 각 변인들을 대퇴부 구성요소들로 정상화시켰다. 각 변인들을 대퇴부 구성요소들로 정상화된 값은 Table 3과 같다.

오른쪽 대퇴부 근력에 총 대퇴부 부피를 나눈 결과 비만그룹 남성이 일반그룹 남성에게 비해 36% 낮아 그룹간 유의한 차이($p < 0.01$)를 보였으나, 비만그룹 여성은 일반그룹 여성과 비교하여 9% 낮았으나 그룹간 유의한 차이는 없었다. 즉 절대적 근력은 비만 노인 그룹에서 높았지만, 정상화 후에는 정상체중 노인 그룹보다 더 낮아져 근육질의 저하를 확인할 수 있었다. 그룹내 성별간 차이는 비만그룹(26%; $p < 0.05$)과 일반그룹(41%; $p < 0.001$) 모두 남성이 더 높게 나타났으며, 왼쪽의 경우도 오른쪽과 동일한 양상을 나타냈다. 이는 비만 남성 노인들의 근력저하가 비만 여성 노인의 근력저하 보다 심각하다는 것을 의미한다.

오른쪽 대퇴부 근력을 대퇴부 총 근육량을 나누었을 경우에는 비만그룹이 일반그룹에 비해 남성의 경우 17%, 여성의 경우 6% 높게 나타났으나 그룹간 유의한 차이는 없었다. 또한 그룹 내 성별간 유의한 차이도 나타나지 않았다. 오른쪽 대퇴부 근력에 피하지방 부피를 나눈 결과는 비만그룹이 일반그룹

Table 2. The comparison of thigh composition

		TTV (cm ³)	TFV (cm ³)	TSFV (cm ³)	TIMFV (cm ³)	TMV (cm ³)
Obese	male n=10	1,502±139 ^{***}	585±158 ^{**}	549±152 [*]	35.8±17.4 ^{***}	798±95 ^{**}
	female n=11	1,527±208 ^{***}	888±181 ^{***###}	859±172 ^{***###}	28.5±12.7 ^{**}	519±44 ^{###}
Non-obese	male n=6	1,078±58	355±133	346±129	9.0±5.2	656±118
	female n=7	1,061±155	535±99 ^{###}	524±96 [#]	11.1±4.2	467±75 ^{###}

TTV : total thigh volume, TFV : thigh fat volume, TMV : thigh muscle volume, TSFV : thigh subcutaneous fat volume, TIMFV : thigh intermuscular fat volume.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ difference of significant in group.

[#] $p < 0.05$, ^{##} $p < 0.01$, ^{###} $p < 0.001$ difference of significant in gender.

Table 3. The normalizing comparison of thigh composition and isokinetic muscle power

		TMRPT (N/m)	TMLPT (N/m)	TMRPT /TTV	TMLPT /TTV	TMRPT /TMV	TMLPT /TMV	TMRPT /TSFV	TMLPT /TSFV	TMRPT /TIMFV	TMLPT /TIMFV
Obese	male n=10	137± 49	142± 38	9.0± 2.9 **	9.5± 2.6*	17.2± 6.5	17.8± 4.9	25.73± 9.17***	27.41± 9.662**	5.01± 3.95**	5.07± 3.27**
	female n=11	100± 18##	98± 24###	6.6± 1.3#	6.4± 1.3###	19.1± 2.7	18.8± 3.7	12.05± 3.19###	11.71± 2.71###	4.11± 1.67	3.94± 1.44
Non-obese	male n=6	132± 19	128± 22	12.3± 1.7	11.9± 1.9	20.4± 2.7	19.8± 2.9	43.58± 17.93	42.18± 17.372	26.76± 30.80	25.40± 28.05
	femalen=7	76± 15##	75± 18##	7.2± 1.5###	7.0± 1.4###	16.3± 3.1	15.9± 2.7	14.82± 3.58###	14.512± 3.648###	7.86± 3.29#	7.59± 2.89#

TTV : thigh total volume, TFV : thigh fat volume, TMV : thigh muscle volume, TSFV : thigh subcutaneous fat volume, TIMFV : thigh intermuscular fat volume, TMRPT : thigh mean right peak torque, TMLPT : thigh mean left peak torque.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ difference of significant in group.

$p < 0.05$, ## $p < 0.01$, ### $p < 0.001$ difference of significant in gender.

에 비해 낮게(남성 69%, 여성 22%) 나타나 그룹간 유의한 차이 ($p < 0.001$)를 보였다. 그룹 내 성별간 유의한 차이 ($p < 0.001$)는 비만 그룹(47%)과 일반그룹(34%) 모두에서 남성이 높게 나타났으며 왼쪽의 경우도 이와 유사한 결과를 보였다.

오른쪽 대퇴부 근력에 근간지방의 부피를 나눈 결과는 비만 그룹 남성이 일반그룹 남성보다 약 5배 높게 나타났으며 ($p < 0.01$), 비만그룹 여성은 일반그룹 여성과 비교해 52% 낮게 나타났으나 그룹간 유의한 차이는 없었다. 그룹 내 차이는 남성이 여성에 비해 70% 높게 나타난 일반그룹에서만 유의한 차이 ($p < 0.05$)가 확인되었다.

위의 결과를 종합해보면 대퇴부 근육 부피는 비만 노인들에게서 높게 나타났으나, 대퇴부피, 또는 근육량으로 정량화된

단위체중당 근력은 정상 체중 노인들에게서 높게 나타났다.

비만노인과 일반노인의 회귀분석

비만노인과 일반노인의 대퇴부 부피와 대퇴부 지방 부피의 회귀분석은 Fig. 1A, 대퇴부 근육 부피와의 회귀분석은 Fig. 1B, 대퇴부 근간지방 부피와의 회귀분석은 Fig. 1C, 대퇴부 피하지방 부피와의 회귀분석은 Fig. 1D에 나타내었다. Fig. 1A에서 비만노인과 일반노인 모두 대퇴부 총 부피가 증가할수록 총 지방량도 증가하는 양적 상관관계를 나타냈으며 ($r^2 = 0.53$ for non-obese, $r^2 = 0.46$ for obese) Fig. 1B에서도 대퇴부 부피가 증가할수록 피하지방 부피 또한 증가하는 양적 상관관계를 나타내었다 ($r^2 = 0.52$ for non-obese, $r^2 = 0.44$ for obese).

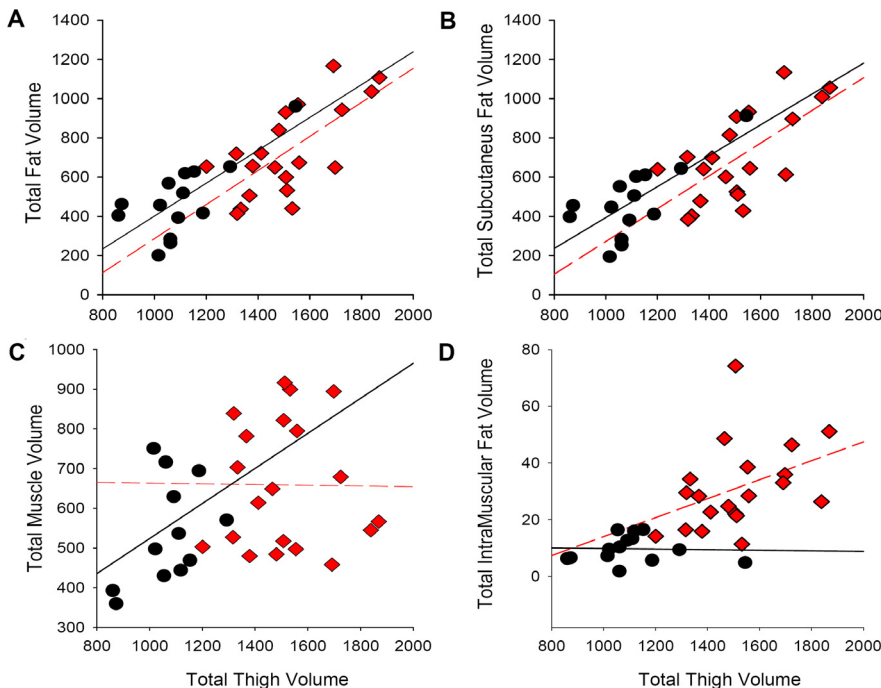


Fig. 1. Scatter plot and linear regression analysis of total thigh volume and thigh component. Black circle and solid regression line represent result from non-obese elderly. Red diamond and dotted regression line represent result from obese elderly.

그러나 Fig. 1C에서 볼 수 있듯이 비만노인의 경우 대퇴부의 총 부피가 증가하더라도 근육량이 증가하지 않았으나, 일반노인은 근육량이 증가하는 양적 상관을 나타내었다($r^2=0.15$). 또한 비만노인은 대퇴부 총 부피의 증가에 따라 총 근간지방 부피가 증가하였으나 일반노인의 경우는 증가하지 않았다 (Fig. 1D).

즉, 비만노인은 대퇴부 총 부피의 증가함에 따라 지방량, 피하지방량, 근간지방량이 증가하였으나 근육량은 증가하지 않았고, 일반노인의 경우 대퇴부 총 부피의 증가에 따라 지방량과 피하지방량만 아니라 근육량 또한 증가하였으며 근간지방량은 증가하지 않았다. 이러한 결과는 비만노인의 경우 대퇴부 총 부피가 증가되면 근육량의 증가는 없고, 근간지방의 축적이 많아진다는 것이며 이는 비만노인에게서 대퇴부 총 부피의 증가에 근간지방이 큰 역할을 하는 것으로 사료된다. 반대로 일반노인의 경우 대퇴부 총 부피가 증가하면 총 지방량과 피하지방량도 증가하지만 근육량 또한 증가하며 근간지방량은 증가되지 않아 근육량이 총 부피에 중요한 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

결론 및 논의

본 연구의 목적은 비만노인과 정상체중 노인을 대상으로 대퇴부의 근간지방량(intermuscular fat)과 근력의 관계를 규명하는 것이었다. 본 연구의 결과 모든 대퇴부 구성요소(총 대퇴부피, 근육, 피하지방, 근간지방)에서 남성이 여성보다 높은 부피를 나타냈고 비만그룹이 일반그룹 보다 높은 부피를 나타내었다. 최대 신장력(Nm)의 경우 흥미롭게도 남녀 모두 비만 그룹에서 더 높은 양상을 보였으나, 체중을 보정한 단위 체중당 근력(Nm/cm³)은 남녀 모두 비만그룹 보다 일반그룹에서 높은 것으로 나타났다. 또한 비만그룹과 일반그룹과의 선형회귀분석에서 비만그룹은 대퇴부 총 부피가 증가할수록 총지방량, 총피하지방량, 총근간지방량이 증가하는 것으로 나타난 반면, 총 근육량의 증가는 나타나지 않았다. 하지만 정상체중 노인그룹의 경우 대퇴부 총 부피가 증가할수록 총지방량, 총 피하지방량이 증가하였으나 총 근육량 또한 증가하였고 총근간지방량은 증가하지 않았다. 즉 비만노인의 대퇴부 총 부피 증가는 근간지방량의 증가로 인한 것임을 시사하는 것이다.

남성은 체중이 증가함에 따라 주로 복부에 지방이 축적되고 심각한 비만이 될 때까지 하체 피하지방이 증가 되지 않는다 [15]. 선행연구에서 남성이 여성보다 내장지방량이 약 두 배 정도 많다고 하였으며 비만하지 않더라도 대사 및 심혈관 질환의 유병률이 높다고 하였다. 그러나 노화, 즉 연령이 증가할수록 허벅지 근간 지방축적이 증가한다고 알려져 있다[18]. 또한 근간지방 조직의 높은 수준이 연령과 관련해 입원 위험 증가[4], 이동성 장애 등의 부정적인 건강 결과[2] 및 근기능

장애[23]와 밀접하게 연결되어 있다. 본 연구에서 비만노인과 일반 노인의 근간지방을 비교한 결과, 비만노인 남성에서 $35.8 \pm 17.4 \text{ cm}^3$, 여성은 $28.5 \pm 12.7 \text{ cm}^3$ 로 일반노인 남성 $9.0 \pm 5.2 \text{ cm}^3$, 여성 $11.1 \pm 4.2 \text{ cm}^3$ 와 비교해 남녀 모두 비만노인에 비해 일반노인이 유의하게 낮게 나타났다. 이는 Maly 등의 50세 이상 여성 125명을 대상으로 퇴행성관절염이 있는 그룹($n=73$)과 없는 그룹($n=52$)의 대퇴부 근간 지방과 무릎 신전 힘과의 관련성을 연구한 결과, 퇴행성관절염이 없는 그룹에서 대퇴부 내 근간지방이 적었고 근간지방이 많은 그룹에서 신체 수행력이 떨어진다고 하였으며[17] 대퇴부 힘 또한 낮았다는 보고와 유사한 결과이다. Parkkola 등의 연구에서도 19~74세의 건강한 사람을 대상으로 요부부위를 측정된 결과 연령이 증가할수록 근육이 퇴화되고, 근육의 크기가 작았으며 근육 내 지방이 축적된다고 보고한바 있다[21].

대퇴부 근육량의 경우 두 그룹 모두 남성이 근육량이 많아 성별간 유의한 차이가 나타났으며 남성에서만 그룹간 유의한 차이를 보였다. 체중에 총 근육량을 나눴을 경우 비만그룹에서만 성별간 유의한 차이가 나타났으며 여성에게서 그룹간 유의한 차이가 나타났다. 그러나 남성 일반노인그룹이 $8.98 \pm 1.04 \text{ cm}^3$, 비만노인그룹이 $8.41 \pm 1.27 \text{ cm}^3$ 로 체중이 많이 나가는 비만그룹에 비해 평균이 높게 나타나 상대적 근육량은 일반 노인이 높았으며 이는 선행연구와 유사한 결과를 나타낸 것이다. Huh 등은 한국 남성에서 연령증가에 따른 대퇴근육량을 분석하였는데 그 결과, 정상 체중군과 체중과다군의 비교에서 체중 과다군이 대퇴 근육면적이 유의하게 높게 나타났고, 연령이 증가할수록 대퇴근육면적은 감소되어 있었으며 대퇴피하지방면적은 체중 과다군에서 20대에 비해 30대, 50대에서 더 넓게 나타난 것으로 보고하였다. 또한 나이가 증가함에 따라 대퇴부 근육면적과 피하지방 면적은 감소함을 밝혔다[9]. 65세 이상의 노인 69명(남성 33명, 여성 36명)을 대상으로 대퇴부 근육량과 신체적 기능을 평가한 연구에서 대퇴부 근육량은 대퇴부 근력과 신체활동량과 정적 상관이 있었으며 나이와는 부적 상관이 나타났다고 하였다[5].

대퇴부 피하지방의 경우 두 그룹 모두 여성이 높아 성별간 유의한 차이가 나타났으며 남녀 모두 비만노인이 높아 그룹간 유의한 차이를 보였다. 선행연구에 따르면 노화됨에 따라 대퇴부 피하지방이 감소된다고 하였으나 비만이라는 특성상 총지방량의 증가에 따라 대퇴부 피하지방 또한 높게 나타난 것으로 판단된다. 일반적으로 대퇴부의 낮은 수준의 피하지방은 독립적으로 불합리한 당대사와 지질 수준과 관련이 있다고 보고되고 있으며 Snijder 등은 70-79세의 노인들 2,106명을 대상으로 대퇴부 피하지방과 복부 지방, 당대사, 지질 수준 등을 조사하였는데 높은 대퇴부 피하지방은 남성에게서 낮은 중성지방과 유의한 부적상관이 있었으며 여성에게서 높은 HDL 콜레스테롤과 정적 상관이 있음을 보고했고, 당대사와 관련해 남성에게서 대퇴부 피하지방이 많을수록 공복 시

낮은 혈당 수준이 나타났다고 했으나 여성에게서는 유의한 상관관은 없었다고 하였다[22]. 그러나 위의 연구는 내장지방과 비교한 연구 결과이므로 본 연구에서 나타난 결과는 비만이라는 특징을 고려해야 할 필요가 있다. 피하지방 및 근간지방은 규칙적인 운동을 통해 감소시킬 수 있는 것으로 잘 알려져 있다. 그러나 Walts 등은 50-85세의 352명을 대상으로 10주간의 대퇴부 저항운동을 실시한 결과 대퇴부 근육량의 유의한 증가는 있었으나 피하지방과 근간 지방은 차이가 없었다고 함으로써[24], 추후 이와 관련된 연구가 더욱 진행되어야 할 것으로 판단된다.

한편, 근육량의 감소는 근력의 감소와 밀접한 관련을 가지며 특히 노화에 따라 근육량은 더욱 감소하며 근력 또한 감소하는 것으로 알려져 있다. 60세 이상의 노인 1,193명을 대상으로 대사지표를 조사한 결과 체질량지수와 체지방률은 상관관계가 없었던 반면 하지 근육량과 총 근육량의 유의한 정적 상관관계를 보고하였다[6]. Kim CG 등은 20대의 여성과 중, 고년 여성의 하지 근기능과 대퇴근 횡단면적의 비교 연구에서 20대는 대퇴부 신전과 굴곡 시 근력변인과 대퇴부 횡단면적에서 높은 정적 상관관계를 나타냈지만 중, 고년 여성의 경우 낮은 상관이 나타났다고 보고하였다[10]. 이는 노화에 따른 근력과 근 횡단면적간의 상관성 감소를 시사한다고 할 수 있다. Kim TN 등은 20세 이상의 492명(180 men and 312 woman)을 대상으로 신체사이즈의 표현형에 따라 4그룹(대사적 이상이 없고 정상체중인 그룹, 대사적 이상이 있고 정상체중인 그룹, 대사적 이상이 없고 비만한 그룹, 대사적 이상이 있고 비만한 그룹)으로 분류해 대퇴부 근육량을 비교 하였는데 대사적 이상이 있으면서 비만한 그룹에서 가장 낮은 근육량을 보였으며 대사적 이상이 없고 정상체중인 그룹과 비교해 대사적 이상이 없고 비만한 그룹과 대사적 이상이 있고 비만한 그룹의 남녀 모두 더욱 낮은 근육량을 나타내었다[14]. 본 연구에서 대퇴부의 최대 신전력은 비만노인들이 높았으나 남녀 모두 일반노인과 그룹간 유의한 차이는 없었으며 그룹내 성별간 차이만 나타났다.

결론적으로 비만노인들은 총 대퇴부피, 근육량, 피하지방량, 근간지방량, 대퇴부 절대근력이 정상 체중 노인에 비해 높게 나타났지만 단위 체중당 대퇴부 근력은 일반노인이 높은 것으로 나타났다. 이는 비만 노인의 높은 대퇴부피는 근간지방에 기인한 것이나, 정상 체중 노인의 대퇴부 부피 증가는 근육량의 증가에 기인한 것이기 때문이라고 할 수 있다. 따라서 비만노인에 비해 일반노인의 근육기능과 근육의 질이 기능적, 생리학적 및 의학적으로 더 우수하다고 할 수 있다. 하지만 본 연구도 실험진행과정에서 중도 탈락자 등의 발생으로 인해 다소 적은 피험자가 최종 동원되고 피험자의 구성에서도 상대적으로 큰 키와 몸무게의 피험자가 최종 선정되어 추후의 연구에서는 일반화를 위한 보다 많은 피험자와 일반화 할 수 있는 체격의 피험자를 대상으로 연구 및 논의 되어야 할 것으

로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2014년 동의대학교 교내 연구비의 지원을 받아 연구되었음(2014AA104).

References

1. Abdelmoula, A., Martin, V., Bouchant, A., Walrand, S., Lavet, C., Taillardat, M., Maffiuletti, N. A., Boisseau, N., Duché, P. and Ratel, S. 2012. Knee extension strength in obese and nonobese male adolescents. *Appl Physiol Nutr Metab* **37**, 269-275.
2. Addison, O. A., Marcus, P. C., LaStsyo, P. C. and Ryan, A. S. 2014. Intermuscular fat: a review of the consequences and causes. *Int J Endocrinol*, e309570.
3. Aniansson, A., Hedberg, M., Henning, G. B.; and Grimby, G. 1986. Muscle morphology, enzyme activity, and muscle strength in elderly men: a follow-up study. *Muscle Nerve* **9**, 585-591.
4. Cawthon, P. M., Fox, K. M. and Gandra, S. R. 2009. Do muscle Mass, muscle density, strength, and physical function similarly influence risk of hospitalizaion in older adults? *J Am Geriatr Soc* **57**, 1411-1419.
5. Chen, B. B., Shih, T. T., Hsu, C. Y., Yu, C. W., Wei, S. Y., Chen, C. Y., Wu, C. H. and Chen, C. Y. 2011. Thigh muscle volume predicted by anthropometric measurements and correlated with physical function in the older adults. *J Nutr Health Aging* **15**, 433-438.
6. Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T. and Landi, F., et al. 2010. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the european working group on sarcopenia in older people. *Age Ageing* **39**, 412-423.
7. Farr, J. N., Van Loan, M. D., Lohman, T. G. and Going, S. B. 2012. Lower physical activity is associated with skeletal muscle fat content in girls. *Med Sci Sports Exerc* **44**, 1375-1381.
8. Hong, J. Y. and Oak, J. S. 2013. Effects of 12 weeks aerobic, anaerobic combined exercise training on Fitness, body composition, skeletal muscle index and blood lipid profiles in obese elderly women. *Korean J Obes* **22**, 30-38.
9. Huh, K. B., Lee, H. C., Kim, H. S. and Lee, J. H. 1998. Influence of age on serum hormone levels, visceral fat area and thigh muscle mass in healthy Korean men. *Korean J Med* **54**, 406-414.
10. Kim, C. G., Lee, S. K., Kwon, Y. W. and Park, J. B. 2001. Correlation of isokinetic strength and cross-sectional area on psoas major and thigh muscles in elderly women. *Korea National Sport University Institute of Sports Science* **20**, 117-128.
11. Kim, H. J. 2012. Influence of aging and 10-wk resistance training on anabolic hormonal response and cross-sectional area of quadriceps muscle in men. *Korean J Physical*

- Education* **51**, 389-397.
12. Kim, H. T. 2001. The study for comparative thigh muscle between male athletic athletes and common children in elementary school. *Korean J Phys Educ* **40**, 613-625.
 13. Kim, K. J. 2009. The role of exercise on the activation of lipid metabolism in obese. *Exerc Sci* **12**, 553-573.
 14. Kim, T. N., Park, M. S., Yang, S. J, Yoo, H. J., Kang, H. J., Song, W., Seo, J. A., Kim, S. G., Kim, N. H., Baik, S. H., Choi, D. S. and Choi, K. M. 2013. Body size phenotypes and low muscle mass: the Korean sarcopenic obesity study (KSOS). *J Clin Endocrinol Metab* **98**, 811-817.
 15. Kissebah, A. H. and Krakower, G. R. 1994. Regional adiposity and morbidity. *Physiol Rev* **74**, 761-811.
 16. Macaluso, A. and De Vito, G. 2004. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol* **91**, 450-472.
 17. Maly, M. R., Calder, K. M., Macintyre, N. J. and Beattie, K. A. 2013. Relationship of Intermuscular fat volume in the thigh with knee extensor strength and physical performance in women at risk of or with knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken)* **65**, 44-52.
 18. Marcus, R. L., Addison, O., Kidde, J. P., Dibble, L. E. and Lastayo, P. C. 2010. Skeletal muscle fat infiltration: impact of age, inactivity, and exercise. *J Nutr Health Aging* **14**, 362-366.
 19. Michael, J. J. 2005. Muscle strength, body composition, hormones, and aging. *Exerc Sport Sci Rev* **33**, 61-62.
 20. Ministry of Health & welfare, Centers for Disease Control. 2012. 2011 National Health Statistics; 5th National Health and Nutrition Examination Survey 2nd year (2011). Seoul: Ministry of Health & welfare.
 21. Parkkola, R., Kujala, U. and Rytoköski, U. 1992. Response of the trunk muscles to training assessed by magnetic resonance imaging and muscle strength. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* **65**, 383-387.
 22. Snijder, M. B., Dekker, J. M. and Visser, M. et al. 2003. Larger thigh and hip and thigh circumferences independent of waist circumference with the incidence of type-2 diabetes: the Hoorn Study. *Am J Clin Nutr* **77**, 1192-1197.
 23. Visser, M., Goodpaster, B. H. and Kritchevsky, S. B. 2005. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **60**, 324-333.
 24. Walts, C. T., Hanson, E. D., Delmonico, M. J., Yao, L., Wang, M. Q. and Hurley, B. F. 2008. Do sex or race differences influence strength training effects on muscle or fat? *Med Sci Sports Exerc* **40**, 669-676.
 25. Yoon, J. H. 2012. Resistance Exercise strategies for sarcopenic obesity in elderly people. *Korean J Obes* **21**, 5-10.

초록 : 일반노인과 비만노인의 대퇴부 근육량과 근력비교연구(Intermuscular fat을 중심으로)

최승준¹ · 박성모² · 곽이섭^{2*}

(¹경성대학교 스포츠건강학부, ²동의대학교 체육학과)

본 연구는 65세 이상의 비만노인과 일반노인의 대퇴부 근육량과 등속성 근력을 비교하기 위해 수행되었다. 본 연구의 피험자는 65~79세 사이 노인들을 비만군(BMI>25, N=21)과 일반군(BMI<25, N=13)으로 구성하였다. 본 연구의 목적을 달성하기 위해 대퇴부 근육량 및 지방량 측정 등은 CT 촬영을 통해 측정하였고, 대퇴부 등속성 근력은 BIODEX를 이용해 최대 신전력을 측정하였다. 모든 변인은 two-way ANOVA로 검증한 후 유의한 경우 Contrast test를 통해 사후분석을 실시하였다. 그 결과 대퇴부 총 부피는 남녀 모두 그룹간 유의한 차이가 나타났다. 대퇴부 근육 부피는 비만군 남자가 일반군 남자보다 유의하게 높게 나타났으며 비만군에서 남녀 성별간 유의한 차이를 보였다. 피하지방은 그룹간과 그룹내 성별간 유의한 차이가 나타났으며, 근간지방의 경우 비만군과 일반군의 동일 성별간에서만 유의한 차이가 나타났다. 또한 근간지방은 일반군 남자에서 비만인 남자에 비해 유의하게 높게 나타났으며 성별간 유의한 차이도 확인되었다. 이상의 연구 결과를 종합해보면 비만 노인은 일반노인보다 남녀 모두 큰 대퇴부 근육 부피를 가지고 있음에도 불구하고, 단위 체중당 대퇴부 근력은 일반노인이 높은 것으로 나타났다. 이는 비만노인에 비해 일반노인의 근육기능이 생리적으로 더 우수하다는 것을 의미한다.