

동일 골격근량 적용 시 체지방량의 차이가 남성의 최대 근력에 미치는 효과

대구대학교 체육과학연구소

최종욱 · 김성훈 · 허성훈 · 이종삼

Body Fat Content Does Not Affect Body's Maximal Muscle Strength

Jonguk Choi, Sunghoon Kim, Sunghoon Hur, Jongsam Lee

Research Center for Exercise and Sport Science, Daegu University, Gyeongsan, Korea

We investigated that the relationship between body fat content and maximal muscle strength when skeletal muscle mass was matched. Muscle mass was measured from 140 preliminary selected people, and 30 males were finally selected and divided into one of four experimental groups: low body fat (group 1, $\leq 11.9\%$), low-moderate fat (group 2, $12.0\% - 16.9\%$), moderate-high fat (group 3, $17.0\% - 22.9\%$), high fat (group 4, $\geq 23.0\%$). All subjects undertook one repetition maximum (1RM) test of abdominal and back upper body's and lower body's, and bench press, squat, and back strength dynamometer was used. Repeated oneway analysis of variance and Tukey's post-hoc test was adopted to specify mean differences among groups. Statistical significance level was set at $\alpha=0.05$. 1RM of bench press was not different among groups ($p>0.05$) even though values from group 2 was marginally higher (15.9%) than group 1 values ($p=0.091$). 1RM of squat was higher in group 4 compared to group 2 and group 3 ($p<0.05$), and maximal back muscular strength was higher in group 1 and group 3 than group 2 ($p<0.05$). However, total 1RM values, sum of 1RM obtained from different exercises, did not reveal any statistical differences. No notable correlation was found between percent body fat (%BF) and maximal muscular strength. Interestingly, negative correlation of muscular strength was observed between %BF and relative (per kilogram) body mass ($p<0.001$), but not with between %BF and relative skeletal muscle mass. Therefore, it was concluded that maximal muscular strength is influenced not by fat mass but by skeletal muscle mass.

Keywords: Fat mass, Skeletal muscle, Bench press

Received: August 18, 2016 Revised: October 28, 2016 Accepted: November 16, 2016

Correspondence: Jongsam Lee

Research Center for Exercise and Sport Science, Daegu University, 201 Daegudae-ro, Gyeongsan 38453, Korea

Tel: +82-53-850-6083, Fax: +82-53-850-6089

E-mail: jlee@daegu.ac.kr

This research was supported by the Daegu University Research Grants.

Copyright ©2016 The Korean Society of Sports Medicine

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

서론

과학 문명의 발달은 의학 기술 및 생활 환경의 개선 등 삶의 질 향상에 긍정적으로 작용하고 있다. 그러나 신체활동의 감소와 서구화된 식습관이 비만 발생을 증가시켜 대사증후군을 포함한 다양한 합병증을 불러 일으키는 등 사회적 비용을 증가시키는 부작용도 함께 낳고 있다¹⁾. 비만은 고혈압, 동맥경화증, 뇌졸중, 당뇨병, 호흡 순환 장애, 내분비계 이상 등 다양한 성인병 질환과 각종 근골격계 질환을 일으키며²⁾ 신체에 대한 자신감 결여, 대인관계 형성의 위축과 상태 불안 등 심리적 장애 발생과도 밀접히 연관되어 있다³⁻⁵⁾.

비만을 치료하기 위해서는 식습관의 개선과 함께 신체활동을 병행하는 것이 바람직하다⁶⁾. 유산소 운동은 지방대사를 활성화시켜 지방 산화를 통한 필요 열량의 공급을 증가시킴으로써 비만 개선에 긍정적으로 작용한다고 알려져 있다⁷⁾. 이에 반해 저항성 운동은 근육량을 증가시켜 안정 시 대사량의 증가를 유발해냄으로써 체중의 감량과 조절에 긍정적으로 작용하는 것으로 보고되고 있다^{8,9)}.

효과적인 저항성 운동 프로그램의 구성을 위해 1회 반복 최대중량(one repetition maximum, 1RM)으로 알려진 개인의 최대 근력 측정이 선행되어야 하며^{10,11)}, 측정된 최대근력에 대해 실제 운동에 적용할 중량의 강도를 산출해내기 위해 최대 중량의 상대적 비율을 사용한다¹²⁾. Visser 등¹³⁾은 근력과 비만과의 상관성을 밝히는 연구에서 비만이 근 수행 능력의 감소를 야기해 일상 생활의 기능적 역량 저하를 초래한다고 보고하였으며, Newman 등¹⁴⁾은 체내 지방량의 증가가 근력 저하의 원인으로 작용한다는 연구 결과와 함께 남녀 근력의 차이가 체지방률과 체질량지수(body mass index, BMI)의 차이에 기인된 것이라 보고하였다¹⁵⁾.

이와 대조적으로 체내 체질량지수의 차이가 등속성 및 등척성 최대 근력에 영향을 미치지 않았다는 보고¹⁶⁾와 체지방률이 젊은 여성의 근력과 유의한 상관성을 나타내지 않았다는 결과¹⁵⁾도 발표된 바 있다. 최근 Kim 등¹⁷⁾에 의해 수행된 연구에서 체지방률의 증가가 젊은 남성과 여성의 상체 총 근력에는 유의한 차이를 나타내지 않았으나 체중 당 최대 근력에는 전반적으로 부정적으로 작용한다는 결과가 보고되기도 하였다. 이와 같은 선행 연구들의 결과를 종합해 볼 때, 체내 지방량과 최대 근력 발현 사이의 관계를 명확히 이해하기 위해서는 체중당 근력에 대한 결과를 주의 깊게 살펴야 한다는 결론을 내릴 수 있다. 특히 Earle¹⁸⁾의 연구에서 남녀의 성별에 따른 최대 근력과 체중 당 근력을 독립적으로 살핀 점은 체지방량의

차이에 따른 근력의 변화 양상을 구체적으로 이해하는데 매우 큰 의미를 제공해주고 있다. 이와 같이 체내 지방량과 발현되는 최대 근력 사이의 관계를 밝히려는 시도가 계속되고 있으나 현재까지 발표된 연구들에서는 근육이 발현하는 근력의 변화를 체내 저장 지방량의 차이에 따라서만 고려하였을 뿐 순수한 골격근량의 차이에 의해 도출되는 최대 근력의 변화를 체계적으로 살핀 연구 결과는 보고된 바 없다.

이와 같이 다양한 연구에서 체지방량 혹은 체지방률의 차이와 근력 발현과의 관계를 살펴왔으나 그 결과가 서로 일치하지 않고 있어 일관된 결론을 내리지 못하고 있는 실정이라 하겠다. 이는 결과적으로 체내의 지방량에만 초점을 맞춰 발현되는 근력과 파워를 비교함으로써 실제 근력의 차이가 순수하게 체내 지방량의 차이에 의해 야기된 현상인지 아니면 지방량과 무관하게 온전히 근육량 자체의 차이로 발생된 현상인지, 혹은 이 두 요인의 상호작용을 통해 나타난 결과인지를 명확하게 알아내기 어렵게 하였다.

이에 본 연구에서는 최대근력의 변화가 체지방량의 차이에 의한 것이 아닌 순수한 골격근량의 차이에 의해 나타날 것이라는 가설을 검증하고자 비슷한 연령대의 골격근량에 차이가 없는 연구 대상자들만을 피험자로 선정해 체지방률의 차이에 따라 나타나는 등장성 최대 근력의 차이를 상체와 하체 부위별로 살펴보고자 하였으며, 이를 통해 순수한 체지방률의 차이로 나타나는 최대 근력의 변화 효과에 대한 명확한 결과를 제시하고자 하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

20대의 연령대에서는 인체 발달학적 측면의 성장도와 단위 면적당 근육의 기능적 역량 측면에서 최고의 상태를 나타내는 시기이므로 최대 근력을 평가하기에 가장 적합한 시기이다. 본 연구에서는 신체 전반의 건강상에 이상이 없는 20대의 남성 140명을 대상으로 체지방량과 근육량을 측정해 체지방률에는 차이를 나타내지만 비슷한 골격근량(25-30 kg)을 보이는 30명의 실험 대상자를 선별적으로 선정하였다. 선정된 피험자를 체지방률에 따라 저체지방군($\leq 11.9\%$, group 1), 중저체지방군($12.0\% - 16.9\%$, group 2), 중고체지방군($17.0\% - 22.9\%$, group 3), 고체지방군($\geq 23.0\%$, group 4)으로 배정해 1RM 측정을 시행하였다. 각 그룹의 신체적 특성을 Table 1에 나타냈다.

Table 1. Physical characteristics of subjects

Group (%body fat)	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Body fat (%)	BMI (kg/m ²)	Muscle mass (kg)
≤11.9% (n=7)	21.0±1.8	176.4±6.5	63.8±3.4	10.0±1.6	20.5±0.8	28.4±1.7
12.0%–16.9% (n=10)	21.5±1.6	172.6±5.0	65.4±4.7	14.5±1.3	21.9±0.6	27.4±1.5
17.0%–22.9% (n=7)	21.4±2.0	173.1±4.7	70.6±3.6	18.9±1.4	23.6±0.8	27.7±1.5
≥23.0% (n=6)	24.8±1.5	174.1±5.9	86.1±13.0	27.5±3.9	28.2±2.7	27.8±0.4
Total group (n=30)	22.0±2.2	173.9±5.4	70.4±10.5	17.1±6.4	23.2±3.0	27.8±1.4

Values are presented as mean±standard deviation.



Fig. 1. Measurement procedures of maximum muscle strength.

2. 체질량지수 및 체지방량의 측정

체질량지수를 몸무게와 키 수치를 이용해 산출하였으며, 체지방량과 근육량의 측정을 위해 생체전기저항법(X Scan Plus2, Jawon Medical, Seoul, Korea)을 이용하여 2회 측정 후 측정치의 평균값을 사용하였다.

3. 종목별 최대근력 측정 절차 및 방법

National Strength and Conditioning Association에서 권장하는 측정 절차에 따라 벤치프레스(bench press)와 스쿼트(squat) 종목을 이용해 흉부 상체와 하체의 최대 근력을, 배근력계를 사용해 등부 상체의 1RM을 측정하였다¹⁹⁾. 1회 최대 반복 측정에 앞서 충분한 준비운동을 통해 1RM 측정 시 부상 발생의 위험을 최소화하였으며 특정 부위에 부상을 가진 대상자의 경우 해당 부위에 대한 1RM 측정을 시행하지 않았다. 준비운동을 위해 벤치프레스의 경우 약 8회, 스쿼트의 경우 약 6회를

반복할 수 있는 중량을 적용해 실시하였으며²⁰⁾, 2-3분간의 휴식 후 준비운동에서 적용한 중량보다 벤치프레스는 5-10 kg씩을, 스쿼트는 15-20 kg씩을 중량하여 최초 1RM 검사를 실시하였다. 피험자가 1RM 시행에 성공한 경우 동일한 방식으로 무게를 증량해 다음 단계의 1RM 검사를 수행하도록 했으며, 실패 시 직전에 적용한 중량의 2.5-5 kg을 감량해 1RM을 재측정하였다.

벤치프레스 동작의 수행 시 피험자들의 시작점과 종료점을 동일하게 적용하기 위해 엉덩이와 등상부가 벤치 혹은 의자에 접촉하도록 하였으며 완전한 가동범위를 확보하기 위해 내리는 동작 시 중량 바가 흉부에 닿는지의 여부와 올리는 동작의 완료지점에서 팔꿈치가 똑바로 편 상태가 되었는지를 확인하였다(Fig 1). 검사 시 엉덩이를 벤치 혹은 의자에서 들어 올린 다거나 흉부에서 바운싱(bouncing) 동작과 함께 바를 들어 올린 다거나 신장성 반복 수축 구간의 끝에서 바를 바운싱시켜 내리는 시도를 한 경우에는 실패한 것으로 간주하였다¹⁹⁾.

스쿼트 동작은 선 자세에서 바벨을 어깨(승모근)에 수평이 되도록 엮은 상태에서 수행하였으며 스탠스(stance)의 폭을 어깨 보다 약간 넓게 하고, 그림의 폭을 편안한 느낌이 들도록 조절한 후, 허리를 똑바로 편 자세로 대퇴부가 지면과 수평이 되도록 무릎을 굽힌 후 시작점으로 되돌아가도록 하였다(Fig. 1).

배근력계를 이용한 등부 상체 최대 근력의 측정 절차는 배근력계의 발판 위에서 상체를 30° 굽히고 팔꿈치를 편 상태로 손잡이를 잡은 후, 무릎과 허리를 편 상태로 높이를 조절하여 윗몸을 서서히 일으키면서 전력을 다해 손잡이를 잡아당기도록 하였다(Fig. 1). 동작 중 팔이나 무릎을 굽히거나 몸이 뒤쪽으로 넘어가지 않도록 확인하였다. 2회 측정을 실시해 높은 기록을 0.1 kg 단위로 기록하였으며, 척추 질환자 및 의심자는 측정에서 제외하였다^{21,22)}.

4. 통계 처리 방법

Window용 IBM SPSS ver. 21.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 모든 측정 자료에 대해 평균과 표준편차를 산출하였다. 체지방률과 최대 근력 사이에 나타내는 상관성을 알아보기 위해 Pearson의 상관관계 분석을 실시하였으며 그룹 간 평균 차 검증을 위해 반복측정 일원변량분석을 실시하였다. 통계적으로 유의한 차를 보이는 경우, Tukey의 사후검증을 실시했으며 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

Table 2. One repetition maximum values obtained from bench press test

%Body fat	Value (kg)
≤11.9%	72.9±13.8
12.0%–16.9%	84.5±13.6
17.0%–22.9%	78.6±14.6
≥23.0%	80.0±14.1

Values are presented as mean±standard deviation.

Table 3. One repetition maximum values obtained from squat test

%Body fat	Value (kg)
≤11.9%	110.0±17.3
12.0%–16.9%	107.0±15.5*
17.0%–22.9%	101.4±13.5*
≥23.0%	118.3±24.0

Values are presented as mean±standard deviation.

*Significant difference from ≥23.0%.

결 과

1. 체지방률의 차이에 따른 부위별 및 총 1RM의 변화

1) 벤치프레스 수행 시 1RM의 변화

체지방률의 차이에 따른 벤치프레스의 최대 근력의 차이를 비교한 결과, group 1 (≤11.9%)과 비교해 group 2 (12.0%–16.9%)에서 뚜렷한 증가 양상을 나타냈으나 통계적으로 유의한 차이는 나타내지 않았다($p=0.091$). 여타의 모든 그룹에 있어 체지방률의 차이가 벤치프레스의 1RM에 유의한 영향을 나타내지 않았다($p>0.05$) (Table 2).

2) 스쿼트 수행 시 1RM의 변화

체지방률의 차이에 따른 스쿼트의 최대근력을 비교한 결과, group 2 (12.0%–16.9%) 및 group 3 (17.0%–22.9%)과 비교해 group 4 (≥23.0%)에서 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$). 반면에, group 1 (≤11.9%)은 나머지 모든 그룹과 비교해 유의한 차이를 나타내지 않았다($p>0.05$) (Table 3).

3) 배근력 수행 시 1RM의 변화

체지방률의 차이에 따른 등부 근육의 최대근력을 비교한 결과, group 1 (≤11.9%, $p<0.05$)과 group 3 (17.0%–22.9%),

Table 4. One repetition maximum values obtained from back strength test

%Body fat	Value (kg)
≤11.9%	120.0±8.38*
12.0%–16.9%	111.7±8.98
17.0%–22.9%	127.9±24.67*
≥23.0%	111.7±27.67

Values are presented as mean±standard deviation.

*Significant difference from 12.0%–16.9%.

Table 5. One repetition maximum values obtained from the sum of bench press, squat, and back strength test

%Body fat	Value (kg)
≤11.9%	302.9±25.10
12.0%–16.9%	303.2±24.48
17.0%–22.9%	307.9±46.59
≥23.0%	310.0±59.32

Values are presented as mean±standard deviation.

$p<0.01$)에서 group 2 (12.0%–16.9%)와 비교해 통계적으로 높은 수치를 나타냈다(Table 4).

4) 종목별(부위별) 1RM 합의 변화

체지방률의 차이에 따른 종목별(부위별) 1RM 수치를 더해 총 수치를 비교한 결과, 모든 그룹에서 유의한 차이를 나타내지 않은 것으로 나타났다($p>0.05$) (Table 5).

2. 체지방률과 최대 근력 사이의 상관성

체지방률의 차이와 각 측정 종목의 1RM 수치 사이에 나타나

는 상관성을 살핀 결과, 벤치프레스, 스쿼트, 배근력 및 최대 근력의 합 모두에서 유의한 상관성이 나타나지 않았다($p>0.05$) (Table 6, Fig. 2).

3. 체지방률과 상대 체중(1 kg 당) 최대 근력 사이의 상관성

체지방률의 차이와 체중 1 kg당의 상대 체중을 고려한 각 종목의 1RM 수치 사이에 나타나는 상관관계를 살핀 결과, 벤치프레스, 스쿼트, 배근력 및 최대 근력 등 모든 항목에서 유의한 부적 상관성을 나타냈다($p<0.001$) (Table 7, Fig. 3).

Table 6. Relationship between one RM and percent body fat

	Bench press	Squat	Back strength	Total RM
R^2 value	0.0201	0.0530	0.0154	0.0501
Regression equation	$Y=0.3069x+74.25$	$Y=0.6250x+97.98$	$Y=0.3567x+111.3$	$Y=1.289x+283.5$

Values are presented as mean±standard deviation.
RM, repetition maximum.

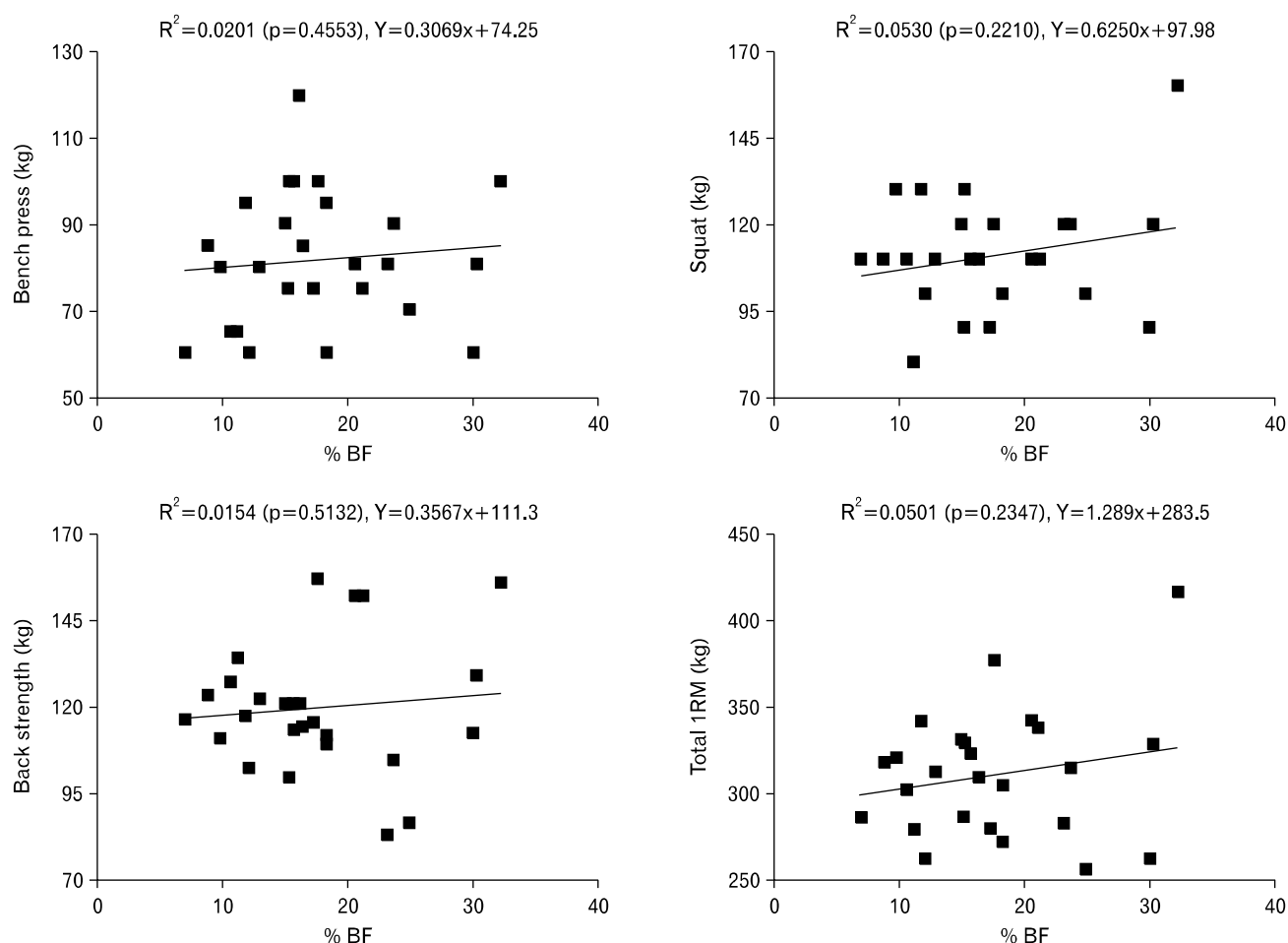


Fig. 2. Correlation between one repetition maximum (1RM) and percent body fat (%BF).

Table 7. Relationship between one RM and kilogram of body mass

Variable	Bench press	Squat	Back strength	Total RM
R ² value	0.201	0.303	0.3292	0.501
Regression equation	$Y = -0.015x + 1.396$	$Y = -0.0203x + 1.904$	$Y = -0.0258x + 2.130$	$Y = -0.0609x + 5.430$

Values are presented as mean±standard deviation.
RM, repetition maximum.

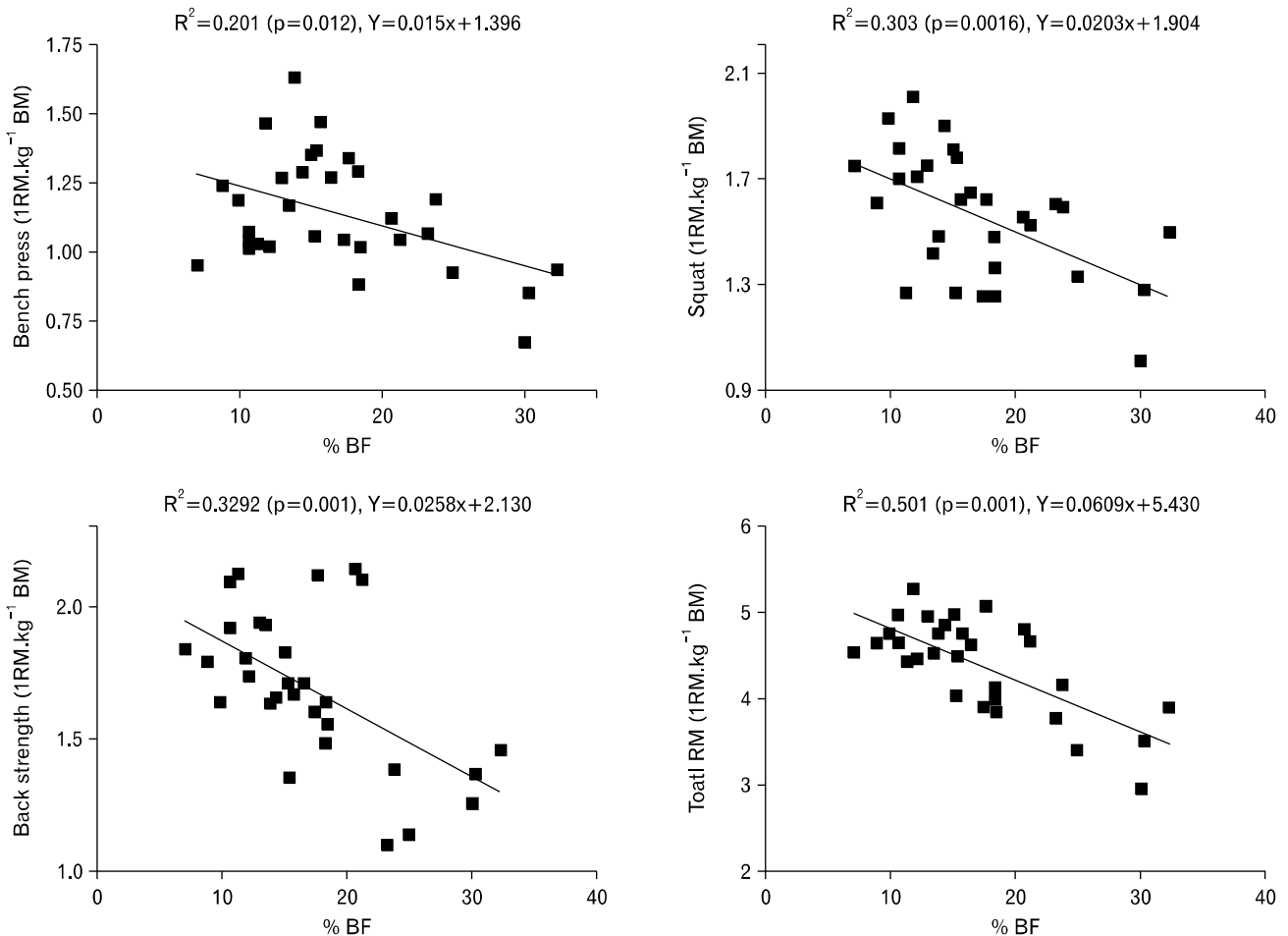


Fig. 3. Correlation between one repetition maximum (1RM) and kilogram of body mass. BM, body mass; %BF, percent body fat.

4. 체지방률과 골격근 1 kg당 최대 근력 사이의 상관성

체지방률의 차이와 골격근 1 kg당 각 종목의 최대 근력 사이에 나타나는 상관관계를 살핀 결과, 벤치프레스, 스쿼트, 배근력 및 최대근력의 합 모두에서 유의한 상관성을 나타내지 않았다($p > 0.05$) (Table 8, Fig. 4).

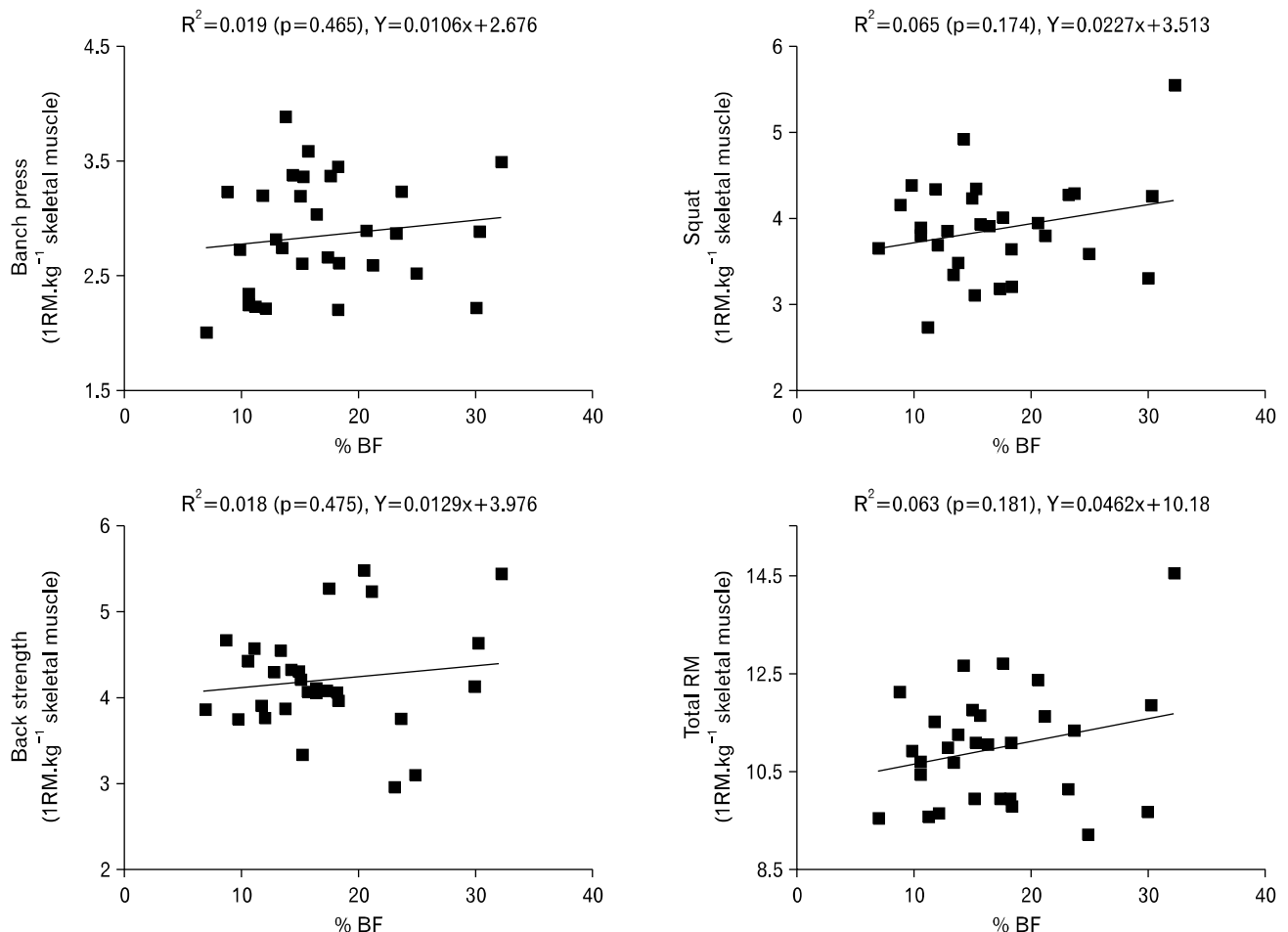
고 찰

비만이 근력에 미치는 영향에 대해 보고한 대부분의 연구들은 체질량지수와 체지방률(혹은 체지방량)의 차이에 따른 등속성 및 등척성 근력의 변화와 기초 체력의 변화에 미치는 효과에 대해 주로 보고해왔다. 그러나 기존에 보고된 연구들에서는 체내 체지방량의 차이만을 염두에 두어 근력 및 관련 체력을 평가함으로써 근력의 변화가 순수하게 체내 체지방량이 많아 나타난 결과인지, 근육의 부족으로 야기된 결과인지,

Table 8. Relationship between one RM and kilogram of skeletal muscle mass

Variable	Bench press	Squat	Back strength	Total RM
R ² value	0.019	0.065	0.018	0.063
Regression equation	Y=0.0106x+2.676	Y=0.0227x+3.513	Y=0.0129x+3.976	Y=0.0462x+10.18

Values are presented as mean±standard deviation.
RM, repetition maximum.

**Fig. 4.** Correlation between one repetition maximum (1RM) and kilogram of skeletal muscle mass. %BF, percent body fat.

혹은 이 두 요인의 상호작용에 의해 나타난 결과인지에 대해 명확한 결론을 이끌어낼 수 없었다.

Kim 등²³⁾은 체지방량이 슬관절의 등속성 및 등척성 근력에 유의한 영향을 미치지 않았다고 보고하였으며, Kang과 Heo²⁴⁾도 높은 체지방을 보이는 초등학교 남학생 집단에서 체지방이 낮은 집단과 비교해 기초 체력의 저하 현상이 심화되긴 하였으나 악력에는 유의한 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다. 성인 여성을 대상으로 한 연구에서도 체지방의 증가가 근력 변화에 의미 있는 영향을 미치지 않았다는 결과가 발표된 바도 있으며²⁵⁾, 체내 체지방량과 근력 사이에 유의한 상관관계

가 나타나지 않는다²³⁾는 결과가 발표되기도 하였다. 하지만 이와 반대로 성인남성을 대상으로 연구한 결과에서 체지방률이 높아질수록 근력 수준이 유의하게 낮아진다는 보고²⁶⁾가 있었으며 이와 유사하게 체지방량의 증가가 근 수행 역량의 감소¹²⁾ 및 근력의 저하¹³⁾와 밀접히 관련되어 있다는 연구 결과도 보고된 바 있다. 이와 함께, Kim 등¹⁷⁾은 남녀 성별에 따라 체지방률과 체질량지수의 증가가 상대 체중 당 근력에 부정적인 영향을 미친다고 보고한 바도 있어 체지방량과 최대 근력의 발현 사이에 나타나는 관련성에 대해 명확한 결론을 내리기 어려운 실정이다. 하지만 동일한 주제에 대해 이렇게 연구

결과가 상이하게 나타나는 것에 대한 이유를 밝혀냄으로써 두 변인 사이의 연관성을 객관적으로 정립하는 것은 향후의 연구 방향을 설정함에 있어 매우 중요하게 작용할 것으로 생각한다. 이러한 측면에서 본 연구자들은 체지방량의 차이가 최대 근력의 변화에 미치는 효과를 밝혀내고자 시도한 모든 연구들에서 근력 발현의 근원이 될 수 있는 골격근량의 차이를 사전에 고려하지 않은 채 단순히 체지방량 혹은 체지방률의 차이만으로 이들 두 변인 사이의 상호관련성을 보고한 연구설계상의 한계점을 찾아낼 수 있었으며 이에 본 연구를 통해 골격근량에는 차이가 없으나 체지방률에는 차이를 나타내는 건강한 성인 남성을 대상으로 흉부와 등부 및 하체의 최대 등장성 근력의 차이를 밝혀내고자 하였다.

본 연구를 통해 젊은 남성의 부위(혹은 종목)별 1RM을 살핀 결과, 부분적으로 신체 부위(혹은 운동 종목)에 따라 1RM의 차이를 관찰할 수 있었으나 모든 종목의 1RM수치를 더한 결과에서는 체지방률에 따른 유의한 차이를 관찰할 수 없었다. 이와 같은 결과는 순수한 체지방량만의 차이가 전반적인 1RM의 수치 변화에 유의하게 영향을 미치지 않는다는 것을 나타내 주는 것으로, 비록 체지방량이 많다 하더라도 체내 근육량의 감소가 나타나지 않았다면 총 근력에 부정적으로 영향을 미치는 않는다는 것을 보여주는 결과라 할 수 있다. 이는 체지방량의 차이에 따른 근력 변화 사이의 관련성을 제시한 선행 연구들²¹⁻²³⁾의 결과와도 일치하는 것으로(비록 이들 연구에서는 골격근량의 차이를 고려하지 않았었다는 한계점이 있긴 했으나), 최대 근력에 실제적으로 영향을 미치는 기본 요인이 체지방량이 아닌 골격근량이라는 점을 반영하고 있다.

체지방률과 상-하체 부위별(혹은 종목별) 최대 근력 사이의 상관관계를 살핀 결과에서 통계적으로 유의한 결과를 보이지 않았는데, 이는 체지방률이 슬관절 등속성 및 등척성 근력과 유의한 상관관계를 나타내지 않았다는 결과²³⁾와, 비만인의 근 수행 능력 상실이 활동감소로 인한 근육량의 소실로 인해 발생한다고 보고한 선행 연구들의 결과와 비슷한 것으로 이해할 수 있다. 또한, Choi 등¹⁵⁾도 체지방률과 근력이 유의한 상관관계를 나타내지 않는다고 보고한 바 있어 체지방률의 차이 자체가 등장성 최대 근력 발현에 영향을 미치지 않는다는 것을 확인할 수 있다.

본 연구에서는 체중 1 kg당 벤치프레스, 스쿼트, 배근력 및 1RM 총 합에서 유의하게 부적 상관관계를 나타냄을 확인할 수 있었는데, 이는 Kim 등¹⁷⁾의 연구에서 성인 남녀를 대상으로 최대근력을 총 중량이 아닌 질적인 측면으로 상대 체중 1 kg당 비율로 환산하였을 때 근력 발현에 부정적인 영향을 미친다고

보고한 연구 결과와 초등학교 남학생을 대상으로 실시한 근력 평가에서 비만 그룹이 정상 체중 그룹보다 체중당 근력이 유의하게 낮게 나타났다는 보고²⁷⁾ 내용과 일치하는 것이다.

하지만 이와 같은 결과가 체지방량의 증가가 근력의 감소를 유발했다는 것으로 이해되기에는 여전히 타당성이 부족한 것으로 생각한다. 동일한 체중을 보이는 경우에서 체지방량(혹은 체지방률)이 많다는 의미는 일반적으로 근육량이 적음을 반영하는 것이며, 서로 다른 체중을 나타내는 경우에서의 체지방량(혹은 체지방률)이 많다는 의미는 결국 근육량의 차이에 의한 것이라기보다는 체내 지방량의 차이에 의해 유발된 것이라고 볼 수 있기 때문이다. 즉, 근육량의 차이를 고려하지 않은 채 상대 체중당 근력을 비교해 통계적으로 낮은 수치를 보였다는 것이 결국 근육량의 실제 차이 없이 체지방량의 많고 적음으로 인해 더 많은 체중을 나타냄으로써 발생할 수 있는 측면을 매우 강하게 내포하고 있기 때문이다. 따라서, 제시된 선행 연구들과 함께 본 연구에서의 상대 체중당 체지방률에 따른 최대 근력의 감소현상에 대해 동일한 골격근량이 적용되지 않았다는 점에서 순수한 체지방량의 차이에 의해 발생한 최대 근력의 변화 효과로 단정해 결론 내릴 수 없다 하겠다. 또한 이를 뒷받침하는 것으로, 본 연구에서 살핀 골격근량을 동일시하여 체지방률과 1RM 사이의 관계를 살핀 결과에서 유의한 관련성을 찾아내지 못한 점과 각 종목 및 부위에 따른 1RM의 합계에서도 체지방률에 별다른 영향을 받지 않았다는 사실에서 확인할 수 있었다. 결론적으로 본 연구에서 나타난 체지방률의 증가에 따라 나타난 체중 1 kg당 최대 근력의 부적 상관성은 전체 골격근량에는 차이가 없으나 체지방이 많아질수록 체중이 높아지는 현상으로부터 유도된 결과로 해석될 수 있겠다. 골격근량 1 kg당 근력 발현의 차이가 나타나지 않았다는 결과는 위의 결론을 뒷받침해주는 것이라 할 수 있겠다. 이와 같은 측면들을 종합적으로 고려해 체지방량의 변화에 의한 것이 아닌 체내 골격근량의 변화에 의해 근력의 차이가 발생하는 것이라는 결론을 내릴 수 있었다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. Kim YM, Cho DG, Kang SH. Analysis of factors associated

- with geographic variations in the prevalence of adult obesity using decision tree. *Health Soc Sci* 2014;36:157-81.
2. Simova I, Denchev S. Endothelial functional and structural impairment in patients with different degrees of coronary artery disease development. *Heart Vessels* 2008;23:308-15.
 3. Yoon DH, Park JH, Lee CM, Shin CS, Cho SH, Oh BH. The relationship between obesity and depression in Korean women. *Korean J Psychosom Med* 2007;15:51-5.
 4. Choi JW, Kang SG, Kim YS. Physiological and psychological benefits of exercise participation in an obese adolescent. *Korean J Phys Edu* 2000;39:349-61.
 5. Kim HN, Han SN. Psychological characteristics of obese adult participants in the weight management program. *J Korean Soc Study Obes* 2014;23:281-8.
 6. Dengel DR, Hagberg JM, Coon PJ, Drinkwater DT, Goldberg AP. Effects of weight loss by diet alone or combined with aerobic exercise on body composition in older obese men. *Metabolism* 1994;43:867-71.
 7. Martin WH 3rd. Effects of acute and chronic exercise on fat metabolism. *Exerc Sport Sci Rev* 1996;24:203-31.
 8. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 2006;113:2642-50.
 9. Stevens VK, Parlevliet TG, Coorevits PL, et al. The effect of increasing resistance on trunk muscle activity during extension and flexion exercises on training devices. *J Electromyogr Kinesiol* 2008;18:434-45.
 10. Lee MG, Sung SC, Lee SE, Jung WS. Effects of 12 weeks of resistance exercise training on resting metabolic rate (RMR), and adipocytokines in obese men of 20s. *Exerc Sci* 2011;20:405-16.
 11. Lee SI, Lim SG. Prediction of one repetition maximum from isokinetic test. *Korea Sport Res* 2004;15:1965-77.
 12. Suh SH, Park SY, Kim KB. One repetition maximum by circumference of muscles in weight training beginners. *Korean J Meas Eval Phys Educ Sports Sci* 2008;10:57-68.
 13. Visser M, Deeg DJ, Lips P, Harris TB, Bouter LM. Skeletal muscle mass and muscle strength in relation to lower-extremity performance in older men and women. *J Am Geriatr Soc* 2000;48:381-6.
 14. Newman AB, Haggerty CL, Goodpaster B, et al. Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:323-30.
 15. Choi HG, Cho JH, Kim MJ, et al. Relationship between percent body fat and health-related fitness in college females. *Korean J Phys Edu* 2003;42:801-7.
 16. Lue YJ, Chang JJ, Chen HM, Lin RF, Chen SS. Knee isokinetic strength and body fat analysis in university students. *Kaohsiung J Med Sci* 2000;16:517-24.
 17. Kim MO, Kim SH, Hur SH, Lee JS. Influences of percent body fat and body mass index difference on one repetition maximum in different gender of untrained young adults. *J Coach Dev* 2016;18:145-53.
 18. Earle RW. Weight training exercise prescription. In: National Strength and Conditioning Association, editor. *Essentials of personal training symposium workbook*. Lincoln (NE): NSCA Certification Commission; 1999. p. 305
 19. Fleck SJ, Kraemer WJ. Designing resistance training programs. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 1997.
 20. Hur SH, Koo JM, Lee JS, editors. Percent body mass can be determination of initial load during 1 RM measurement. *Proceedings of 2015 Spring Academic Conference of Society of Physical Education of Daegu-Gyeongbuk*; 2015 May 1; The Society of Physical Education of Daegu-Gyeongbuk, Daegu: 2015.
 21. Choi YT, Seong NK. The body composition and physical fitness according to body type by BMI of the male/female high school student. *Korea Sport Res* 2006;17:103-12.
 22. Kim NS, Kim TW, Sung SC, Kim SH. Accuracy of 1RM prediction equations from 7-10RM in hand ball players. *Korea J Sports Sci* 2011;20:1151-61.
 23. Kim JS, Park JK, Jang SA. Effects of percent body fat and leg muscle mass on isokinetic and isometric strength of knee strength. *Korean J Exerc Rehabil* 2008;4:93-100.
 24. Kang TW, Heo J. Comparison of physical fitness according on the levels %fat and BMI in boy's elementary school students. *Korean J Growth Dev* 2008;16:271-7.
 25. Lee DK, An KO. Difference in body composition ratio, basal metabolic rate, and physical fitness level based on the percentage body fat on female freshmen in a university of education. *Korean J Elem Edu* 2013;24:1-13.
 26. Park SJ, Choi KJ, Song HS, Kim KJ, Sung BJ, So WY. Association between percent body fat and physical fitness in Korean men: a community-based study. *Korea J Sports Sci* 2012;21:1305-14.
 27. Byun J, Kim K. Comparison of body composition, blood lipid profiles, HOMA, and physical fitness according to BMI in elementary school boys. *Korean J Growth Dev* 2012; 20:67-73.