



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

박사학위논문

저항성 훈련 순서와 형태가 남자 대학생의  
기초체력, 근비대 및 등속성 근기능에  
미치는 영향

유 봉

제주대학교 대학원

체육학과

2023년 8월

# 저항성 훈련 순서와 형태가 남자 대학생의 기초체력, 근비대 및 등속성 근기능에 미치는 영향

이 논문을 체육학 박사 학위논문으로 제출함

유 봉

제주대학교 대학원

체 육 학 과

지도교수 서 태 범

유 봉의 체육학 박사 학위논문을 인준함

2023년 8월

심사위원장 김 영 포 인

위 원 김 비 예 인

위 원 신 말 순 인

위 원 최 은 주 인

위 원 서 태 범 인

Abstract

**Effects of resistance training sequence and form on basic  
physical strength, hypertrophy and isokinetic muscle function  
in male college students**

Peng Liu

*Department of Kinesiology*

*General graduate school Jeju National University*

*Jeju, Korea*

Supervised by professor Tae-Beom Seo

본 연구의 목적은 8주간의 저항성 운동시 관절순서(Study I)와 프로그램(Study II)이 남자 대학생의 신체 구성, 기초체력, 근비대 및 등속성 근기능에 미치는 영향을 확인하였다.

연구 I에서는 성인 남성 대학생의 신체 구성, 기본 체력, 최대 근력 및 등속 근기능에 대한 저항운동 8주 동안 단 관절 및 다관절 운동순서 변화의 영향을 비교하고 분석하였다. 연구 I은 성인 남성 대학생 30명이 참여해, 통제그룹(Control group: CG, n=10), 다단관절-다관절 운동그룹(Single-Multi joint group: SMG, n=10), 다관절-단관절 운동그룹(Multi-Single joint group: MSG, n=10)으로 무선할당하였다. 운동그룹

은 8주간 주 3회, 1일 60~90분간 저항성 운동을 수행하였으며 운동 강도는 1RM 60%~80% 점진적으로 증가시켰다. 반복 횟수는 1RM 60% 15회, 70% 12회, 80% 8회, 80% 5회, 휴식시간은 60~90초, 운동프로그램 간 3분 동안 휴식하였다. 운동 효과를 확인하기 위해 모두 그룹은 운동 8주 전, 신체 구성, 기초 체력, 최대 근력, 근육 둘레, 유연성, 민첩성, 순발력, 등속성 근기능을 운동 참여 전, 후에 측정하였다. 모든 변인의 집단 간, 시기 간에 상호작용 효과를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 참여 후(8주) 집단 간의 차이를 비교하기 위해 일원배치 분산분석(One-way ANOVA) 후, 사후검정으로 Tukey (post-hoc)를 통해 집단 간의 차이를 확인하였다. 또한, 대응표본 t-검정을 통해 집단 내 시기에 따른 변화를 확인하였다. 모든 분석의 통계적 유의수준( $\alpha$ )은 .05로 설정하였다.

본 연구의 결과는 SMG에서 체지방률이 유의하게 감소하였으며, 악력은 증가하였다. 또한, 체지방량, 신체 둘레, 근력, 근지구력, 민첩성, 유연성, 건관절의 등속성 근기능은 CG보다 SMG, MSG에서 유의하게 향상되었다.

연구 II에서는 저항성 운동시 복합세트(Compound set), 피라미드세트(Pyramid set) 및 슈퍼세트(Super set), 세 가지 저항성 운동프로그램의 형태가 성인 남성 대학생의 상·하관절의 주동근과 길항근의 근력 및 근비대에 미치는 영향을 비교하고 분석하였다. 연구 II는 40명의 성인 남성 대학생이 참여했으며 통제그룹(Control group; CG, n=10), 복합세트그룹(Compound set exercise group; CSG, n=10), 피라미드세트그룹(Pyramid set exercise group; PSG, n=10) 및 슈퍼세트그룹(Super set exercise group; SSG, n=10)으로 무작위로 할당하였다. 운동그룹은 8주 동안 주 3회 1일 60~90분씩 저항운동을 실시하였으며, 모든 운동집단의 운동강도는 1RM 60~80%로 점진적으로 증가시켰으며, 복합세트의 운동강도와 반복 횟수는 1RM 60% 강도로 15회, 70% 강도로 12회, 80% 강도로 8회, 80% 강도로 5회, 각 저항성 운동프로그램은 총 4개 그룹, 운동시간은 각 그룹당 30~40초, 운동 간 휴식시간은 10초, 운동프로그램 간 휴식시간은 3분으로 하였다. 피라미드세트의 운동 강도와 반복 횟수는 1RM 60% 강도로 15회, 70% 강도로 12회, 80% 강도로 8회, 80% 강도로 5회, 운동시간은 30~40초, 운동 간 휴식시간은 60~90초, 세트 간 휴식시간은 3분으로 하였다. 슈퍼세트의 운동 강도와 반복 횟수는 1RM 60% 강도로 15회, 70% 강도로 12회, 80% 강도로

8회, 80% 강도로 5회 실시하였으며, 운동시간은 30~40초, 운동 간 휴식시간은 10초, 운동프로그램 간 휴식시간은 3분으로 하였다. 운동 효과를 확인하기 위해 운동 8주 전에 실험 대상자는 신체 구성, 기초 체력, 1RM, 근육 둘레, 유연성, 민첩성, 순발력 및 등속성 근 기능을 측정하고 8주 후에 다시 측정하여 30명의 데이터를 분석에 사용한다. 본 연구의 측정 자료는 SPSS for windows(Version 21.0) 통계프로그램을 이용하여 기술통계분석(descriptive statistics)을 통해 모든 변인의 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)를 산출할 것이며 집단 간, 시기 간에 차이 검증을 위해 이원 반복측정 분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 참여 후(8주) 집단 간의 차이를 비교하기 위해 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 하였으며, 사후검정으로 Tukey (post-hoc)를 통해 집단 간의 차이를 확인하였다. 또한, 대응표본 t-검정을 통해 집단 내 시기에 따른 변화를 확인하였다. 모든 분석의 통계적 유의수준( $\alpha$ )은 .05로 설정하였다. 본 연구의 결과는 CSG에서 윗몸일으키기가 유의하게 증가하였으며, 어깨 등속성 근기능은 PSG가 가장 유의하게 향상되는 양상이 나타난다. 또한, 무릎 관절의 등속성 근기능에서 저항성 운동그룹 모두 긍정적인 영향을 미쳤다. 이와 함께, 제지방량, 신체 둘레, 근력, 근지구력, 민첩성, 유연성에서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

## < 목 차 >

I. 서 론 .....	1
1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구의 목적 .....	6
3. 연구의 가설 .....	7
4. 연구의 제한점 .....	9
5. 용어의 정의 .....	10
II. 이론적 배경 .....	13
III. 연구 I: 저항성 운동 시 단관절과 다관절 운동순서가 남자 대학생의 신체 구성, 기초체력, 최대 근력 및 근기능에 미치는 효과 .....	17
1. 연구의 필요성 .....	17
2. 연구의 목적 .....	19
3. 연구 방법 .....	20
4. 측정항목 및 방법 .....	23
5. 자료처리 .....	28
6. 연구 결과 .....	29

IV. 연구Ⅱ: 저항성 운동프로그램 형태가 상·하지 관절의 주동근과 길항근 근력 및 근비대에 미치는 효과 .....	137
1. 연구의 필요성 .....	137
2. 연구의 목적 .....	140
3. 연구 방법 .....	141
4. 운동프로그램 .....	143
5. 측정항목 및 방법 .....	144
6. 자료처리 .....	149
7. 연구 결과 .....	150
V. 논 의 .....	258
VI. 결론 및 제언 .....	266



## <List of Table>

Table 1. Characteristics of participants (n=30) .....	21
Table 2. Exercise program in Study I .....	22
Table 3 Basic physical fitness .....	23
Table 4. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body weight (kg) .....	29
Table 5. The result of two-way repeated measures ANOVA for body weight .....	30
Table 6. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of skeletal muscle mass (kg) .....	31
Table 7. The result of two-way repeated measures ANOVA for skeletal muscle mass .....	31
Table 8. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body fat mass (kg) .....	33
Table 9. The result of two-way repeated measures ANOVA for body fat mass .....	33
Table 10. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body mass index (%) .....	35
Table 11. The result of two-way repeated measures ANOVA results for body mass index .....	35
Table 12. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of percent body fat (%) .....	37
Table 13. The result of two-way repeated measures ANOVA for percent body fat .....	37
Table 14. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of chest circumference (cm) .....	39
Table 15. The result of two-way repeated measures ANOVA for chest circumference .....	39
Table 16. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of upper arm circumference (cm) .....	41
Table 17. The result of two-way repeated measures ANOVA for upper arm circumference .....	41
Table 18. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for thigh circumferenc (cm) .....	43
Table 19. The result of two-way repeated measures ANOVA for thigh circumference .....	43
Table 20. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for calf circumference (cm) .....	45
Table 21. The result of two-way repeated measures ANOVA for calf circumference .....	45
Table 22. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for grip strength (kg) .....	47
Table 23. The result of two-way repeated measures ANOVA for grip strength .....	47
Table 24. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of back strength (kg) .....	49
Table 25. The result of two-way repeated measures ANOVA for back strength .....	49
Table 26. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of sit and reach (cm) .....	51
Table 27. The result of two-way repeated measures ANOVA for sit and reach .....	51
Table 28. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of standing long jump (m) .....	53
Table 29. The result of two-way repeated measures ANOVA for standing long jump .....	53
Table 30. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of sit-up (rep) .....	55
Table 31. The result of two-way repeated measures ANOVA for sit-up .....	55
Table 32. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of agility test (sec) .....	57

Table 33. The result of two-way repeated measures ANOVA for agility test .....	57
Table 34. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 10m sprint (sec) .....	59
Table 35. The result of two-way repeated measures ANOVA for 10m sprint .....	59
Table 36. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 20m sprint (sec) .....	61
Table 37. The result of two-way repeated measures ANOVA for 20m sprint .....	61
Table 38. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 30m sprint (sec) .....	63
Table 39. The result of two-way repeated measures ANOVA for 30m sprint .....	63
Table 40. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 40m sprint (sec) .....	65
Table 41. The result of two-way repeated measures ANOVA for 40m sprint .....	65
Table 42. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of bench press (kg) .....	67
Table 43. The result of two-way repeated measures ANOVA for bench press .....	67
Table 44. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of dead lift (kg) .....	69
Table 45. The result of two-way repeated measures ANOVA for dead lift .....	69
Table 46. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of squat (kg) .....	71
Table 47. The result of two-way repeated measures ANOVA for squat .....	71
Table 48. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Left shoulder abduction/adduction ratio (%) .....	73
Table 49. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Left shoulder abduction/adduction ratio .....	73
Table 50. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left shoulder abduction (N.m/kg) .....	75
Table 51. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left shoulder abduction .....	75
Table 52. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left shoulder adduction (N.m/kg) .....	77
Table 53. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left shoulder adduction .....	77
Table 54. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Right shoulder abduction/ adduction ratio .....	79
Table 55. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Right shoulder abduction/ adduction ratio (%) .....	79
Table 56. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right shoulder abduction (N.m/kg) .....	81
Table 57. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right shoulder abduction .....	81

Table 58. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right shoulder adduction (N.m/kg) .....	83
Table 59. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right shoulder adduction .....	83
Table 60. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Shoulder abduction left/right ratio (%) .....	85
Table 61. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Shoulder abduction left/right ratio .....	85
Table 62. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Shoulder adduction left/right ratio (%) .....	87
Table 63. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Shoulder adduction left/right ratio .....	87
Table 64. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Left shoulder abduction/ adduction ratio (%) .....	89
Table 65. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° Left shoulder abduction/ adduction ratio .....	89
Table 66. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180°left shoulder abduction (N.m/kg) .....	91
Table 67. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left shoulder abduction .....	91
Table 68. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180°left shoulder adduction (N.m/kg) .....	93
Table 69. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left shoulder abduction (N.m/kg) .....	93
Table 70. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Right shoulder abduction/adduction ratio (%) .....	95
Table 71. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° Right shoulder abduction/adduction ratio .....	95
Table 72. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction (N.m/kg) .....	97
Table 73. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction (N.m/kg) .....	97
Table 74. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right shoulder adduction (N.m/kg) .....	99
Table 75. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction .....	99
Table 76. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° shoulder abduction left/right ratio (%) .....	

.....	101
Table 77. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° shoulder abduction left/right ratio	101
Table 78. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° shoulder adduction left/right ratio (%)	103
.....	103
Table 79. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° shoulder adduction left/right ratio	103
Table 80. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° left knee flexor/extensor ratio (%)	105
Table 81. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° left knee flexor/extensor ratio	105
Table 82. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left knee flexor (N.m/kg)	107
Table 83. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left knee flexor	107
Table 84. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left knee extensor (N.m/kg)	109
Table 85. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left knee extensor	109
Table 86. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° right knee flexor/extensor ratio (%)	111
Table 87. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° right knee flexor/extensor ratio	111
Table 88. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right knee flexor (N.m/kg)	113
Table 89. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right knee flexor	113
Table 90. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right knee extensor (N.m/kg)	115
Table 91. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right knee extensor	115
Table 92. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° knee bilateral balance ratio of flexors (%)	117
.....	117
Table 93. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° knee bilateral balance ratio of flexors	117
.....	117
Table 94. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° knee bilateral balance ratio of extensor (%)	119
Table 95. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° knee bilateral balance ratio of extensor	119
.....	119
Table 96. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° left knee flexor/extensor ratio (%)	121
Table 97. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° left knee flexor/extensor ratio	121

Table 98. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Left knee flex peak torque to body weight (N.m/kg) .....	123
Table 99. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left knee flexor .....	123
Table 100. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° left knee extensor (N.m/kg) .....	125
Table 101. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left knee extensor .....	125
Table 102. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° right knee flexor/extensor ratio (%) .....	127
Table 103. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° right knee flexor/extensor ratio .....	127
Table 104. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right knee flexor (N.m/kg) .....	129
Table 105. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right knee flexor .....	129
Table 106. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right knee extensor (N.m/kg) .....	131
Table 107. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right knee extensor .....	131
Table 108. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° knee bilateral balance ratio of flexors (%) .....	133
Table 109. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° knee bilateral balance ratio of flexors .....	133
Table 110. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° knee bilateral balance ratio of extensor (%) .....	135
Table 111. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° knee bilateral balance ratio of extensor .....	135
Table 112. Characteristics of participants (n=40) .....	142
Table 113. Study II training program .....	143
Table 114. Basic physical fitness .....	144
Table 115. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body weight (kg) .....	150
Table 116. The result of two-way repeated measures ANOVA for body weight .....	151
Table 117. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of skeletal muscle mass (kg) .....	152
Table 118. The result of two-way repeated measures ANOVA for skeletal muscle mass .....	152
Table 119. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body fat mass (kg) .....	154

Table 120. The result of two-way repeated measures ANOVA for fat free mass .....	154
Table 121. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body mass index .....	156
Table 122. The result of two-way repeated measures ANOVA results for body mass index .....	156
Table 123. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of percent body fat (%) .....	158
Table 124. The result of two-way repeated measures ANOVA for percent body fat .....	158
Table 125. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of chest circumference (cm) .....	160
Table 126. The result of two-way repeated measures ANOVA for chest circumference .....	160
Table 127. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of upper arm circumference (cm) .....	162
Table 128. The result of two-way repeated measures ANOVA for upper arm circumference .....	162
Table 129. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for thigh circumferenc (cm) .....	164
Table 130. The result of two-way repeated measures ANOVA for thigh circumference .....	164
Table 131. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for calf circumference (cm) .....	166
Table 132. The result of two-way repeated measures ANOVA for calf circumference .....	166
Table 133. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for grip strength (kg) .....	168
Table 134. The result of two-way repeated measures ANOVA for grip strength .....	168
Table 135. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of back strength (kg) .....	170
Table 136. The result of two-way repeated measures ANOVA for back strength .....	170
Table 137. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of sit and reach (cm) .....	172
Table 138. The result of two-way repeated measures ANOVA for sit and reach .....	172
Table 139. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of standing long jump (cm) .....	174
Table 140. The result of two-way repeated measures ANOVA for standing long jump .....	174
Table 141. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of sit-up (rep) .....	176
Table 142. The result of two-way repeated measures ANOVA for sit-up .....	176
Table 143. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of agility test (sec) .....	178
Table 144. The result of two-way repeated measures ANOVA for agility test .....	178
Table 145. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 10m sprint (sec) .....	180
Table 146. The result of two-way repeated measures ANOVA for 10m sprint .....	180
Table 147. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 20m sprint (sec) .....	182
Table 148. The result of two-way repeated measures ANOVA for 20m sprint .....	182
Table 149. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 30m sprint (sec) .....	184
Table 150. The result of two-way repeated measures ANOVA for 30m sprint .....	184
Table 151. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 40m sprint (sec) .....	186
Table 152. The result of two-way repeated measures ANOVA for 40m sprint .....	186
Table 153. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of bench press (kg) .....	188
Table 154. The result of two-way repeated measures ANOVA for bench press .....	188

Table 155. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of dead lift (kg) .....	190
Table 156. The result of two-way repeated measures ANOVA for dead lift .....	190
Table 157. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of squat (kg) .....	192
Table 158. The result of two-way repeated measures ANOVA for squat .....	192
Table 159. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Left shoulder abduction/adduction ratio (%) .....	194
Table 160. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Left shoulder .....	194
Table 161. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left shoulder abduction (N.m/kg) .....	196
Table 162. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left shoulder abduction .....	196
Table 163. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left shoulder adduction (N.m/kg) .....	198
Table 164. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left shoulder adduction .....	198
Table 165. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Right shoulder abduction/adduction ratio (%) .....	200
Table 166. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Right shoulder abduction/adduction ratio .....	200
Table 167. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right shoulder abduction (N.m/kg) .....	202
Table 168. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right shoulder abduction .....	202
Table 169. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right shoulder adduction (N.m/kg) .....	204
Table 170. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right shoulder adduction .....	204
Table 171. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Shoulder abduction left/right ratio (%) .....	206
Table 172. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Shoulder abduction left/right ratio .....	206
Table 173. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Shoulder adduction left/right ratio (%) .....	208
Table 174. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Shoulder adduction left/right ratio .....	208
Table 175. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Left shoulder abduction/adduction ratio (%) .....	210

Table 176. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° Left shoulder abduction/adduction ratio .....	210
Table 177. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180°left shoulder abduction (N.m/kg) .....	212
Table 178. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left shoulder abduction .....	212
Table 179. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180°left shoulder adduction (N.m/kg) .....	214
Table 180. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left shoulder abduction .....	214
Table 181. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Right shoulder abduction/adduction ratio (%) .....	216
Table 182. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° Right shoulder abduction/adduction ratio .....	216
Table 183. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction (N.m/kg) .....	218
Table 184. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction .....	218
Table 185. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right shoulder adduction (N.m/kg) .....	220
Table 186. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction .....	220
Table 187. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° shoulder abduction left/right ratio (%) ..	222
Table 188. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° shoulder abduction left/right ratio ..	222
Table 189. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° shoulder adduction left/right ratio(%) ..	224
Table 190. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° shoulder adduction left/right ratio ..	224
Table 191. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° left knee flexor/extensor ratio (%) ..	226
Table 192. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° left knee flexor/extensor ratio .....	226
Table 193. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left knee flexor (N.m/kg) .....	228
Table 194. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left knee flexor .....	228
Table 195. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left knee	



extensor (N.m/kg) .....	230
Table 196. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left knee extensor .....	230
Table 197. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° right knee flexor/extensor ratio (%)	232
Table 198. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° right knee flexor/extensor ratio .....	232
Table 199. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right knee flexor (N.m/kg) .....	234
Table 200. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right knee flexor .....	234
Table 201. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right knee extensor (N.m/kg) .....	236
Table 202. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right knee extensor .....	236
Table 203. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° knee bilateral balance ratio of flexors (%) .....	238
Table 204. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° knee bilateral balance ratio of flexors .....	238
Table 205. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° knee bilateral balance ratio of extensor (%) .....	240
Table 206. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° knee bilateral balance ratio of extensor .....	240
Table 207. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° left knee flexor/extensor ratio (%)	242
Table 208. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° left knee flexor/extensor ratio .....	242
Table 209. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Left knee flex peak torque to body weight (N.m/kg) .....	244
Table 210. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left knee flexor .....	244
Table 211. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° left knee extensor (N.m/kg) .....	246
Table 212. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left knee extensor .....	246
Table 213. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° right knee flexor/extensor ratio (%) .....	248
Table 214. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° right knee flexor/extensor ratio .....	248
Table 215. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right	

knee flexor (N.m/kg) .....	250
Table 216. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right knee flexor .....	250
Table 217. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right knee extensor (N.m/kg) .....	252
Table 218. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right knee extensor .....	252
Table 219. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° knee bilateral balance ratio of flexors (%) .....	254
Table 220. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° knee bilateral balance ratio of flexors .....	254
Table 221. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° knee bilateral balance ratio of extensor (%) .....	256
Table 222. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° knee bilateral balance ratio of extensor .....	256

## <List of Figure>

Figure 1. The experimental study I design CG: Control group, SMG: Single joint - Multi joint group, MSG : Multi joint -Single joint group .....	20
Figure 2. Change of body weight after resistance exercise .....	30
Figure 3. Change of skeletal muscle mass after resistance exercise .....	32
Figure 4. Change of body fat mass after resistance exercise .....	34
Figure 5. Change of body mass index after resistance exercise .....	35
Figure 6. Change of percent body fat after resistance exercise .....	38
Figure 7. Change of chest circumference after resistance exercise .....	40
Figure 8. Change of upper arm circumference after resistance exercise .....	42
Figure 9. Change of thigh circumference after resistance exercise .....	44
Figure 10. Change of calf circumference after resistance exercise .....	45
Figure 11. Change of grip strength after resistance exercise .....	48
Figure 12. Change of back strength after resistance exercise .....	50
Figure 13. Change of sit and reach after resistance exercise .....	52
Figure 14. Change of standing long jump after resistance exercise .....	54
Figure 15. Change of sit-up after resistance exercise .....	55
Figure 16. Change of agility test after resistance exercise .....	58
Figure 17. Change of 10m sprint after resistance exercise .....	60
Figure 18. Change of 20m sprint after resistance exercise .....	62
Figure 19. Change of 30m sprint after resistance exercise .....	64
Figure 20. Change of 40m sprint after resistance exercise .....	66
Figure 21. Change of bench press after resistance exercise .....	68
Figure 22. Change of dead lift after resistance exercise .....	70
Figure 23 Change of Squat after resistance exercise .....	72
Figure 24. Change of left shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise .....	74
Figure 25. Change of left shoulder abd peak torque N.m/kg after resistance exercise .....	76
Figure 26. Change of left shoulder add peak torque N.m/kg after resistance exercise .....	78
Figure 27. Change of right shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise .....	80
Figure 28. Change of right shoulder abd peak torque N.m/kg after resistance exercise .....	82
Figure 29. Change of right shoulder add peak torque N.m/kg after resistance exercise .....	84
Figure 30. Change of bilateral balance ratio of abduction after resistance exercise .....	86
Figure 31. Change of bilateral balance ratio of adduction after resistance exercise .....	88

Figure 32. Change of left shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise .....	90
Figure 33. Change of left shoulder abd peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	92
Figure 34. Change of left shoulder add peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	94
Figure 35. Change of right shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise .....	96
Figure 36. Change of right shoulder abd peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	98
Figure 37. Change of right shoulder add peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	100
Figure 38. Change of bilateral balance ratio of abduction after resistance exercise .....	102
Figure 39. Change of bilateral balance ratio of adduction after resistance exercise .....	104
Figure 40. Changes in left knee flexor/extensor ratio after resistance exercise .....	106
Figure 41. Change of relative value of left knee flexor after resistance exercise .....	108
Figure 42. Change of relative value of left knee extensor after resistance exercise .....	110
Figure 43. Changes in right knee flexor/extensor ratio after resistance exercis .....	112
Figure 44. Change of relative value of right knee flexor after resistance exercise .....	114
Figure 45. Change of relative value of right knee extensor after resistance exercise .....	116
Figure 46. Change of Knee bilateral balance ratio of flexors after resistance exercise .....	118
Figure 47. Change of knee bilateral balance ratio of extensor after resistance exercise .....	120
Figure 48. Changes in left knee flexor/extensor ratio after resistance exercise .....	122
Figure 49. Change of relative value of left knee flexor after resistance exercise .....	124
Figure 50. Change of relative value of left knee extensor after resistance exercise .....	126
Figure 51. Changes in right knee flexor/extensor ratio after resistance exercise .....	128
Figure 52. Change of relative value of right knee flexor after resistance exercise .....	130
Figure 53. Change of relative value of right knee extensor after resistance exercise .....	132
Figure 54. Change of Knee bilateral balance ratio of flexors after resistance exercise .....	134
Figure 55. Change of knee bilateral balance ratio of extensor after resistance exercise .....	136
Figure 56. The experimental study design for study II CG: Control group, CSG: Compound set group, PSG: Pyramid set group, SSG: Super set group .....	141
Figure 57. Change of body weight after resistance exercise .....	151
Figure 58. Change of skeletal muscle mass after resistance exercise .....	153
Figure 59. Change of fat free mass after resistance exercise .....	155
Figure 60. Change of body mass index after resistance exercise .....	157
Figure 61. Change of percent body fat after resistance exercise .....	159
Figure 62. Change of chest circumference after resistance exercise .....	161
Figure 63. Change of upper arm circumference after resistance exercise .....	163
Figure 64. Change of thigh circumference after resistance exercise .....	165
Figure 65. Change of calf circumference after resistance exercise .....	167

Figure 66. Change of grip strength after resistance exercise .....	169
Figure 67. Change of back strength after resistance exercise .....	171
Figure 68. Change of sit and reach after resistance exercise .....	173
Figure 69. Change of standing long jump after resistance exercise .....	175
Figure 70. Change of sit-up after resistance exercise .....	177
Figure 71. Change of agility test after resistance exercise .....	179
Figure 72. Change of 10m sprint after resistance exercise .....	181
Figure 73. Change of 20m sprint after resistance exercise .....	183
Figure 74. Change of 30m sprint after resistance exercise .....	185
Figure 75. Change of 40m sprint after resistance exercise .....	187
Figure 76. Change of bench press after resistance exercise .....	189
Figure 77. Change of dead lift after resistance exercise .....	191
Figure 78. Change of Squat after resistance exercise .....	193
Figure 79. Change of left shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise .....	195
Figure 80. Change of left shoulder abd peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	197
Figure 81. Change of left shoulder add peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	199
Figure 82. Change of right shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise .....	201
Figure 83. Change of right shoulder abd peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	203
Figure 84. Change of right shoulder add peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	205
Figure 85. Change of bilateral balance ratio of abduction after resistance exercise .....	207
Figure 86. Change of bilateral balance ratio of adduction after resistance exercise .....	209
Figure 87. Change of left shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise .....	211
Figure 88. Change of left shoulder abd peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	213
Figure 89. Change of left shoulder add peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	215
Figure 90. Change of right shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise .....	217
Figure 91. Change of right shoulder abd peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	219
Figure 92. Change of right shoulder add peak torque Nm/kg after resistance exercise .....	221
Figure 93. Change of bilateral balance ratio of abduction after resistance exercise .....	223
Figure 94. Change of bilateral balance ratio of adduction after resistance exercise .....	225
Figure 95. Changes in left knee flexor/extensor ratio after resistance exercise .....	227
Figure 96. Change of relative value of left knee flexor after resistance exercise .....	229
Figure 97. Change of relative value of left knee extensor after resistance exercise .....	231
Figure 98. Changes in right knee flexor/extensor ratio after resistance exercise .....	233
Figure 99. Change of relative value of right knee flexor after resistance exercise .....	235
Figure 100. Change of relative value of right knee extensor after resistance exercise .....	237

Figure 101. Change of Knee bilateral balance ratio of flexors after resistance exercise .....	239
Figure 102. Change of knee bilateral balance ratio of extensor after resistance exercise .....	241
Figure 103. Changes in left knee flexor/extensor ratio after resistance exercise .....	243
Figure 104. Change of relative value of left knee flexor after resistance exercise .....	245
Figure 105. Change of relative value of left knee extensor after resistance exercise .....	247
Figure 106. Changes in right knee flexor/extensor ratio after resistance exercise .....	249
Figure 107. Change of relative value of right knee flexor after resistance exercise .....	251
Figure 108. Change of relative value of right knee extensor after resistance exercise .....	253
Figure 109. Change of Knee bilateral balance ratio of flexors after resistance exercise .....	255
Figure 110. Change of knee bilateral balance ratio of extensor after resistance exercise .....	257

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

현대인들은 일반적으로 실생활에서 건강이 얼마나 중요한지를 잘 인식하고 있다. 사회, 경제, 문화가 발전하면서 건강한 생활 방식은 전 세계 사람들 사이에서 유행하게 되었다. 대학생은 지식인 중 한 집단으로서 이들의 육체적 및 정신적 건강은 국가 사회 발전에 매우 중요한 영향을 끼친다. 하지만, 코로나-19 영향으로 대학생들은 생활 리듬 변화, 생활 방식 불규칙, 자율성 감소, 야외 운동량 감소 등을 겪으면서 체력이 저하되었을 뿐만 아니라 장기적인 코로나-19 유행으로 많은 대학생들이 육체적 및 정신적 건강 관리에 소홀해지기 시작하였다(강진호, 박아름 & 한승태, 2020). 게다가 최근에는 일부 대학생들이 달리기나 야외운동을 하다가 돌연사한 사건들이 뉴스에 빈번하게 등장하고 있다. 이에 따라 이러한 현상은 점차 대학생의 신체 건강에 대한 각계각층의 깊은 우려를 불러일으키고 있다.

대학 시절 신체적 및 육체적 발달은 비교적 성숙한 편으로 신체적 발달은 기본적으로 성인 수준에 가깝고, 뇌 구조와 신체적 기능도 대체적으로 발달되어 있다. 대학 시절은 신체적으로 왕성한 성장을 겪으면서 성인기로 접어드는 첫 시기이다(Tyler, 2020). 이 시기에 속하는 사람들의 생리적 특징과 저항성 운동 특징을 살펴보면 대학생들은 저항성 운동 훈련에 적합한 편이다(이은주 & 박도형, 2020). 저항성 운동은 사람들이 평생 할 수 있으면서도 신체적 건강에 이로운 영향을 주는 운동이며, 훈련 방법과 사용 장비가 간단하여 많은 사람들이 찾는 운동이기도 하다. 대부분의 운동 훈련은 자신의 운동 특징에 따라 운동 기술 숙련, 장소 선별, 훈련 주기, 팀워크, 경제적 투자 등과 같이 많은 요구 사항들이 뒤따르기 때문에 일반적으로 장기간 지속해서 많은 시간을 투자하면서 운동하기는 쉽지 않다. 이에 따라 운동 비용과 시간의 효율성은 매우 중요하게 여겨진다. 이러한 관점에서 저항성 운동은 근력, 근비대 향상에 효과적인 방법인(Cormie et al., 2010) 동시에 안전한 신체 단련 방법이자 운동 훈련 방법으로(Faigenbaum et al., 2009), 적절한 저항성 운동은 체력을 향상시키고 부상의 위험을 줄이면서도 생활의 질에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고하고 있다(Faigenbaum et al., 2010).

저항성 훈련은 본질적으로 다관절(multi-joint) 혹은 단관절(single-joint)의 움직임으로 운동을 수행한다. 단관절 훈련은 단일 근육 혹은 근육군을 활용해 단일 관절에서 회전 운동을 의미하며, 다관절 훈련은 두 개 이상의 근육군과 관절에서 회전 운동을 한다(Schoenfeld et al., 2019). 일부 학자들은 단일 관절 운동이 배우고 익히는데 더 수월하고 신경학적 요소에 대한 의존도가 더 적기 때문에 더 큰 근비대를 촉진시킬 수 있다고 여긴다(Gentil & Bottaro, 2015). 반면, 다른 일부 학자들은 다관절 운동이 최대한 근력을 향상시킬 수 있고, 다관절 운동이 단일 관절 운동보다 더 효과적이라고 가정하며, 이는 다관절 운동에 사용되는 관절과 근육군이 더 많아 더 큰 중량을 들어올 수 있어 더 좋은 운동 효과를 내기 때문이다(Gentil & Bottaro, 2015). 저항 훈련 기간 단일 관절과 다관절에 대한 급성 효과와 장기 적응에 관련 연구한 결과에 따르면, 단일 관절과 다관절 운동은 근비대와 최대 근력에 효과를 보고하였다(Gentil & Steele, 2017). 또한, 다관절 저항 훈련 프로그램에 단일 관절 운동을 추가함으로써 나타나는 상지 근력과 근비대 변화에 대해 연구한 결과에 따르면, 단일 관절과 다관절은 모두 효과가 있는 것으로 나타났다(França et al., 2015). 그리고 운동을 하지 않은 남성 근력에 대해 연구한 결과에 따르면, 단일 관절 저항 운동은 최대 근력과 근비대에 큰 효과가 있는 것으로 나타났고(Barbalho & Gentil, 2018), 다관절 저항운동은 근지구력에 효과가 있는 것으로 나타났다(Brandão & Teixeira, 2020).

일반적으로 저항성 운동프로그램은 전통적인 저항성 훈련(resistance exercises), 슈퍼세트(super set), 피라미드세트(pyramid set), 복합세트(compound set)로 구성되어 있다(Krzysztofik et al., 2019). 선행연구에 따르면, 저항성 훈련은 웨이트 트레이닝 방법으로 수행할 수 있으며, 부하를 도구로 사용하여 근육 기능을 강화시킴으로써 체력 향상, 부상 발생 예방, 건강 증진의 목적을 달성할 수 있다(Kramer, 1997).

전통적인 저항성 운동은 2~5분의 시간을 활용해 많은 세트의 하체 및 상체 운동을 수행하는 것이다(Baechle et al., 2008). 운동 중 세트 간 휴식시간은 운동량(반복 횟수)을 최대한 줄이고 운동 강도를 낮춤으로써 운동시간을 늘려 운동 효율을 떨어뜨린다(Ciccone et al., 2014). 이와 관련하여 저항성 운동시간 효율을 향상시키기 위한 많은 연구가 진행되었는데 그중 가장 대표적인 것은 슈퍼세트 운동과 슈퍼세트 저항성 훈련(주동근과 길항근)을 번갈아 가며 훈련하는 것과 동일한 주동근 그룹과



길항근 그룹을 대상으로 하는 모든 동작(agonist - antagonist paired set)이 있다 (Robbins et al., 2009; Robbins et al., 2010; Souza et al., 2017; Paz et al., 2017). 주동근과 길항근을 번갈아 가며 훈련을 하고, 제한된 휴식시간 혹은 휴식시간이 없는 두 가지 상황 속에서 각각 저항성 훈련을 하게 되면 훈련 강도를 향상시키고 훈련 시간을 단축시킬 수 있다(Paz et al., 2016). 이에 따라 전통적인 저항성 훈련은 다음 훈련의 모든 항목을 수행하기 전에 먼저 현재 훈련의 모든 항목을 한다는 점에서 슈퍼세트와 다르다. 이러한 연구는 동일한 운동량인 상황에서 슈퍼세트가 전통적인 저항성 운동보다 운동시간을 크게 줄이고 운동 강도를 높임으로써 더 좋은 운동 효과를 얻을 수 있다는 것을 보여주었다(Robbins et al., 2009; Robbins et al., 2010; Souza et al., 2017; Paz et al., 2017). 또한, 슈퍼세트는 주동근과 길항제 근력을 크게 증가시키고, 약한 길항근은 운동 속도를 제한할 수 있기 때문에 이를 강화하면 주동제 근육 운동 속도를 증가시킬 수 있다(Baker & Newton, 2005). 이외에도 다른 선행연구에서는 슈퍼세트는 주동근과 길항근의 다양한 시퀀스 운동에서 자각적 힘의 수준과 전체 훈련량을 좋게 향상시킨다는 것을 보여주었다(Balsamo & Prestes, 2012). 하지만, 저항 훈련 과정에서 시간을 절약하는 전략은 누적된 피로가 지속적인 운동 능력을 감소시킬 수 있기 때문에 심각한 급성 신경근 손상을 초래할 수 있다. 비록 훈련 프로그램 또는 개입 후 그룹 훈련 진행이 신경근 기능에 장기적으로 영향을 미친다는 사실에 대한 정보가 적은 편이지만, 역량 증가에 대한 적응성에 영향을 줄 수 있다(Merrigan et al., 2019).

피라미드세트는 역량 훈련 시스템에서 역량 증가에 가장 효과적인 방법 중 하나로 여겨진다(Husein, 2007). 이 시스템에서 운동하는 사람은 중량이 낮고 운동 횟수가 많은 훈련으로 시작한 다음 중량이 1RM에 도달하거나 근접할 수 있도록 점차 중량을 늘리면서 운동 횟수는 줄어나간다(Prasetyo & Nasrulloh, 2017). 전통세트와 피라미드세트가 성인의 급성 신경근에 미치는 효과를 연구한 결과에 따르면, 피라미드세트가 효과적인 적으로 보고하였다(Costa & Fortes, 2021). 또한, 네 가지 근비대 위주의 저항 훈련 방법에 대한 급성 반응을 비교한 결과에 따르면, 피라미드세트 저항 훈련이 전통세트 저항 훈련보다 근비대에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(Sabido & Hernández, 2016). 그리고 근육 탈진에 대해 연구한 결과에 따르면, 피라미드세트가 근비대, 근육량, 근력 향상에 효과적인 것으로 보고하였다(Santanielo &

Nóbrega, 2020).

이외에도 다른 선행연구에 따르면, 근력의 증가 방식은 주로 훈련 부하에 의해 결정되는 것으로 나타났다(Harber et al., 2004). 상대적으로 고부하 저항 훈련은 최대 근력을 향상시킬 수 있다. 비록 최대 근력 향상은 장기간 다양한 형태의 저항운동을 통해 이루어질 수 있지만, 일반적으로는 근력 역량을 최대한으로 향상시키기 위해서는 고부하 저항성 운동 위주로 훈련을 해야 한다. 연구에 따르면, 저항성 운동 강도가 최대 근력(100% 1RM)에 가까울수록 최대 근력 증가폭이 커지며, 그 반대일 경우에는 최대 근력 증가폭이 작아진다. 피라미드세트의 주요 훈련 모델은 중량이 증가할수록 운동 횟수는 점차 줄어드는 것이며, 이때 중량은 1RM에 근접하며, 이는 최대 근력 증가 관련 다른 선행연구 결과와 동일하다.

복합세트 훈련도 저항성 역량 훈련에서 자주 사용되는 방식으로, 다양한 운동기구를 사용하여 동일한 부위의 근육을 단련함으로써 더 효과적으로 근육을 자극한다(Trecroci, 2020). 선행연구에 따르면, 16주간 지속된 복합세트 훈련은 노인의 하지 최대근력, 인체 구조, 심혈관 기능에 좋은 효과를 보이는 것으로 나타났다(배지철 & 김홍, 2010). 또한, 여성을 대상으로 복합세트와 전통세트 저항 훈련을 비교한 연구에 따르면, 12주간 하지 저항 훈련을 한 후에는 최대 근력, 근육 두께, 근육 단면적에 차이가 없었지만, 근지구력은 향상된 것으로 나타났다. 또한, 건강한 남성을 대상으로 복합세트와 혼합 훈련(complex training)을 6주간 지속한 후 근력, 순발력, 근비대를 비교한 결과에 따르면 복합세트는 하지 근력, 순발력을 더 크게 증가시키는 것으로 나타났다(Stasinaki & Gloumis, 2015). 이외에도 여성 근육 증가에 대해 복합세트와 전통 저항 훈련을 비교한 결과에 따르면, 복합세트가 최대근력과 민첩성에 더 효과적인 것으로 나타났다(Arazi & Roohi, 2014).

위의 연구를 통해 단관절 저항성 운동과 다관절 저항성 운동이 기초체력, 최대 근력, 근지구력 등에 큰 효과가 있다는 점을 알 수 있었지만, 단관절과 다관절 운동순서에 관한 연구에서는 아직 논란의 여지가 있다. 또한, 복합세트, 슈퍼세트, 피라미드 세트 저항성 운동이 근비대, 최대근력, 근지구력 등에 큰 효과가 있지만, 세 가지 운동 항목에 관한 비교 연구는 상대적으로 적은 편이다. 본 논문은 저항성 운동 중 단관절 저항성 운동 후 다관절 운동 수행, 다관절 저항성 운동 후 단관절 운동 수행에 대해 다양한 관절 운동 순서를 적용하는 동시에 복합세트, 슈퍼세트, 피라미드세

트, 세 가지 저항 훈련 프로그램 간의 효과를 비교 연구하고자 한다.

## 2. 연구의 목적

본 연구 I의 목적은 저항성 운동시 관절(단관절-다관절, 다관절-단관절)의 운동순서가 남자 대학생의 신체 구성, 기초체력, 최대근력 및 근기능에 미치는 효과를 규명하고자 한다.

본 연구 II의 목적은 저항성 운동프로그램 형태(피라미드세트, 슈퍼세트, 복합세트)가 상, 하지 관절의 주동근과 길항근 근력 및 근비대에 미치는 효과를 규명하고자 한다.

### 3. 연구의 가설

본 연구 가설을 다음과 같이 설정하였다.

#### Study I

- 1) 저항성 운동 시 단관절과 다관절 운동순서가 대학생의 신체 구성(FFM, BFM, BMI, %Fat) 변화에 영향을 미칠 것이다.
- 2) 저항성 운동 시 단관절과 다관절 운동순서가 대학생의 신체 둘레(대흉근, 상완, 대퇴, 비복근) 비율 변화에 영향을 미칠 것이다.
- 3) 저항성 운동 시 단관절과 다관절 운동순서가 대학생의 체력(근력, 근지구력, 근비대) 변화에 영향을 미칠 것이다.
- 4) 저항성 운동 시 단관절과 다관절 운동순서가 대학생의 등속성 근기능(무릎, 어깨) 변화에 영향을 미칠 것이다.

#### Study II

- 1) 저항성 운동 구성(Compound, Pyramid, Super)형태에 따른 대학생의 체성분(골격근량, 체지방량, 체지방률) 변화에 영향을 미칠 것이다.
- 2) 저항성 운동 구성(Compound, Pyramid, Super)형태에 따른 대학생의 근단면적(가슴, 윗팔둘레, 허벅지, 종아리) 비율 변화에 영향을 미칠 것이다.

3) 저항성 운동 구성(Compound, Pyramid, Super)형태에 따른 대학생의 체력(근력, 근지구력, 근비대) 변화에 영향을 미칠 것이다.

4) 저항성 운동 구성(Compound, Pyramid, Super)형태에 따른 대학생의 등속성 근기능(대퇴사두근, 대퇴이두근, 광배근, 삼각근) 변화에 영향을 미칠 것이다.

#### 4. 연구의 제한점

본 연구를 수행하는데 다음과 같은 제한점이 있다.

- 1) 연구의 대상을 특정 지역으로 제한하였다.
- 2) 연구 대상자들의 심리적 요인을 통제하지 못하였다.
- 3) 연구 대상자들의 식단, 생리 현상을 완벽하게 통제하지 못하였다.
- 4) 연구대상자의 유전적 특성은 고려하지 못하였다.

## 5. 용어의 정의

본 연구에서 사용되는 용어에 대한 정의는 다음과 같다.

### 1) 운동 강도

운동 강도(Exercise intensity)는 일정 시간 내에 수행된 운동의 양을 의미하는 것으로, 최대산소섭취량( $VO_{2max}$ ), 목표심박수(%HRmax), 운동자각도(Resting of Perceived Exertion: RPE) 등으로 개인의 특성과 운동의 목적에 따라 설정하며, 고강도는 80 %HRmax 이상, 중강도는 50~70 %HRmax, 저강도는 40 %HRmax 이하로 적용한다.

### 2) 저항 훈련

이 연구에서 저항 훈련(resistance training; RT)은 근육에 자극을 주기 위해 덤벨이나 바벨 등의 기구를 이용하여 저항을 주어 근력을 강화하는 근수축 운동 방법이다.

### 3) 신체 구성(body composition)

이 연구에서 신체 구성(body composition)은 어떤 조직이나 기관 또는 분자와 원소로 구성되어 있는가를 의미하는 것으로 질병과 건강에 대한 영양학적 상태를 결정하는 가장 중요한 요소이다. 이러한 신체 구성은 단백질, 수분, 무기질, 결합조직 및 체지방 등과 같은 다양한 요소로 구성되어 있으며 체지방량(fat free mass) 및 체지방(body fat) 등으로 구분된다.

### 4) 1RM

이 연구에서 1RM (1 repetition maximum)은 최대반복횟수라고 하며, 한 번에 들 수 있는 무게를 의미한다. 즉 RM은 특정 무게를 들 수 있는 최대반복횟수(예: 5RM, 10RM 등)이며, 10RM은 최대로 10번을 들 수 있는 무게를 의미한다. 무게가 증가함에 따라 반복 횟수는 줄어들고 근력이 향상될수록 무게는 가볍게 느껴지고 반복 횟수는 늘어난다.



#### 5) 근비대 트레이닝

근비대 트레이닝(Hypertrophy training)은 연구대상들의 운동수행력을 증가시키기 위해 근육의 크기를 증가시키는 것이 목적이다.

#### 6) 등속성 근육 기능

등속성 근육 기능(Isokinetic muscle function)은 일정한 각속도 내에서 최대한 발휘할 수 있는 근육 기능이다.

#### 7) 민첩성

민첩성(Agility)은 신체의 가속, 감속을 빠르게 조절하며 또한 방향 전환을 빠르게 하는 능력으로써, 신체의 일부분 혹은 전체를 가능한 한 빠른 속도로 움직이면서 빠르고 효과적으로 방향을 전환할 수 있는 능력이다.

#### 8) 기초체력

기초체력(Basic fitness)은 전반적인 운동 능력을 발휘하는 데 필요한 체력이다.

#### 9) 단관절 트레이닝

단관절 운동(Single-joint training)이란, 하나의 관절만을 사용한 운동을 의미하며 고립 운동이라고도 한다.

#### 10) 다관절 트레이닝

다관절 운동(Multi-joint training)이란 2개 이상의 관절을 사용한 운동을 의미하며 복합운동이라고도 한다.

#### 11) 슈퍼세트

슈퍼세트(Super set)는 운동 효율을 높이고 운동시간을 효과적으로 줄이기 위해 중간에 쉬지 않고 주동근과 길항근을 사용해 운동하는 것이다.

## 12) 피라미드세트

피라미드세트(pyramid set)는 세트 동작을 할 때 부하를 높이는 운동 방법으로, 부하가 증가하면 반복 횟수는 줄어든다. 피라미드세트에는 부하를 줄이면서 세트당 훈련의 반복 횟수를 늘리는 것도 포함된다.

## 12) 복합세트

복합세트(Compound set)는 여러 운동 기구와 운동 방법으로 동일한 부위의 근육을 단련하여 근육을 효과적으로 자극시킨다. 복합세트방법으로 운동할 때 상완이두근을 운동할 때 첫 번째 세트에 기구를 사용했다면 두 번째 세트에 덤벨을 사용한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 유산소성 운동과 무산소성 운동

유산소성 운동이란 운동시간이 비교적 긴 중강도 또는 저강도 운동을 가리킨다(Plowman & Smith, 2013). 또한, 일반적으로 심장 박동수를 분당 130~150회 유지하는 운동이며, 대사 과정에서 산소를 필요로 한다. 따라서 유산소성 운동은 충분한 산소로 체내의 영양물질을 완전히 대사 작용시켜 영양물질을 이산화탄소와 물로 분해한다. 이산화탄소는 호흡을 통해 몸 밖으로 배출되고, 물은 입으로 체내에 들어가 호흡, 땀, 소변, 대변의 네 가지 경로를 통해 배출된다(Voet & Kooi, 2019). 유산소성 운동은 반드시 다음과 같은 세 가지 조건을 충족해야 한다. 첫째, 운동에 필요한 에너지는 주로 산화, 체지방, 당 등과 같은 물질을 통해 제공된다. 둘째, 운동할 때 전신 근육의 2/3가 활용된다. 셋째, 운동 강도는 중강도 또는 저강도이며 운동 지속 시간은 15~40분 또는 40분 이상에 달한다. 유산소성 운동을 장기간 지속할 경우 체내 헤모글로빈의 양 증가, 몸의 저항력 향상, 노화 방지, 대뇌 피질 운동 효율 및 심폐 기능 향상, 지방 감소로 동맥경화를 예방하고 심뇌혈관 질환의 발병률을 낮춘다(Paterson & Cunningham, 1999). 무산소성 운동이란 ‘산소 부족’ 상태에서 산소를 사용하지 않고 체내 포도당을 분해하는 근육을 빠른 속도로 격렬하게 움직이는 운동을 가리킨다(Alkaline Phosphatase: MedlinePlus Medical Test, 2023). 일반적으로 운동할 때 심장 박동수는 분당 160~180회 또는 그 이상에 달하며, 이때 혈중 산소는 심근에 충분한 공급이 이루어지지 못한다. 대부분의 무산소성 운동은 순간적인 파워를 내야 하는 고강도 운동이기 때문에 장시간 지속하기 어렵고 피로가 풀리는 시간도 느리다. 무산소성 운동의 가장 큰 특징은 운동할 때 산소 섭취량이 매우 적다는 점이다. 과도한 속도와 순간적인 파워로 인체 내 당분이 산소에 의해 분해될 시간이 부족해 ‘무산소 에너지 공급’에 의존해야 한다. 이 운동은 체내에 많은 젖산을 생성해 근육 피로를 예방하고, 운동 후에는 근육통과 호흡 곤란을 유발할 수도 있다(Bagchi & Sen, 2018).

## 2. 저항성 운동과 관절 동원

저항성 운동(Resistance training)은 부하와 저항을 통해 근육 수축을 유도하는 신체 운동으로 주로 운동 기구나 웨이트 등을 활용한다. 근육 운동 또는 저항운동으로 잘 알려진 저항성 운동은 근력, 무산소 근지구력, 골격근량 크기를 증가시킨다(Westcott, 2012).

이외에도 저항성 운동은 체력을 향상시키고, 골격, 근육, 건(tendon), 인대 강도, 끈기를 향상시킨다. 또한, 관절 기능을 개선하고, 부상의 위험을 줄여주는 동시에 골밀도와 신진대사를 증가시키고 심장 기능을 향상시킨다(Shaw & Shaw, 2009). 운동은 일반적으로 근력 출력을 점차 늘리는 방법을 활용하는데, 특정 근육군을 대상으로 중력 증가, 여러 운동프로그램 및 장비를 사용하기도 한다(Shaw & Shaw, 2005). 그리고 근육의 적응성 변화를 유도하여 근력과 근육량을 증가시킨다. 저항성 운동을 할 때에는 자신의 체중 또는 무거운 물체 등을 사용해 근육을 수축하는 것처럼 외부 저항을 통해 근육을 단련시킨다. 운동 과정에 따라 반복적으로 저항을 가하게 되면 근육은 이에 적응하고 늘어나면서 근력과 근육량이 증가한다.

단관절(single-joint) 운동은 하나의 관절 활동으로 특정 근육을 고립시켜 특정 부위 근육만을 주동근으로 만드는 운동 과정이다. 이 운동은 주로 약한 근육군에 사용되고 근육 라인 셰이핑(Shaping)에 도움이 될 수 있다. 흔히 볼 수 있는 단일관절 운동으로는 Peck deck machine, Incline dumbbell fly, Biceps curl, Knee flexion, Knee extension, Dumbbell lateral raise, Abdominal Crunches Pullover, Rear del fly, Pulley elbow extension, Calf Raises, Arm pull down이 있다. 단관절 운동은 한 부위를 고립시키는 동작으로 근육기억 형성에 효과적이다. 또한, 체형 일부 개선, 일부 근육 기능 개선, 일부 근비대 증가, 근육군 불균형 회복에 효과적이다(예를 들어, 레그 리프트와 레그 쉐이핑을 결합하면 사두근과 햄스트링이 같이 발달 될 수 있다.). 단관절 운동은 특정 관절에서만 하는 운동으로 운동할 때 많은 협응력을 필요로 하지 않기 때문에 쉽게 배우고 익힐 수 있다. 또한, 관여하는 근육이 비교적 적기 때문에 다관절 운동처럼 많은 중량의 운동기구와 장소를 사용할 필요가 없다.

다관절(multi-joint) 운동은 일반적으로 여러 관절을 사용한 회전 운동으로, 여러

근육 또는 근육군을 함께 사용해 동작을 완성시킨다. 다관절 운동은 주로 주동근과 협응근으로 분류된다. 흔히 볼 수 있는 다관절 운동으로는 Abdominal Crunches, Deadlift, Incline bench press, Bench press, Leg press, Squat, Military press, Lat pull down, Seated row가 있다. 다관절 운동을 할 때 여러 관절과 근육군을 사용하기 때문에 신체 협응력과 운동 능력을 향상시키고, 균형감, 순발력, 근지구력에도 좋은 효과를 보인다. 그리고 여러 근육군이 함께 사용되면서 최대 근력을 더 잘 단련시킬 수 있다. 또한, 여러 근육을 사용하면 더 많은 칼로리를 소모하고, 체지방 감소 효과를 높이고 신경 기능 균형과 조정에 더 효과적이다.

### 3. 저항성 운동프로그램의 구성 요소

저항성 운동프로그램 구성 요소에는 운동 부하, 반복 횟수, 운동 세트, 휴식시간, 훈련빈도, 운동 선택 등이 포함된다. 부하(Load)는 사용되는 무게를 말하며 주로 최대 무게(1RM)의 백분율로 계산된다. 반복 횟수(Repetitions)는 모든 운동 동작의 반복 횟수를 말한다. 일반적으로 반복 횟수가 높을수록 근육의 근지구력과 볼륨이 증가하고, 반복 횟수가 낮을수록 근력이 적절히 증가한다. 운동 세트(Sets)는 모든 운동 동작의 반복 횟수를 여러 세트로 나누는 것을 말하며 주로 근육을 더 잘 자극시키기 위해 여러 세트로 나눈다. 휴식시간(Rest intervals)은 각 세트 사이에 있는 휴식시간을 말하며 적절한 휴식시간은 다음 세트 동작을 더 잘 수행할 수 있도록 근육을 회복시킨다. 선행연구에 따르면 저항성 웨이트 트레이닝에 1분과 3분의 휴식시간을 적용한 연구 결과 1분의 휴식시간 그룹은 총량과 부하량에서 감소하고, 3분의 휴식시간 그룹은 총 부하량과 횟수에서 향상된다(Miranda & Fleck, 2007). 훈련빈도(Training frequency)는 매주 근력훈련을 하는 횟수를 말하며 이는 개인의 목표와 신체 조건에 따라 결정된다. 선행연구 결과에 따르면 훈련빈도가 저항성 운동에 미치는 훈련 효과는 빈도가 증가하는 동시에 훈련 총량이 부하적으로 증가하기 때문이지만, 훈련빈도가 증가하면 훈련의 부하가 같아 좋은 효과를 내지 못하며 또한 대상의 연령 구조에 따라 운동 효과가 달라진다(Grgic & Schoenfeld, 2018). 운동 선택(Exercise selection)은 특정 훈련 목적을 달성하기 위해 특정 훈련 동작을 선택하는 것을 말한다. 서로 다른 훈련 동작은 서로 다른 근육군을 자극할 수 있으므로 운동

선택은 근력 운동에서 매우 중요한 요소이다. 위에서 언급한 요소에 따라 원하는 훈련 효과, 근육 단련 강도, 근지구력 수준, 근비대 성장 수준을 달성할 수 있으며, 훈련 목적에 맞게 부하, 운동 반복 횟수, 운동 세트, 휴식시간, 훈련빈도, 저항성 운동프로그램 선택을 조정하고, 다양한 운동 방법으로 다양한 운동 효과를 얻을 수 있다. 선행연구에 따르면, 기본적인 저항성 운동프로그램은 최대 중량(1RM)의 60~80% 운동 강도로 8~12회 반복훈련을 하고 훈련 대상의 필요에 따라 조정하기도 한다. 또한, 근육에 무리가 가지 않도록 세트당 1~2분간의 휴식을 취하고, 동일한 근육군 훈련은 2~4세트 훈련을 하도록 권장한다(Klika et al., 2013). 올바른 운동 방법은 부상의 위험을 피할 수 있을 뿐만 아니라 예상 훈련 목표를 달성하고, 저항성 운동의 효율성을 높일 수 있다.

### III. 연구 I : 저항성 운동 시 단관절과 다관절 운동순서가 남자 대학생의 신체 구성, 기초체력, 최대 근력 및 근기능에 미치는 효과

#### 1. 연구의 필요성

과학기술의 급속한 발전은 사람들에게 편리함과 풍요로움을 가져다주는 동시에 체력 활동 감소와 과도한 영양 섭취 문제를 초래하였다. 또한, 2019년에 코로나-19가 발생하면서 전 세계 사람들의 생활에 변화가 발생하고, 대학생들의 학업 생활에도 영향을 끼치게 되었다. 특히, 장시간 온라인 강의, 재택수업, 야외활동 감소 등은 대학생들의 육체적 및 정신적 건강에 큰 영향을 끼치게 되었다. 대부분 사람들이 알고 있듯이 신체 활동의 감소는 체력 저하로 이어지고, 신체 면역력 저하, 체지방 증가, 골격근량 감소 등을 유발하며, 체력 저하는 심폐기능에 이상을 일으키고 당뇨병, 고혈압, 이상지질혈증, 고인슐린혈증 등 생활습관병의 발병률을 높인다(Consitt et al., 2009). 스포츠와 위생학 연구자들은 체력을 향상시키는 가장 효율적인 방법으로 효율적이면서도 부작용이 없는 운동 요법을 활용할 것을 권장한다. 체력을 향상시키기 위해서는 주로 걷기, 달리기 등과 같은 유산소 운동과 웨이트의 저항성 운동을 해야 하며, 유산소 운동과 저항성 운동의 효과로 다양한 신체적 변화를 유도한다(Villareal et al., 2017).

저항성 운동은 체력을 향상시켜 근육 크기와 근력 증가를 촉진시킨다는 사실이 입증되었다(Kraemer & Kraemer, 2004). 따라서 건강 관련 매개변수가 개선되고 다양한 사망 위험도 낮춘다(Newman, 2006; Ruiz, 2008; Artero, 2011; Srikanthan, 2014; Mavros, 2013; Magyari, 2012; Minges, 2013; Ortega, 2012). 더 나은 결과를 위해서는 저항성 운동프로그램을 제정할 때 과학적인 원리에 기초하여 운동 선택 등 다양한 변수 요인을 종합적으로 고려해야 한다(Tan, 1999; Fisher, 2011; Fisher, 2013).

저항성 운동은 본질적으로 다관절 혹은 단관절로 여겨질 수 있다. 단관절 운동은 하나의 근육 또는 근육군을 사용해 단관절에서 회전 운동을 하는 반면, 다관절 운동은 여러 관절에서 회전 운동을 하는 것이다. 따라서 다관절 운동은 여러 근육 또는 근육군을 사용하기 때문에 주로 주동근 또는 협력근으로 분류된다. 예를 들어 벤치 프레스를 할 때 대흉근은 주로 주동근(동작을 수행하는 근육)으로 여겨지고, 삼두근과 삼각근 전방은 운동의 협력근(동작을 수행할 수 있도록 돕는 근육)으로 여겨진다. 이러한 정의는 일부 근육은 운동할 때 주요 역할을 하는 반면, 협력근은 주동근을 안정시키거나 돕는 보조 역할을 한다는 점을 보여준다(Gentil & Soares, 2015). 단 관절과 다관절 저항운동이 근력과 근비대에 미치는 영향에 대해 단관절 운동이 다관절 운동보다 근비대 성장 효과가 더 좋다고 언급하였다. 이외에도(Rutherford & Jones, 1998)은 다관절 운동은 장시간의 신경 적응을 필요로 하기 때문에 단관절 운동이 다관절 운동보다 근비대 형성이 더 빨리 이루어진다고 밝혔다.

(Holsgaard & Casrott, 2007)은 노인의 단관절 역량, 다관절 역량 반복성에 대해 하지 근력 성장은 다관절 운동 효과가 단관절 운동보다 더 좋다고 언급하였다. 또한, 많은 트레이너와 수강생들은 단관절 운동을 저항성 운동프로그램에 추가해 근육 크기와 역량을 최적화할 필요가 있다고 여긴다. 실제로 미국스포츠의학회(ACSM)는 저항성 운동 과정에 단관절과 다관절 운동을 활용한 8~10회 훈련이 포함되어야 한다고 밝혔다(Garbe, 2011). 또한, (Genti & Soares, 2013)는 다관절 운동 저항 훈련 프로그램에 단관절 운동을 추가할 경우 훈련되지 않은 피실험자의 역량과 비대에 미치는 영향에 대해 연구를 진행한 결과 두 가지 훈련 방법 결과는 큰 차이가 없다는 사실을 발견하였다.

이외에도 시간 제약이 주로 지속적인 운동 훈련에 장애물이 된다(Gomez-Lopez, 2010; Silliman, 2004; Schutzer, 2004; Trost, 2002)는 점을 감안하면, 선행연구에서 언급한 훈련 시간 제약(60분)은 많은 사람들에게 결코 편리하지 않을 수 있다. 이에 따라 더 많은 사람들이 저항성 훈련에 참여하게 하기 위해서는 시간 투자를 줄이면서도 결과에 부정적인 영향을 끼치지 않는 전략을 찾는 것이 중요하다. 또한, 단관절과 다관절 운동을 비교할 때 관찰되는 급성 반응에는 근육 활성화, 근육 손상과 피로, 장기 적응(근력과 근비대) 등이 포함된다(Gentil, 2013; Gentil, 2015; Franca HS, 2015). 선행연구를 살펴보면, 단관절과 다관절 운동을 수행한 결과를 비교한 연



구는 활발히 이루어진 반면, 단관절과 다관절의 운동순서에 따른 차이를 확인한 연구는 부족한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 단관절 운동과 다관절 운동의 운동순서에 따른 대학생들의 신체 구성, 기초체력, 등속성 근기능에 미치는 영향에 대해 확인하고자 한다.

## 2. 연구의 목적

본 연구 I의 목적은 저항성 운동시 관절(단관절-다관절, 다관절-다관절)의 운동순서가 남자 대학생의 신체 구성, 기초체력, 최대근력 및 근기능에 미치는 효과를 규명하고자 한다.

### 3. 연구 방법

#### 1) 실험설계

본 연구의 실험설계는 저항성 운동시 관절(단관절-다관절, 다관절-다관절)의 운동 순서가 남자 대학생의 신체 구성, 기초체력, 최대근력 및 근기능에 미치는 효과를 확인하기 위한 실험설계이다.

전체적인 본 연구의 실험설계는 <Figure 1>과 같다.

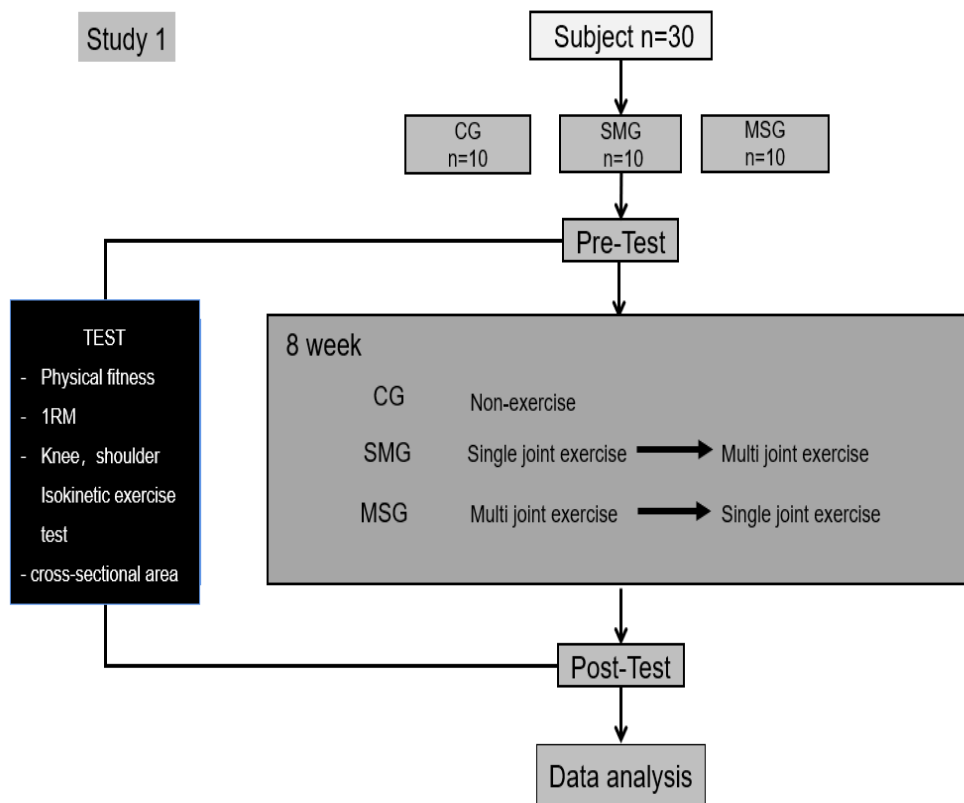


Figure 1. The experimental study I design

CG: Control group, SMG: Single-multi joint group, MSG : Multi-single joint group

## 2) 연구대상

본 연구의 대상자는 최근 6개월간 심혈관계 및 근골격계 질환이 없는 대학생 19~23대 남성(n=30)을 모집하였으며, 본 연구를 위해 30명의 대상자를 무선 할당(random assignment)하여 8주간 중강도 단-다관절 운동그룹(Single joint exercise-Multi joint exercise: SMG, n=10), 다-단관절운동그룹(Multi joint exercise-Single joint exercise: MSG, n=10), 완전휴식그룹(Control group: CG, n=10), 총 3개의 그룹으로 구분하였다.

대상자들은 연구의 내용과 목적을 이해하고 참가 동의서를 작성한 후 실험에 참여하도록 하였으며, 제주대학교 연구윤리위원회의 승인(JJNU-IRB-2023-004)을 받은 후 실시하였다.

본 연구대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of participants (n=30)

	CG <sup>a</sup> (n=10)	SMG <sup>b</sup> (n=10)	MSG <sup>c</sup> (n=10)	Total	<i>F</i>	<i>p</i>
Height (cm)	172.60±3.41	172.80±4.71	174.70±3.77	173.37±3.98	.839	.443
Weight (kg)	69.48±6.76	70.53±4.20	72.61±5.38	70.87±5.51	.824	.449
SMM (kg)	30.64±3.68	30.69±2.94	31.52±2.50	30.95±3.00	.258	.775
BFM (kg)	16.76±2.66	13.99±3.28	16.37±2.97	15.71±3.13	2.536	.088
BMI (%)	23.30±1.76	23.58±0.91	23.80±1.75	23.56±1.49	.270	.766
%BF	24.14±3.14	19.75±4.18	22.37±2.94	22.09±3.81	4.064	.029
ChestC (cm)	90.54±6.50	93.37±3.98	94.67±5.56	92.86±5.54	1.504	.240
ArmC (cm)	32.68±1.72	34.02±2.43	33.60±1.49	33.43±1.94	1.270	.297
ThighC (cm)	52.47±3.80	53.39±6.36	53.85±5.29	53.24±5.10	.179	.837
CalfC (cm)	35.75±2.07	37.26±2.52	36.55±2.15	36.52±2.27	1.120	.341

Mean±standard deviation

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup>, Multi joint after single joint exercise group; SMM, skeletal muscle mass; BFM, body fat mass; BMI, body mass index; %BF, percent body fat; ChestC, circumference; ArmC, Upper arm circumference; ThighC, Thigh circumference; CalfC, Calf circumference

### 3) 운동프로그램

본 연구의 운동프로그램에서는 단-다관절 운동 와 다-단관절 운동을 8주간 주3회, 운동강도는 1RM 60~80%로 진행하고 운동자각도(Rating of perceived exertion: RPE; reference) 8~12, 운동간 휴식시간 90-120초로 실시하였다.

본 연구의 운동프로그램은 <Table 2>와 같다.

Table 2. Exercise program in Study I

Session	Exercise	Intensity/Time
Warm-up	Dynamic stretching	3 min
	Running	7 min
Main-exercise (50~70 min)	Dumbbell flies	3 days a week Exercise: 0~40(sec) Rest: 60~90(sec) Sets: 4 1RM 60~80%
	Bench press	
	Arm pull down	
	Lat pull downs	
	Leg curl	
	Leg press	
	Leg extension	
Squat		
Cool-down	Static stretching	5 min

#### 4. 측정항목 및 방법

##### 1) 체격 및 신체 구성(Physique and body composition)

체격 및 신체 구성 측정을 위해 대상자들은 8시간 공복 상태에서 오전 9시에 실험실을 방문하도록 하였다. 가벼운 의복으로 환복 후 신발을 착용하지 않은 상태에서 자동 신장·체중계(DS-103M, Dong San Jenix, Seoul, Korea)를 사용하여 신장과 체중을 측정하였다. 신체 구성 검사를 위해 체성분분석기(Inbody 770, Inbody, Seoul, Korea)를 사용하여 체지방량(Fat-free mass: FFM), 체지방량(Body fat mass: BFM), 체질량지수(Body mass index: BMI), 체지방률(Body fat percentage: %fat)을 운동 참여 전(0주), 트레이닝 후(8주)에 측정하였다.

##### 2) 기초 체력 측정(Basic physical fitness)

기초체력은 근력, 근지구력, 유연성, 민첩성을 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 측정하였다.

Table 3 Basic physical fitness

Physical fitness	Physical fitness Items	Measuring Instruments	Apparatus
Muscular strength	Grip strength (kg)	Digital dynamometer	T.K.K.-5101, TAKEI, Japan
	Back strength (kg)	Digital back-dynamometer	T.K.K.-5402, TAKEI, Japan
Muscular endurance	Sit-up (N/60sec)	Sit-up board	T.K.K.-5505, TAKEI, Japan
Flexibility	Sit and reach (cm)	Long-seat anitflexion mater	T.K.K.-5412, TAKEI, Japan
Agility	illinois agility test (sec)	Traffic cone Stopwatch	T.K.K.-528, TAKEI, China
Knee Shoulder muscle function	Knee iso kinetic muscle function (PT)	LsoMed 2000	Manufacturer D&R FERSTL GmbH Spon- und Medizintechnik
	Shoulder iso kinetic muscle function (PT)		

*N, Number of times*

(1) 근력(Muscular strength)

대학생의 근력을 평가하기 위해 1RM, 악력, 배근력을 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 측정하였다.

① 1RM(One-repetition maximum) 측정방법은 1단계 가볍게 5~10회 반복할 수 있는 저중량으로 준비운동을 실시한다.

- ◆ 1단계 1분간 휴식을 취한다.
- ◆ 2단계 3-5회씩 부하를 증가시키며 준비운동 부하를 측정한다. 10~20%씩 증가한다.
- ◆ 3단계 2분간 휴식을 취한다.
- ◆ 4단계 최대부하는 2~3회씩 운동부하를 늘려 최고지점까지 실시한다.
- ◆ 5단계 2~4분의 휴식을 취한다.
- ◆ 6단계 운동부하를 증가한다.
- ◆ 7단계 1RM을 시도한다.
- ◆ 8단계 피험자가 1RM을 성공하였다면 6단계를 거쳐 7단계로 이동하며 실패하였다면 6단계를 거쳐 5~10% 중량을 감소시켜 시도한다.

② 악력은 디지털 악력계(T.K.K.-5101, TAKEI, Japan)를 이용하여 양발을 어깨 너비로 벌려서고, 우세손의 손가락 제2 관절이 직각이 되도록 악력계의 폭을 조절하여 잡은 후, 몸통과 팔 사이의 간격을 약 15°로 굳게 편 상태에서 최대로 힘을 주어 손잡이를 2~3초간 잡아당기도록 하여 측정하였다. 측정은 2회 실시하여 최댓값을 0.1kg 단위로 기록하였다.

③ 배근력 측정은 배근력계(T.K.K. 5402, TAKEI, Japan)를 이용 대상자를 배근력계 발판 위에 양발을 15cm 정도 벌리고 서게 한 후 상체를 약 30° 정도 굽히고 배근력계의 손잡이를 잡게 하였다. 대상자는 상체를 일으키며 3초 동안 최대로 힘을 주어 손잡이를 잡아당기도록 하였다. 측정은 2회 실시하여 최댓값을 0.1kg 단위로 기록하였다.

## (2) 근지구력(Muscular endurance)

대학생의 근지구력을 평가하기 위해 윗몸일으키기를 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 측정하였다.

근지구력 측정은 대상자가 양손을 머리 뒤로 하고 윗몸일으키기 측정기(T.K.K.-5505, TAKEI, Japan) 위에 무릎을 약 90° 굽히고 누운 후, 시작 신호와 함께 상체를 앞으로 굽혀 양쪽 팔꿈치가 양쪽 무릎에 닿게 한 후 다시 눕는 동작을 반복하며, 60초 동안 실시한 최대횟수를 기록하였다.

## (3) 유연성(Flexibility)

대학생의 유연성을 평가하기 위해 좌전굴, 체후굴을 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 측정하였다.

유연성 측정은 좌전굴 측정기(T.K.K. 5111, Takei, Japan)를 이용하여, 양발 사이의 간격이 5cm가 넘지 않게 하여 측정기 위에 앉도록 한 후 전자 계측기에 양손 끝을 대고 허리를 숙이며 전자 계측기를 최대한 밀어 3초간 자세를 유지하는 방법으로 총 2회 측정 후 최대거리를 0.1cm 단위로 기록하였다.

체후굴 측정기(T.K.K. 5404, Takei, Japan)를 이용하여 대상자는 엎드려 양손을 허리 뒤로, 두 손을 등 뒤에서 마주 잡게 하였다. 보조자는 대상자의 무릎과 허벅지를 뒤에서 눌러 고정할 것이며, 대상자는 턱과 머리를 포함한 윗몸을 완전히 들어 올려 3초간 자세를 유지하는 방법으로 2회 실시하였다. 턱의 최대높이를 0.1cm 단위로 기록하였다.

## (4) 일리노이 민첩성 테스트 (illinois agility test)

대학생의 민첩성 능력을 평가하기 위해 일리노이 민첩성 테스트 검사를 통해 일리노이 민첩성 테스트를 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 측정하였다. 일리노이 민첩성 테스트는 각각 길이 10m, 폭 5m로 하였다. 4개의 콘으로 시작점, 종료점, 2개의 전

환점을 표시하였고, 또 다른 4개의 콘으로 간격의 중심에 배치하였다. 중앙에 있는 콘은 3.3m씩 일정하게 간격을 두었다. 대상자들은 출발 신호와 함께 종료점에 도달한 시간을 1/100초 단위로 측정하였다. 2회 실시하여 그중 좋은 성적을 기록하였다.

### 3) 무릎과 어깨 근기능(Knee and Shoulder muscle function)

대학생의 무릎과 어깨의 근기능을 평가하기 위해 등속성 근기능 검사를 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 측정하였다.

#### (1) 무릎 등속성 근기능(Knee iso kinetic muscle function)

무릎의 등속성 근기능은 LsoMed 2000 (Manufacturer D&R FERSTL GmbH Spon-und Medizintechnik)을 사용하여 측정할 것이며, 측정 시 다른 근육군들의 개입을 최소화하기 위해 벨트로 가슴, 대퇴골 부위를 고정하였다. 본 측정 전 3회 이상의 예비 동작을 수행하여 측정 방법에 대한 충분한 이해 후 실시하였고, 측정 시 부하속도는 60°/sec, 180°/sec로 측정하여 무릎의 신전근, 굴곡근의 근력과 근지구력을 측정하였다.

#### (2) 어깨 등속성 근기능(Shoulder iso kinetic muscle function)

어깨의 등속성 근기능은 LsoMed 2000 (Manufacturer D&R FERSTL GmbH Spon-und Medizintechnik)을 사용하여 측정하였다. 측정 시 측정 부위 이외의 근육이 개입하는 것을 최소화하기 위하여 등과 허리를 고정시킬 것이며 반대편 팔은 손잡이를 잡도록 지도하였다. 본 측정 전 3회 이상의 예비 동작을 수행하고 측정방법에 대한 충분한 이해 후 실시하였고, 측정 시 부하속도는 60°/sec, 180°/sec로 설정하여 어깨의 근력과 근지구력을 측정하였다.



### (3) 하지 근기능(Lower extremity muscle function)

제자리멀리뛰기(Standing long jump) 측정 시 두 발을 가능한 한 발구름선에 가깝게 서서 시작하고, 두 발은 점프를 시작할 때까지 지면에 닿아 있어야 하고 점프하기 전에 몸을 웅크리거나 흔드는 동작을 선호할 수 있어서 도약하기 전에 몸의 어떤 부분도 도약선 앞에 닿아서는 안 된다. 발목, 무릎, 엉덩이를 구부리고 시선은 전방에 집중해서 팔을 몸 뒤로 휘두르며 다리를 곧게 펴고 서 있는 자세에서 최대한 멀리 점프하여 두 발로 부드럽게 착지한다. 도약선에서 착지하는 가장 가까운 발 뒤꿈치 뒤쪽까지 측정하였다. 2회 반복 측정한 후 최대 거리(cm)를 기록하였다. 1회 측정 후 약 1분간 휴식을 취하도록 하여 피로도를 최소화하였다.

### 4) 신체 둘레 (Body circumference)

대학생의 근단면적을 측정하기 위해 대흉근, 상완이두근, 대퇴사두근, 비복근이 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 둘레를 줄자를 이용하여 측정하였다.

- (1) 대흉근의 측정방법은 겨드랑이에 붙여서 수평으로 측정하였다.
- (2) 상완이두근의 측정방법은 팔을 올린 자세로 위팔 두 갈래 근점의 가장 굵은 부위를 지나는 둘레를 기록하였다.
- (3) 대퇴사두근의 측정방법은 선 자세에서 주먹을 가볍게 쥐고 그 주먹 끝 선이 닿는 부위를 기록하였다.
- (4) 비복근의 측정방법은 종아리 가장 두꺼운 부위를 측정하였다.

## 5. 자료처리

본 연구의 측정 자료는 SPSS for windows(Version 21.0) 통계프로그램을 이용하여 기술통계분석(descriptive statistics)을 통해 모든 변인의 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)를 산출하였으며, 집단과 시기 간 상호작용 및 집단 간 차이를 확인한 구체적인 통계처리 방법은 다음과 같다.

- ① 모든 변인의 집단 간, 시기 간에 상호작용 효과 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다.
- ② 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주), 집단 간의 차이를 비교하기 위해 일원배치 분산분석(One-way ANOVA) 후, 사후검증으로 Tukey (Post-hoc)를 사용하여 집단 간의 차이를 확인하였다.
- ③ 집단 내 시기에 따른 변화를 확인하기 위해 대응표본  $t$ -검증을 실시하였다.
- ④ 모든 분석의 통계적 유의수준( $\alpha$ )은 .05로 설정하였다.

## 6. 연구 결과

중국 남자 대학생을 대상으로 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 신체 구성, 기초체력, 최대근력 및 등속성 근 기능에 미치는 영향을 확인한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

### (1) 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 신체 구성의 변화

#### ① 체중(Body weight)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 체중 변화의 결과는 <Table 4>, <Table 5>, <Figure 2>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 체중의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 4>에 제시하였으며, <Table 5>는 체중 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 4. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body weight (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	69.48±6.76	69.87±6.88	69.68±6.82
SMG <sup>b</sup>	70.53±4.20	70.66±4.18	70.60±4.19
MSG <sup>c</sup>	72.61±5.38	72.61±5.33	72.61±5.36
Total	70.87±5.51	71.05±5.50	70.46±5.51
<i>F</i>	.824	.640	
<i>p</i>	.449	.535	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

<Table 5>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=7.29$ ,  $p=.492$ ), 집단 내 측정 시기( $F=12.323$ ,  $p=.002$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=5.405$ ,  $p=.011$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.824$ ,  $p=.449$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=.640$ ,  $p=.535$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 체중 평균

Table 5. The result of two-way repeated measures ANOVA for body weight

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	45.070	2	22.535	.729	.492	.051	.160
Error	834.488	27	30.907				
Within Subject							
Period	.451	1	.451	12.353	.002	.314	.923
Group×Period	.394	2	.197	5.405	.011	.286	.801
Error	.985	27	.036				

변화는  $.39 \pm .29$ (kg)으로 유의한 차이가 나타났으며( $t=-4.291, p=.002$ ), SMG의 체중 평균 변화는  $.13 \pm .23$ (kg)으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=-1.778, p=.109$ ). 또한, MSG의 체중 평균 변화는  $.01 \pm .28$ (kg)으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=.001, p=1.000$ ).

체중의 변화를 종합하면, <Figure 4>에서 집단 간 체중의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CG에서는 사전값보다 증가하였으나, SMG, MSG에서는 사전값보다 차이가 나타나지 않았다.

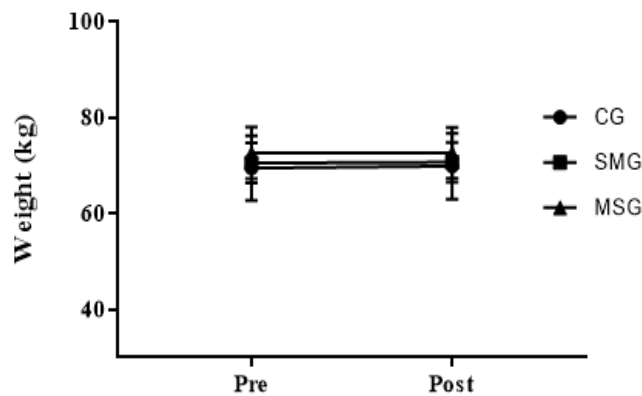


Figure 2. Change of body weight after resistance exercise

② 골격근량(Skeletal muscle mass, SMM)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 골격근량 변화 결과는 <Table 6>, <Table 7>, <Figure 3>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 골격근량의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 6>에 제시하였으며, <Table 7>은 골격근량 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 7>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.347, p=.710$ ), 집단 내 측정 시기( $F=322.53, p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=63.193, p=.001$ ).

Table 6. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of skeletal muscle mass (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	30.64±3.68	30.68±3.72	30.66±3.70
SMG <sup>b</sup>	30.69±2.94	31.20±2.93	30.95±2.94
MSG <sup>c</sup>	31.52±2.50	32.01±2.46	31.77±2.48
Total	30.95±3.00	31.30±3.03	31.13±3.02
<i>F</i>	.258	.473	
<i>p</i>	.775	.628	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 7. The result of two-way repeated measures ANOVA for skeletal muscle mass

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	6.578	2	3.289	.347	.710	.025	.694
Error	256.026	27	9.482				
Within Subject							
Period	1.805	1	1.805	322.53	.001	.923	1.000
Group×Period	.707	2	.354	63.193	.001	.824	1.000
Error	.151	27	.006				

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.258, p=.775$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운

동 8주 후( $F=.473$ ,  $p=.628$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 골격근량 평균 변화는  $.04\pm.97(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나( $t=-1.309$ ,  $p=.223$ ), SMG의 골격근량 평균 변화는  $.51\pm.12(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-13.471$ ,  $p=.001$ ). 또한, MSG의 골격근량 평균 변화는  $.49\pm.10(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-15.585$   $p=.001$ ).

골격근량의 변화를 종합하면, <Figure 3>에서 집단 간 골격근량은 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CG에서는 사전값과 차이가 나타나지 않았다. 반면, SMG, MSG에서는 사전값보다 골격근량이 유의하게 증가하였다.

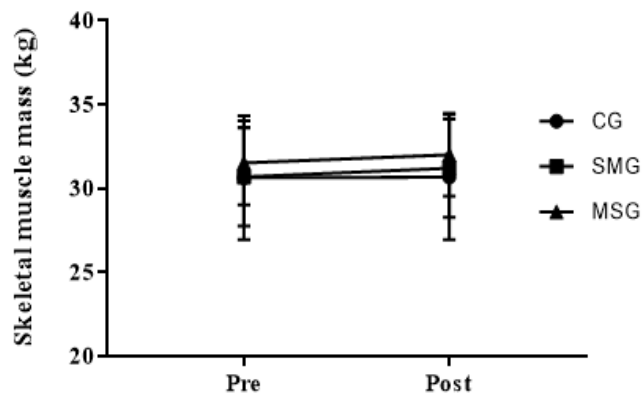


Figure 3. Change of skeletal muscle mass after resistance exercise

③ 체지방량(Body fat mass, BFM)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 체지방량 변화 결과는 <Table 8>, <Table 9>, <Figure 4>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 체지방량의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 8>에 제시하였으며, <Table 9>는 체지방량 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 8. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body fat mass (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	16.76±2.66	17.15±2.81	17.00±2.74
SMG <sup>b</sup>	13.99±3.28	13.53±3.22	13.76±3.25
MSG <sup>c</sup>	16.37±2.97	15.80±2.83	16.09±2.90
Total	15.71±3.13	15.49±3.24	15.60±3.16
<i>F</i>	2.536	3.819	
<i>p</i>	.098	.350	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 9. The result of two-way repeated measures ANOVA for body fat mass

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	54.569	2	27.284	3.102	.061	.187	.549
Error	237.452	27	8.795				
Within Subject							
Period	.683	1	.683	17.114	.001	.388	.979
Group×Period	2.760	2	1.380	34.600	.001	.719	1.000
Error	1.077	27	.040				

<Table 9>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=3.102$ ,  $p=.061$ ), 집단 내 측정 시기( $F=17.114$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=34.600$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=2.536$ ,  $p=.098$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=3.819$ ,  $p=.350$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 체지방량 평균 변화는  $.39 \pm .28(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났으며( $t=-4.333, p=.002$ ), SMG의 체지방량 평균 변화는  $.46 \pm .28(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=4.993, p=.001$ ). 또한, MSG의 체지방량 평균 변화는  $.57 \pm .27(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=6.651, p=.001$ ).

체지방량의 변화를 종합하면, <Figure 4>에서 집단 간 체지방량의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CG에서는 사전값보다 증가하였으나, SMG, MSG에서는 사전값보다 체지방량이 유의하게 감소하였다.

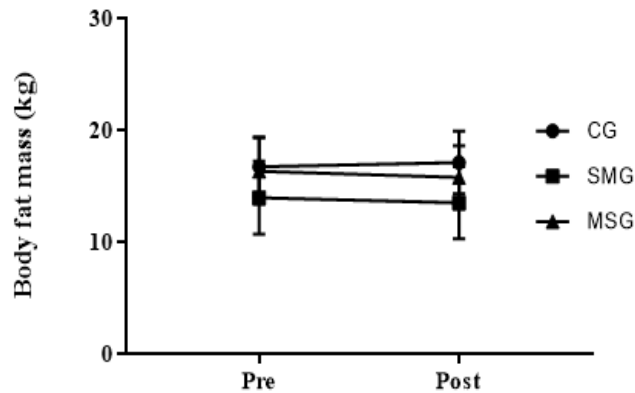


Figure 4. Change of body fat mass after resistance exercise



④ 체질량지수(Body mass index, BMI)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 체질량지수 변화 결과는 <Table 10>, <Table 11 >, <Figure 5>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 체질량지수의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 10>에 제시하였으며, <Table 11>은 체질량지수 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 10. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body mass index (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	23.30±1.76	23.41±1.80	23.36±1.78
SMG <sup>b</sup>	23.58±.91	23.66±.85	23.62±.35
MSG <sup>c</sup>	23.80±1.75	23.80±1.74	23.80±1.75
Total	23.56±1.49	23.62±1.48	23.59±1.49
<i>F</i>	.270	.168	
<i>p</i>	.766	.847	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 11. The result of two-way repeated measures ANOVA results for body mass index

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1.002	2	.501	.215	.808	.016	.080
Error	62.803	27	2.326				
Within Subject							
Period	.060	1	.060	8.901	.006	.248	.820
Group×Period	.032	2	.016	2.392	.111	.151	.441
Error	.183	27	.007				

<Table 11>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.215$ ,  $p=.808$ ), 집단 내 측정 시기( $F=8.901$ ,  $p=.006$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타나지 않았다( $F=2.392$ ,  $p=.111$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전 ( $F=.270$ ,  $p=.766$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운

동 8주 후( $F=.168$ ,  $p=.847$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

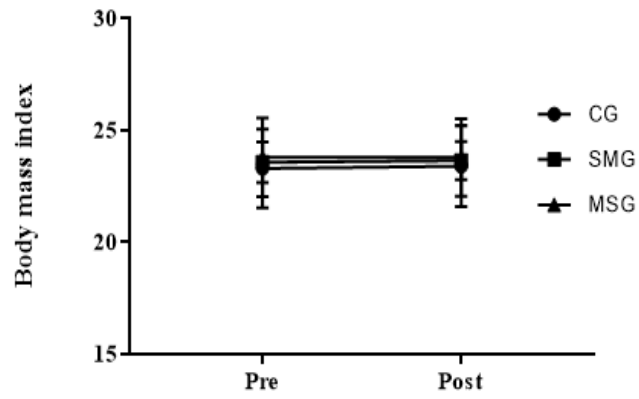


Figure 5. Change of body mass index after resistance exercise

⑤ 체지방률(Percent body fat, %fat)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 체지방률 변화 결과는 <Table 12>, <Table 13>, <Figure 6>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 체지방률의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 12>에 제시하였으며, <Table 13>은 체지방률 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 12. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of percent body fat (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	24.14±3.14	24.52±3.29	24.33±3.22
SMG <sup>b</sup>	19.75±4.18	19.19±4.17	19.47±4.18
MSG <sup>c</sup>	22.37±2.94	21.73±3.01	22.05±2.96
Total	22.09±3.81	21.81±4.06	21.95±3.94
<i>F</i>	4.064	5.707	
<i>p</i>	.029	.009	
<i>Tukey</i>	<i>b&lt;a</i>	<i>b&lt;a</i>	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 13. The result of two-way repeated measures ANOVA for percent body fat

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	118.248	2	59.124	4.843	.016	.264	.753
Error	329.637	27	12.209				
Within Subject							
Period	1.121	1	1.121	26.968	.001	.500	.999
Group×Period	3.217	2	1.609	38.711	.001	.741	1.000
Error	1.122	27	.042				

<Table 13>에서 집단 간 유의한 차이가 나타났으며( $F=4.843$ ,  $p=.016$ ), 집단 내 측정 시기( $F=26.968$ ,  $p=.001$ )에서도 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=38.711$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전에서 유의한 차이가 나타나( $F=4.064$ ,  $p=.029$ ) 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)으로 사전변인을 통제하였다. 단관절과 다관절

운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=30.825$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 체지방량 평균 변화는  $.38\pm.32(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났으며( $t=-3.767$ ,  $p=.004$ ), SMG의 체지방량 평균 변화는  $.56\pm.25(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=6.858$ ,  $p=.001$ ). 또한, MSG의 체지방량 평균 변화는  $.64\pm.30(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=6.857$ ,  $p=.001$ ).

체지방률의 변화를 종합하면, <Figure 6>에서 집단 간 체지방률의 사전값에서 유의한 차이가 나타나 사전변인을 통제한 결과, 8주 저항성 운동 후 CG에서는 체지방률이 사전값보다 증가했으며, 반면, SMG, MSG에서는 사전값보다 체지방률이 유의하게 감소하였다.

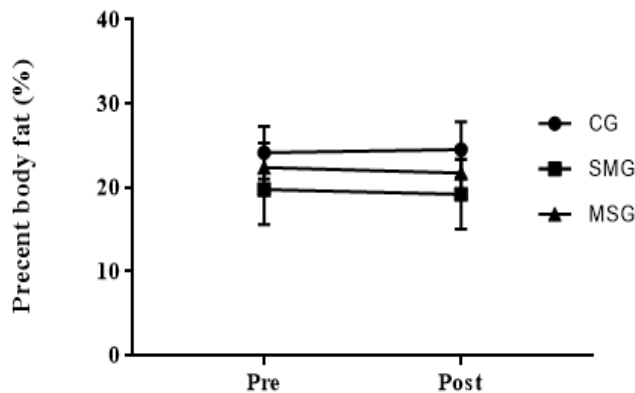


Figure 6. Change of percent body fat after resistance exercise

⑥ 가슴둘레(chest circumference, CC)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 가슴둘레 변화 결과는 <Table 14>, <Table 15>, <Figure 7>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 가슴둘레의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 14>에 제시하였으며, <Table 15>은 가슴둘레 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 14. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of chest circumference (cm)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	90.54±6.50	90.54±6.55	90.54±6.53
SMG <sup>b</sup>	93.37±3.98	93.47±4.01	93.42±4.00
MSG <sup>c</sup>	94.67±5.56	94.77±5.58	94.72±5.57
Total	92.86±5.54	92.93±5.59	92.90±5.57
<i>F</i>	1.504	1.563	
<i>p</i>	.240	.228	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 15. The result of two-way repeated measures ANOVA for chest circumference

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	91.523	2	45.761	1.534	.234	.102	.297
Error	805.651	27	29.839				
Within Subject							
Period	.067	1	.067	8.571	.007	.241	.806
Group×Period	.033	2	.017	2.143	.137	.137	.400
Error	.210	27	.008				

<Table 15>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.534$ ,  $p=.234$ ), 집단 내 측정 시기( $F=8.571$ ,  $p=.007$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타나지 않았다( $F=2.143$ ,  $p=.137$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=1.504$ ,  $p=.240$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=1.563$ ,  $p=.228$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

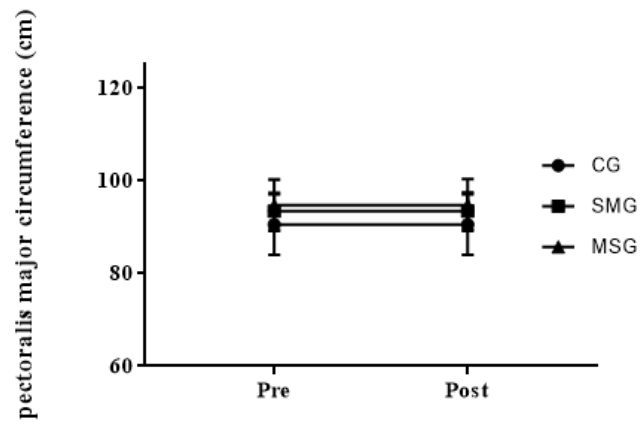


Figure 7. Change of chest circumference after resistance exercise

⑦ 윗팔둘레 (upper arm circumference, UAC)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 윗팔 둘레 변화 결과는 <Table 16>, <Table 17>, <Figure 8>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 윗팔 둘레의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 16>에 제시하였으며, <Table 17>은 윗팔 둘레 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 16. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of upper arm circumference (cm)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	32.68±1.72	32.68±1.73	32.68±1.73
SMG <sup>b</sup>	34.02±2.43	34.11±2.47	34.07±2.45
MSG <sup>c</sup>	33.60±1.49	33.66±1.51	33.63±1.50
Total	33.43±1.94	33.48±1.98	33.46±1.96
<i>F</i>	1.270	1.407	
<i>p</i>	.297	.262	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 17. The result of two-way repeated measures ANOVA for upper arm circumference

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	10.033	2	5.017	1.338	.279	.090	.264
Error	101.197	27	3.748				
Within Subject							
Period	.038	1	.038	15.226	.001	.361	.964
Group×Period	.021	2	.010	4.263	.025	.240	.695
Error	.066	27	.002				

<Table 17>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.338$ ,  $p=.279$ ), 집단 내 측정 시기( $F=15.226$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=4.263$ ,  $p=.025$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=1.270$ ,  $p=.297$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=1.407$ ,  $p=.262$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 윗팔둘레 평균 변화는  $.01 \pm .08(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나( $t=.001, p=1.000$ ), SMG의 윗팔둘레 평균 변화는  $.09 \pm .07(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.857, p=.004$ ). 또한, MSG의 윗팔둘레 평균 변화는  $.06 \pm .05(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.674, p=.005$ ).

윗팔둘레의 변화를 종합하면, <Figure 8>에서 집단 간 윗팔둘레의 변화는 사전값에서 차이가 나타나지 않았다. 8주 저항성 운동 후 CG에서는 사전값보다 차이가 나타나지 않았으나, SMG, MSG에서는 사전값보다 유의하게 증가하였다.

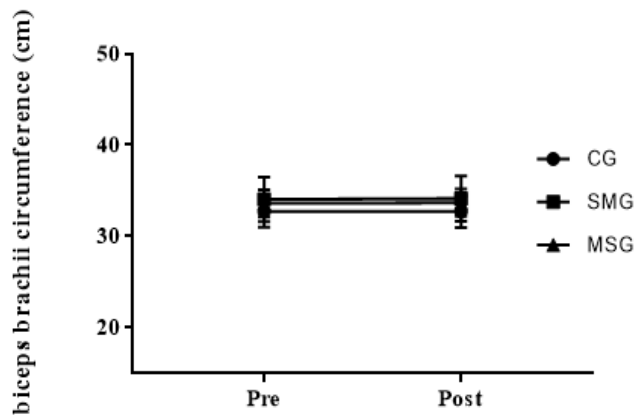


Figure 8. Change of upper arm circumference after resistance exercise



⑧ 허벅지 둘레 (thigh circumference, TC)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 허벅지 둘레 변화 결과는 <Table 18>, <Table 19>, <Figure 9>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 허벅지 둘레의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 18>에 제시하였으며, <Table 19>은 허벅지 둘레 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 18. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for thigh circumference (cm)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	52.47±3.80	52.52±3.79	52.50±3.80
SMG <sup>b</sup>	53.39±6.36	53.51±6.35	53.45±6.36
MSG <sup>c</sup>	53.85±5.29	53.98±5.27	53.92±5.28
Total	53.24±5.10	53.34±5.10	53.29±5.10
<i>F</i>	.179	.202	
<i>p</i>	.837	.818	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 19. The result of two-way repeated measures ANOVA for thigh circumference

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	10.482	2	5.241	.190	.828	.014	.077
Error	744.007	27	27.556				
Within Subject							
Period	.150	1	.150	40.099	.001	.598	1.000
Group×Period	.019	2	.019	2.540	.098	.158	.464
Error	.101	27	.004				

<Table 19>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.90$ ,  $p=.828$ ), 집단 내 측정 시기( $F=40.099$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타나지 않았다( $F=2.540$ ,  $p=.098$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.179$ ,  $p=.837$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=.202$ ,  $p=.818$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

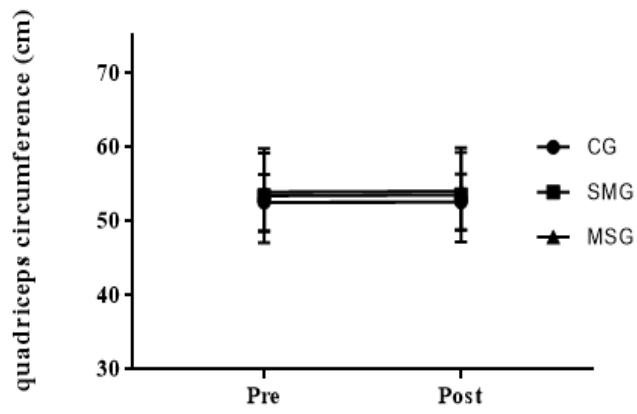


Figure 9. Change of thigh circumference after resistance exercise

⑨ 종아리 둘레 (calf circumference, CC)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 종아리 둘레 변화 결과는 <Table 20>, <Table 21>, <Figure 10>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 종아리 둘레의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 20>에 제시하였으며, <Table 21>은 종아리 둘레 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 20. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for calf circumference (cm)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	35.75±2.07	35.74±2.06	35.74±2.07
SMG <sup>b</sup>	37.26±2.52	37.27±2.52	37.27±2.52
MSG <sup>c</sup>	36.55±2.15	36.55±2.16	36.55±2.16
Total	36.52±2.27	36.52±2.26	36.52±2.27
<i>F</i>	1.120	1.155	
<i>p</i>	.341	.330	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 21. The result of two-way repeated measures ANOVA for calf circumference

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	11.565	2	5.783	1.137	.336	.078	.229
Error	137.267	27	5.084				
Within Subject							
Period	.001	1	.001	.001	1.000	.001	.050
Group×Period	.001	2	.001	.466	.633	.033	.118
Error	.029	27	.001				

<Table 21>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으며( $F=1.137$ ,  $p=.336$ ), 집단 내 측정 시기( $F=.001$ ,  $p=1.000$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타나지 않았다( $F=.466$ ,  $p=.633$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=1.120$ ,  $p=.341$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=1.155$ ,  $p=.330$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

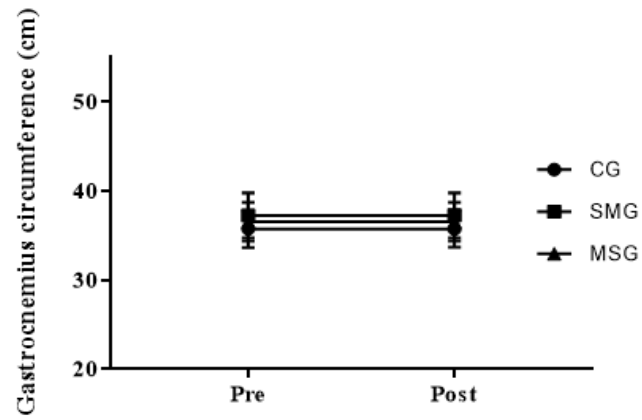


Figure 10. Change of calf circumference after resistance exercise

(2) 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 기초체력(Basic fitness)의 변화

① 악력 (Grip strength, GS)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 악력 변화 결과는 <Table 22>, <Table 23>, <Figure 11>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 악력의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 22>에 제시하였으며, <Table 23>은 악력 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 22. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for grip strength (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	44.63±3.15	44.53±3.16	44.58±3.16
SMG <sup>b</sup>	46.44±3.57	49.62±3.09	48.03±3.33
MSG <sup>c</sup>	42.55±3.40	45.72±3.08	44.14±3.24
Total	44.54±3.64	46.62±3.73	45.58±3.69
<i>F</i>	3.324	7.319	
<i>p</i>	.051	.003	
<i>Tukey</i>	-	a,c<b	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 23. The result of two-way repeated measures ANOVA for grip strength

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	90.910	2	45.453	4.441	.022	.248	.714
Error	276.362	27	10.230				
Within Subject							
Period	65.104	1	65.104	105.902	.001	.797	1.000
Group×Period	35.752	2	17.876	29.078	.001	.683	1.000
Error	16.599	27	.615				

<Table 23>에서 집단 간 유의한 차이를 보였으며( $F=4.441$ ,  $p=.022$ ), 집단 내 측정 시기( $F=105.902$ ,  $p=.001$ )에서도 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=29.078$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=3.324$ ,  $p=.051$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 단관

결과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=7.319, p=.003$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후분석 결과, CG, MSG보다 SMG에서 악력이 유의하게 증가하였다.

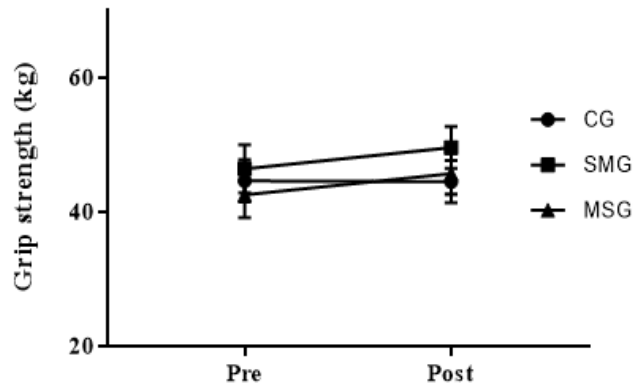


Figure 11. Change of grip strength after resistance exercise

② 배근력 (Back strength, BS)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 배근력 변화 결과는 <Table 24>, <Table 25>, <Figure 12>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 배근력의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 24>에 제시하였으며, <Table 25>은 배근력 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 24. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of back strength (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	82.52±6.64	83.47±5.54	83.00±6.09
SMG <sup>b</sup>	79.64±7.89	104.82±8.09	92.23±7.99
MSG <sup>c</sup>	75.84±8.55	102.80±10.70	89.32±9.63
Total	79.45±7.91	96.83±12.71	88.14±10.31
<i>F</i>	2.382	20.035	
<i>p</i>	.111	.001	
<i>Tukey</i>	-	<i>a&lt;b,c</i>	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 25. The result of two-way repeated measures ANOVA for back strength

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	444.57	2	222.285	3.937	.032	.232	.656
Error	1468.069	26	56.464				
Within Subject							
Period	4529.051	1	4529.051	304.433	.001	.921	1.000
Group×Period	2066.535	2	1033.267	69.454	.001	.842	1.000
Error	386.802	26	14.877				

<Table 25>에서 집단 간 유의한 차이를 보였으며( $F=3.937$ ,  $p=.032$ ), 집단 내 측정 시기( $F=304.433$ ,  $p=.001$ )에서도 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에서 상호작용 효과가 나타났다( $F=69.454$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=2.382$ ,  $p=.111$ )에서는 차이가 나타나지 않았으며, 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=20.035$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나

타났다. 사후분석 결과, CG보다 SMG, MSG에서 배근력이 유의하게 증가하였다.

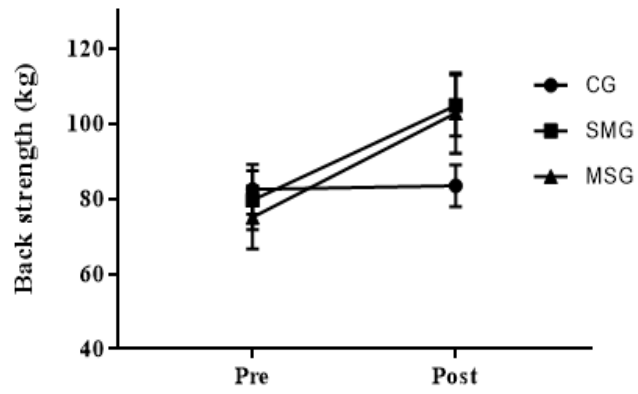


Figure 12. Change of back strength after resistance exercise



③ 좌전굴 (sit and reach, SAR)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌전굴 변화 결과는 <Table 26>, <Table 27>, <Figure 13>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌전굴의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 26>에 제시하였으며, <Table 27>은 좌전굴 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 26. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of sit and reach (cm)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	8.17±2.04	7.61±2.14	7.89±2.09
SMG <sup>b</sup>	9.68±2.31	10.10±2.32	9.89±2.32
MSG <sup>c</sup>	7.62±4.17	9.02±3.45	8.32±3.81
Total	8.49±3.02	8.91±2.82	8.70±2.92
<i>F</i>	1.270	2.113	
<i>p</i>	.297	.140	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 27. The result of two-way repeated measures ANOVA for sit and reach

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	22.166	2	11.083	1.387	.267	.093	.272
Error	215.709	27	7.989				
Within Subject							
Period	2.646	1	2.646	7.350	.012	.214	.743
Group×Period	9.604	2	4.802	13.339	.001	.497	.995
Error	9.720	27	.360				

<Table 27>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.387$ ,  $p=.267$ ), 집단 내 측정 시기( $F=7.350$ ,  $p=.012$ )에서 유의한 차이가 나타났으며 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=13.339$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=1.270$ ,  $p=.297$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=2.113$ ,  $p=.140$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌전굴 평균 변화는  $.56 \pm .66(\text{cm})$ 로 유의한 차이가 나타났으며( $t=2.602, p=.025$ ), SMG의 좌전굴 평균 변화는  $.42 \pm .77(\text{cm})$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=-1.731, p=.117$ ). MSG의 좌전굴 평균 변화는  $1.40 \pm 1.07(\text{cm})$ 로 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.155, p=.002$ ).

좌전굴의 변화를 종합하면, <Figure 13>에서 집단 간 좌전굴의 사전값에서 차이가 나타나지 않았다. 8주 저항성 운동 후 CG에서는 사전값보다 감소하였으나, MSG에서는 사전값보다 좌전굴이 증가하였다.

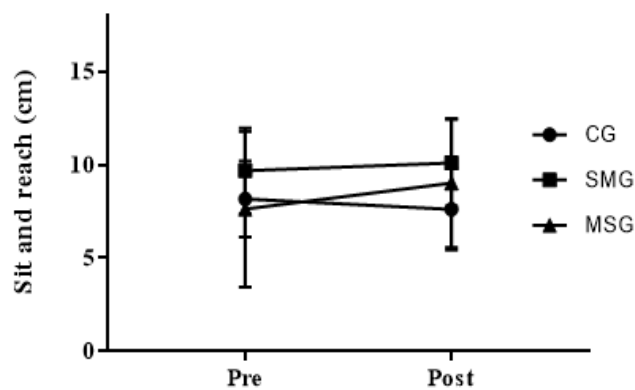


Figure 13. Change of sit and reach after resistance exercise

④ 제자리멀리뛰기 (standing long jump, SLJ)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 제자리멀리뛰기 변화 결과는 <Table 28>, <Table 29>, <Figure 14>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 제자리멀리뛰기의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 28>에 제시하였으며, <Table 29>는 제자리멀리뛰기 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 28. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of standing long jump (m)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	2.35±0.30	2.35±0.29	2.35±0.30
SMG <sup>b</sup>	2.42±0.16	2.47±0.15	2.45±0.16
MSG <sup>c</sup>	2.44±0.14	2.49±0.12	2.47±0.13
Total	2.40±0.21	2.44±0.21	2.42±0.21
<i>F</i>	.575	1.457	
<i>p</i>	.569	.251	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 29. The result of two-way repeated measures ANOVA for standing long jump

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.083	2	.041	.955	.398	.066	.198
Error	1.172	27	.043				
Within Subject							
Period	.019	1	.019	74.685	.001	.734	1.000
Group×Period	.007	2	.004	14.763	.001	.522	.998
Error	.007	27	.001				

<Table 29>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.955$ ,  $p=.398$ ), 집단 내 측정 시기( $F=74.685$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=14.763$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.575$ ,  $p=.569$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=1.457$ ,  $p=.251$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 제자리멀리뛰기 평균 변화는  $.01 \pm .02(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며( $t=-5.97$ ,  $p=.565$ ), SMG의 제자리멀리뛰기 평균 변화는  $.05 \pm .03(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-6.486$ ,  $p=.001$ ). 또한, MSG의 자리 멀리뛰기 평균 변화는  $.05 \pm .02(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-7.869$ ,  $p=.001$ ).

제자리멀리뛰기의 변화를 종합하면, <Figure 14>에서 제자리멀리뛰기의 집단 간 사전 값에서 차이가 나타나지 않았으나, 8주 저항성 운동 후 SMG, MSG에서는 사전값보다 유의하게 증가하였다.

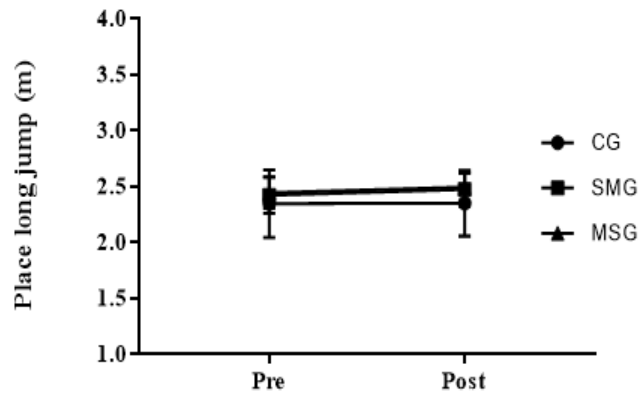


Figure 14. Change of standing long jump after resistance exercise

⑤ 윗몸일으키기 (Sit-up, SU)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 윗몸일으키기 변화 결과는 <Table 30>, <Table 31>, <Figure 15>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 윗몸일으키기의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 30>에 제시하였으며, <Table 31>은 윗몸일으키기 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 30. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of sit-up (reps)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	30.70±4.42	30.50±4.35	30.6±4.39
SMG <sup>b</sup>	28.90±5.17	35.70±3.92	32.3±4.55
MSG <sup>c</sup>	29.00±5.14	36.30±3.74	32.65±4.44
Total	29.53±4.83	34.17±4.69	31.85±4.76
<i>F</i>	.422	6.319	
<i>p</i>	.660	.006	
<i>Tukey</i>	-	<i>a&lt;b,c</i>	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 31. The result of two-way repeated measures ANOVA for sit-up

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	24.05	2	12.025	.624	.543	.044	.143
Error	520.525	27	19.279				
Within Subject							
Period	322.017	1	322.017	178.714	.001	.869	1.000
Group×Period	175.833	2	87.917	48.792	.001	.783	1.000
Error	48.650	27	1.802				

<Table 31>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=0.624$ ,  $p=0.543$ ), 집단 내 측정 시기( $F=178.714$ ,  $p=0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=48.792$ ,  $p=0.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=0.422$ ,  $p=0.660$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=6.319$ ,  $p=0.006$ )에서 유의한 차이

가 나타났다. 사후분석 결과, CG보다 SMG, MSG에서 윗몸일으키기가 유의하게 증가하였다.

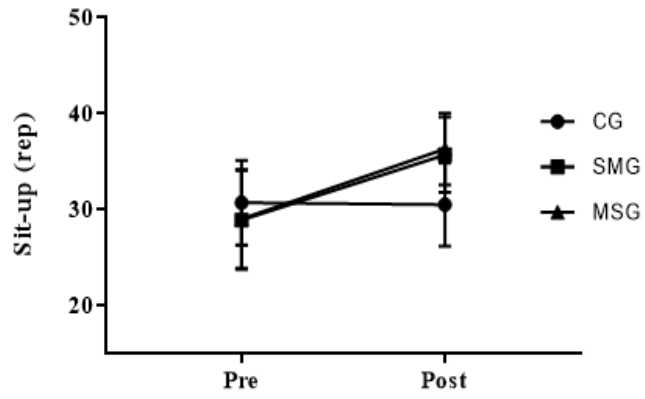


Figure 15. Change of sit-up after resistance exercise

⑥ 일리노이 민첩성 테스트 (illinois agility test, IAT)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 일리노이 민첩성 테스트 변화 결과는 <Table 32>, <Table 33>, <Figure 16>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 일리노이 민첩성 테스트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 32>에 제시하였으며, <Table 33>은 일리노이 민첩성 테스트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원 반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 32. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of agility test (sec)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	16.48±0.50	16.42±0.48	16.45±0.49
SMG <sup>b</sup>	16.56±0.49	16.08±0.50	16.32±0.50
MSG <sup>c</sup>	16.41±0.46	15.96±0.41	16.19±0.44
Total	16.48±0.47	16.16±0.49	16.32±0.48
<i>F</i>	.253	2.600	
<i>p</i>	.778	.093	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 33. The result of two-way repeated measures ANOVA for agility test

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.339	2	.170	.770	.473	.054	.167
Error	5.949	27	.220				
Within Subject							
Period	1.575	1	1.575	156.923	.001	.853	1.000
Group×Period	.561	2	.281	27.96	.001	.674	1.000
Error	.271	27	.010				

<Table 33>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.770$ ,  $p=.473$ ), 집단 내 측정 시기( $F=156.923$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=27.96$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전 ( $F=.253$ ,  $p=.778$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운

동 8주 후( $F=2.600$ ,  $p=.093$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 일리노이 민첩성 테스트 평균 변화는  $.05\pm.14(s)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며 ( $t=1.178$ ,  $p=.269$ ), SMG의 일리노이 민첩성 테스트 평균 변화는  $.49\pm.17(s)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=9.205$ ,  $p=.001$ ). 또한, MSG의 일리노이 민첩성 테스트 평균 변화는  $.44\pm.11(s)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=12.083$ ,  $p=.001$ ).

일리노이 민첩성 테스트의 변화를 종합하면, <Figure 16>에서 집단 간 일리노이 민첩성 테스트의 사전값에서는 차이가 나타나지 않았다. 8주 저항성 운동 후 SMG, MSG에서는 사전값보다 유의하게 감소하였다.

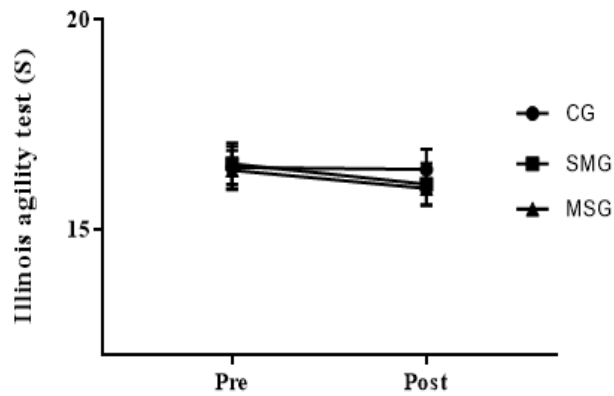


Figure 16. Change of agility test after resistance exercise



⑦ 10m 스프린트 (10m sprint)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 10m 스프린트 변화 결과는 <Table 34>, <Table 35>, <Figure 17>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 10m 스프린트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 34>에 제시하였으며, <Table 35>은 10m 스프린트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 34. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 10m sprint (sec)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	2.10±0.23	2.09±0.22	2.10±0.23
SMG <sup>b</sup>	2.01±0.11	1.90±0.15	1.96±0.13
MSG <sup>c</sup>	1.89±0.19	1.82±0.15	1.86±0.17
Total	2.00±0.20	1.94±0.21	1.97±0.21
<i>F</i>	3.395	6.360	
<i>p</i>	.048	.005	
<i>Tukey</i>	c<a	b,c<a	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 35. The result of two-way repeated measures ANOVA for 10m sprint

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.304	2	.152	4.796	.017	.262	.749
Error	.856	27	.032				
Within Subject							
Period	.063	1	.063	21.992	.001	.449	.995
Group×Period	.032	2	.016	5.621	.009	.294	.817
Error	.077	27	.003				

<Table 35>에서 집단 간 유의한 차이를 보았으나( $F=4.796$ ,  $p=.017$ ), 집단 내 측정 시기( $F=21.992$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=5.621$ ,  $p=.009$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=3.395$ ,  $p=.048$ ) 유의한 차이가 나타나, 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)으로 사전변인을 통제하였으나, 단관절과 다관절 운동순서에

따른 저항성 운동 8주 후( $F=6.772$ ,  $p=.004$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후분석 결과, CG보다 SMG, MSG에서 유의하게 감소하였다.

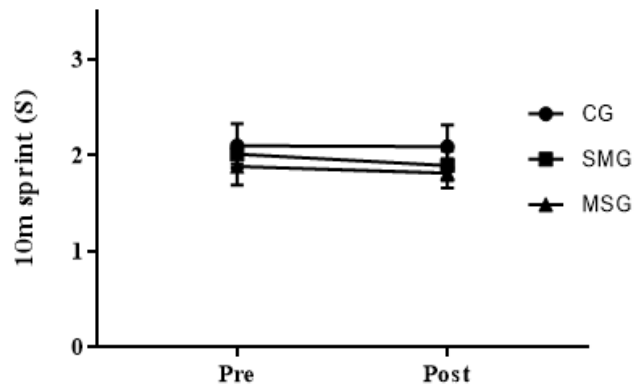


Figure 17. Change of 10m sprint after resistance exercise

⑧ 20m 스프린트 (20m sprint)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 20m 스프린트 변화 결과는 <Table 36>, <Table 37>, <Figure 18>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 20m 스프린트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 36>에 제시하였으며, <Table 37>은 20m 스프린트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 36. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 20m sprint (sec)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	3.76±0.36	3.72±0.36	3.74±0.36
SMG <sup>b</sup>	3.67±0.18	3.50±0.17	3.59±0.18
MSG <sup>c</sup>	3.43±0.33	3.31±0.29	3.37±0.31
Total	3.62±0.32	3.51±0.32	3.57±0.32
<i>F</i>	3.392	5.108	
<i>p</i>	.049	.013	
<i>Tukey</i>	c<a	c<a	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 37. The result of two-way repeated measures ANOVA for 20m sprint

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.679	2	.348	4.174	.026	.236	.685
Error	2.254	27	.083				
Within Subject							
Period	.183	1	.183	40.069	.001	.597	1.000
Group×Period	.049	2	.025	5.376	.011	.285	.799
Error	.123	27	.005				

<Table 37>에서 집단 간 유의한 차이를 보였으나( $F=4.174$ ,  $p=.026$ ), 집단 내 측정 시기( $F=40.069$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과 나타났다( $F=5.376$ ,  $p=.011$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=3.392$ ,  $p=.049$ ) 유의한 차이가 나타나, 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)으로 사전변인을 통제하였으나, 단관절과 다관절 운동순서에

따른 저항성 운동 8주 후( $F=6.514$ ,  $p=.005$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후분석 결과, CG보다 MSG에서 20m 스프린트가 유의하게 감소하였다.

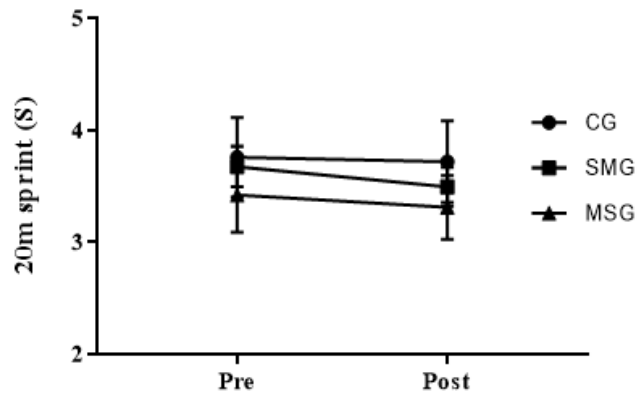


Figure 18. Change of 20m sprint after resistance exercise

⑨ 30m 스프린트 (30m sprint)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 30m 스프린트 변화 결과는 <Table 38>, <Table 39>, <Figure 19>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 30m 스프린트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 38>에 제시하였으며, <Table 39>은 30m 스프린트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 38. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 30m sprint (sec)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	5.10±0.54	5.13±0.39	5.12±0.47
SMG <sup>b</sup>	5.10±0.39	4.84±0.36	4.97±0.38
MSG <sup>c</sup>	4.90±0.44	4.68±0.39	4.79±0.42
Total	5.03±0.46	4.88±0.41	4.96±0.44
<i>F</i>	.610	3.659	
<i>p</i>	.551	.039	
<i>Tukey</i>	-	c<a	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 39. The result of two-way repeated measures ANOVA for 30m sprint

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.526	2	.263	1.556	.229	.103	.301
Error	4.562	27	.169				
Within Subject							
Period	.348	1	.348	19.156	.001	.415	.988
Group×Period	.274	2	.123	6.796	.004	.335	.887
Error	.491	27	.018				

<Table 39>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.556$ ,  $p=.229$ ), 집단 내 측정 시기( $F=19.156$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=6.796$ ,  $p=.004$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.610$ ,  $p=.551$ ) 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=3.659$ ,  $p=.039$ )에서 유의한 차이가 나

타났다. 사후검정 결과, MSG가 CG보다 30m 스프린트가 유의하게 감소하였다.

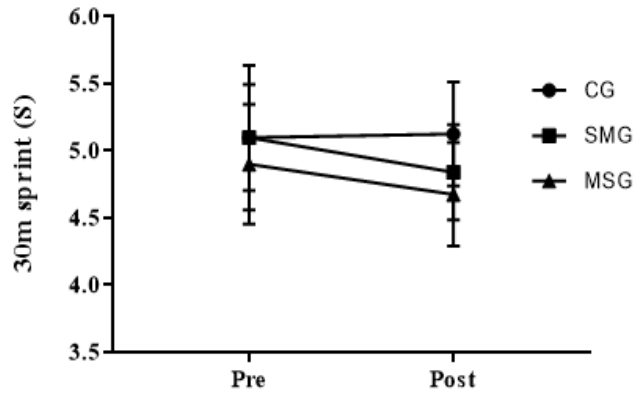


Figure 19. Change of 30m sprint after resistance exercise

⑩ 40m 스프린트 (40m sprint)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 40m 스프린트 변화 결과는 <Table 40>, <Table 41>, <Figure 20>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 40m 스프린트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 40>에 제시하였으며, <Table 41>은 40m 스프린트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 40. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 40m sprint (sec)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	6.38±0.31	6.38±0.26	6.38±0.29
SMG <sup>b</sup>	6.38±0.46	6.04±0.38	6.21±0.42
MSG <sup>c</sup>	6.24±0.46	5.95±0.43	6.10±0.45
Total	6.34±0.41	6.12±0.40	6.23±0.41
<i>F</i>	.394	4.001	
<i>p</i>	.678	.030	
<i>Tukey</i>	-	c<a	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 41. The result of two-way repeated measures ANOVA for 40m sprint

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.417	2	.209	1.402	.263	.094	.275
Error	4.016	27	.149				
Within Subject							
Period	.693	1	.693	108.374	.001	.801	1.000
Group×Period	.342	2	.171	26.73	.001	.664	1.000
Error	.173	27	.006				

<Table 41>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.402$ ,  $p=.263$ ), 집단 내 측정 시기( $F=108.374$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=26.73$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.394$ ,  $p=.678$ ) 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=4.001$ ,  $p=.030$ )에서 유의한 차이가 나

타났다. 사후검정 결과, MSG가 CG보다 40m 스프린트가 유의한 차이가 나타났다.

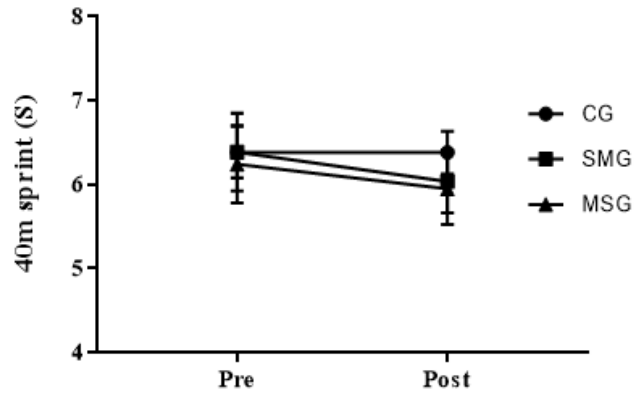


Figure 20. Change of 40m sprint after resistance exercise



(3) 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 1RM (One-repetition maximum)의 변화

① 벤치프레스 (bench press, BP)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 벤치프레스 변화 결과는 <Table 42>, <Table 43>, <Figure 21>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 벤치프레스의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 42>에 제시하였으며, <Table 43>은 벤치프레스 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 42. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of bench press (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	44.75±3.99	44.50±4.22	44.63±4.11
SMG <sup>b</sup>	43.75±4.89	58.00±6.95	50.88±5.92
MSG <sup>c</sup>	50.25±10.57	65.50±11.17	57.88±10.87
Total	46.25±7.45	56.00±11.72	51.13±9.59
<i>F</i>	2.424	17.803	
<i>p</i>	.108	.001	
<i>Tukey</i>	-	a<b,c	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 43. The result of two-way repeated measures ANOVA for bench press

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	878.75	2	439.375	7.923	.002	.370	.930
Error	1497.344	27	55.457				
Within Subject							
Period	1425.937	1	1425.937	441.581	.001	.942	1.000
Group×Period	752.500	2	376.250	116.516	.001	.896	1.000
Error	87.188	27	3.229				

<Table 43>에서 집단 간 유의한 차이를 보이를 보였으며( $F=7.923$ ,  $p=.002$ ), 집단 내 측정 시기( $F=441.581$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=116.516$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=2.424$ ,  $p=.108$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=17.803$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, SMG, MSG가 CG보다 벤치프레스가 유의한 차이가 나타났다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 벤치프레스 변화는  $.25 \pm 1.84$ (kg)으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나( $t=.429$ ,  $p=.678$ ), SMG의 벤치프레스 평균 변화는  $14.25 \pm 3.34$ (kg)으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-13.477$ ,  $p=.001$ ). 또한, MSG의 벤치프레스 평균 변화는  $15.25 \pm 2.19$ (kg)으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-22.031$ ,  $p=.001$ ).

벤치프레스의 변화를 종합하면, <Figure 21>에서 집단 간 벤치프레스 변화의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 SMG, MSG에서는 벤치프레스가 사전값보다 유의하게 증가하였다.

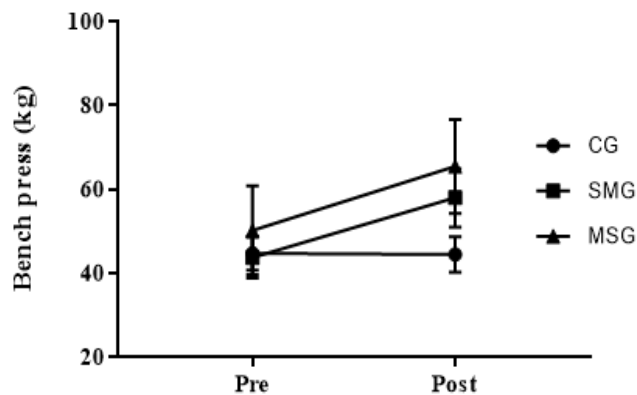


Figure 21. Change of bench press after resistance exercise

② 데드리프트 (dead lift, DL)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 데드리프트 변화 결과는 <Table 44>, <Table 45>, <Figure 22>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 데드리프트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 44>에 제시하였으며, <Table 45>는 데드리프트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 44. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of dead lift (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	63.00±6.75	63.50±6.03	63.25±6.39
SMG <sup>b</sup>	60.00±3.54	82.50±3.54	71.25±3.54
MSG <sup>c</sup>	61.00±6.58	82.75±6.29	71.88±6.44
Total	61.33±5.75	76.25±10.56	68.79±8.16
<i>F</i>	.690	41.380	
<i>p</i>	.510	.001	
<i>Tukey</i>	-	a<b,c	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 45. The result of two-way repeated measures ANOVA for dead lift

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	462.604	2	231.302	7.644	.002	.362	.921
Error	817.031	27	30.260				
Within Subject							
Period	3337.604	1	3337.604	1216.747	.001	.978	1.000
Group×Period	1560.208	2	780.104	284.392	.001	.955	1.000
Error	74.063	27	2.743				

<Table 45>에서 집단 간 유의한 차이를 보였으며( $F=7.644$ ,  $p=.002$ ), 집단 내 측정 시기( $F=1216.747$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타났다( $F=284.392$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.690$ ,  $p=.510$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=41.380$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, SMG, MSG가

CG보다 데드리프트의 1RM이 유의하게 증가하였다.

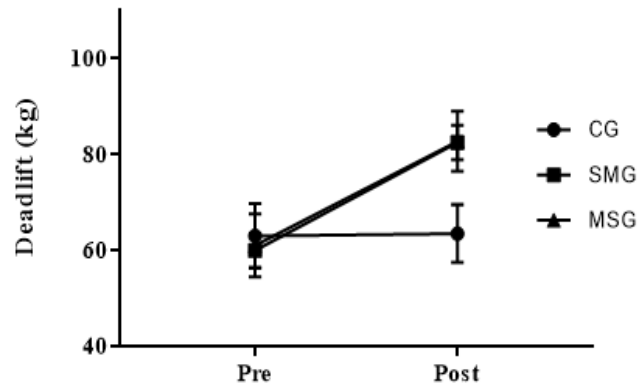


Figure 22. Change of dead lift after resistance exercise

③ 스쿼트 (Squat)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 스쿼트 변화 결과는 <Table 46>, <Table 47>, <Figure 23>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 스쿼트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 46>에 제시하였으며, <Table 47>은 스쿼트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 46. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of squat (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	60.50±6.95	61.25±6.90	60.88±6.93
SMG <sup>b</sup>	64.75±5.06	82.50±4.86	73.63±4.96
MSG <sup>c</sup>	61.75±5.78	81.00±5.55	71.38±5.67
Total	62.33±6.05	74.92±11.34	68.63±8.70
<i>F</i>	1.333	41.361	
<i>p</i>	.280	.001	
<i>Tukey</i>	-	a<b,c	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 47. The result of two-way repeated measures ANOVA for squat

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	926.25	2	463.125	14.042	.001	.510	.996
Error	890.469	27	32.980				
Within Subject							
Period	2375.104	1	2375.104	619.967	.001	.958	1.000
Group×Period	1055.833	2	527.917	137.801	.001	.911	1.000
Error	103.438	27	3.831				

<Table 47>에서 집단 간 유의한 차이를 보이려 보였으며( $F=14.042$ ,  $p=.001$ ), 집단 내 측정 시기( $F=619.967$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=137.801$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=1.333$ ,  $p=.280$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=41.361$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차

이가 나타났다. 사후검정 결과, SMG, MSG가 CG보다 스쿼트의 1RM이 유의하게 증가하였다.

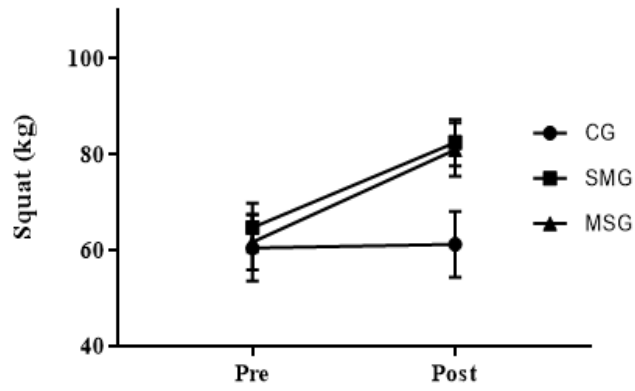


Figure 23 Change of Squat after resistance exercise

(4) 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 어깨(60°/sec) 등속성 근력(shoulder isokinetic muscle strength)의 변화

① 좌견관절 외/내전비의 변화 (Left shoulder abduction/adduction ratio)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 외/내전비 변화 결과는 <Table 48>, <Table 49>, <Figure 24>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌견관절 외/내전비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 48>에 제시하였으며, <Table 49>는 좌견관절 외/내전비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복 측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 48. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Left shoulder abduction/adduction ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	93.77±20.04	89.22±20.25	91.50±20.15
SMG <sup>b</sup>	97.13±24.74	91.68±12.62	94.41±18.68
MSG <sup>c</sup>	99.21±21.27	80.98±11.17	90.10±16.22
Total	96.70±22.38	87.29±15.39	92.00±18.89
<i>F</i>	.142	1.358	
<i>p</i>	.859	.274	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 49. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Left shoulder abduction/adduction ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	96.681	2	48.34	.145	.866	.011	.070
Error	9018.112	27	334.004				
Within Subject							
Period	1328.222	1	1328.222	13.888	.001	.340	.949
Group×Period	585.468	2	292.734	3.061	.063	.185	.543
Error	2582.196	27	95.637				

<Table 49>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.45$ ,  $p=.866$ ), 집단

내 측정 시기( $F=13.888$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과가 나타나지 않았다( $F=3.061$ ,  $p=.063$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.142$ ,  $p=.859$ )과 단관절과 다관절 운동순서에 따른 저항성 운동 8주 후( $F=1.358$ ,  $p=.274$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

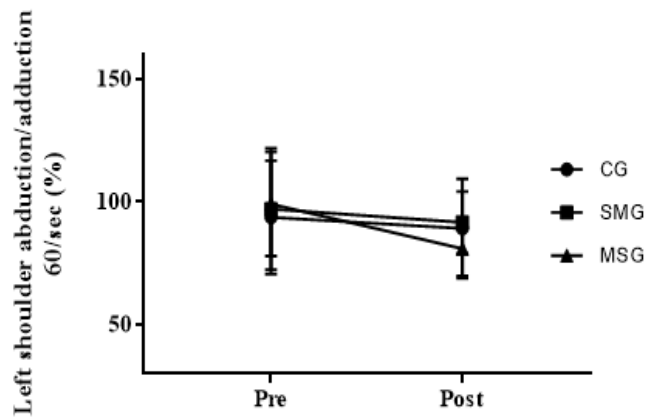


Figure 24. Change of left shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise



② 좌견관절 외전근 근력의 상대값 (Relative value of peak torque in left shoulder abduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 외전근 근력의 상대값 변화 결과는 <Table 50>, <Table 51>, <Figure 25>에 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌견관절 외전근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 50>에 제시하였으며, <Table 51>은 좌견관절 외전근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 50. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left shoulder abduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.71±0.10	0.83±0.09	0.77±0.10
SMG <sup>b</sup>	0.67±0.13	0.95±0.10	0.81±0.12
MSG <sup>c</sup>	0.68±0.19	1.03±0.19	0.86±0.19
Total	0.69±0.14	0.93±0.15	0.81±0.15
<i>F</i>	.173	5.278	
<i>p</i>	.842	.012	
<i>Tukey</i>	-	<i>a&lt;c</i>	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 51. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left shoulder abduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.035	2	.017	.91	.415	.063	.190
Error	.513	27	.019				
Within Subject							
Period	.923	1	.923	920.174	.001	.971	1.000
Group×Period	.126	2	.063	62.872	.001	.823	1.000
Error	.027	27	.001				

<Table 54>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=0.91$ ,  $p=0.415$ ), 집단 내 측정 시기( $F=920.174$ ,  $p=0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=62.872$ ,  $p=0.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=1.173$ ,  $p=.842$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=5.287$ ,  $p=.012$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, MSG가 CG보다 좌견관절 외전근 근력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

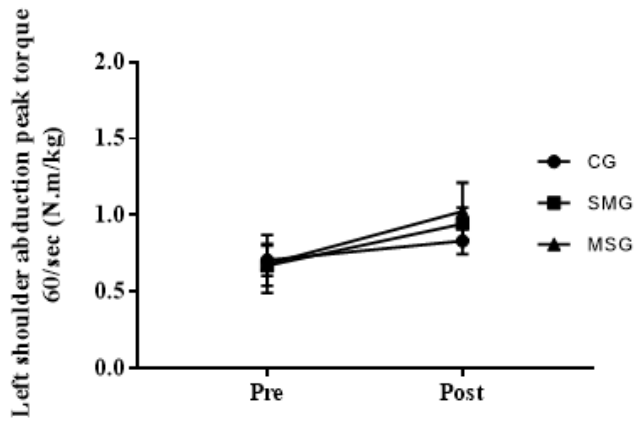


Figure 25. Change of left shoulder abd peak torque N.m/kg after resistance exercise

③ 좌견관절 내전근 근력의 상대값 (Relative value of peak torque in left shoulder adduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 내전근 근력의 상대값 변화 결과는 <Table 52>, <Table 53>, <Figure 26>에 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌견관절 내전근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 52>에 제시하였으며, <Table 53>은 좌견관절 내전근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 52. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left shoulder adduction (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.79±0.18	0.97±0.20	0.88±0.19
SMG <sup>b</sup>	0.72±0.15	1.04±0.16	0.88±0.16
MSG <sup>c</sup>	0.71±0.24	1.28±0.25	1.00±0.25
Total	0.74±0.19	1.10±0.24	0.92±0.22
<i>F</i>	.485	6.295	
<i>p</i>	.621	.006	
<i>Tukey</i>	-	<i>a&lt;c</i>	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 53. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left shoulder adduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.092	2	.046	1.179	.323	.080	.236
Error	1.054	27	.039				
Within Subject							
Period	1.962	1	1.962	868.516	.001	.970	1.000
Group×Period	.383	2	.192	84.861	.001	.863	1.000
Error	.061	27	.002				

<Table 53>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.179$ ,  $p=.323$ ), 집단 내 측정 시기( $F=868.516$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=84.861$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전 ( $F=4.85$ ,  $p=.621$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=6.295$ ,  $p=.006$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, MSG가 CG보다 좌견관절 내전근 근력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

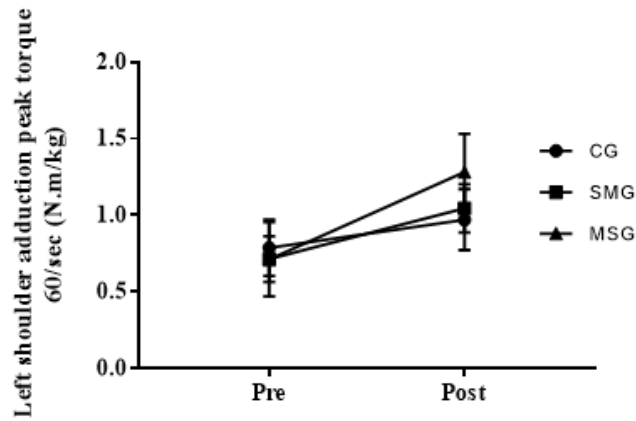


Figure 26. Change of left shoulder add peak torque N.m/kg after resistance exercise

④ 우견관절 외·내전비의 변화 (Right shoulder abduction/adduction ratio)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 외·내전비 변화 결과는 <Table 54>, <Table 55>, <Figure 27>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우견관절 외·내전비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 54>에 제시하였으며, <Table 55>은 우견관절 외·내전비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복 측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 54. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Right shoulder abduction/adduction ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	96.32±10.07	91.84±8.63	93.90±9.35
SMG <sup>b</sup>	100.08±22.13	95.96±15.61	98.02±18.87
MSG <sup>c</sup>	112.41±12.02	94.51±17.60	103.46±14.81
Total	102.94±16.65	94.10±14.07	98.52±15.36
<i>F</i>	2.889	.209	
<i>p</i>	.073	.813	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 55. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Right shoulder abduction/adduction ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	443.672	2	221.836	1.093	.350	.075	.222
Error	5480.081	27	202.966				
Within Subject							
Period	1170.417	1	1170.417	24.094	.001	.472	.997
Group×Period	616.857	2	308.429	6.349	.005	.320	.864
Error	1311.556	27	48.576				

<Table 55>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.093$ ,  $p=.350$ ), 집단 내 측정 시기( $F=24.094$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=6.349$ ,  $p=.005$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=2.889$ ,  $p=.073$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.209$ ,  $p=.813$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우견관절 외·내전비 변화는  $4.48 \pm 4.58(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=3.094$ ,  $p=.013$ ), SMG의 우견관절 외·내전비 평균 변화는  $4.12 \pm 9.23(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않는다( $t=1.411$ ,  $p=.192$ ). MSG의 우견관절 외·내전비 평균 변화는  $17.90 \pm 13.61(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=4.159$ ,  $p=.002$ ).

우견관절 외·내전비의 변화를 종합하면, <Figure 27>에서 집단 간 우견관절 외·내전비 변화의 사전값에서는 차이가 나타나지 않으며 8주 저항성 운동 후 CG, MSG에서는 우견관절 외·내전비가 사전값보다 유의하게 증가하였다.

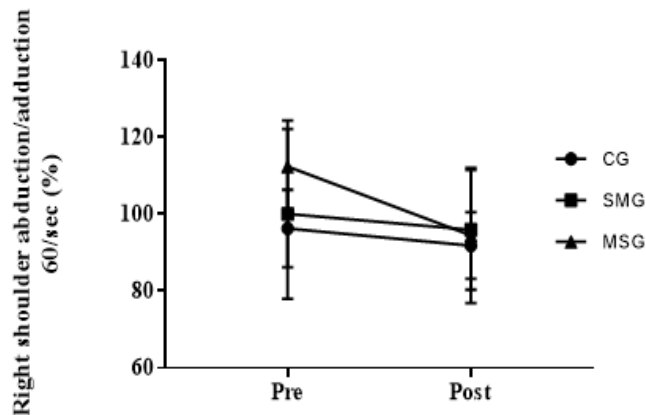


Figure 27. Change of right shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise

⑤ 우견관절 외전근 근력의 상대값 (Relative value of peak torque in right shoulder abduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 외전근 근력의 상대값 변화 결과는 <Table 56>, <Table 57>, <Figure 28>에 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우견관절 외전근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 56>에 제시하였으며, <Table 57>은 우견관절 외전근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 56. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right shoulder abduction (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.81±0.14	0.93±0.13	0.87±0.14
SMG <sup>b</sup>	0.77±0.11	1.06±0.11	0.92±0.11
MSG <sup>c</sup>	0.79±0.21	1.16±0.22	0.98±0.22
Total	0.79±0.16	1.05±0.18	0.92±0.17
<i>F</i>	.113	5.311	
<i>p</i>	.894	.011	
<i>Tukey</i>	-	<i>a&lt;c</i>	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 57. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right shoulder abduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.056	2	.028	1.136	.336	.078	.229
Error	.670	27	.025				
Within Subject							
Period	1.032	1	1.032	593.708	.001	.957	1.000
Group×Period	.163	2	.082	46.967	.001	.777	1.000
Error	.047	27	.002				

<Table 57>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.136$ ,  $p=.336$ ), 집단 내 측정 시기( $F=593.708$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=46.967$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.113$ ,  $p=.894$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=5.311$ ,  $p=.011$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, MSG가 CG보다 우견관절 외전근 근력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

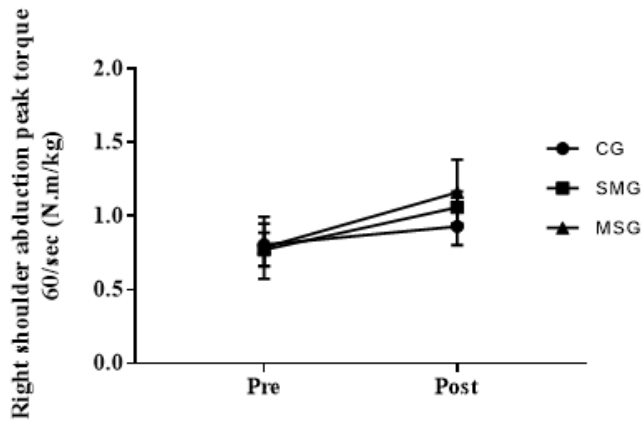


Figure 28. Change of right shoulder abd peak torque N.m/kg after resistance exercise



⑥ 우견관절 내전근 근력의 상대값 (Relative value of peak torque in right shoulder adduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 내전근 근력의 상대값 변화 결과는 <Table 58>, <Table 59>, <Figure 29>에 서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우견관절 내전근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 58>에 제시 하였으며, <Table 59>은 우견관절 내전근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확 인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 58. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right shoulder adduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.84±0.10	1.01±0.11	0.93±0.11
SMG <sup>b</sup>	0.81±0.21	1.13±0.23	0.97±0.22
MSG <sup>c</sup>	0.71±0.21	1.25±0.24	0.98±0.23
Total	0.78±0.19	1.13±0.22	0.96±0.21
<i>F</i>	1.288	3.439	
<i>p</i>	.292	.047	
<i>Tukey</i>	-	<i>a&lt;c</i>	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 59. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right shoulder adduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.018	2	.009	.250	.780	.018	.085
Error	.974	27	.036				
Within Subject							
Period	1.820	1	1.820	614.610	.001	.958	1.000
Group×Period	.336	2	.168	56.741	.001	.808	1.000
Error	.080	27	.003				

<Table 59>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.250$ ,  $p=.780$ ), 집단 내 측정 시기( $F=614.610$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며 또한, 집단 간과 측 정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=56.741$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=1.288$ ,  $p=.292$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=3.439$ ,  $p=.047$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, MSG가 CG보다 우견관절 내전근 근력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

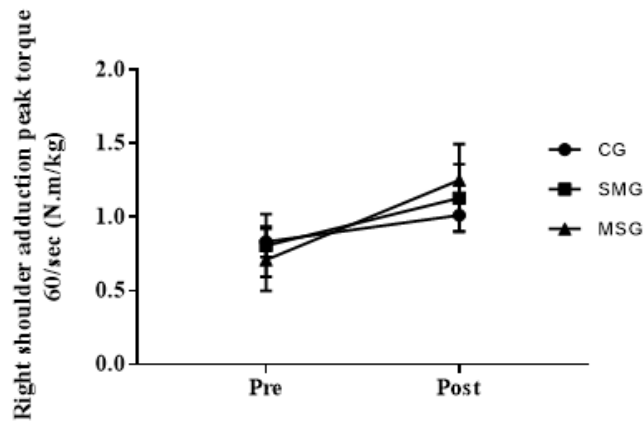


Figure 29. Change of right shoulder add peak torque N.m/kg after resistance exercise

⑦ 견관절 외전근 좌·우비 (Bilateral balance ratio of shoulder abduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 견관절 외전근 좌·우비의 변화 결과는 <Table 68>, <Table 69>, <Figure 34>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 견관절 외전근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 60>에 제시하였으며, <Table 61>은 견관절 외전근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 60. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Shoulder abduction left/right ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	88.75±10.04	89.98±7.92	89.37±8.98
SMG <sup>b</sup>	86.49±7.78	89.34±4.68	87.92±6.23
MSG <sup>c</sup>	87.10±10.69	89.15±11.59	88.13±11.14
Total	87.45±9.30	89.49±8.25	88.47±8.78
<i>F</i>	.149	.026	
<i>p</i>	.862	.974	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 61. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Shoulder abduction left/right ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	12.281	2	6.14	.087	.917	.006	.062
Error	1903.047	27	70.483				
Within Subject							
Period	62.628	1	62.628	2.622	.117	.089	.346
Group×Period	6.561	2	3.281	.137	.872	.010	.069
Error	644.805	27	23.882				

<Table 61>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.087$ ,  $p=.917$ ), 집단 내 측정 시기( $F=2.622$ ,  $p=.117$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=.137$ ,  $p=.872$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.149, p=.862$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.026, p=.974$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

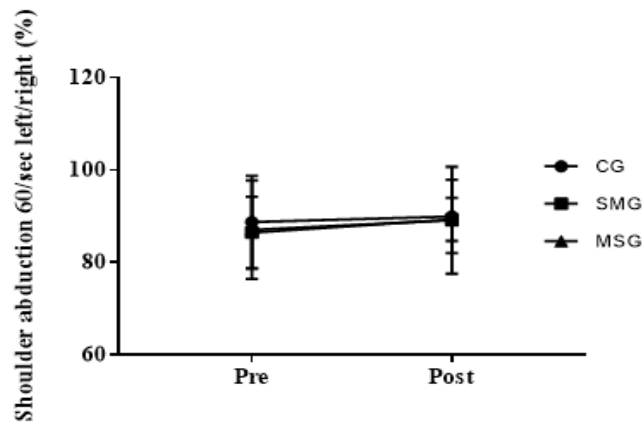


Figure 30. Change of bilateral balance ratio of abduction after resistance exercise

⑧ 견관절 내전근 좌·우비 (Bilateral balance ratio of shoulder adduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 견관절 내전근 좌·우비 변화 결과는 <Table 62>, <Table 63>, <Figure 31>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 견관절 내전근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 62>에 제시하였으며, <Table 63>은 견관절 내전근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 62. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Shoulder adduction left/right ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	94.78±19.11	88.75±10.04	91.77±14.58
SMG <sup>b</sup>	93.60±26.86	86.49±7.78	90.05±17.32
MSG <sup>c</sup>	102.37±25.96	87.10±10.69	94.74±18.33
Total	96.92±23.71	87.45±9.30	92.19±16.51
<i>F</i>	.386	.549	
<i>p</i>	.683	.559	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 63. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Shoulder adduction left/right ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	112.585	2	56.292	.364	.698	.026	.102
Error	4177.578	27	154.725				
Within Subject							
Period	1345.214	1	1345.214	3.643	.067	.119	.453
Group×Period	255.216	2	127.608	.346	.711	.025	.100
Error	9968.796	27	369.215				

<Table 63>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.364$ ,  $p=.698$ ), 집단 내 측정 시기( $F=3.643$ ,  $p=.067$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=.346$ ,  $p=.711$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.386, p=.683$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.549, p=.559$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

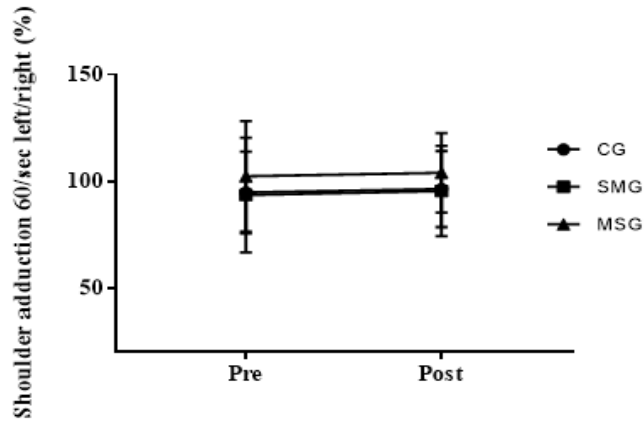


Figure 31. Change of bilateral balance ratio of adduction after resistance exercise

(5) 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 어깨(180°/sec) 등속성 근지구력 (shoulder iso kinetic muscle strength)의 변화

① 좌견관절 외·내전비의 변화 (Left shoulder abduction/adduction ratio)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 외·내전비 변화 결과는 <Table 64>, <Table 65>, <Figure 32>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌견관절 외·내전비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 64>에 제시하였으며, <Table 65>은 좌견관절 외·내전비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복 측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 64. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Left shoulder abduction/adduction ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	88.72±28.31	81.28±22.98	85.00±25.64
SMG <sup>b</sup>	98.39±41.74	81.28±22.98	89.84±32.36
MSG <sup>c</sup>	115.89±27.44	90.23±17.08	103.06±22.26
Total	101.00±33.97	85.47±20.40	93.24±27.19
<i>F</i>	1.726	.469	
<i>p</i>	.197	.631	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 65. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° Left shoulder abduction/adduction ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1668.740	2	834.370	1.448	.253	.097	.282
Error	15553.566	27	576.058				
Within Subject							
Period	3617.713	1	3617.713	9.555	.005	.261	.846
Group×Period	861.133	2	430.567	1.137	.336	.078	.229
Error	10222.799	27	378.622				

<Table 65>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.448$ ,  $p=.253$ ), 집단 내 측정 시기( $F=9.555$ ,  $p=.005$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.137$ ,  $p=.336$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=1.726$ ,  $p=.197$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.469$ ,  $p=.631$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

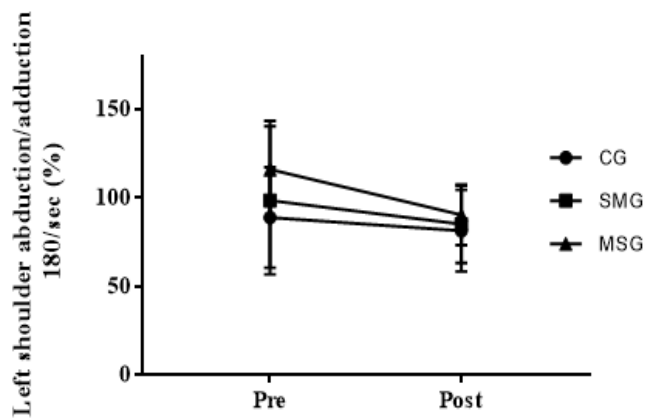


Figure 32. Change of left shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise



② 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값(Relative value of peak torque in left shoulder abduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화 결과는 <Table 66>, <Table 67>, <Figure 33>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 66>에 제시하였으며, <Table 67>은 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 66. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180°left shoulder abduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.55±0.12	0.64±0.11	0.60±0.12
SMG <sup>b</sup>	0.50±0.15	0.68±0.17	0.59±0.16
MSG <sup>c</sup>	0.58±0.24	0.81±0.20	0.70±0.22
Total	0.54±0.17	0.71±0.18	0.63±0.18
<i>F</i>	.632	2.860	
<i>p</i>	.539	.075	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 67. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left shoulder abduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.076	2	.038	1.401	.264	.094	.274
Error	.732	27	.027				
Within Subject							
Period	.428	1	.428	111.261	.001	.805	1.000
Group×Period	.043	2	.021	5.567	.009	.292	.813
Error	.104	27	.004				

<Table 79>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.401$ ,  $p=.264$ ), 집단 내 측정 시기( $F=111.261$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=5.567$ ,  $p=.009$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=6.32, p=.539$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=2.860, p=.075$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화는  $.10 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-5.838, p=.001$ ). SMG의 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화는  $.18 \pm .10(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-5.924, p=.001$ ). MSG의 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화는  $.23 \pm .10(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-6.893, p=.001$ ).

좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 33>에서 집단 간 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 모두 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값이 사전값보다 유의하게 증가하였다.

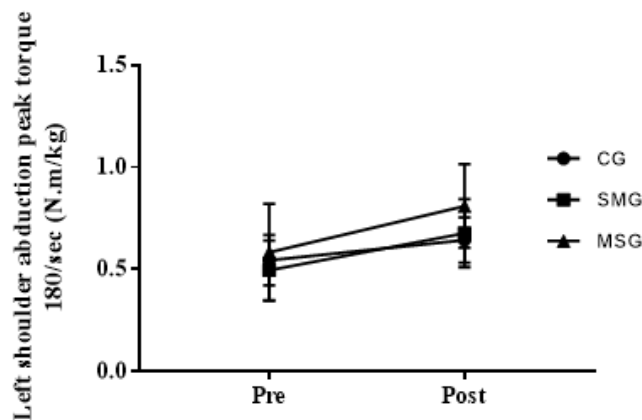


Figure 33. Change of left shoulder abd peak torque Nm/kg after resistance exercise

③ 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 (Relative value of peak torque in left shoulder adduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화 결과는 <Table 68>, <Table 69>, <Figure 34>에서 제시하였다

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 68>에 제시하였으며, <Table 69>은 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 68. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180°left shoulder adduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.66±0.20	0.68±0.21	0.75±0.21
SMG <sup>b</sup>	0.55±0.16	0.81±0.14	0.68±0.15
MSG <sup>c</sup>	0.52±0.22	0.92±0.26	0.72±0.24
Total	0.54±0.20	0.85±0.20	0.70±0.20
<i>F</i>	1.369	.758	
<i>p</i>	.271	.478	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 69. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left shoulder abduction (Nm/kg)

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.022	2	.011	.288	.752	.021	.091
Error	1.035	27	.038				
Within Subject							
Period	1.173	1	1.173	376.451	.001	.933	1.000
Group×Period	.122	2	.061	19.606	.001	.592	1.000
Error	.084	27	.003				

<Table 69>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.288$ ,  $p=.752$ ), 집단 내 측정 시기( $F=376.451$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=19.606$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동 전( $F=1.369$ ,  $p=.271$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.758$ ,  $p=.478$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화는  $.18 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-10.387$ ,  $p=.001$ ). SMG의 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화는  $.27 \pm .10(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났으며( $t=-8.647$   $p=.001$ ), MSG의 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화는  $.40 \pm .08(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-15.785$ ,  $p=.001$ ).

좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 34>에서 집단 간 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 SMG, MSG에서는 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값이 사전값보다 유의하게 증가하였다.

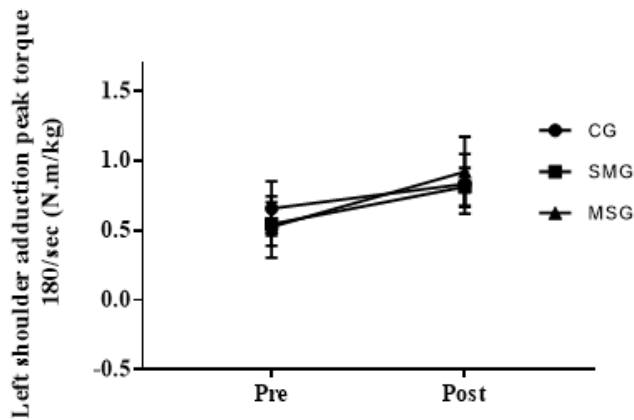


Figure 34. Change of left shoulder add peak torque N.m/kg after resistance exercise

④ 우견관절 외·내전비의 변화 (Right shoulder abduction/adduction peak torque ratio)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 외·내전비 변화 결과는 <Table 70>, <Table 71>, <Figure 35>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우견관절 외·내전비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 70>에 제시하였으며, <Table 71>은 우견관절 외·내전비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복 측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 70. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Right shoulder abduction/adduction ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	106.87±21.83	97.99±20.53	102.43±21.18
SMG <sup>b</sup>	114.76±37.38	103.42±25.77	109.09±31.58
MSG <sup>c</sup>	119.14±31.67	107.02±14.33	113.08±23.00
Total	113.59±30.32	102.81±20.37	108.20±25.35
<i>F</i>	.403	.480	
<i>p</i>	.672	.624	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 71. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° Right shoulder abduction/adduction ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	578.994	2	289.497	0.454	.640	.033	.116
Error	17234.951	27	638.332				
Within Subject							
Period	1743.126	1	1743.126	15.500	.001	.365	.967
Group×Period	28.596	2	14.298	.127	.881	.009	.068
Error	3036.388	27	112.459				

<Table 87>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=0.454$ ,  $p=0.640$ ), 집단 내 측정 시기( $F=15.500$ ,  $p=0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 집단 간과 측정

시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=127, p=.881$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=403, p=.672$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=480, p=.624$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

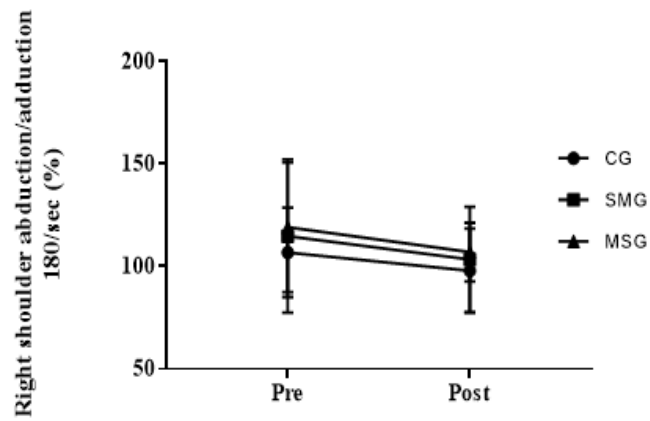


Figure 35. Change of right shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise

⑤ 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 (Relative value of peak torque in right shoulder abduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화 결과는 <Table 72>, <Table 73>, <Figure 36>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우견관절 외전근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 72>에 제시하였으며, <Table 73>은 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 72. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.75±0.16	0.83±0.19	0.79±0.18
SMG <sup>b</sup>	0.77±0.15	0.99±0.14	0.88±0.15
MSG <sup>c</sup>	0.72±0.21	1.01±0.17	0.87±0.19
Total	0.75±0.17	0.94±0.18	0.85±0.18
<i>F</i>	.213	3.195	
<i>p</i>	.809	.057	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 73. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction (Nm/kg)

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.045	2	.023	.801	.459	.056	.172
Error	.766	27	.028				
Within Subject							
Period	.557	1	.557	231.005	.001	.895	1.000
Group×Period	.105	2	.052	21.742	.001	.617	1.000
Error	.065	27	.002				

<Table 73>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.801$ ,  $p=.459$ ). 집단 내 측정 시기( $F=231.005$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=21.742$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.213, p=.809$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=3.195, p=.057$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화는  $.08 \pm .07(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났( $t=-3.473, p=.007$ ). SMG의 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화는  $.21 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났으며( $t=-13.331, p=.001$ ), MSG의 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화는  $.28 \pm .08(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났( $t=-11.261, p=.001$ ).

우견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 36>에서 집단 간 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 우견관절 외전근 근지구력의 상대값이 사전값보다 유의하게 증가하였다.

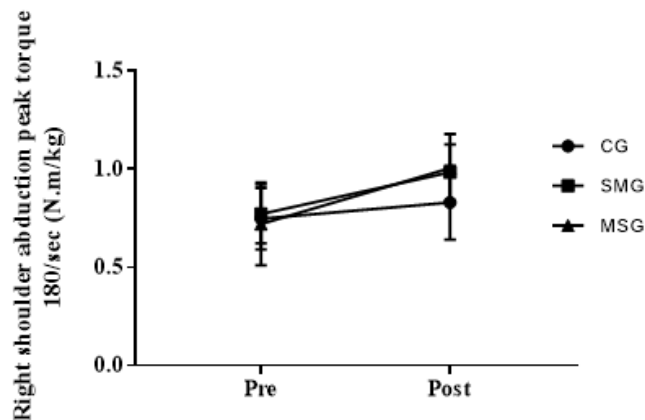


Figure 36. Change of right shoulder abd peak torque N.m/kg after resistance exercise



⑥ 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 (Relative value of peak torque in right shoulder adduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화 결과는 <Table 74>, <Table 75>, <Figure 37>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우견관절 내전근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 74>에 제시하였으며, <Table 75>는 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 74. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right shoulder adduction (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.71±0.15	0.85±0.15	0.78±0.15
SMG <sup>b</sup>	0.70±0.17	0.98±0.18	0.57±0.18
MSG <sup>c</sup>	0.63±0.19	0.95±0.19	0.79±0.19
Total	0.68±0.17	0.93±0.18	0.81±0.18
<i>F</i>	.686	1.530	
<i>p</i>	.512	.235	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 75. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.022	2	.011	.376	.690	.027	.104
Error	.794	27	.029				
Within Subject							
Period	.915	1	.915	777.124	.001	.966	1.000
Group×Period	.091	2	.045	38.434	.001	.740	1.000
Error	.032	27	.001				

<Table 75>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=376$ ,  $p=.690$ ), 집단 내 측정 시기( $F=777.124$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=38.434$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=6.86$ ,  $p=.512$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=1.530$ ,  $p=.235$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화는  $.14 \pm .04(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-10.748$ ,  $p=.001$ ). SMG의 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화는  $.28 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났으며( $t=-18.425$   $p=.001$ ), MSG의 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화는  $.33 \pm .06(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-18.409$ ,  $p=.001$ ).

우견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 37>에서 집단 간 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 우견관절 내전근 근지구력의 상대값이 사전값보다 유의하게 증가하였다.

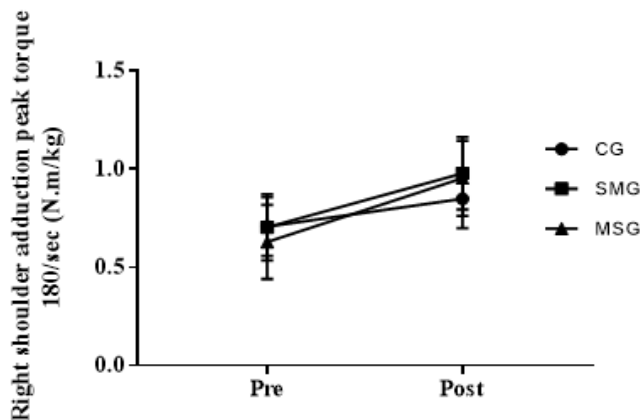


Figure 37. Change of right shoulder add peak torque N.m/kg after resistance exercise

⑦ 견관절 외전근 좌·우비 (Bilateral balance ratio of shoulder abduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 견관절 외전근 좌우비 변화 결과는 <Table 76>, <Table 77>, <Figure 38>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 견관절 외전근 좌우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 76>에 제시하였으며, <Table 77>은 견관절 외전근 좌우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 76. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° shoulder abduction left/right ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	73.83±10.65	79.59±12.45	76.71±11.55
SMG <sup>b</sup>	63.29±9.03	68.34±9.56	65.82±9.30
MSG <sup>c</sup>	80.24±16.07	80.33±11.34	80.29±13.71
Total	72.45±13.83	76.09±12.15	74.27±12.99
<i>F</i>	4.848	3.612	
<i>p</i>	.016	.041	
<i>Tukey</i>	<i>b&lt;c</i>	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 77. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° shoulder abduction left/right ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1136.269	2	568.134	4.897	.015	.266	.758
Error	3132.230	27	116.009				
Within Subject							
Period	197.980	1	197.980	4.490	.043	.143	.533
Group×Period	95.460	2	47.730	1.083	.353	.074	.220
Error	1190.472	27	44.092				

<Table 77>에서 집단 간 유의한 차이를 보이를 보였으며( $F=4.897$ ,  $p=.015$ ), 집단 내 측정 시기( $F=4.490$ ,  $p=.043$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.083$ ,  $p=.353$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=4.848$ ,  $p=.016$ ) 차이가 나타났다, 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)으로 사전변인을 통제하였다. 운동 8주 후( $F=.795$ ,  $p=.462$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

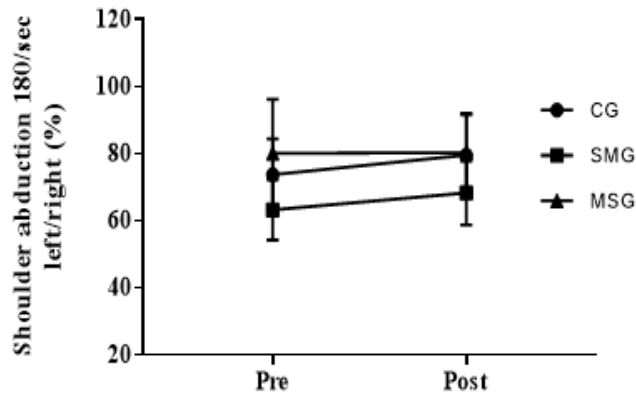


Figure 38. Change of bilateral balance ratio of abduction after resistance exercise

⑧ 견관절 내전근 좌·우비 (Bilateral balance ratio of shoulder adduction)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 견관절 내전근 좌·우비 변화 결과는 <Table 78>, <Table 79>, <Figure 39>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 견관절 내전근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 78>에 제시하였으며, <Table 79>는 견관절 내전근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 78. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° shoulder adduction left/right ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	92.75±28.12	100.48±29.86	96.62±28.99
SMG <sup>b</sup>	80.26±25.81	85.59±21.22	82.93±23.52
MSG <sup>c</sup>	82.26±30.00	99.68±31.73	90.97±30.87
Total	85.09±27.61	95.25±27.88	90.17±27.75
<i>F</i>	.573	.896	
<i>p</i>	.571	.420	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 79. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° shoulder adduction left/right ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	946.680	2	473.340	.642	.534	.045	.146
Error	19894.693	27	736.840				
Within Subject							
Period	1548.384	1	1548.384	16.312	.001	.377	.973
Group×Period	1548.384	1.000	1548.384	16.312	.001	.377	.973
Error	2562.929	27	94.923				

<Table 79>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=0.642$ ,  $p=0.534$ ), 집단 내 측정 시기( $F=16.312$ ,  $p=0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=16.312$ ,  $p=0.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=5.73$ ,  $p=.571$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=8.96$ ,  $p=.420$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 견관절 내전근 좌·우비의 상대값 변화는  $7.73 \pm 6.43(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.799$ ,  $p=.004$ ). SMG의 견관절 내전근 좌·우비의 상대값 변화는  $5.33 \pm 18.18(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며( $t=-9.27$   $p=.378$ ), MSG의 견관절 내전근 좌·우비의 상대값 변화는  $17.42 \pm 14.05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.919$ ,  $p=.004$ ).

견관절 내전근 좌우비의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 39>에서 집단 간 견관절 내전근 좌·우비의 사전값에서 유의한 차이가 나타났으며 8주 저항성 운동 후 CG, MSG에서는 견관절 내전근 좌·우비가 사전값보다 유의하게 증가하였다.

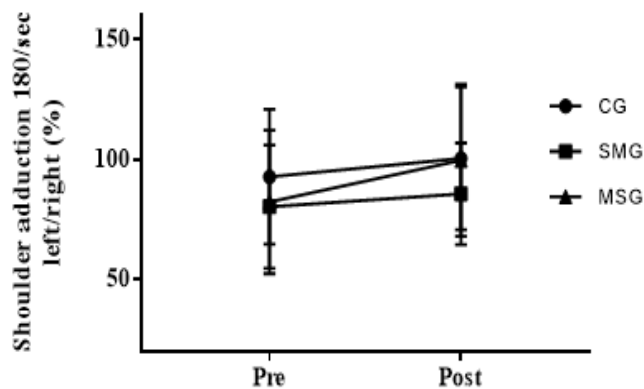


Figure 39. Change of bilateral balance ratio of adduction after resistance exercise

(6) 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 무릎(60°/sec) 등속성 근력(Knee isokinetic muscle strength)의 변화

① 좌무릎관절 굴신비 (Left knee flexor/extensor ratio)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌무릎관절 굴신비의 변화 결과는 <Table 80>, <Table 81>, <Figure 40>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌무릎관절 굴신비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 80>에 제시하였으며, <Table 81>은 좌무릎관절 굴신비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 80. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° left knee flexor/extensor ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	60.19±8.09	61.93±7.69	61.06±7.89
SMG <sup>b</sup>	60.24±22.86	62.66±17.87	61.45±20.37
MSG <sup>c</sup>	56.81±10.88	58.96±6.96	57.89±8.92
Total	59.08±14.90	61.18±11.62	60.13±13.26
<i>F</i>	.164	.270	
<i>p</i>	.849	.765	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 81. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° left knee flexor/extensor ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	76.473	2	38.237	.208	.814	.015	.079
Error	4970.369	27	184.088				
Within Subject							
Period	66.360	1	66.360	6.935	.014	.204	.719
Group×Period	1.172	2	.586	.061	.941	.005	.058
Error	258.373	27	9.569				

<Table 81>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으며( $F=.208$   $p=.814$ ), 집단

내 측정 시기( $F=6.935$ ,  $p=.014$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=.016$ ,  $p=.941$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전 ( $F=.164$ ,  $p=.849$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, 저항성 운동 8주 후( $F=.270$ ,  $p=.765$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

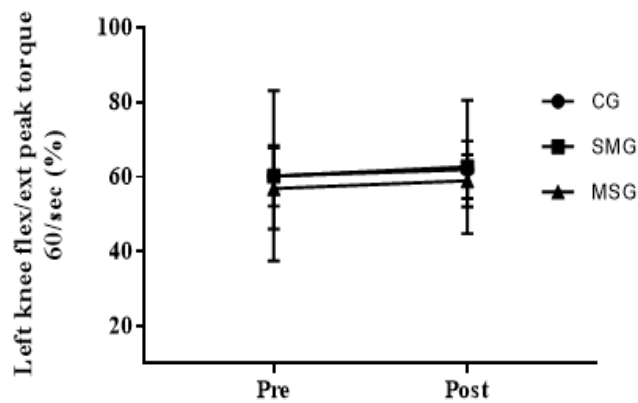


Figure 40. Changes in left knee flexor/extensor ratio after resistance exercise



② 좌골근 근력의 상대값 (Relative value of peak torque in left knee flexor)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌골근 근력의 상대값의 변화 결과는 <Table 82>, <Table 83>, <Figure 41>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌골근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 102>에 제시하였으며, <Table 83>은 좌골근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 82. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left knee flexor (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	1.48±0.27	1.62±.27	1.55±.27
SMG <sup>b</sup>	1.27±0.25	1.55±.24	1.41±.25
MSG <sup>c</sup>	1.37±0.31	1.69±.31	1.53±.31
Total	1.38±0.28	1.62±.27	1.50±.28
<i>F</i>	1.477	.869	
<i>p</i>	.246	.431	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 83. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left knee flexor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.117	2	.059	.767	.474	.054	.167
Error	2.065	27	.076				
Within Subject							
Period	.920	1	.920	970.209	.001	.973	1.000
Group×Period	.090	2	.045	47.643	.001	.779	1.000
Error	.026	27	.001				

<Table 83>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.767$ ,  $p=.474$ ), 집단 내 측정 시기( $F=970.209$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=47.643$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=1.477$ ,  $p=.246$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.869$ ,  $p=.431$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌굴근 근력의 상대값 변화는  $.14 \pm .04(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-12.439$ ,  $p=.001$ ). SMG의 좌굴근 근력의 상대값 변화는  $.28 \pm .04(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-23.184$ ,  $p=.001$ ). MSG의 좌굴근 근력의 상대값 변화는  $.32 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-18.684$ ,  $p=.001$ ).

좌굴근 근력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 41>에서 집단 간 좌굴근 근력의 상대값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 좌굴근 근력의 상대값이 사전값보다 유의하게 증가하였다.

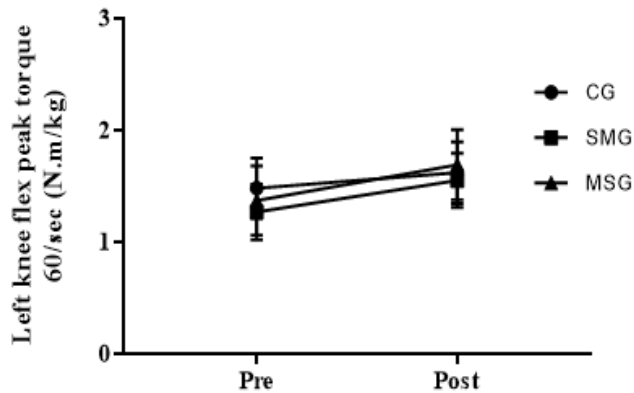


Figure 41. Change of relative value of left knee flexor after resistance exercise

③ 좌신근 근력의 상대값(Relative value of peak torque in left knee extensor)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌신근 근력의 상대값의 변화 결과는 <Table 84>, <Table 85>, <Figure 42>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌신근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 84>에 제시하였으며, <Table 85>는 좌신근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 84. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left knee extensor (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	2.47±0.35	2.63±0.34	2.55±0.35
SMG <sup>b</sup>	2.25±0.55	2.59±0.55	2.42±0.55
MSG <sup>c</sup>	2.48±0.51	2.89±0.52	2.69±0.52
Total	2.40±0.47	2.70±0.48	2.55±0.48
<i>F</i>	.729	2.392	
<i>p</i>	.492	.111	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 85. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left knee extensor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.358	2	.179	.788	.465	.055	.170
Error	6.137	27	.227				
Within Subject							
Period	1.368	1	1.368	1202.005	.001	.978	1.000
Group×Period	.173	2	.086	75.785	.001	.849	1.000
Error	.031	27	.001				

<Table 85>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.788$ ,  $p=.465$ ), 집단 내 측정 시기( $F=1202.005$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=75.785$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=7.29, p=.492$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=2.392, p=.111$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌신근 근력의 상대값 변화는  $.16 \pm .03(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-14.740, p=.001$ ). SMG의 좌신근 근력의 상대값 변화는  $.34 \pm .04(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-26.166, p=.001$ ). MSG의 좌신근 근력의 상대값 변화는  $.41 \pm .06(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-20.533, p=.001$ ).

좌신근 근력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 42>에서 집단 간 좌신근 근력의 상대값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 좌신근 근력의 상대값이 사전값보다 유의하게 증가하였다.

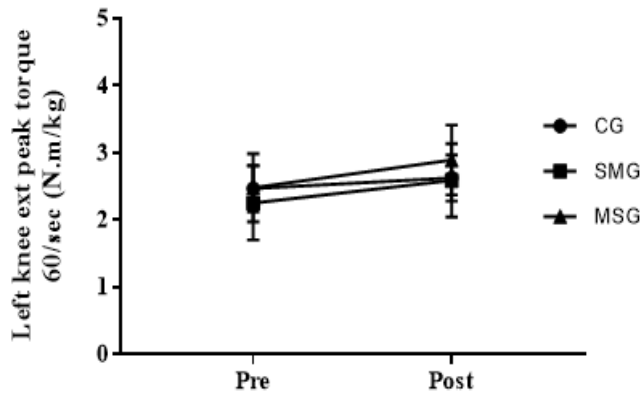


Figure 42. Change of relative value of left knee extensor after resistance exercise

④ 우무릎관절 굴신비 (Right knee flexor/extensor ratio)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우무릎관절 굴신비의 변화 결과는 <Table 86>, <Table 87>, <Figure 43>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우무릎관절 굴신비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 86>에 제시하였으며, <Table 87>은 우무릎관절 굴신비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 86. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° right knee flexor/extensor ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	57.51±6.37	59.34±6.72	58.46±6.55
SMG <sup>b</sup>	56.93±10.10	59.50±8.96	58.22±9.53
MSG <sup>c</sup>	52.96±7.07	57.74±6.27	55.35±6.67
Total	55.80±7.80	58.86±7.19	57.33±7.50
<i>F</i>	.956	.173	
<i>p</i>	.397	.842	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 87. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° right knee flexor/extensor ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	59.027	2	29.513	.508	1.607	.036	.125
Error	1568.817	27	58.104				
Within Subject							
Period	140.454	1	140.454	49.958	.001	.649	1.000
Group×Period	23.557	2	11.778	4.189	.026	.237	.687
Error	75.909	27	2.811				

<Table 87>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으며( $F=0.508$ ,  $p=1.607$ ), 집단 내 측정 시기( $F=49.958$ ,  $p=0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=4.016$ ,  $p=0.026$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동 전( $F=9.56$ ,  $p=.397$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.173$ ,  $p=.842$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우무릎관절 굴근/신근전비 변화는  $1.83 \pm 2.32(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-2.493$ ,  $p=.034$ ). SMG의 우무릎관절 굴근/신근전비 변화는  $2.57 \pm 2.80(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-2.900$ ,  $p=.018$ ). MSG의 우무릎관절 굴근/신근전비 변화는  $4.78 \pm 1.90(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-7.398$ ,  $p=.001$ ).

우무릎관절 굴신비의 변화를 종합하면, <Figure 43>에서 집단 간 우무릎관절 굴신비의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 우무릎관절 굴신비가 모두 사전값보다 유의하게 증가하였다.

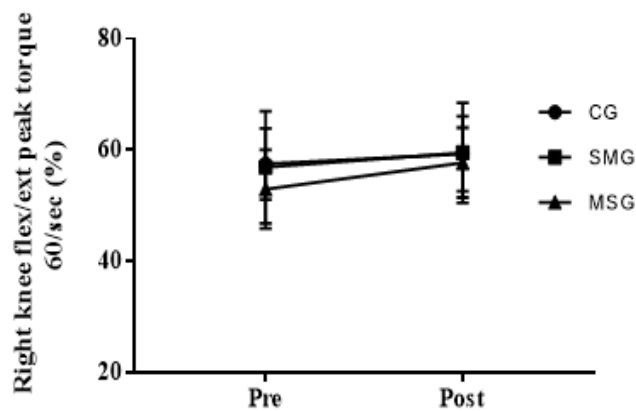


Figure 43. Changes in right knee flexor/extensor ratio after resistance exercise

⑤ 우굴근 근력의 상대값 (Relative value of peak torque in right knee flexor)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우굴근 근력의 상대값의 변화 결과는 <Table 88>, <Table 89>, <Figure 44>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우굴근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 88>에 제시하였으며, <Table 89>는 우굴근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 88. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right knee flexor (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	1.46±0.27	1.63±0.28	1.55±0.28
SMG <sup>b</sup>	1.39±0.38	1.65±0.37	1.52±0.38
MSG <sup>c</sup>	1.44±0.24	1.79±0.25	1.62±0.25
Total	1.43±0.30	1.69±0.30	1.56±0.30
<i>F</i>	.145	.869	
<i>p</i>	.866	.431	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 89. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right knee flexor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.049	2	.024	.265	.769	.019	.088
Error	2.485	27	.092				
Within Subject							
Period	1.017	1	1.017	732.051	.001	.964	1.000
Group×Period	.090	2	.045	32.496	.001	.706	1.000
Error	.037	27	.001				

<Table 89>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.265$ ,  $p=.769$ ), 집단 내 측정 시기( $F=732.051$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=32.496$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동 전( $F=1.145$ ,  $p=.866$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.869$ ,  $p=.431$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우굴근 근력의 상대값 변화는  $.17 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-10.946$ ,  $p=.001$ ). SMG의 우굴근 근력의 상대값 변화는  $.26 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-15.448$ ,  $p=.001$ ). MSG의 우굴근 근력의 상대값 변화는  $.36 \pm .06(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-19.828$ ,  $p=.001$ ).

우굴근 근력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 44>에서 집단 간 우굴근 근력의 상대값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 우굴근 근력의 상대값이 사전값보다 유의하게 증가하였다.

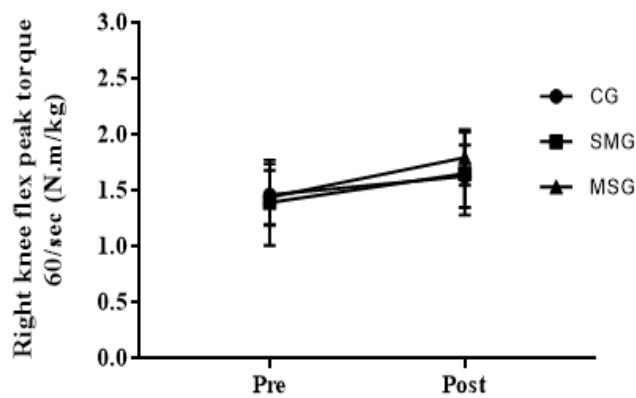


Figure 44. Change of relative value of right knee flexor after resistance exercise



⑥ 우신근 근력의 상대값(Relative value of peak torque in right knee extensor)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우신근 근력의 상대값의 변화 결과는 <Table 90>, <Table 91>, <Figure 45>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우신근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 90>에 제시하였으며, <Table 91>은 우신근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 90. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right knee extensor (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	2.55±0.42	2.75±0.40	2.65±0.41
SMG <sup>b</sup>	2.46±0.53	2.79±0.51	2.63±0.52
MSG <sup>c</sup>	2.71±0.21	3.11±0.25	2.91±0.23
Total	2.57±0.41	2.88±0.42	2.73±0.42
F	.953	2.392	
p	.398	.111	
Tukey	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 91. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right knee extensor

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.491	2	.246	1.498	.242	.100	.291
Error	4.428	27	.164				
Within Subject							
Period	1.414	1	1.414	926.589	.001	.972	1.000
Group×Period	.104	2	.052	34.187	.001	.717	1.000
Error	.041	27	.002				

<Table 91>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.498$ ,  $p=.242$ ), 집단 내 측정 시기( $F=926.589$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=34.187$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동 전( $F=9.53$ ,  $p=.389$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=2.392$ ,  $p=.111$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우신근 근력의 상대값 변화는  $.20 \pm .07(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-9.338$ ,  $p=.001$ ). SMG의 우신근 근력의 상대값 변화는  $.33 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-19.824$ ,  $p=.001$ ). MSG의 우신근 근력의 상대값 변화는  $.40 \pm .04(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-27.892$ ,  $p=.001$ ).

우신근 근력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 45>에서 집단 간 우신근 근력의 상대값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 우신근 근력의 상대값이 모두 사전값보다 유의하게 증가하였다.

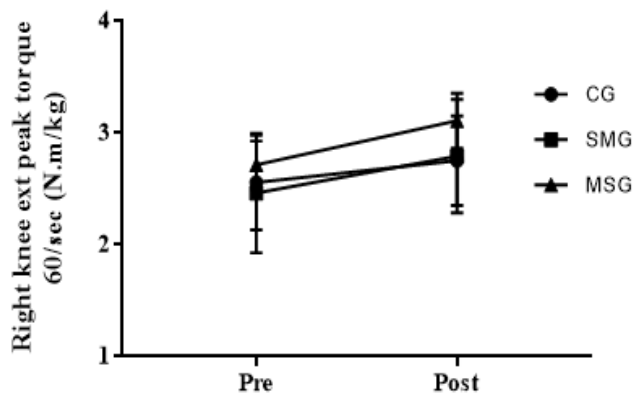


Figure 45 Change of relative value of right knee extensor after resistance exercise

⑦ 무릎 관절 굴근 좌·우비(Knee bilateral balance ratio of flexors)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 무릎 관절 굴근 좌·우비의 변화 결과는 <Table 92>, <Table 93>, <Figure 46>에서 제시하였다

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 무릎 관절 굴근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 92>에 제시하였으며, <Table 93>은 무릎 관절 굴근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 92. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° knee bilateral balance ratio of flexors (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	102.32±12.34	100.68±12.11	69.68±6.82
SMG <sup>b</sup>	96.42±29.02	97.34±22.11	70.60±4.19
MSG <sup>c</sup>	95.35±12.59	94.33±10.00	94.84±11.30
Total	98.03±19.17	97.45±15.34	97.74±17.26
F	.367	.412	
p	.697	.667	
Tukey	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 93. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° knee bilateral balance ratio of flexors

Variable	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	232.872	2	116.436	.382	.686	.027	.105
Error	8237.920	27	305.108				
Within Subject							
Period	5.046	1	5.046	.261	.614	.010	.078
Group×Period	17.836	2	8.918	.461	.635	.033	.117
Error	521.778	27	19.325				

<Table 93>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으며( $F=.382$ ,  $p=.686$ ), 집단 내 측정 시기( $F=.261$ ,  $p=.614$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=.461$ ,  $p=.635$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=3.367, p=.697$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=4.12, p=.667$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

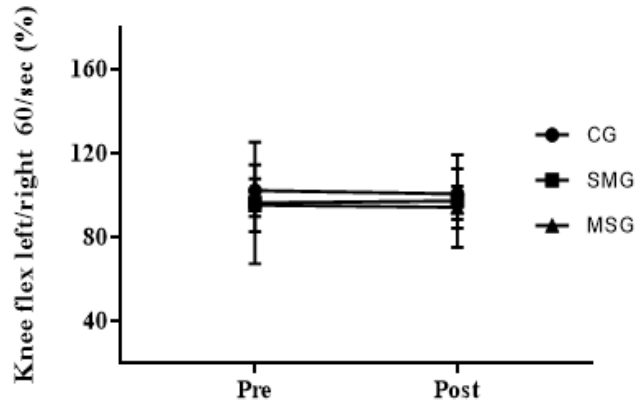


Figure 46. Change of Knee bilateral balance ratio of flexors after resistance exercise

⑧ 무릎 관절 신근 좌·우비 (Knee bilateral balance ratio of extensor)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 무릎 관절 신근 좌·우비의 변화 결과는 <Table 94>, <Table 95>, <Figure 47>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 무릎 관절 신근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 94>에 제시하였으며, <Table 95>는 무릎 관절 신근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 94. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° knee bilateral balance ratio of extensor (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	98.00±12.69	95.32±10.52	96.66±11.61
SMG <sup>b</sup>	92.45±14.11	93.26±12.77	92.86±13.44
MSG <sup>c</sup>	91.84±17.18	93.86±15.49	92.85±16.34
Total	94.10±14.54	94.15±12.65	94.13±13.60
<i>F</i>	.527	.066	
<i>p</i>	.596	.937	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 95. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° knee bilateral balance ratio of extensor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	96.647	2	48.324	.251	.780	.018	.085
Error	5193.986	27	192.370				
Within Subject							
Period	.038	1	.038	.008	.930	.001	.051
Group×Period	59.557	2	29.778	6.174	.006	.314	.853
Error	130.221	27	4.823				

<Table 95>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으며( $F=0.251$ ,  $p=0.780$ ), 집단 내 측정 시기( $F=0.008$ ,  $p=0.930$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 반면, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=6.174$ ,  $p=0.006$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동 전( $F=527, p=.596$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.066, p=.937$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 무릎 관절 신근 좌·우비의 변화는  $2.68 \pm 4.04(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-2.100, p=.065$ ). SMG의 무릎 관절 신근 좌·우비의 변화는  $.81 \pm 2.34(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=-1.093, p=.303$ ). MSG의 무릎 관절 신근 좌·우비의 변화는  $2.02 \pm 2.68(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-2.387, p=.041$ ).

무릎 관절 신근 좌·우비의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 47>에서 집단 간 무릎 관절 신근 좌·우비의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 MSG에서는 사전값보다 무릎 관절 신근 좌·우비가 유의하게 증가하였다.

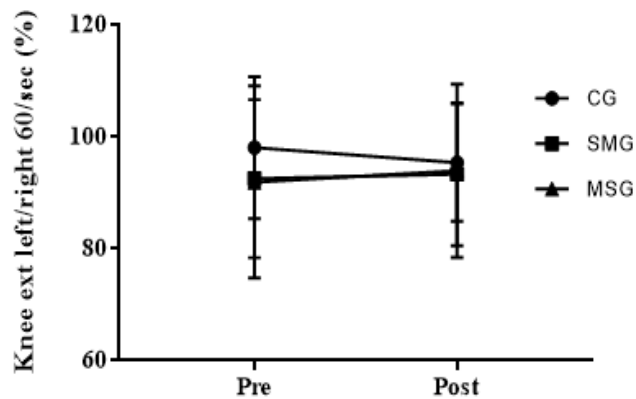


Figure 47. Change of knee bilateral balance ratio of extensor after resistance exercise

(7) 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 무릎(180°/sec) 등속성 근지구력(Knee isokinetic muscle strength)의 변화

① 좌무릎관절 굴신비 (Left knee flexor/extensor ratio)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌무릎관절 굴신비의 변화 결과는 <Table 96>, <Table 97>, <Figure 48>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌무릎관절 굴신비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 96>에 제시하였으며, <Table 97>은 좌무릎관절 굴신비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 96. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° left knee flexor/extensor ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	59.11±9.18	58.69±8.70	58.90±8.94
SMG <sup>b</sup>	55.02±18.20	57.08±15.29	56.05±16.75
MSG <sup>c</sup>	54.80±9.67	58.04±7.43	56.42±8.55
Total	56.31±12.73	57.94±10.66	57.13±11.70
<i>F</i>	.347	.054	
<i>p</i>	.710	.948	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 97. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° left knee flexor/extensor ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	48.033	2	24.016	.169	.845	.012	.074
Error	3836.721	27	142.101				
Within Subject							
Period	39.691	1	39.691	5.582	.026	.171	.625
Group×Period	34.897	2	17.449	2.454	.105	.154	.451
Error	191.992	27	7.111				

<Table 97>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.169$ ,  $p=.845$ ), 집단

내 측정 시기( $F=5.582$ ,  $p=.026$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=2.454$ ,  $p=.105$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=.347$ ,  $p=.710$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.054$ ,  $p=.948$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

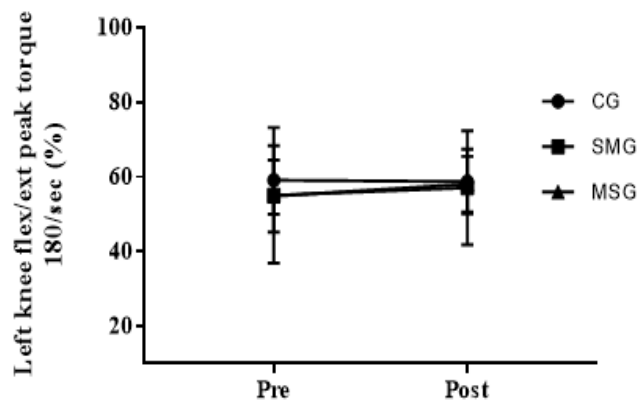


Figure 48. Changes in left knee flexor/extensor ratio after resistance exercise



② 좌골근 근지구력의 상대값 (Relative value of peak torque in left knee flexor)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌골근 근지구력의 상대값의 변화 결과는 <Table 98>, <Table 99>, <Figure 49>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌골근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 98>에 제시하였으며, <Table 99>는 좌골근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 일원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 98. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Left knee flex peak torque to body weight (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	1.26±0.30	1.32±0.28	1.29±0.29
SMG <sup>b</sup>	1.00±0.28	1.20±0.29	1.10±0.29
MSG <sup>c</sup>	1.16±0.35	1.42±0.33	1.29±0.34
Total	1.35±0.32	1.31±0.31	1.33±0.32
<i>F</i>	1.888	.533	
<i>p</i>	.171	.394	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 99. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left knee flexor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.248	2	.124	1.337	.279	.090	.263
Error	2.508	27	.093				
Within Subject							
Period	.479	1	.479	484.751	.001	.947	1.000
Group×Period	.111	2	.056	56.391	.001	.807	1.000
Error	.027	27	.001				

<Table 99>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다( $F=1.337$ ,  $p=.279$ ), 집단 내 측정 시기( $F=484.751$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=56.391$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동 전( $F=1.888$ ,  $p=.171$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.533$ ,  $p=.394$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌굴근 근지구력의 상대값 변화는  $.06 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났( $t=-4.145$ ,  $p=.003$ ). SMG의 좌굴근 근지구력의 상대값 변화는  $.21 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났으며( $t=13.080$ ,  $p=.001$ ), MSG의 좌굴근 근지구력의 상대값 변화는  $.27 \pm .03(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났( $t=8.738$ ,  $p=.001$ ).

좌굴근 근지구력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 49>에서 집단 간 좌굴근 근지구력의 상대값 에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 좌굴근 근지구력의 상대값이 모두 사전값보다 증가하는 경향을 보였다.

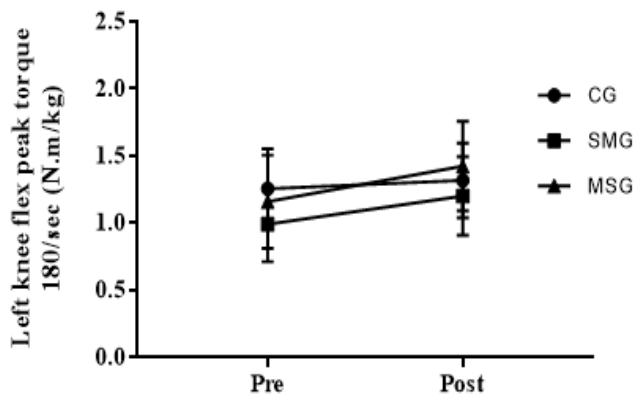


Figure 49. Change of relative value of left knee flexor after resistance exercise

③ 좌신근 근지구력의 상대값 (Relative value of peak torque in left knee extensor)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌신근 근지구력의 상대값의 변화 결과는 <Table 100>, <Table 101>, <Figure 50>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌신근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 100>에 제시하였으며, <Table 101>은 좌신근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 100. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° left knee extensor (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	2.12±0.33	2.24±0.34	2.18±0.34
SMG <sup>b</sup>	1.90±0.58	2.18±0.57	2.04±0.58
MSG <sup>c</sup>	2.12±0.52	2.47±0.53	2.30±0.53
Total	2.05±0.48	2.30±0.49	2.18±0.49
<i>F</i>	.645	.965	
<i>p</i>	.533	.394	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 101. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left knee extensor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.320	2	.160	.672	.519	.047	.151
Error	6.423	27	.238				
Within Subject							
Period	.948	1	.948	704.190	.001	.963	1.000
Group×Period	.129	2	.064	47.766	.001	.780	1.000
Error	.036	27	.001				

<Table 101>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다( $F=0.672$ ,  $p=0.519$ ), 집단 내 측정 시기( $F=704.190$ ,  $p=0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=47.766$ ,  $p=0.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=654, p=.533$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.965, p=.394$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌신근 근지구력의 상대값 변화는  $.13 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-8.738, p=.001$ ). SMG의 좌신근 근지구력의 상대값 변화는  $.28 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났으며( $t=-18.857, p=.001$ ), 또한, MSG의 좌신근 근지구력의 상대값 변화는  $.35 \pm .06(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-17.932, p=.001$ ).

좌신근 근지구력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 50>에서 집단 간 좌신근 근지구력의 상대값 에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 좌신근 근지구력의 상대값이 모두 사전값보다 유의하게 증가하였다.

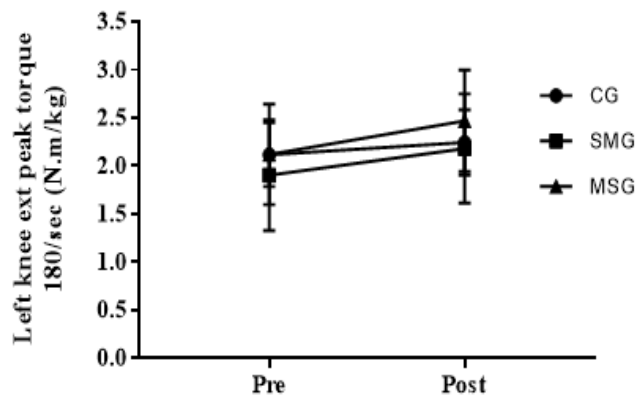


Figure 50. Change of relative value of left knee extensor after resistance exercise

④ 우무릎관절 굴신비 (Right knee flexor/extensor ratio)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우무릎관절 굴신비의 변화 결과는 <Table 102>, <Table 103>, <Figure 51>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우무릎관절 굴신비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 102>에 제시하였으며, <Table 103>은 우무릎관절 굴신비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복 측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 102. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° right knee flexor/extensor ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	58.34±8.11	56.89±7.77	57.62±7.94
SMG <sup>b</sup>	58.02±12.55	58.83±12.50	58.43±12.53
MSG <sup>c</sup>	53.50±8.50	55.63±7.36	54.57±7.93
Total	56.62±9.84	57.11±9.26	56.87±9.55
<i>F</i>	.744	.288	
<i>p</i>	.485	.752	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 103. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° right knee flexor/extensor ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	82.786	2	41.393	.445	.646	.032	.115
Error	2512.211	27	93.045				
Within Subject							
Period	3.651	1	3.651	1.371	.252	.048	.204
Group×Period	32.972	2	16.486	6.191	.006	.314	.854
Error	71.897	27	2.663				

<Table 103>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다( $F=0.445$ ,  $p=0.646$ ), 집단 내 측정 시기( $F=1.371$ ,  $p=0.252$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 반면, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=6.191$ ,  $p=0.006$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동 전( $F=7.44$ ,  $p=.485$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.288$ ,  $p=.752$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우무릎관절 굴신비 변화는  $1.46 \pm 2.60(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=1.775$ ,  $p=.110$ ). SMG의 우무릎관절 굴신비 변화는  $.81 \pm 2.57(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-.995$ ,  $p=.346$ ). MSG의 우무릎관절 굴신비 변화는  $2.13 \pm 1.61(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.190$ ,  $p=.002$ ).

우무릎관절 굴신비의 변화를 종합하면, <Figure 51>에서 집단 간 우무릎관절 굴신비의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으나 8주 저항성 운동 후 MSG에서는 우무릎관절 굴신비가 모두 사전값보다 유의하게 증가하였다.

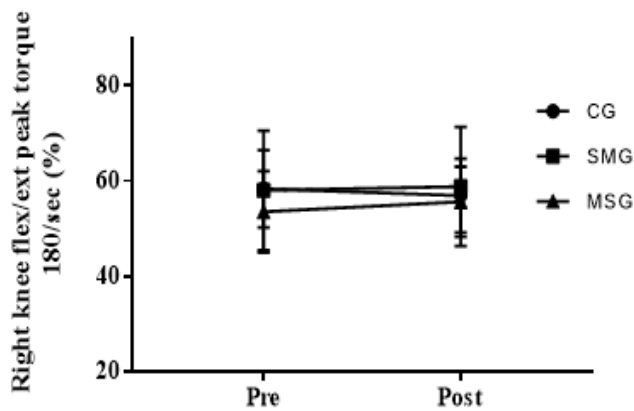


Figure 51. Changes in right knee flexor/extensor ratio after resistance exercise

⑤ 우굴근 근지구력의 상대값(Relative value of peak torque in right knee flexor)  
 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우굴근 근지구력의 상대값의 변화 결과는 <Table 104>, <Table 105>, <Figure 52>에  
 서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우굴근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 104>에 제시하였으며, <Table 105>는 우굴근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 일원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 104. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right knee flexor (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	1.28±0.29	1.33±0.29	1.31±0.29
SMG <sup>b</sup>	1.20±0.39	1.38±0.40	1.29±0.40
MSG <sup>c</sup>	1.26±0.25	1.50±0.26	1.38±0.26
Total	1.24±0.31	1.41±0.32	1.32±0.32
<i>F</i>	.184	.721	
<i>p</i>	.833	.495	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 105. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right knee flexor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.046	2	.023	.225	.800	.016	.082
Error	2.754	27	.102				
Within Subject							
Period	.392	1	.392	270.408	.001	.909	1.000
Group×Period	.098	2	.049	33.647	.001	.714	1.000
Error	.039	27	.001				

<Table 105>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=225$ ,  $p=.800$ ), 집단 내 측정 시기( $F=270.408$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=33.647$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동 전( $F=1.84, p=.833$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=7.21, p=.495$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우굴근 근지구력의 상대값 변화는  $.05 \pm .06(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났( $t=-2.846, p=.019$ ). SMG의 우굴근 근지구력의 상대값 변화는  $.19 \pm .06(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났( $t=-9.347, p=.001$ ). MSG의 우굴근 근지구력의 상대값 변화는  $.25 \pm .04(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났( $t=-21.819, p=.001$ ).

우굴근 근지구력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 52>에서 집단 간 우굴근 근지구력의 상대값 에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 우굴근 근지구력의 상대값이 모두 사전값보다 유의하게 증가하였다.

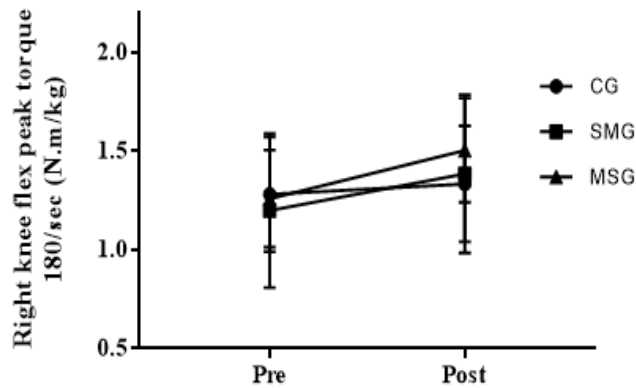


Figure 52. Change of relative value of right knee flexor after resistance exercise



⑥ 우신근 근지구력의 상대값(Relative value of peak torque in right knee extensor)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 우신근 근지구력의 상대값의 변화 결과는 <Table 106>, <Table 107>, <Figure 53>에 서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 우신근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 106>에 제시하였 으며, <Table 107>은 우신근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위 해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 106. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right knee extensor (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	2.20±0.42	2.34±0.39	2.27±0.41
SMG <sup>b</sup>	2.09±0.56	2.38±0.55	2.24±0.56
MSG <sup>c</sup>	2.35±0.21	2.70±0.24	2.53±0.23
Total	2.21±0.42	2.47±0.43	2.34±0.43
<i>F</i>	.920	2.243	
<i>p</i>	.411	.126	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 107. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right knee extensor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.491	2	.246	1.409	.262	.094	.276
Error	4.706	27	.174				
Within Subject							
Period	1.022	1	1.022	989.740	.001	.973	1.000
Group×Period	.111	2	.056	53.835	.001	.800	1.000
Error	.028	27	.001				

<Table 107>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.409$ ,  $p=.262$ ), 집단 내 측정 시기( $F=989.740$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=53.835$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=9.20$ ,  $p=.411$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=2.243$ ,  $p=.126$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우신근 근지구력의 상대값 변화는  $.15 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-9.573$ ,  $p=.001$ ). SMG의 우신근 근지구력의 상대값 변화는  $.29 \pm .04(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-22.526$ ,  $p=.001$ ). MSG의 우신근 근지구력의 상대값 변화는  $.35 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-23.263$ ,  $p=.001$ ).

우신근 근지구력의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 53>에서 집단 간 우신근 근지구력의 상대값 에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 8주 저항성 운동 후 CG, SMG, MSG에서는 우신근 근지구력의 상대값이 모두 사전값보다 유의하게 증가하였다.

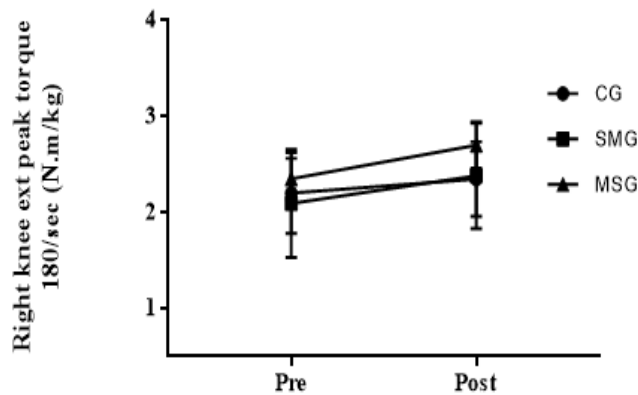


Figure 53. Change of relative value of right knee extensor after resistance exercise

⑦ 무릎 관절 굴근 좌·우비(Knee bilateral balance ratio of flexors)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 무릎 관절 굴근 좌·우비의 변화 결과는 <Table 108>, <Table 109>, <Figure 54>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 무릎 관절 굴근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 108>에 제시하였으며, <Table 109>는 무릎 관절 굴근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 일원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 108. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° knee bilateral balance ratio of flexors (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	99.76±17.58	100.42±16.40	100.09±16.99
SMG <sup>b</sup>	86.32±19.10	90.06±20.63	88.19±19.87
MSG <sup>c</sup>	91.20±17.33	94.72±14.54	92.96±15.94
Total	92.43±18.28	95.07±17.31	93.75±17.80
<i>F</i>	1.425	.892	
<i>p</i>	.258	.422	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 109. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° knee bilateral balance ratio of flexors

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	717.333	2	358.666	1.169	.326	.080	.235
Error	8282.772	27	306.769				
Within Subject							
Period	104.544	1	104.544	7.956	.009	.228	.776
Group×Period	29.524	2	14.762	1.123	.340	.077	.227
Error	354.792	27	13.140				

<Table 109>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.169$ ,  $p=.326$ ), 집단 내 측정 시기( $F=7.956$ ,  $p=.009$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.123$ ,  $p=.340$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동 전( $F=1.425$ ,  $p=.258$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.892$ ,  $p=.422$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

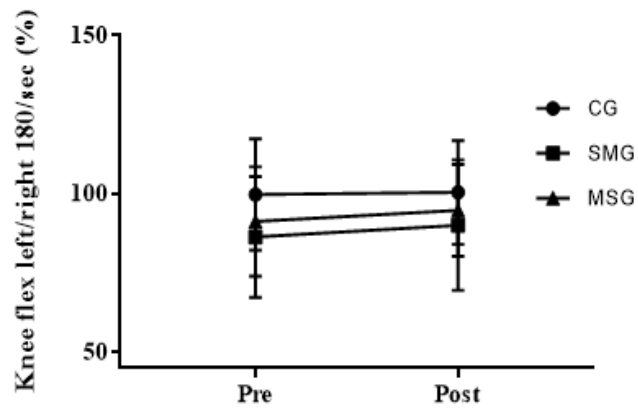


Figure 54. Change of Knee bilateral balance ratio of flexors after resistance exercise

⑧ 무릎 관절 신근 좌·우비(Knee bilateral balance ratio of extensor)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 무릎 관절 신근 좌·우비의 변화 결과는 <Table 110>, <Table 111>, <Figure 55>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 무릎 관절 신근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 110>에 제시하였으며, <Table 111>은 무릎 관절 신근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 110. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° knee bilateral balance ratio of extensor (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	98.35±15.35	96.87±12.28	97.61±13.82
SMG <sup>b</sup>	92.59±18.19	92.86±15.65	92.73±16.92
MSG <sup>c</sup>	90.03±19.28	91.27±16.38	90.65±17.83
Total	93.66±17.43	93.67±14.55	93.67±15.99
<i>F</i>	.580	.376	
<i>p</i>	.567	.690	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; SMG<sup>b</sup>, Single joint after multi joint exercise group; MSG<sup>c</sup> Multi joint after single joint exercise group

Table 111. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° knee bilateral balance ratio of extensor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	255.368	2	127.684	.484	.621	.035	.121
Error	7118.770	27	263.658				
Within Subject							
Period	.002	1	.002	.001	.988	.001	.050
Group×Period	19.003	2	9.502	1.364	.273	.092	.268
Error	188.021	27	6.964				

<Table 111>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다( $F=0.484$ ,  $p=0.621$ ), 집단 내 측정 시기( $F=0.001$ ,  $p=0.988$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.364$ ,

$p=.273$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동 전( $F=5.580$ ,  $p=.567$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=3.376$ ,  $p=.690$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

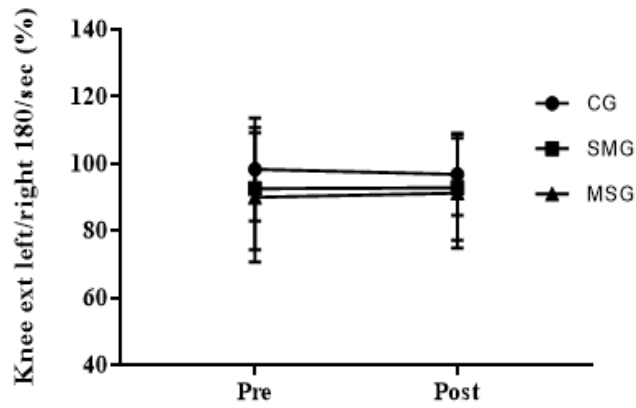


Figure 55. Change of knee bilateral balance ratio of extensor after resistance exercise

## IV. 연구Ⅱ: 저항성 운동프로그램 형태가 상·하지 관절의 주동근과 길항근 근력 및 근비대에 미치는 효과

### 1. 연구의 필요성

저항성 운동은 역량 향상과 근육량 증가에 널리 활용된다(Fonseca et al., 2014). 일반적으로 저항성 운동에서 등장성 운동은 근육량 증가에 효과적이라고 알려져 있다(Roelants et al., 2004). 꾸준한 저항성 운동을 통해 근섬유 크기 증가, 근력 향상, 근육량 증가, 체지방량 감소의 효과를 기대할 수 있으며(Fleck & Kraemer, 1997), 운동 효과를 향상시키기 위해 다양한 형태의 프로그램을 계획하고 실시할 수 있다.

저항성 운동은 근육량 증가, 체지방량 감소, 체형 개선을 가능케 한다. 근육량 증가에 따라 미토콘드리아 수와 밀도, 지방의 산화 능력이 증가하고 대사활동이 활발해지면서 일일 칼로리 소모량이 증가한다(Candow & Burke, 2007). 저항성 운동 방법에는 다양한 운동프로그램이 있으며, 일반적으로 슈퍼세트(Super set), 피라미드세트(Pyramid set), 복합세트(Compound set)가 활용되고 있다. 선행연구에 따르면, (Kramer et al., 1997)은 저항성 역량 훈련은 웨이트 훈련 방법으로 수행할 수 있으며, 부하를 도구로 활용해 근육 기능의 역량을 높임으로써 체력 향상, 부상 발생 위험 예방, 건강 증진을 가능케 한다고 언급하였다. 저항성 운동은 자신의 체중부하를 이용하거나 덤벨, 바벨, 헬스 기구 등과 같은 외부 부하를 이용하여 수행할 수 있다. 자신의 체중을 이용한 운동 중에서도 가장 보편적으로 사용하는 방법은 턱걸이, 팔굽혀펴기, 윗몸일으키기이고, 외부 부하를 이용한 운동 방법은 매우 다양하고 그 방법은 훈련 목적에 따라 다르게 이용된다. 일반적으로 부하가 증가할수록 반복 횟수는 감소한다.

피라미드세트에는 웨이트 감소와 세트당 훈련 반복횟수 증가가 포함되며, 이는 총 훈련량을 늘릴 수 있다(Santos et al., 2020). (Husein et al., 2007)은 피라미드세트가 근력훈련 시스템 중에서 근력증가가 효과적인 방법 중 하나라고 언급하였다. 이 시스템에서는 실험자는 낮은 강도로 웨이트를 하기 시작한 다음 점차 그 강도를 높인다. 선행연구에 따르면 저항운동을 한 성인의 신경근 기능의 급성 영향에 대해 피라

미드세트는 기존 세트보다 하지 신경성 기능에 더 효과가 좋다고 언급하였다 (Vasconcelos et al., 2021). 이 외에 선행연구에 따르면 피라미드세트로 웨이트를 한 결과 다리와 등의 근력, 근지구력, 등속성 근기능에 효과를 보였다고 언급하였다 (Prasetyo & Nasrulloh, 2017). 또한, 연구에 따르면 피라미드세트는 일종의 훈련 방법으로, 세트당 부하를 증가시킨 다음 반복 횟수를 줄인다고 언급하였다. 피라미드 세트는 변화하는 저항 사용과 반복 횟수로 더 높은 강도의 운동을 허용하고 체적 손실을 유발하지 않기 때문에 동화작용 환경을 유지하고 근비대를 늘린다(Fischetti et al., 2019).

슈퍼세트 저항성 운동은 주동근과 길항근을 연속적으로 운동한 후 일정 기간 휴식을 취하는 것이다. 이는 훈련의 효율성을 향상시키고 단기간 내에 적절한 저항 훈련을 위한 효과적인 메커니즘을 제공할 수 있다(Sabido et al., 2016; Schoenfeld et al., 2011). 또한, 선행연구에 따르면 네 가지 다른 근비대 저항운동 방법에 따른 급성 반응을 비교한 결과 슈퍼세트 저항운동이 기존 세트의 저항운동보다 근비대에 더 좋은 효과를 나타낸다는 사실을 발견하였다(Sabido & Hernández, 2016). 이외에도 기존 세트(The effects of traditional), 슈퍼세트, 트라이세트 저항운동(tri-set resistance training) 구조가 지각 강도와 생리적 반응에 미치는 영향에 대해서 연구한 결과 SS와 TRI는 훈련 효율성을 향상시키고 시간을 단축시키지만, 급성과 단기간 생리적 반응에서 뚜렷한 효과가 보이지 않은 것으로 나타났다(Weakley & Jones, 2017).

피라미드세트는 근력과 신체 구성 증가에 효과적인 방법인 것으로 여겨진다 (Robbins & Young, 2010). 이 훈련 프로그램을 조사한 연구에 따르면, 비록 모든 훈련 단계의 회복 시간이 줄어들지만, 저항운동량에 거의 안 좋은 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다(Maia et al., 2014; Robbins et al., 2010). 하지만, 이러한 훈련 시간 감소는 운동자각도(RPE) 등 내부 훈련 부하에 대한 지각을 바꿀 수 있다(Balsamo et al., 2012). 이를 위해 피라미드세트는 훈련 효율성을 향상시키고 훈련 시간을 줄여주면서 지각의 훈련 부하를 바꿀 수 있지만, 이러한 변화에 대한 구체적인 데이터는 아직 명확하지 않다.

복합세트 운동도 저항성 운동에서 자주 사용되는 방법으로, 다양한 헬스 기구와 운동 방법을 활용해 비슷한 부위의 근육을 단련하여 근육을 더 효과적으로 자극한



다(Trecroci et al., 2020). 그리고 8주간 복합세트를 활용한 웨이트 훈련을 역량과 지구력 향상이 필요한 사격선수에게 적용한 결과 복합세트 저항성 운동은 사격선수의 팔 근육과 근지구력 향상에 큰 효과를 보인 것으로 나타났다(Nasrulloh & Pratama, 2022). 또한, 여성의 복합세트와 기존 세트 저항운동(Traditional Set Resistance Training)을 비교하기 위해 12주간 하지 저항성 운동을 진행한 결과 최대근력, 근육 두께, 근육 단면적에는 별다른 차이를 보이지 않았지만, 근지구력은 조금 향상된 것으로 나타났다(Merrigan & White, 2019). 이외에도 30초와 120초 휴식시간을 둔 슈퍼세트와 복합세트 방법이 체력에 미치는 영향을 확인하기 위해 심폐지구력, 유연성, 근력, 신체 구성을 분석한 결과, 슈퍼세트는 복합세트보다 체지방률 감소에 더 효과적인 반면, 복합세트는 슈퍼세트보다 근력과 근지구력 향상에 더 효과적인 것으로 나타났다(Nasrulloh & Mintarto, 2019). 또한, 건강한 남성을 대상으로 6주간 복합세트(compound set)와 복합 운동(Complex Training)을 진행하고 근력, 순발력 등을 분석한 결과 복합세트는 하지 역량과 순발력을 효과적으로 증가시키는 것으로 나타났다(Stasinaki & Gloumis, 2015). 이외에도 12주간 복합 운동이 비만 청소년 체지방 관련 세포에 미치는 영향에서는 규칙적인 복합운동이 비만 청소년의 비만 치료와 건강 개선에 도움이 되고(김종식 & 강희성, 2011), 장기간 복합세트를 수행하는 것은 심혈관 위험 요소와 산화 스트레스 감소, 뇌졸중 재발 방지에 어느 정도 효과가 있는 것으로 나타났다(신윤아 & 김효중, 2010).

복합세트, 슈퍼세트, 피라미드세트와 기존 저항성 운동을 비교한 많은 연구 사례들을 살펴보면, 신체 구성, 최대근력, 근지구력, 심폐기능 등에 변화가 생기는 것으로 나타났다(Fatouros et al., 2017). 복합세트, 슈퍼세트, 피라미드세트를 기존 저항성 운동과 비교한 연구 사례는 많은 편이지만, 복합세트, 슈퍼세트, 피라미드세트의 세 가지 운동 방식을 서로 비교한 연구 사례는 적은 편이다. 따라서 본 연구를 통해 이 세 가지 운동 방식에 따른 운동의 효과를 비교·분석하고자 한다.

## 2. 연구의 목적

본 연구Ⅱ의 목적은 저항성 운동프로그램 형태(피라미드세트, 슈퍼세트, 복합세트)가 상·하지 관절의 주동근과 길항근 근력 및 근비대에 미치는 효과를 규명하고자 한다.

### 3. 연구 방법

#### 1) 실험설계

본 연구Ⅱ의 목적은 저항성 운동프로그램 형태(피라미드세트, 슈퍼세트, 복합세트)가 상·하지 관절의 주동근과 길항근 근력 및 근비대에 미치는 효과를 확인하기 위한 실험설계이다.

본 연구의 실험설계는 <Figure 56>과 같다.

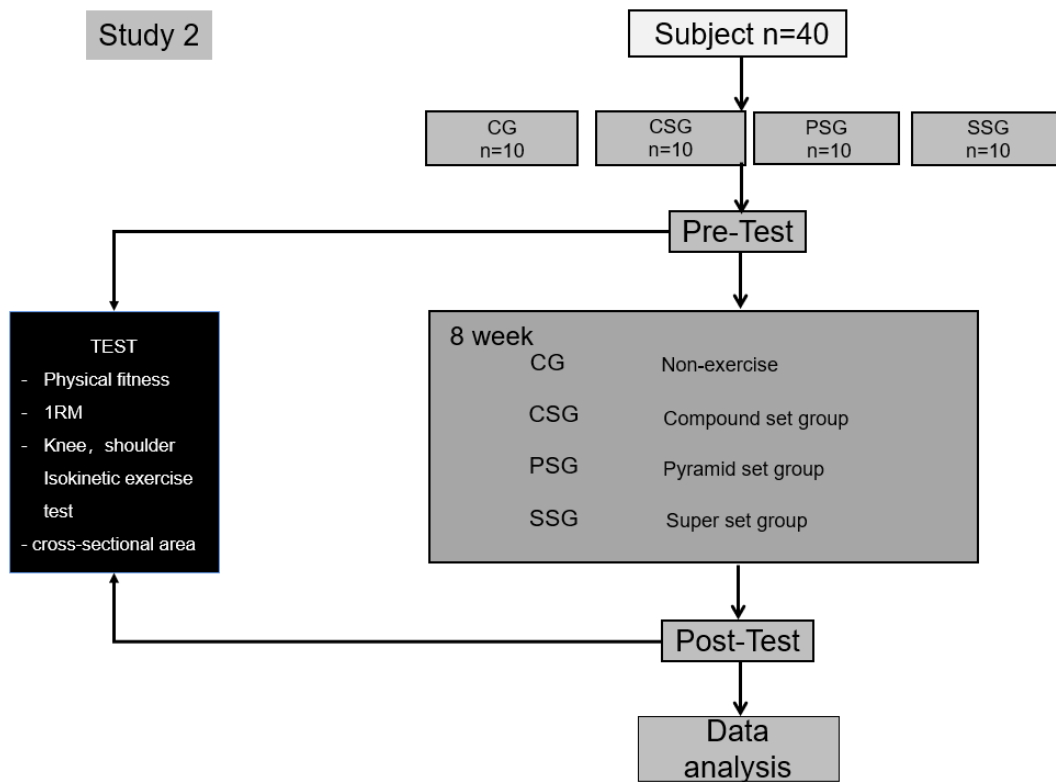


Figure 56. The experimental study design for study II CG: Control group, CSG: Compound set group, PSG: Pyramid set group, SSG: Super set group

## 2) 연구대상

본 연구의 대상자는 최근 6개월간 심혈관계 및 근골격계 질환이 없는 대학생 19~23대 남성(n=40)을 모집하였으며, 본 연구를 위해 40명의 대상자를 무선 할당(random assignment)하여 8주간 복합세트 운동그룹(Compound set exercise group: CSG, n=10), 피라미드세트 운동그룹(Pyramid set exercise group: PSG, n=10), 슈퍼세트 운동그룹(Super set exercise group: SSG, n=10), 완전휴식그룹(Control group: CG, n=10) 총 4개의 그룹으로 구분하였다.

대상자들은 연구의 내용과 목적을 이해하고 참가 동의서를 작성한 후 실험에 참여하도록 하였으며, 제주대학교 연구윤리위원회의 승인을 (JJNU-IRB-2023-005)을 받은 후 실시하였다.

본 연구대상자의 신체적 특성은 <Table 112>와 같다.

Table 112. Characteristics of participants (n=40)

	CG <sup>a</sup> (n=10)	CSG <sup>b</sup> (n=10)	PSG <sup>c</sup> (n=10)	SSG <sup>d</sup> (n=10)	Total	F	P
Height (cm)	174.10±4.68	171.90±4.43	173.20±3.43	174.40±4.30	173.40±4.20	.702	.557
Weight (kg)	72.56±5.60	72.89±5.80	68.70±6.23	72.53±7.20	71.67±6.23	1.018	.396
SMM (kg)	31.06±2.80	31.22±3.48	29.65±2.84	32.33±2.95	31.06±3.06	1.318	.283
BFM (kg)	21.23±4.05	22.06±4.36	20.79±4.45	20.07±3.56	21.03±4.03	.408	.748
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.92±1.21	24.67±1.62	22.88±1.70	23.81±1.71	23.82±1.64	2.171	.108
%BF	29.17±4.57	30.07±4.44	30.15±5.07	27.73±4.11	29.28±4.49	.608	.614
ChestC (cm)	96.95±8.67	96.63±6.14	93.60±5.28	96.70±4.42	95.97±6.24	.628	.602
ArmC (cm)	32.20±2.40	33.18±2.03	31.14±1.89	33.22±1.13	32.44±2.03	2.608	.057
ThighC (cm)	55.66±3.36	55.90±4.05	55.68±4.10	57.41±2.50	56.16±3.50	.554	.649
CalfC (cm)	36.57±3.22	36.26±2.84	34.97±2.14	35.85±2.30	35.91±2.63	.681	.570

Mean±standard deviation

CG<sup>a</sup>, non-exercise group; CSG<sup>b</sup>, Compound set group; PSG<sup>c</sup>, Pyramid set group; SSG<sup>d</sup>, Super set group, SMM, skeletal muscle mass; BFM, body fat mass; BMI, body mass index; %BF, percent body fat; ChestC, circumference; ArmC, Upper arm circumference; ThighC, Thigh circumference; CalfC, Calf circumference

#### 4. 운동프로그램

본 연구의 운동프로그램에서는 compound set, pyramid set, super set, 세 운동 프로그램이 8주간 주 3회, 운동강도는 1RM 60~80%로 진행하고 운동자각도(Rating of perceived exertion: RPE; Borg Scale) 8~12, 운동간 휴식시간이 90-120초로 실시하였다.

본 연구의 운동프로그램은 <Table 113>과 같다.

Table 113. Study II training program

Session	Exercise	Intensity/Time
Warm-up	Dynamic stretching	3 min
	Running	7 min
Main-exercise 50 min	Bench press	3 days a week Exercise: 0~40(sec) Rest: 10~90(sec) Sets: 4 1RM 60~80%
	Incline push-up	
	Under-griplat pull down	
	Cable row	
	Dumbbellshoulder press	
	Side lateral raise	
	Lunge	
	Leg extension	
	Stiff deadlift	
	Leg curl	
Leg press		
Squat		
Cool-down	Static stretching	5 min

## 5. 측정항목 및 방법

### 1) 체격 및 신체 구성(Physique and body composition)

체격 및 신체 구성 측정을 위해 대상자들은 8시간 공복 상태에서 오전 9시에 실험실을 방문하도록 하였다. 가벼운 의복으로 환복 후 신발을 착용하지 않은 상태로 자동 신장·체중계(DS-103M, Dong San Jenix, Seoul, Korea)를 사용하여 신장과 체중을 측정하였다. 신체 구성 검사를 위해 체성분분석기(Inbody 770, Inbody, Seoul, Korea)를 사용하여 체지방량(Fat-free mass: FFM), 체지방량(Body fat mass: BFM), 체질량지수(Body mass index: BMI), 체지방률(Body fat percentage: %fat)을 운동 참여 전(0주), 중강도 트레이닝 후(8주)에 측정하였다.

### 2) 건강 체력 측정(Basic physical fitness)

기초체력은 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력을 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 측정하였다.

Table 114. Basic physical fitness

Physical fitness	Physical fitness Items	Measuring Instruments	Apparatus
Muscular strength	Grip strength (kg)	Digital dynamometer	T.K.K.-5101, TAKEI, Japan
	Back strength (kg)	Digital back-dynamometer	T.K.K.-5402, TAKEI, Japan
Muscular endurance	Sit-up (N/60sec)	Sit-up board	T.K.K.-5505, TAKEI, Japan
Flexibility	Sit and reach (cm)	Long-seat aniteflexion mater	T.K.K.-5412, TAKEI, Japan
Agility	illinois agility test (sec)	Traffic cone Stopwatch	T.K.K.-528, TAKEI, China
Knee Shoulder muscle function	Knee iso kinetic muscle function (PT)	LsoMed 2000	Manufacturer D&R FERSTL GmbH Spon- und Medizintechnik
	Shoulder iso kinetic muscle function (PT)		

*N*, Number of times

(1) 근력(Muscular strength)

대학생의 근력을 평가하기 1RM, 악력, 배근력을 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주))에 측정하였다.

① 1RM(One-repetition maximum) 측정방법은 1단계 가볍게 5~10회 반복할 수 있는 저중량으로 준비운동을 실시한다.

- ◆ 1단계 1분간 휴식을 취한다.
- ◆ 2단계 3-5회씩 부하를 증가시키며 준비운동 부하를 측정한다. 10~20%씩 증가한다.
- ◆ 3단계 2분간 휴식을 취한다.
- ◆ 4단계 최대부하는 2~3회씩 운동부하를 늘려 최고지점까지 실시한다.
- ◆ 5단계 2~4분의 휴식을 취한다.
- ◆ 6단계 운동부하를 증가한다.
- ◆ 7단계 1RM을 시도한다.
- ◆ 8단계 피험자가 1RM을 성공하였다면 6단계를 거쳐 7단계로 이동하며 실패하였다면 6단계를 거쳐 5~10% 중량을 감소시켜 시도한다.

② 악력은 디지털 악력계(T.K.K.-5101, TAKEI, Japan)를 이용하여 양발을 어깨 너비로 벌려서고, 우세손의 손가락 제2 관절이 직각이 되도록 악력계의 폭을 조절하여 잡은 후, 몸통과 팔 사이의 간격을 약 15°로 굳게 편 상태에서 최대로 힘을 주어 손잡이를 2~3초간 잡아당기도록 하여 측정하였다. 측정은 2회 실시하여 최댓값을 0.1kg 단위로 기록하였다.

③ 배근력 측정은 배근력계(T.K.K. 5402, TAKEI, Japan)를 이용 대상자를 배근력계 발판 위에 양발을 15cm 정도 벌리고 서게 한 후 상체를 약 30° 정도 굽히고 배근력계의 손잡이를 잡게 하였다. 대상자는 상체를 일으키며 3초 동안 최대로 힘을 주어 손잡이를 잡아당기도록 하였다. 측정은 2회 실시하여 최댓값을 0.1kg 단위로 기록하였다.

## (2) 근지구력(Muscular endurance)

대학생의 근지구력을 평가하기 위해 윗몸일으키기를 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 측정하였다.

근지구력 측정은 대상자가 양손을 머리 뒤로 하고 윗몸일으키기 측정기(T.K.K.-5505, TAKEI, Japan) 위에 무릎을 약 90° 굽히고 누운 후, 시작 신호와 함께 상체를 앞으로 굽혀 양쪽 팔꿈치가 양쪽 무릎에 닿게 한 후 다시 눕는 동작을 반복하며, 60초 동안 실시한 최대횟수를 기록하였다.

## (3) 유연성(Flexibility)

대학생의 유연성을 평가하기 위해 좌전굴, 체후굴을 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 측정하였다.

유연성 측정은 좌전굴 측정기(T.K.K. 5111, Takei, Japan)를 이용하여, 양발 사이의 간격이 5cm가 넘지 않게 하여 측정기 위에 앉도록 한 후 전자 계측기에 양손 끝을 대고 허리를 숙이며 전자 계측기를 최대한 밀어 3초간 자세를 유지하는 방법으로 총 2회 측정 후 최대거리를 0.1cm 단위로 기록하였다.

체후굴 측정기(T.K.K. 5404, Takei, Japan)를 이용하여 대상자는 엎드려 양손을 허리 뒤로, 두 손을 등 뒤에서 마주 잡게 하였다. 보조자는 대상자의 무릎과 허벅지를 뒤에서 눌러 고정할 것이며, 대상자는 턱과 머리를 포함한 윗몸을 완전히 들어 올려 3초간 자세를 유지하는 방법으로 2회 실시하였다. 턱의 최대높이를 0.1cm 단위로 기록하였다.

## (4) 일리노이 민첩성 테스트 (illinois agility test)

대학생의 민첩성 능력을 평가하기 위해 일리노이 민첩성 테스트 검사를 통해 일리노이 민첩성 테스트를 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 측정하였다.



일리노이 민첩성 테스트는 각각 길이 10m, 폭 5m로 하였다. 4개의 콘으로 시작점, 종료점, 2개의 전환점을 표시하였고, 또 다른 4개의 콘으로 간격의 중심에 배치하였다. 중앙에 있는 콘은 3.3m씩 일정하게 간격을 두었다. 대상자들은 출발 신호와 함께 종료점에 도달한 시간을 1/100초 단위로 측정하였다. 2회 실시하여 그중 좋은 성적을 기록하였다.

### 3) 무릎과 어깨 근기능(Knee and Shoulder muscle function)

대학생의 무릎과 어깨의 근기능을 평가하기 위해 등속성 근기능 검사를 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 측정하였다.

#### (1) 무릎 등속성 근기능(Knee isokinetic muscle function)

무릎의 등속성 근기능은 LsoMed 2000 (Manufacturer D&R FERSTL GmbH Spon-und Medizintechnik)을 사용하여 측정하였으며, 측정 시 다른 근육군들의 개입을 최소화하기 위해 벨트로 가슴, 대퇴골 부위를 고정하였다. 본 측정 전 3회 이상의 예비 동작을 수행하여 측정 방법에 대한 충분한 이해 후 실시하였으며, 측정 시 부하속도는 60°/sec, 180°/sec로 측정하여 무릎의 신전근, 굴곡근의 근력과 근지구력을 측정하였다.

#### (2) 어깨 등속성 근기능(Shoulder isokinetic muscle function)

어깨의 등속성 근기능은 LsoMed 2000 (Manufacturer D&R FERSTL GmbH Spon-und Medizintechnik)을 사용하여 측정하였으며, 측정 시 측정 부위 이외의 근육이 개입하는 것을 최소화하기 위하여 등과 허리를 고정시킬 것이며 반대편 팔은 손잡이를 잡도록 지도하였다. 본 측정 전 3회 이상의 예비 동작을 수행하고 측정 방법에 대한 충분한 이해 후 실시하였으며, 측정 시 부하속도는 60°/sec, 180°/sec로 설정하여 어깨의 근력과 근지구력을 측정하였다.

### (3) 하지 근기능(Lower extremity muscle function)

제자리멀리뛰기(Standing long jump) 측정 시 두 발을 가능한 한 발구름선에 가깝게 서서 시작하고, 두 발은 점프를 시작할 때까지 지면에 닿아 있어야 하고 점프하기 전에 몸을 웅크리거나 흔드는 동작을 선호할 수 있어서 도약하기 전에 몸의 어떤 부분도 도약선 앞에 닿아서는 안 된다. 발목, 무릎, 엉덩이를 구부리고 시선은 전방에 집중해서 팔을 몸 뒤로 휘두르며 다리를 곧게 펴고 서 있는 자세에서 최대한 멀리 점프하여 두 발로 부드럽게 착지한다. 도약선에서 착지하는 가장 가까운 발 뒤꿈치 뒤쪽까지 측정하였다. 2회 반복 측정한 후 최대 거리(cm)를 기록하였다. 1회 측정 후 약 1분간 휴식을 취하도록 하여 피로도를 최소화하였다.

### 4) 신체 둘레 (Body circumference)

대학생의 근단면적을 측정하기 위해 대흉근, 상완이두근, 대퇴사두근, 비복근이 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주)에 둘레를 줄자를 이용하여 측정하였다.

(1) 대흉근의 측정방법은 겨드랑이에 붙여서 수평으로 측정하였다.

(2) 상완이두근의 측정방법은 팔을 올린 자세로 위팔 두 갈래 근점의 가장 굵은 부위를 지나는 둘레를 기록하였다.

(3) 대퇴사두근의 측정방법은 선 자세에서 주먹을 가볍게 쥐고 그 주먹 끝 선이 닿는 부위를 기록하였다.

(4) 비복근의 측정방법은 종아리 가장 두꺼운 부위를 측정하였다.

## 6. 자료처리

본 연구의 측정 자료는 SPSS for windows(Version 21.0) 통계프로그램을 이용하여 기술통계분석(descriptive statistics)을 통해 모든 변인의 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)를 산출하였으며, 집단과 시기 간 상호작용 및 집단 간 차이를 확인한 구체적인 통계처리 방법은 다음과 같다.

- ① 모든 변인의 집단 간, 시기 간에 차이 검증을 위해 이원반복측정 분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다.
- ② 저항성 운동 참여 전(0주), 저항성 운동 후(8주), 집단 간의 차이를 비교하기 위해 일원배치 분산분석(One-way ANOVA) 후, 사후검증으로 Tukey (Post-hoc)를 사용하여 집단 간의 차이를 확인하였다.
- ③ 집단 내 시기에 따른 변화를 확인하기 위해 대응표본  $t$ -검증을 실시하였다.
- ④ 모든 분석의 통계적 유의수준( $\alpha$ )은 .05로 설정하였다.

## 7. 연구 결과

중국 남자 대학생을 대상으로 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따라 신체 구성, 기초 체력, 상·하지 관절의 주동근과 길항근 근력, 근비대 및 등속성 근 기능에 미치는 영향을 확인한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

(1) 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 신체 구성(Body composition)의 변화

### ① 체중(Body weight)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 체중 변화의 결과는 <Table 115>, <Table 116>, <Figure 57>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 체중의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 115>에 제시하였으며, <Table 116>은 체중 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 115. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body weight (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	72.56±5.58	73.22±5.51	72.89±5.55
CSG <sup>b</sup>	72.89±5.79	72.94±5.92	72.92±5.86
PSG <sup>c</sup>	68.70±6.23	68.85±6.10	68.78±6.17
SSG <sup>d</sup>	72.53±7.19	72.60±7.20	72.57±7.20
Total	71.67±6.23	71.90±6.24	71.79±6.24
<i>F</i>	1.018	1.089	
<i>p</i>	.396	.366	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

<Table 116>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.048$ ,  $p=.383$ ), 집단 내 측정 시기( $F=25.990$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=9.988$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.018$ ,  $p=.396$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=1.089$ ,  $p=.366$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 체중 평균

Table 116. The result of two-way repeated measures ANOVA for body weight

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	121.664	3	40.555	1.048	.383	.080	.260
Error	1392.611	36	38.684				
Within Subject							
Period	1.081	1	1.081	25.990	.001	.419	.999
Group×Period	1.246	3	.415	9.988	.001	.454	.996
Error	1.498	36	.042				

변화는  $.66 \pm .37$ (kg)으로 유의한 차이가 나타났다( $t = -5.569$ ,  $p = .001$ ). CSG의 체중 평균 변화는  $.05 \pm .23$ (kg)으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t = -.696$ ,  $p = .504$ ). PSG의 체중 평균 변화는  $.15 \pm .25$ (kg)으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t = -1.930$ ,  $p = .086$ ). 또한, SSG의 체중 평균 변화는  $.07 \pm .28$ (kg)으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t = .782$ ,  $p = .454$ ).

체중의 변화를 종합하면, <Figure 57>에서 집단 간 체중의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CG에서는 사전값보다 증가하였으나, CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 차이가 나타나지 않았다.

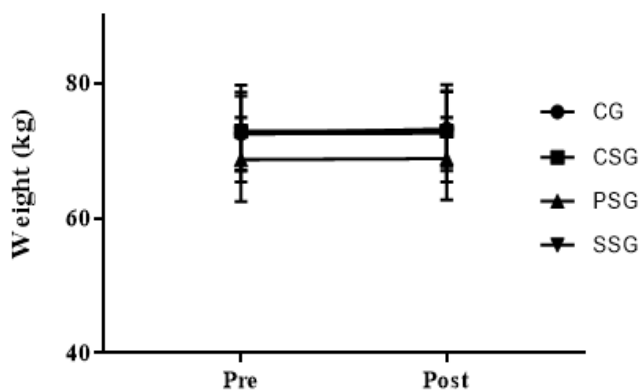


Figure 57. Change of body weight after resistance exercise

② 골격근량(Skeletal muscle mass, SMM)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 골격근량 변화의 결과는 <Table 117>, <Table 118>, <Figure 58>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 골격근량의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 117>에 제시하였으며, <Table 118>은 골격근량 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 117. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of skeletal muscle mas (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	31.06±2.80	31.12±2.79	31.09±2.80
CSG <sup>b</sup>	31.22±3.48	31.70±3.49	31.46±3.49
PSG <sup>c</sup>	29.65±2.84	30.34±2.85	30.00±2.85
SSG <sup>d</sup>	32.33±2.95	32.81±2.87	32.57±2.91
Total	31.07±3.06	31.49±3.04	31.28±3.05
<i>F</i>	1.318	1.192	
<i>p</i>	.283	.327	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 118. The result of two-way repeated measures ANOVA for skeletal muscle mass

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	33.838	3	11.279	1.237	.311	.093	.303
Error	328.391	36	9.122				
Within Subject							
Period	3.655	1	3.655	993.091	.001	.965	1.000
Group×Period	1.047	3	.349	94.857	.001	.888	1.000
Error	.133	36	.004				

<Table 118>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.237$ ,  $p=.311$ ), 집단 내 측정 시기( $F=993.091$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=94.857$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.318$ ,  $p=.283$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=1.192$ ,  $p=.327$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 골격근량

평균 변화는  $.05 \pm .05(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.674, p=.005$ ), CSG의 골격근량 평균 변화는  $.48 \pm .10(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-14.697, p=.001$ ). PSG의 골격근량 평균 변화는  $.69 \pm .07(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-29.571, p=.001$ ). 또한, SSG의 골격근량 평균 변화는  $.48 \pm .10(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-14.697, p=.001$ ).

골격근량의 변화를 종합하면, <Figure 58>에서 집단 간 골격근량의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CG, CSG, PSG, SSG에서는 모두 사전값보다 골격근량이 증가하였다.

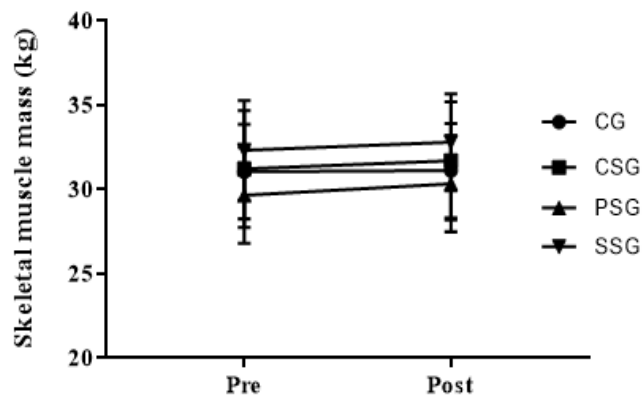


Figure 58. Change of skeletal muscle mass after resistance exercise

③ 체지방량(Body fat mass, BFM)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 체지방량 변화의 결과는 <Table 119>, <Table 120>, <Figure 59>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 체지방량의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 119>에 제시하였으며, <Table 120>은 체지방량 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 119. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body fat mass (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	21.23±4.05	21.84±3.89	21.54±3.97
CSG <sup>b</sup>	22.06±4.36	21.64±4.48	21.85±4.42
PSG <sup>c</sup>	20.79±4.45	20.32±4.37	20.56±4.41
SSG <sup>d</sup>	20.07±3.56	19.65±3.36	19.86±3.46
Total	21.04±4.03	20.86±4.00	20.95±4.02
<i>F</i>	.408	.676	
<i>p</i>	.748	.573	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 120. The result of two-way repeated measures ANOVA for fat free mass

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	24.964	3	8.321	.499	.685	.040	.141
Error	600.427	36	16.679				
Within Subject							
Period	.612	1	.612	17.626	.001	.329	.983
Group×Period	4.116	3	1.372	39.487	.001	.767	1.000
Error	1.251	36	.035				

<Table 120>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.499$ ,  $p=.685$ ), 집단 내 측정 시기( $F=17.626$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=39.487$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.408$ ,  $p=.748$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=.676$ ,  $p=.573$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.



집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 체지방량 평균 변화는  $.61 \pm .38(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-5.137, p=.001$ ). CSG의 체지방량 평균 변화는  $.42 \pm .23(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=5.900, p=.001$ ). PSG의 체지방량 평균 변화는  $.47 \pm .15(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=9.945, p=.001$ ). SSG의 체지방량 평균 변화는  $.42 \pm .25(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=5.250, p=.001$ ).

체지방량의 변화를 종합하면, <Figure 59>에서 집단 간 체지방량의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CG에서는 사전값보다 체지방량이 증가하였으나, CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 체지방량이 감소하였다.

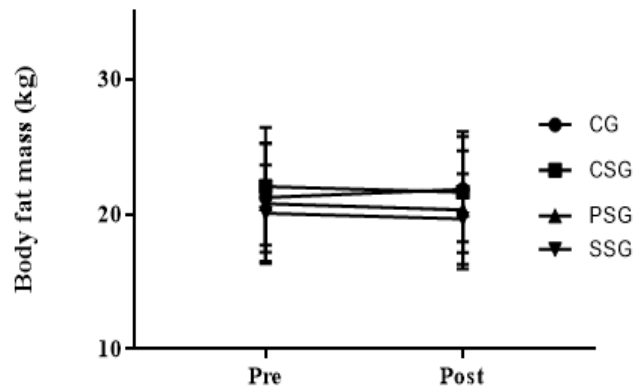


Figure 59. Change of fat free mass after resistance exercise

④ 체질량지수(Body mass index, BMI)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 체질량지수 변화의 결과는 <Table 121>, <Table 122>, <Figure 60>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 체질량지수의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 121>에 제시하였으며, <Table 122>는 체질량지수 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 121. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of body mass index

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	23.92±1.21	24.14±1.19	24.03±1.2
CSG <sup>b</sup>	24.67±1.62	24.67±1.64	24.67±1.63
PSG <sup>c</sup>	22.88±1.70	22.93±1.67	22.91±1.69
SSG <sup>d</sup>	23.81±1.71	23.83±1.76	23.82±1.74
Total	23.82±1.64	23.89±1.65	23.86±1.65
<i>F</i>	2.171	2.129	
<i>p</i>	.108	.114	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 122. The result of two-way repeated measures ANOVA results for body mass index

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	15.986	3	5.329	2.143	.112	.152	.501
Error	89.520	36	2.487				
Within Subject							
Period	.105	1	.105	16.562	.001	.315	.977
Group×Period	.151	3	.050	7.950	.001	.398	.982
Error	.229	36	.006				

<Table 122>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=2.143$ ,  $p=.112$ ), 집단 내 측정 시기( $F=16.562$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=7.950$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=2.171$ ,  $p=.108$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=2.129$ ,  $p=.114$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 체질량지수 평균 변화는  $.22\pm.14(\text{kg}/\text{m}^2)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.975$ ,  $p=.001$ ). CSG의

체질량지수 평균 변화는  $.01 \pm .08(\text{kg}/\text{m}^2)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=.001$ ,  $p=1.000$ ). PSG의 체질량지수 평균 변화는  $.05 \pm .10(\text{kg}/\text{m}^2)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=-1.627$ ,  $p=.138$ ). SSG의 체질량지수 평균 변화는  $.02 \pm .12(\text{kg}/\text{m}^2)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=-.514$ ,  $p=.619$ ).

체질량지수의 변화를 종합하면, <Figure 60>에서 집단 간 체질량지수의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CG에서는 사전값보다 증가하였으나, CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 유의한 차이가 나타나지 않았다.

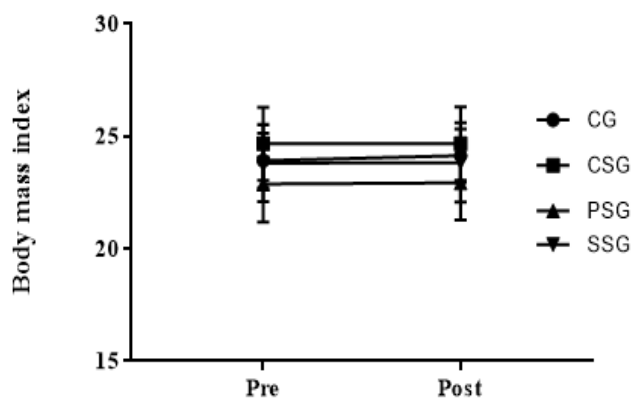


Figure 60. Change of body mass index after resistance exercise

⑤ 체지방률(Percent body fat, PBF)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 체지방률 변화의 결과는 <Table 123>, <Table 124>, <Figure 61>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 체지방률의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 123>에 제시하였으며, <Table 124>는 체지방률 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 123. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of percent body fat (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	29.17±4.57	29.76±4.36	29.47±4.47
CSG <sup>b</sup>	30.07±4.44	29.45±4.58	29.76±4.51
PSG <sup>c</sup>	30.15±5.07	29.39±5.04	29.77±5.06
SSG <sup>d</sup>	27.73±4.11	27.14±3.90	27.44±4.01
Total	29.28±4.49	28.94±4.44	29.11±4.47
<i>F</i>	.608	.724	
<i>p</i>	.614	.544	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 124. The result of two-way repeated measures ANOVA for percent body fat

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	37.897	3	12.632	.618	.608	.049	.166
Error	736.346	36	20.454				
Within Subject							
Period	2.380	1	2.380	58.737	.001	.620	1.000
Group×Period	5.911	3	1.970	48.613	.001	.802	1.000
Error	1.459	36	.041				

<Table 124>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.618$ ,  $p=.608$ ), 집단 내 측정 시기( $F=58.737$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=48.613$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.608$ ,  $p=.614$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=.724$ ,  $p=.544$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 체지방률

평균 변화는  $.59 \pm .41(\text{kg}/\text{m}^2)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.975, p=.001$ ). CSG의 체지방률 평균 변화는  $.62 \pm .27(\text{kg}/\text{m}^2)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=7.145, p=.001$ ). PSG의 체지방률 평균 변화는  $.76 \pm .13(\text{kg}/\text{m}^2)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-19.000, p=.001$ ). SSG의 체지방률 평균 변화는  $.59 \pm .26(\text{kg}/\text{m}^2)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-7.293, p=.001$ ).

체지방률의 변화를 종합하면, <Figure 61>에서 집단 간 체지방률의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CG에서는 사전값보다 증가하였으나, CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 체지방률이 유의하게 감소하였다.

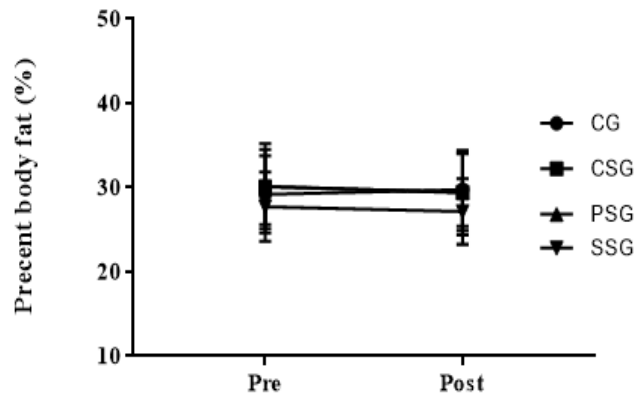


Figure 61. Change of percent body fat after resistance exercise

⑥ 가슴둘레(chest circumference, CC)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 가슴둘레 변화의 결과는 <Table 125>, <Table 126>, <Figure 62>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 가슴둘레의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 157>에 제시하였으며, <Table 158>은 가슴둘레 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 125. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of chest circumference (cm)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	96.95±8.67	96.98±8.62	96.97±8.65
CSG <sup>b</sup>	96.63±6.14	96.80±6.17	96.72±6.16
PSG <sup>c</sup>	93.60±5.28	93.80±5.26	93.7±5.27
SSG <sup>d</sup>	96.70±4.42	96.78±4.45	96.74±4.44
Total	95.97±6.24	96.09±6.22	96.03±6.23
<i>F</i>	.628	.586	
<i>p</i>	.602	.628	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, control group; CSG<sup>b</sup>, Compound set group; PSG<sup>c</sup>, Pyramid set group; SSG<sup>d</sup>, Super set group

Table 126. The result of two-way repeated measures ANOVA for chest circumference

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	72.765	3	24.255	.607	.615	.048	.163
Error	1439.570	36	39.988				
Within Subject							
Period	.288	1	.288	47.342	.001	.568	1.000
Group×Period	.093	3	.031	5.096	.005	.298	.889
Error	.219	36	.006				

<Table 126>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.607$ ,  $p=.615$ ), 집단 내 측정 시기( $F=47.342$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=5.096$ ,  $p=.005$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.628$ ,  $p=.602$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=.586$ ,  $p=.628$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 가슴둘레

평균 변화는  $.03 \pm .09(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=-1.000, p=.343$ ). CSG의 가슴둘레 평균 변화는  $.17 \pm .08(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-6.530, p=.001$ ). PSG의 가슴둘레 평균 변화는  $.20 \pm .16(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.873, p=.004$ ). SSG의 가슴둘레 평균 변화는  $.08 \pm .08(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.207, p=.001$ ).

가슴둘레의 변화를 종합하면, <Figure 62>에서 집단 간 가슴둘레의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 가슴둘레가 증가하였다.

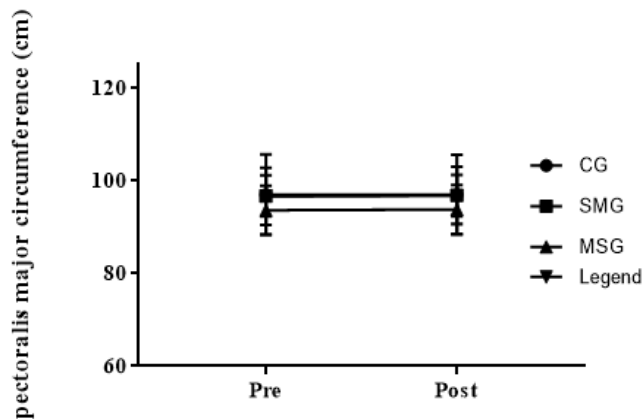


Figure 62. Change of chest circumference after resistance exercise

⑦ 윗팔 둘레(upper arm circumference, UAC)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 윗팔 둘레 변화의 결과는 <Table 127>, <Table 128>, <Figure 63>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 윗팔 둘레의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 127>에 제시하였으며, <Table 128>은 윗팔 둘레 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 127. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of upper arm circumference (cm)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	32.25±2.40	32.27±2.39	32.26±2.40
CSG <sup>b</sup>	33.18±2.03	33.30±2.03	33.24±2.03
PSG <sup>c</sup>	31.14±1.89	31.28±1.87	31.21±1.88
SSG <sup>d</sup>	33.22±1.13	33.34±1.13	33.28±1.13
Total	32.45±2.03	32.55±2.03	32.48±2.03
<i>F</i>	2.608	2.632	
<i>p</i>	.067	.065	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, control group; CSG<sup>b</sup>, Compound set group; PSG<sup>c</sup>, Pyramid set group; SSG<sup>d</sup>, Super set group

Table 128. The result of two-way repeated measures ANOVA for upper arm circumference

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	28.777	3	9.592	2.620	.066	.179	.593
Error	131.793	36	3.661				
Within Subject							
Period	.200	1	.200	33.333	.001	.481	1.000
Group×Period	.044	3	.015	2.444	.080	.169	.561
Error	.216	36	.006				

<Table 128>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=2.620$ ,  $p=.066$ ), 집단 내 측정 시기( $F=33.333$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=2.444$ ,  $p=.080$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=2.608$ ,  $p=.067$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=2.632$ ,  $p=.065$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.



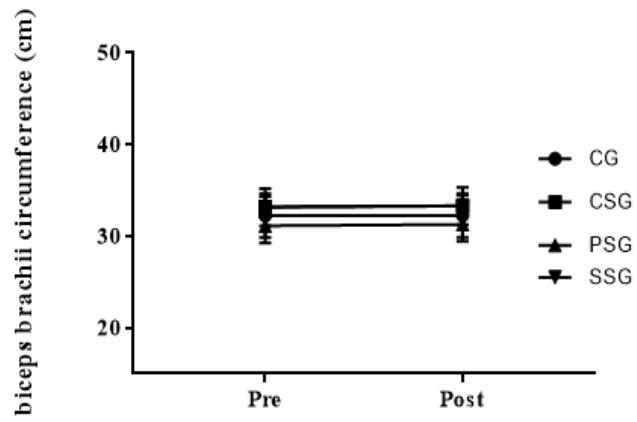


Figure 63. Change of upper arm circumference after resistance exercise

⑧ 허벅지 둘레(thigh circumference, TC)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 허벅지 둘레 변화의 결과는 <Table 129>, <Table 130>, <Figure 64>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 허벅지 둘레의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 129>에 제시하였으며, <Table 130>은 허벅지 둘레 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 129. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for thigh circumference (cm)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	55.66±3.36	55.66±3.34	55.66±3.35
CSG <sup>b</sup>	55.90±4.05	56.05±4.05	55.98±4.05
PSG <sup>c</sup>	55.68±4.10	55.89±3.97	55.79±4.04
SSG <sup>d</sup>	57.41±2.50	57.57±2.54	57.49±2.52
Total	56.16±3.50	56.29±3.47	56.23±3.49
<i>F</i>	.554	.603	
<i>p</i>	.649	.617	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 130. The result of two-way repeated measures ANOVA for thigh circumference

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	21.755	3	7.252	.577	.634	.046	.157
Error	452.265	36	12.563				
Within Subject							
Period	.338	1	.338	29.041	.001	.446	.999
Group×Period	.123	3	.041	3.523	.025	.227	.736
Error	.419	36	.012				

<Table 130>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=0.577$ ,  $p=0.634$ ), 집단 내 측정 시기( $F=29.041$ ,  $p=0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=3.523$ ,  $p=0.025$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=0.554$ ,  $p=0.649$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=0.603$ ,  $p=0.617$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 허벅지 둘레 평균 변화는  $.01 \pm .15(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나( $t=.001, p=1.000$ ), CSG의 허벅지 둘레 평균 변화는  $.15 \pm .10(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=7.145, p=.001$ ). PSG의 허벅지 둘레 평균 변화는  $.21 \pm .22(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-2.973, p=.016$ ). SSG의 허벅지 둘레 평균 변화는  $.16 \pm .11(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.707, p=.001$ ).

허벅지 둘레의 변화를 종합하면, <Figure 64>에서 집단 간 허벅지 둘레의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 허벅지 둘레가 증가하였다.

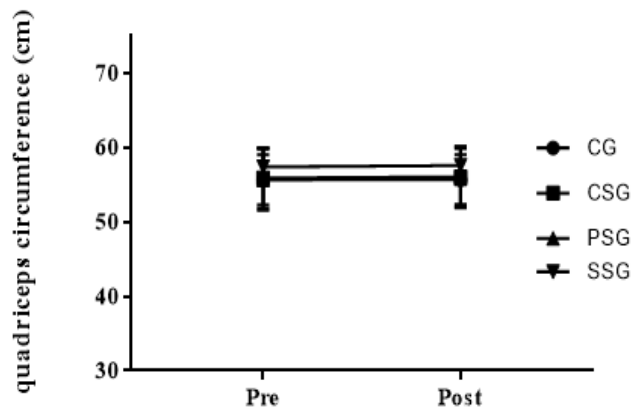


Figure 64. Change of thigh circumference after resistance exercise

⑨ 종아리 둘레(calf circumference, CC)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 종아리 둘레 변화 결과는 <Table 131>, <Table 132>, <Figure 65>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 종아리 둘레의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 131>에 제시하였으며, <Table 132>는 종아리 둘레 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 131. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for calf circumference (cm)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	36.57±3.22	36.59±3.21	36.58±3.22
CSG <sup>b</sup>	36.26±2.84	36.23±2.82	36.25±2.83
PSG <sup>c</sup>	34.97±2.14	34.99±2.09	34.98±2.12
SSG <sup>d</sup>	35.85±2.30	35.82±2.27	35.84±2.29
Total	35.91±2.63	35.91±2.60	35.91±2.62
<i>F</i>	.681	.681	
<i>p</i>	.570	.569	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 132. The result of two-way repeated measures ANOVA for calf circumference

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	14.317	3	4.772	.681	.570	.054	.179
Error	252.350	36	7.010				
Within Subject							
Period	.001	1	.001	.142	.709	.004	.066
Group×Period	.012	3	.004	1.181	.331	.090	.290
Error	.127	36	.004				

<Table 132>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.681$ ,  $p=.570$ ), 집단 내 측정 시기( $F=.142$ ,  $p=.709$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.181$ ,  $p=.331$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.681$ ,  $p=.570$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=.681$ ,  $p=.569$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

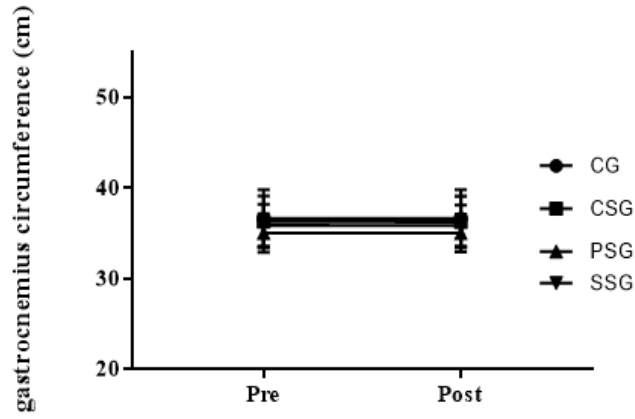


Figure 65. Change of calf circumference after resistance exercise

(2) 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 건강 기초체력(Basic fitness)의 변화

① 악력(Grip strength, GS)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 악력 변화의 결과는 <Table 133>, <Table 134>, <Figure 66>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 악력의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 133>에 제시하였으며, <Table 134>는 악력 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 133. Descriptive statistics and one-way ANOVA results for grip strength (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	46.60±4.98	46.47±4.99	46.54±4.99
CSG <sup>b</sup>	47.16±4.86	49.97±4.81	48.57±4.84
PSG <sup>c</sup>	46.44±5.43	49.12±4.49	47.78±4.96
SSG <sup>d</sup>	45.10±3.50	47.68±3.33	46.39±3.42
Total	46.33±4.62	48.31±4.49	47.32±4.56
<i>F</i>	.338	1.209	
<i>p</i>	.798	.320	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 134. The result of two-way repeated measures ANOVA for grip strength

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	32.427	3	10.809	.517	.674	.041	.145
Error	753.271	36	20.924				
Within Subject							
Period	78.805	1	78.805	153.507	.001	.810	1.000
Group×Period	29.955	3	9.985	19.450	.001	.618	1.000
Error	18.481	36	.513				

<Table 134>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=0.517$ ,  $p=0.674$ ), 집단 내 측정 시기( $F=153.507$ ,  $p=0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=19.450$ ,  $p=0.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=0.338$ ,  $p=0.798$ )과 저항성 운동 8주 후

( $F=1.209$ ,  $p=.320$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 악력 평균 변화는  $.13\pm.85(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=.486$ ,  $p=.693$ ). CSG의 악력 평균 변화는  $2.81\pm.78(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-11.399$ ,  $p=.001$ ). PSG의 악력 평균 변화는  $2.68\pm 1.43(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-5.909$ ,  $p=.001$ ). SSG의 악력 평균 변화는  $2.6\pm.85(\text{kg})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-9.574$ ,  $p=.001$ ).

악력의 변화를 종합하면, <Figure 66>에서 집단 간 악력의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 악력이 유의하게 증가하였다.

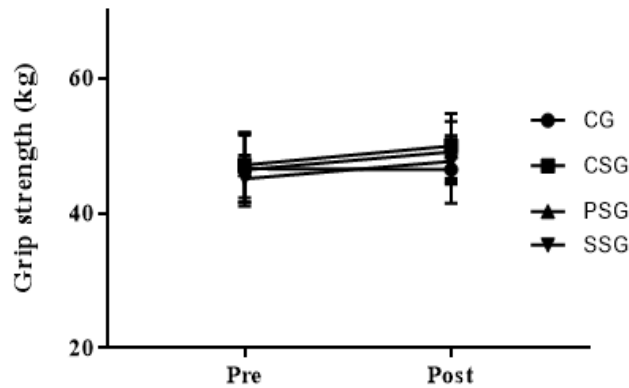


Figure 66. Change of grip strength after resistance exercise

② 배근력(Back strength, BS)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 배근력 변화 결과는 <Table 135>, <Table 136>, <Figure 67>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 배근력의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 135>에 제시하였으며, <Table 136>은 배근력 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 135. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of back strength (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	76.80±5.38	77.72±8.34	77.26±6.86
CSG <sup>b</sup>	74.68±9.56	103.57±9.72	89.13±9.64
PSG <sup>c</sup>	75.63±11.99	103.90±9.84	89.77±10.92
SSG <sup>d</sup>	82.38±7.52	105.40±10.33	93.89±8.93
Total	77.37±9.12	97.65±14.87	87.51±12.00
<i>F</i>	1.484	19.284	
<i>p</i>	.235	.001	
<i>Tukey</i>	-	a<b,c,d	

CG<sup>a</sup> control group: CSG<sup>b</sup> Compound set group: PSG<sup>c</sup> Pyramid set group: SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 136. The result of two-way repeated measures ANOVA for back strength

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1534.602	3	511.534	6.567	.001	.354	.955
Error	2804.295	36	77.897				
Within Subject							
Period	8221.513	1	8221.513	506.510	.001	.934	1.000
Group×Period	2601.447	3	867.149	53.423	.001	.817	1.000
Error	584.341	36	16.232				

<Table 136>에서 집단 간 유의한 차이를 보였으며( $F=6.567$ ,  $p=.001$ ), 집단 내 측정 시기( $F=506.510$ ,  $p=.001$ )에서도 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 상호작용 효과가 나타났다( $F=53.423$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.482$ ,  $p=.235$ )가 나타나지 않았으며, 저항성 운동 8주 후( $F=19.284$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후분석 결과, CG보다 CSG, PSG, SSG에서 배근력이 유의하게 증가하였다.



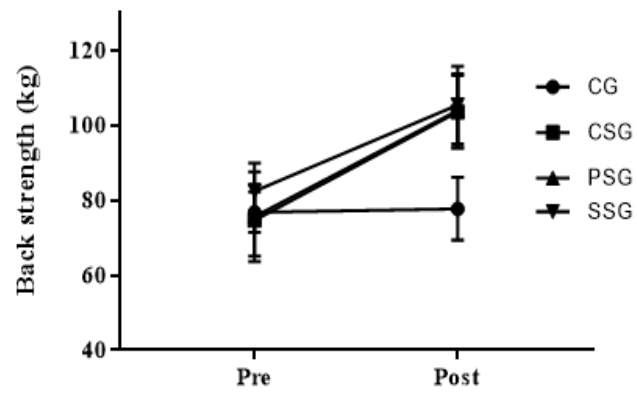


Figure 67. Change of back strength after resistance exercise

③ 좌전굴(sit and reach, SAR)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌전굴 변화 결과는 <Table 137>, <Table 138>, <Figure 68>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 좌전굴의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 137>에 제시하였으며, <Table 138>은 좌전굴 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 137. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of sit and reach (cm)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	8.44±2.42	8.50±2.72	8.47±2.57
CSG <sup>b</sup>	6.98±3.74	8.85±3.14	7.92±3.44
PSG <sup>c</sup>	7.98±3.13	8.75±3.31	8.37±3.22
SSG <sup>d</sup>	8.08±1.82	8.37±1.83	8.23±1.83
Total	7.87±2.81	8.62±2.71	8.25±2.76
<i>F</i>	.476	.062	
<i>p</i>	.701	.980	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, control group; CSG<sup>b</sup>, Compound set group; PSG<sup>c</sup>, Pyramid set group; SSG<sup>d</sup>, Super set group

Table 138. The result of two-way repeated measures ANOVA for sit and reach

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1.743	3	.581	.074	.973	.006	.062
Error	282.103	36	7.836				
Within Subject							
Period	11.175	1	11.175	24.625	.001	.406	.998
Group×Period	9.712	3	3.237	7.134	.001	.373	.969
Error	16.337	36	.454				

<Table 138>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.074$ ,  $p=.973$ ), 집단 내 측정 시기( $F=24.625$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=7.134$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.476$ ,  $p=.701$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=.062$ ,  $p=.980$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌전굴 평

군 변화는  $.06 \pm .50(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=-.308, p=.713$ ). CSG의 좌전굴 평균 변화는  $1.87 \pm 1.38(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.282, p=.002$ ). PSG의 좌전굴 평균 변화는  $.77 \pm 1.15(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=-2.112, p=.064$ ). SSG의 좌전굴 평균 변화는  $.29 \pm .38(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-2.405, p=.040$ ).

좌전굴의 변화를 종합하면, <Figure 68>에서 집단 간 좌전굴의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CSG, SSG에서는 사전값보다 좌전굴이 증가하였다.

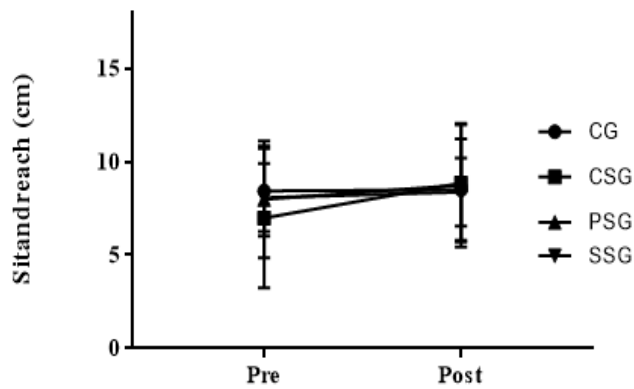


Figure 68. Change of sit and reach after resistance exercise

④ 제자리멀리뛰기(standing long jump, SLJ)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 제자리멀리뛰기 변화 결과는 <Table 139>, <Table 140>, <Figure 69>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 제자리멀리뛰기의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 139>에 제시하였으며, <Table 140>은 제자리멀리뛰기 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 139. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of standing long jump (cm)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	2.39±0.29	2.39±0.28	2.39±0.29
CSG <sup>b</sup>	2.38±0.16	2.44±0.14	2.41±0.15
PSG <sup>c</sup>	2.38±0.19	2.44±0.17	2.41±0.18
SSG <sup>d</sup>	2.38±0.17	2.43±0.16	2.41±0.17
Total	2.38±0.20	2.42±0.19	2.40±0.20
<i>F</i>	.005	.177	
<i>p</i>	1.000	.912	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 140. The result of two-way repeated measures ANOVA for standing long jump

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.004	3	.001	.033	.992	.003	.055
Error	1.489	36	.041				
Within Subject							
Period	.037	1	.037	117.120	.001	.765	1.000
Group×Period	.013	3	.004	13.740	.001	.534	1.000
Error	.011	36	.001				

<Table 140>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다( $F=.033$ ,  $p=.992$ ), 집단 내 측정 시기( $F=117.120$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=13.740$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.005$ ,  $p=1.000$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=.177$ ,  $p=.912$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 제자리멀리뛰기 평균 변화는  $.01 \pm .12(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나( $t=.190$ ,  $p=.853$ ), CSG의 제자리멀리뛰기 평균 변화는  $.06 \pm .04(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-5.220$ ,  $p=.001$ ). PSG의 제자리멀리뛰기 평균 변화는  $.06 \pm .03(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-6.398$ ,  $p=.001$ ). SSG의 제자리멀리뛰기 평균 변화는  $.06 \pm .01(\text{cm})$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-16.474$ ,  $p=.001$ ).

제자리멀리뛰기의 변화를 종합하면, <Figure 69>에서 집단 간 제자리멀리뛰기의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 제자리멀리뛰기의 거리가 유의하게 증가하였다.

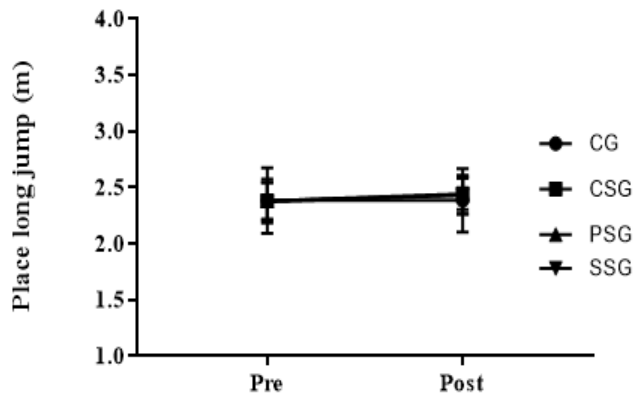


Figure 69. Change of standing long jump after resistance exercise

⑤ 윗몸일으키기(Sit-up, SU)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 윗몸일으키기 변화 결과는 <Table 141>, <Table 142>, <Figure 70>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 윗몸일으키기의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 141>에 제시하였으며, <Table 142>는 윗몸일으키기 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 141. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of sit-up (rep)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	35.60±3.34	35.70±2.79	35.65±3.07
CSG <sup>b</sup>	36.40±5.25	41.80±3.46	39.10±4.36
PSG <sup>c</sup>	29.60±3.89	36.60±3.81	33.10±3.85
SSG <sup>d</sup>	32.40±4.72	36.80±4.37	34.60±4.55
Total	33.50±5.01	37.73±4.26	35.62±4.64
<i>F</i>	5.118	5.710	
<i>p</i>	.005	.003	
<i>Tukey</i>	c<a,b	a,c,d<b	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 142. The result of two-way repeated measures ANOVA for sit-up

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	195.019	3	65.006	4.219	.012	.260	.817
Error	554.725	36	15.409				
Within Subject							
Period	357.012	1	357.012	230.124	.001	.865	1.000
Group×Period	130.638	3	43.546	28.069	.001	.701	1.000
Error	55.850	36	1.551				

<Table 142>에서 집단 간 유의한 차이를 보였으나( $F=4.219$ ,  $p=.012$ ), 집단 내 측정 시기( $F=230.124$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=28.069$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=5.118$ ,  $p=.005$ )에서 유의한 차이가 나타나 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)으로 사전변인을 통제하였으

나, 저항성 운동 8주 후( $F=29.957$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 윗몸일으키기 평균 변화는  $.01 \pm 1.91$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=-.165$ ,  $p=.872$ ). CSG의 윗몸일으키기 평균 변화는  $5.40 \pm 2.17$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-7.867$ ,  $p=.001$ ). PSG의 윗몸일으키기 평균 변화는  $7.00 \pm 1.70$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-13.024$ ,  $p=.001$ ). SSG의 윗몸일으키기 평균 변화는  $4.40 \pm 1.08$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-12.944$ ,  $p=.001$ ).

윗몸일으키기의 변화를 종합하면, <Figure 70>에서 집단 간 윗몸일으키기의 사전값에서 유의한 차이가 나타났으나, 8주간 저항성 운동 후 CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 윗몸일으키기 횟수가 유의하게 증가하였다.

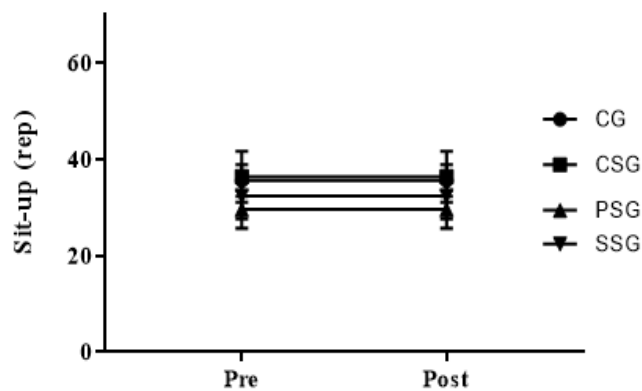


Figure 70. Change of sit-up after resistance exercise

⑥ 일리노이 민첩성 테스트(illinois agility test, IAT)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 윗몸일으키기 변화 결과는 <Table 143>, <Table 144>, <Figure 71>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 일리노이 민첩성 테스트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 143>에 제시하였으며, <Table 144>는 일리노이 민첩성 테스트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 143. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of agility test (sec)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	16.81±0.69	16.76±0.69	16.79±0.69
CSG <sup>b</sup>	17.27±0.54	16.80±0.50	17.04±0.52
PSG <sup>c</sup>	16.97±0.81	16.57±0.77	16.77±0.79
SSG <sup>d</sup>	16.95±0.65	16.52±0.56	16.74±0.61
Total	17.00±0.67	16.66±0.63	16.83±0.65
<i>F</i>	.836	.478	
<i>p</i>	.483	.699	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 144. The result of two-way repeated measures ANOVA for agility test

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.587	3	.196	.456	.715	.037	.133
Error	15.434	36	.429				
Within Subject							
Period	2.298	1	2.298	288.253	.001	.889	1.000
Group×Period	.560	3	.187	23.408	.001	.661	1.000
Error	.287	36	.008				

<Table 144>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.456$ ,  $p=.715$ ), 집단 내 측정 시기( $F=288.253$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=23.408$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.836$ ,  $p=.483$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=.478$ ,  $p=.699$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.



집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 일리노이 민첩성 테스트 평균 변화는  $.05 \pm .11(s)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며 ( $t=1.524, p=.162$ ), CSG의 일리노이 민첩성 테스트 평균 변화는  $.47 \pm .11(s)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=13.867, p=.001$ ). PSG의 일리노이 민첩성 테스트 평균 변화는  $.41 \pm .07(s)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=17.733, p=.001$ ). SSG의 일리노이 민첩성 테스트 평균 변화는  $.43 \pm .19(s)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=7.164, p=.001$ ).

일리노이 민첩성 테스트의 변화를 종합하면, <Figure 71>에서 집단 간 일리노이 민첩성 테스트의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았다, 8주 저항성 운동 후 CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 일리노이 민첩성 테스트가 유의하게 감소하였다.

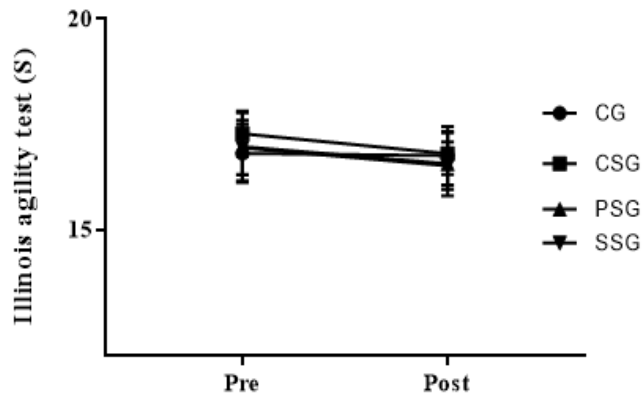


Figure 71. Change of agility test after resistance exercise

⑦ 10m 스프린트(10m sprint)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 10m 스프린트 변화 결과는 <Table 145>, <Table 146>, <Figure 72>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 10m 스프린트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 145>에 제시하였으며, <Table 146>은 10m 스프린트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 145. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 10m sprint (sec)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	1.88±0.28	1.86±0.28	1.87±0.28
CSG <sup>b</sup>	1.87±0.19	1.79±0.16	1.83±0.18
PSG <sup>c</sup>	1.95±0.21	1.84±0.20	1.90±0.13
SSG <sup>d</sup>	1.83±0.15	1.72±0.11	1.78±0.13
Total	1.88±0.21	1.80±0.19	1.84±0.20
<i>F</i>	.548	1.011	
<i>p</i>	.653	.399	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 146. The result of two-way repeated measures ANOVA for 10m sprint

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.083	3	.028	.687	.566	.054	.180
Error	1.454	36	.040				
Within Subject							
Period	.119	1	.119	40.053	.001	.527	1.000
Group×Period	.024	3	.008	2.631	.065	.180	.595
Error	.107	36	.003				

<Table 146>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.687$ ,  $p=.566$ ), 집단 내 측정 시기( $F=40.053$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=2.631$ ,  $p=.065$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.548$ ,  $p=.653$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=1.011$ ,  $p=.399$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

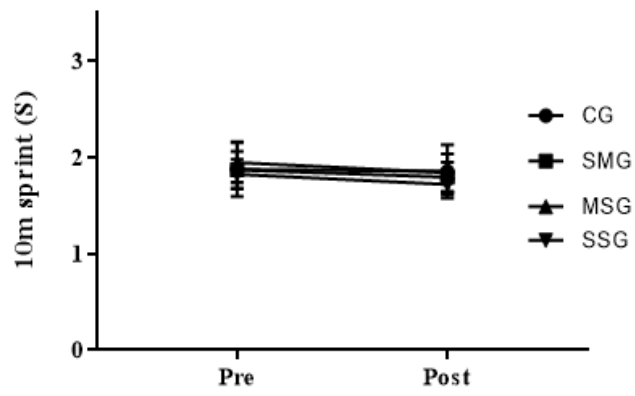


Figure 72. Change of 10m sprint after resistance exercise

⑧ 20m 스프린트(20m sprint)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 국 남자 대학생의 20m 스프린트 변화 결과는 <Table 147>, <Table 148>, <Figure 73>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 20m 스프린트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 147>에 제시하였으며, <Table 148>은 20m 스프린트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 147. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 20m sprint (sec)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	3.36±0.30	3.33±0.30	3.35±0.30
CSG <sup>b</sup>	3.20±0.22	3.11±0.21	3.16±0.22
PSG <sup>c</sup>	3.40±0.18	3.26±0.18	3.33±0.18
SSG <sup>d</sup>	3.37±0.22	3.14±0.11	3.26±0.17
Total	3.33±0.24	3.21±0.22	3.27±0.23
<i>F</i>	1.382	2.401	
<i>p</i>	.264	.084	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 148. The result of two-way repeated measures ANOVA for 20m sprint

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.221	3	.074	1.548	.219	.114	.373
Error	1.710	36	.047				
Within Subject							
Period	.295	1	.295	56.581	.001	.611	1.000
Group×Period	.111	3	.037	7.104	.001	.372	.969
Error	.188	36	.005				

<Table 148>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.548$ ,  $p=.219$ ), 집단 내 측정 시기( $F=56.581$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=7.104$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.382$ ,  $p=.264$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=2.401$ ,  $p=.084$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 20m 스프린트 평균 변화는  $.02 \pm .07(s)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=1.116, p=.293$ ). CSG의 20m 스프린트 평균 변화는  $.09 \pm .05(s)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=6.248, p=.001$ ). PSG의 20m 스프린트 평균 변화는  $.14 \pm .10(s)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=4.720, p=.001$ ). SSG의 20m 스프린트 평균 변화는  $.23 \pm .16(s)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=4.487, p=.002$ ).

20m 스프린트의 변화를 종합하면, <Figure 73>에서 집단 간 20m 스프린트의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CSG, PSG, SSG 에서는 사전값보다 20m 스프린트가 유의하게 감소하였다.

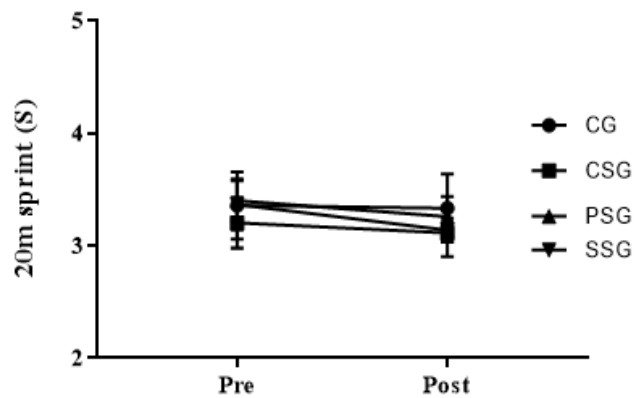


Figure 73. Change of 20m sprint after resistance exercise

⑨ 30m 스프린트(30m sprint)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 30m 스프린트 변화 결과는 <Table 149>, <Table 150>, <Figure 74>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 30m 스프린트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 149>에 제시하였으며, <Table 150>은 30m 스프린트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 149. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 30m sprint (sec)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	4.58±0.44	4.56±0.45	4.57±0.46
CSG <sup>b</sup>	4.42±0.30	4.28±0.30	4.35±0.30
PSG <sup>c</sup>	4.71±0.32	4.53±0.33	4.62±0.33
SSG <sup>d</sup>	4.65±0.28	4.38±0.17	4.52±0.23
Total	4.59±0.34	4.44±0.33	4.52±0.34
<i>F</i>	1.289	1.599	
<i>p</i>	.293	.207	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 150. The result of two-way repeated measures ANOVA for 30m sprint

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.403	3	.134	1.279	.296	.096	.312
Error	3.783	36	.105				
Within Subject							
Period	.461	1	.461	36.055	.001	.500	1.000
Group×Period	.155	3	.052	4.056	.014	.253	.800
Error	.460	36	.013				

<Table 150>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.279$ ,  $p=.296$ ), 집단 내 측정 시기( $F=36.055$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=4.056$ ,  $p=.014$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.289$ ,  $p=.293$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=1.599$ ,  $p=.207$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 30m 스프린트 평균 변화는  $.02 \pm .09(s)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=734, p=.482$ ). CSG의 30m 스프린트 평균 변화는  $.14 \pm .10(s)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=4.432, p=.002$ ). PSG의 30m 스프린트 평균 변화는  $.18 \pm .14(s)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=3.992, p=.003$ ). SSG의 30m 스프린트 평균 변화는  $.27 \pm .25(s)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=3.333, p=.009$ ).

30m 스프린트의 변화를 종합하면, <Figure 74>에서 집단 간 30m 스프린트의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주간 저항성 운동 후 CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 30m 스프린트가 유의하게 감소하였다.

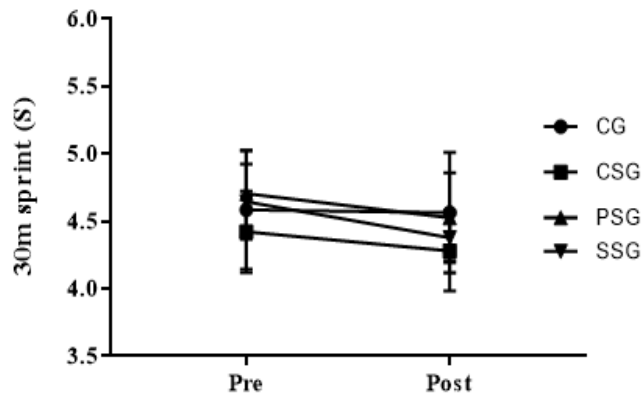


Figure 74. Change of 30m sprint after resistance exercise

⑩ 40m 스프린트(40m sprint)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 40m 스프린트 변화 결과는 <Table 151>, <Table 152>, <Figure 75>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 40m 스프린트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 151>에 제시하였으며, <Table 152>는 40m 스프린트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 151. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 40m sprint (sec)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	6.40±0.38	6.38±0.38	6.39±0.38
CSG <sup>b</sup>	6.12±0.40	5.81±0.35	5.97±0.38
PSG <sup>c</sup>	6.10±0.40	5.80±0.31	5.95±0.36
SSG <sup>d</sup>	6.18±0.34	5.69±0.26	5.94±0.30
Total	6.20±0.38	5.92±0.42	6.06±0.40
<i>F</i>	1.344	9.130	
<i>p</i>	.275	.001	
<i>Tukey</i>	-	b,c,d<a	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 152. The result of two-way repeated measures ANOVA for 40m sprint

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1.481	3	.494	4.184	.012	.259	.814
Error	4.249	36	.118				
Within Subject							
Period	1.596	1	1.596	103.792	.001	.742	1.000
Group×Period	.568	3	.189	12.305	.001	.506	.999
Error	.554	36	.015				

<Table 152>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=4.184$ ,  $p=.012$ ), 집단 내 측정 시기( $F=103.792$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=12.305$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.344$ ,  $p=.275$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=9.130$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 사후검정 결과, CSG,



PSG, SSG가 CG보다 40m 스프린트가 유의하게 감소하였다.

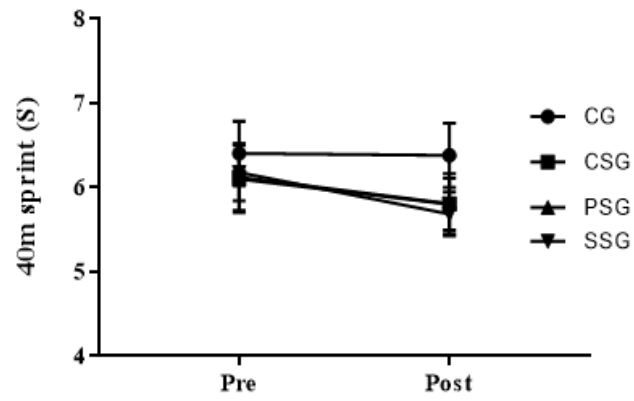


Figure 75. Change of 40m sprint after resistance exercise

(3) 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 1RM (One-repetition maximum)의 변화

① 벤치프레스 (bench press, BP)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 벤치프레스 변화 결과는 <Table 153>, <Table 154>, <Figure 76>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 벤치프레스의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 153>에 제시하였으며, <Table 154>는 벤치프레스 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 153. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of bench press (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	44.00±5.92	44.50±5.75	44.25±5.83
CSG <sup>b</sup>	43.75±5.58	58.22±5.96	50.99±5.77
PSG <sup>c</sup>	43.25±5.90	60.75±7.08	52.00±6.49
SSG <sup>d</sup>	50.75±8.17	66.25±9.07	58.50±8.62
Total	45.44±6.70	57.43±10.59	31.44±8.65
<i>F</i>	2.995	17.024	
<i>p</i>	.043	.001	
<i>Tukey</i>	-	a<b,c,d	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 154. The result of two-way repeated measures ANOVA for bench press

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1020.602	3	340.201	7.624	.001	.389	.978
Error	1606.320	36	44.620				
Within Subject							
Period	2876.401	1	2876.401	895.451	.001	.961	1.000
Group×Period	904.253	3	301.418	93.834	.001	.887	1.000
Error	115.640	36	3.212				

<Table 154>에서 집단 간 유의한 차이를 보이기를 보였으며( $F=7.624$ ,  $p=.001$ ), 집단 내 측정 시기( $F=895.451$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=93.834$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=2.995$ ,  $p=.043$ )과 저항성 운동 8주

후( $F=17.024$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, CSG, PSG, SSG가 CG보다 벤치프레스가 유의하게 증가하였다.

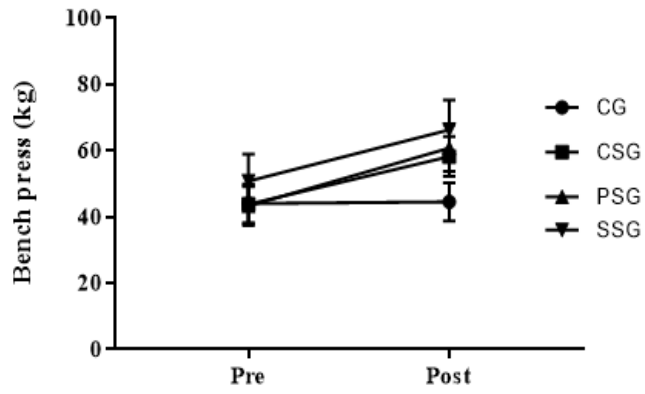


Figure 76. Change of bench press after resistance exercise

② 데드리프트(Dead lift, DL)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 데드리프트 변화 결과는 <Table 155>, <Table 156>, <Figure 77>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 데드리프트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 155>에 제시하였으며, <Table 156>은 데드리프트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 155. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of dead lift (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	62.25±7.68	64.00±7.19	63.13±7.44
CSG <sup>b</sup>	61.75±6.78	82.25±7.31	72.00±7.05
PSG <sup>c</sup>	64.25±4.72	87.50±5.40	75.88±5.06
SSG <sup>d</sup>	65.00±7.45	84.50±7.53	74.75±7.49
Total	63.31±6.64	79.56±11.42	71.59±9.03
<i>F</i>	.532	23.523	
<i>p</i>	.663	.001	
<i>Tukey</i>	-	a<b,c,d	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 156. The result of two-way repeated measures ANOVA for dead lift

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1000.781	3	333.594	7.472	.001	.384	.976
Error	1607.188	36	44.644				
Within Subject							
Period	5281.250	1	5281.250	1283.544	.001	.973	1.000
Group×Period	1439.375	3	479.792	116.608	.001	.907	1.000
Error	148.125	36	4.115				

<Table 156>에서 집단 간 유의한 차이를 보이려 보였으며( $F=7.472$ ,  $p=.001$ ), 집단 내 측정 시기( $F=1283.544$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=116.608$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.532$ ,  $p=.663$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=23.523$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, CSG, PSG, SSG가 CG보다 데드리프트가 유의하게 증가하였다.

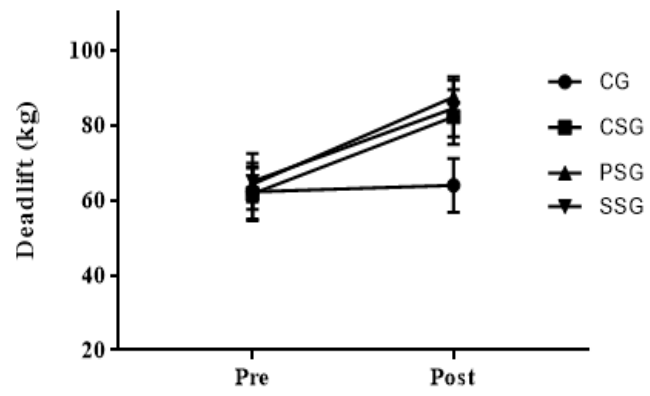


Figure 77. Change of dead lift after resistance exercise

③ 스쿼트(Squat)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 스쿼트 변화 결과는 <Table 157>, <Table 158>, <Figure 78>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 스쿼트의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 157>에 제시하였으며, <Table 158>은 스쿼트 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 157. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of squat (kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	66.00±6.26	67.25±5.46	66.63±5.86
CSG <sup>b</sup>	63.50±4.74	81.00±3.94	72.25±4.34
PSG <sup>c</sup>	62.50±7.17	83.50±6.99	73.00±7.08
SSG <sup>d</sup>	62.50±3.91	80.50±4.22	71.50±4.07
Total	63.63±5.63	78.06±8.19	70.85±6.91
<i>F</i>	.851	19.170	
<i>p</i>	.475	.001	
<i>Tukey</i>	-	a<b,c,d	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 158. The result of two-way repeated measures ANOVA for squat

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	248.555	3	82.852	2.929	.047	.196	.647
Error	1018.281	36	28.286				
Within Subject							
Period	4168.828	1	4168.828	1185.800	.001	.971	1.000
Group×Period	1195.234	3	398.411	113.326	.001	.904	1.000
Error	202.900	36	5.636				

<Table 158>에서 집단 간 유의한 차이를 보이려 보였으며( $F=2.929$ ,  $p=.047$ ), 집단 내 측정 시기( $F=1185.800$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=113.326$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.851$ ,  $p=.475$ )과 저항성 운동 8주 후( $F=19.170$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, CSG, PSG, SSG가 CG보다 스쿼트가 유의하게 증가하였다.

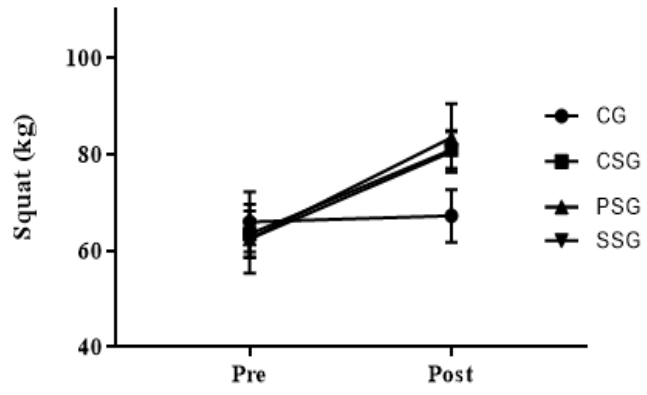


Figure 78. Change of Squat after resistance exercise

(4) 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 어깨(60°/sec) 등속성 근력(shoulder isokinetic muscle strength)의 변화

① 좌견관절 외·내전비의 변화(Left shoulder abduction/adduction ratio)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 외·내전비 변화 결과는 <Table 159>, <Table 160>, <Figure 79>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 측정 시기별 좌견관절 외·내전비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 159>에 제시하였으며, <Table 160>은 좌견관절 외·내전비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복 측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 159. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Left shoulder abduction/adduction ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	90.23±16.24	88.74±13.04	89.49±14.64
CSG <sup>b</sup>	94.32±8.56	91.95±6.21	93.14±7.39
PSG <sup>c</sup>	96.17±7.70	90.22±7.22	93.20±7.46
SSG <sup>d</sup>	94.06±15.85	86.30±12.43	88.30±14.14
Total	93.70±12.42	89.30±10.01	91.50±11.22
<i>F</i>	.384	.552	
<i>p</i>	.765	.650	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 160. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Left shoulder abduction/adduction ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	113.489	3	37.830	.325	.807	.026	.107
Error	4189.934	36	116.387				
Within Subject							
Period	385.881	1	385.881	11.722	.002	.246	.915
Group×Period	131.404	3	43.801	1.331	.280	.100	.324
Error	1185.100	36	32.919				

<Table 160>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=0.325$ ,  $p=0.807$ ), 집단 내 측정 시기( $F=11.722$ ,  $p=0.002$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 집단 간과 측정



시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.331, p=.280$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.384, p=.765$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.552, p=.650$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

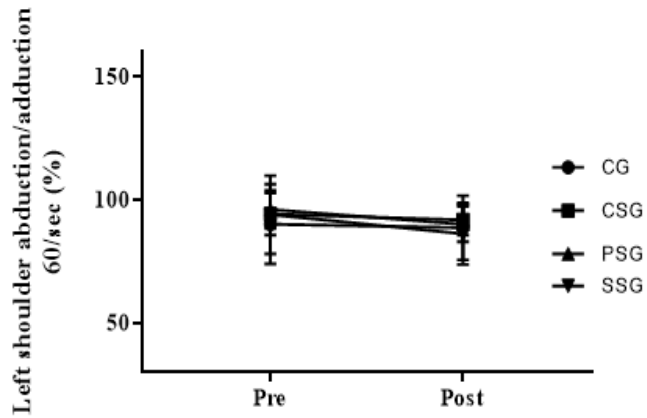


Figure 79. Change of left shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise

② 좌견관절 외전근 근력의 상대값(Relative value of peak torque in left shoulder abduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 외전근 근력의 상대값 변화 결과는 <Table 161>, <Table 162>, <Figure 80>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 좌견관절 외전근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 161>에 제시하였으며, <Table 162>는 좌견관절 외전근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 161. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left shoulder abduction (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.71±0.10	0.86±0.11	0.79±0.11
CSG <sup>b</sup>	0.68±0.09	1.04±0.09	0.86±0.09
PSG <sup>c</sup>	0.67±0.06	1.12±0.12	0.90±0.09
SSG <sup>d</sup>	0.62±0.13	0.89±0.13	0.76±0.13
Total	0.67±0.10	0.97±0.16	0.82±0.13
<i>F</i>	1.419	12.171	
<i>p</i>	.253	.001	
<i>Tukey</i>	-	a,d<b,c	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 162. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left shoulder abduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.131	3	.044	4.216	.012	.260	.817
Error	.372	36	.010				
Within Subject							
Period	1.830	1	1.830	928.081	.001	.963	1.000
Group×Period	.254	3	.085	42.933	.001	.782	1.000
Error	.071	36	.002				

<Table 162>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=4.216$ ,  $p=.012$ ), 집단 내 측정 시기( $F=928.081$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=42.933$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.419$ ,  $p=.253$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=12.171$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, CSG, PSG,가 CG, SSG보다 좌견관절 외전근 근력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

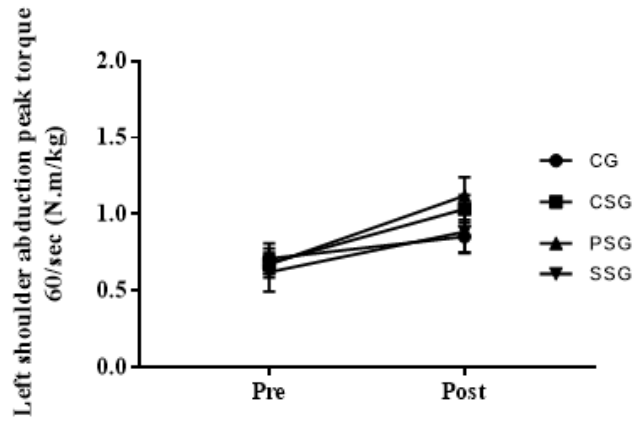


Figure 80. Change of left shoulder abd peak torque Nm/kg after resistance exercise

③ 좌견관절 내전근 근력의 상대값(Relative value of peak torque in left shoulder adduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 내전근 근력의 상대값 변화 결과는 <Table 163>, <Table 164>, <Figure 81>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 측정 시기별 좌견관절 내전근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 163>에 제시하였으며, <Table 164>는 좌견관절 내전근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원 반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 163. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left shoulder adduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.80±0.09	0.97±0.11	0.89±0.10
CSG <sup>b</sup>	0.73±0.14	1.14±0.15	0.94±0.15
PSG <sup>c</sup>	0.70±0.07	1.24±0.10	0.97±0.09
SSG <sup>d</sup>	0.67±0.12	1.03±0.13	0.85±0.13
Total	0.73±0.12	1.10±0.16	0.92±0.14
<i>F</i>	2.484	9.244	
<i>p</i>	.076	.001	
<i>Tukey</i>	-	a<c	

CG<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 164. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left shoulder adduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.085	3	.028	2.324	.091	.162	.537
Error	.437	36	.012				
Within Subject							
Period	2.738	1	2.738	785.340	.001	.956	1.000
Group×Period	.352	3	.117	33.682	.001	.737	1.000
Error	.126	36	.003				

<Table 164>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=2.324$ ,  $p=.091$ ), 집단 내 측정 시기( $F=785.340$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났으며 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=33.682$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.485, p=.621$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=9.244, p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후 검정 결과, PSG가 CG보다 좌견관절 내전근 근육의 상대값이 유의하게 증가하였다.

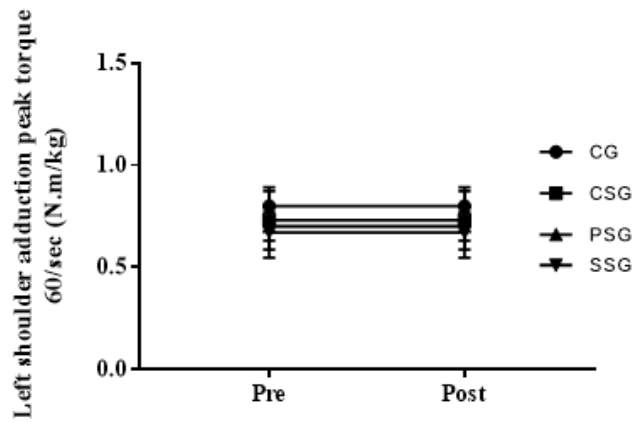


Figure 81. Change of left shoulder add peak torque N.m/kg after resistance exercise

④ 우견관절 외·내전비의 변화(Right shoulder abduction/adduction ratio)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 외·내전비 변화 결과는 <Table 165>, <Table 166>, <Figure 82>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우견관절 외·내전비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 165>에 제시하였으며, <Table 166>은 우견관절 외·내전비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 일원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 165. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Right shoulder abduction/adduction ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	96.59±7.08	91.80±9.07	94.20±8.08
CSG <sup>b</sup>	98.79±8.08	93.69±7.90	96.24±7.99
PSG <sup>c</sup>	93.28±7.52	89.02±6.63	91.15±7.08
SSG <sup>d</sup>	91.82±9.45	88.31±5.54	90.07±7.50
Total	95.12±8.24	90.71±7.44	92.92±7.84
<i>F</i>	1.527	1.136	
<i>p</i>	.224	.348	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 166. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Right shoulder abduction/adduction ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	239.317	3	79.772	1.752	.174	.127	.418
Error	1638.812	36	45.523				
Within Subject							
Period	389.845	1	389.845	13.412	.001	.271	.946
Group×Period	7.264	3	2.421	0.083	.969	.007	.064
Error	1046.441	36	29.068				

<Table 166>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.752$ ,  $p=.174$ ), 집단 내 측정 시기( $F=13.412$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=0.083$ ,  $p=.969$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.527$ ,  $p=.224$ )에서는 유의한 차이가

나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=1.136$ ,  $p=.348$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

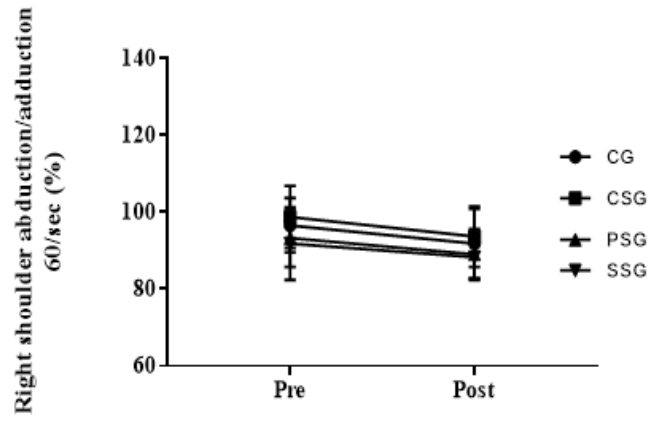


Figure 82. Change of right shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise

⑤ 우견관절 외전근 근력의 상대값(Relative value of peak torque in right shoulder abduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 외전근 근력의 상대값 변화 결과는 <Table 167>, <Table 168>, <Figure 83>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우견관절 외전근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 167>에 제시하였으며, <Table 168>은 우견관절 외전근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 일원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 167. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right shoulder abduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.84±0.12	0.97±0.11	0.91±0.12
CSG <sup>b</sup>	0.78±0.08	1.13±0.12	0.96±0.10
PSG <sup>c</sup>	0.79±0.11	1.27±0.15	1.03±0.13
SSG <sup>d</sup>	0.73±0.09	1.00±0.09	0.87±0.09
Total	0.78±0.10	1.09±0.17	0.94±0.14
<i>F</i>	2.227	12.289	
<i>p</i>	.102	.001	
<i>Tukey</i>	-	a<c	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup>, Compound set group; PSG<sup>c</sup>, Pyramid set group; SSG<sup>d</sup>, Super set group

Table 168. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right shoulder abduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.144	3	.048	4.331	.010	.265	.144
Error	.400	36	.011				
Within Subject							
Period	1.910	1	1.910	808.685	.001	.957	1.000
Group×Period	.318	3	.106	44.913	.001	.789	1.000
Error	.085	36	.002				

<Table 168>에서 집단 간 유의한 차이를 보이려 보였으나( $F=4.331$ ,  $p=.010$ ), 집단 내 측정 시기( $F=808.685$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=44.913$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결



과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=2.227$ ,  $p=.102$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=12.289$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, PSG가 CG보다 우견관절 외전근 근력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

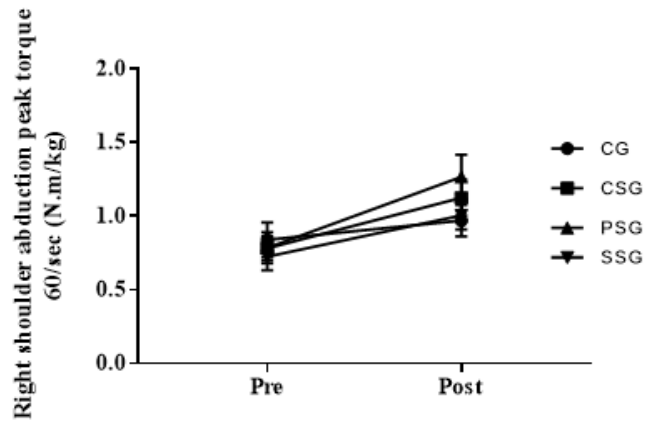


Figure 83. Change of right shoulder abd peak torque N.m/kg after resistance exercise

⑥ 우견관절 내전근 근력의 상대값(Relative value of peak torque in right shoulder adduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 내전근 근력의 상대값 변화 결과는 <Table 169>, <Table 170>, <Figure 84>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우견관절 내전근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 169>에 제시하였으며, <Table 170>은 우견관절 내전근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 169. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right shoulder adduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.87±0.11	1.06±0.12	0.97±0.12
CSG <sup>b</sup>	0.80±0.13	1.20±0.12	1.00±0.13
PSG <sup>c</sup>	0.85±0.10	1.42±0.14	1.14±0.12
SSG <sup>d</sup>	0.79±0.09	1.14±0.08	0.97±0.09
Total	0.83±0.11	1.20±0.18	1.02±0.15
<i>F</i>	1.237	16.707	
<i>p</i>	.310	.001	
<i>Tukey</i>	-	a,b,d<c	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 170. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right shoulder adduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.190	3	.063	5.167	.005	.301	.894
Error	.442	36	.012				
Within Subject							
Period	2.865	1	2.865	1783.348	.001	.980	1.000
Group×Period	.385	3	.128	79.879	.001	.869	1.000
Error	.058	36	.002				

<Table 170>에서 집단 간 유의한 차이를 보이려 보였으나( $F=5.167$ ,  $p=.005$ ), 집단 내 측정 시기( $F=1783.348$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=79.879$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.237$ ,  $p=.310$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=16.707$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, PSG가 CG, CSG, SSG보다 우견관절 내전근 근력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

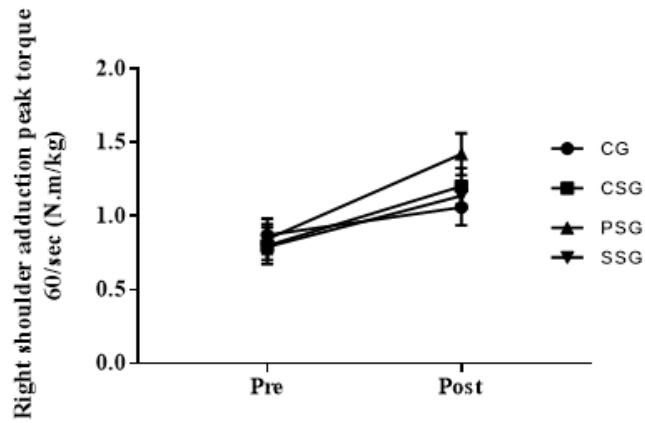


Figure 84. Change of right shoulder add peak torque N.m/kg after resistance exercise

⑦ 견관절 외전근 좌·우비(Bilateral balance ratio of shoulder abduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 견관절 외전근 좌·우비의 변화 결과는 <Table 171>, <Table 172>, <Figure 85>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 견관절 외전근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 171>에 제시하였으며, <Table 172>는 견관절 외전근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 171. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Shoulder abduction left/right ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	85.61±15.19	88.57±11.17	87.09±13.18
CSG <sup>b</sup>	86.85±7.78	92.35±7.04	89.60±7.41
PSG <sup>c</sup>	86.08±11.43	89.24±10.38	87.66±10.91
SSG <sup>d</sup>	85.74±11.54	88.31±13.79	87.03±12.67
Total	86.07±11.33	89.62±10.61	87.85±10.97
<i>F</i>	.022	.291	
<i>p</i>	.995	.831	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 172. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Shoulder abduction left/right ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	43.567	3	14.522	.125	.945	.010	.071
Error	4183.504	36	116.208				
Within Subject							
Period	251.695	1	251.695	9.860	.003	.215	0.863
Group×Period	26.315	3	8.772	.344	.794	.028	.110
Error	918.984	36	25.527				

<Table 172>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다( $F=1.25$ ,  $p=.945$ ), 집단 내 측정 시기( $F=9.860$ ,  $p=.003$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=.344$ ,  $p=.794$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.022$ ,  $p=.995$ )에서는 유의한 차이가

나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.291$ ,  $p=.831$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

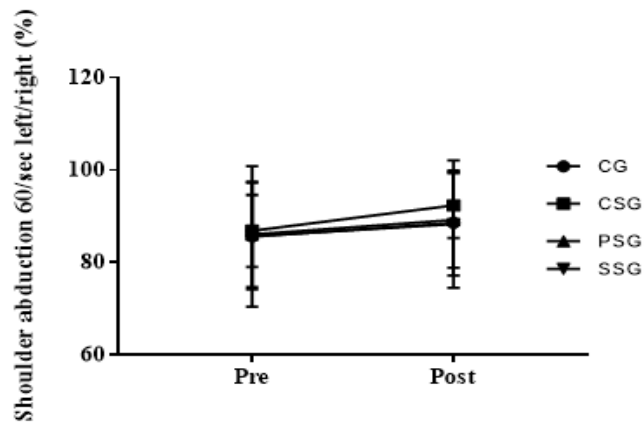


Figure 85. Change of bilateral balance ratio of abduction after resistance exercise

⑧ 견관절 내전근 좌·우비(Bilateral balance ratio of shoulder adduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 견관절 내전근 좌·우비 변화 결과는 <Table 173>, <Table 174>, <Figure 86>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 견관절 내전근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 173>에 제시하였으며, <Table 174>는 견관절 내전근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 173. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° Shoulder adduction left/right ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	93.54±20.98	93.35±20.59	93.45±20.79
CSG <sup>b</sup>	91.96±16.19	94.27±10.40	93.12±13.30
PSG <sup>c</sup>	83.94±11.72	87.96±9.06	85.95±10.39
SSG <sup>d</sup>	84.84±13.65	90.57±9.47	87.71±11.56
Total	88.57±15.97	91.54±12.99	90.06±14.48
<i>F</i>	.930	.464	
<i>p</i>	.436	.709	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 174. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° Shoulder adduction left/right ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	432.292	3	144.097	.732	.540	.057	.190
Error	7090.590	36	196.961				
Within Subject							
Period	176.121	1	176.121	4.571	.039	.113	.548
Group×Period	95.706	3	31.902	.828	.487	.065	.211
Error	1387.228	36	38.534				

<Table 174>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=0.732$ ,  $p=0.540$ ), 집단 내 측정 시기( $F=4.571$ ,  $p=0.039$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=0.828$ ,  $p=0.487$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=0.930$ ,  $p=0.436$ )에서는 유의한 차이가

나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.464$ ,  $p=.709$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

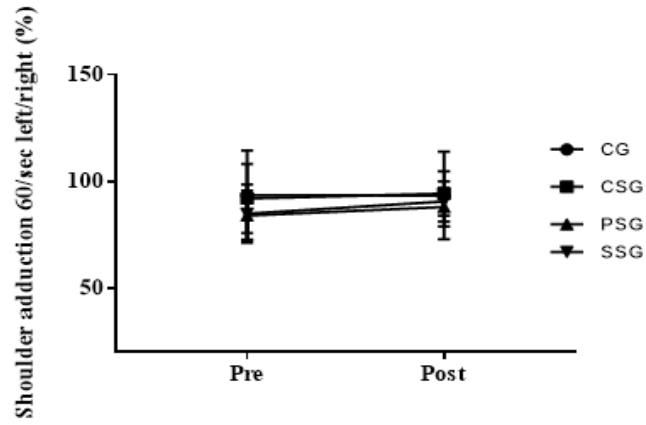


Figure 86. Change of bilateral balance ratio of adduction after resistance exercise

(5) 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 어깨(180°/sec) 등속성 근지구력(shoulder iso kinetic muscle strength)의 변화

① 좌견관절 외·내전비의 변화(Left shoulder abduction/adduction ratio)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 외·내전비 변화 결과는 <Table 175>, <Table 176>, <Figure 87>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 좌견관절 외·내전비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 175>에 제시하였으며, <Table 176>은 좌견관절 외·내전비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 175. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Left shoulder abduction/adduction ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	96.39±9.49	91.37±11.98	93.88±10.74
CSG <sup>b</sup>	86.90±9.55	86.91±15.59	86.91±12.57
PSG <sup>c</sup>	92.45±14.17	93.26±12.41	92.86±13.29
SSG <sup>d</sup>	103.53±19.83	94.76±15.05	99.15±17.44
Total	94.62±14.83	91.58±13.64	93.10±14.24
<i>F</i>	2.751	.605	
<i>p</i>	.057	.616	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 176. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° Left shoulder abduction/adduction ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>η</i> <sup>2</sup>	<i>β</i>
Between Subject							
Group	807.703	3	269.234	1.682	.188	.123	.402
Error	5763.576	36	160.099				
Within Subject							
Period	184.832	1	184.832	2.824	.102	.073	.373
Group×Period	332.377	3	110.792	1.693	.186	.124	.405
Error	2356.071	36	65.446				

<Table 176>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.682$ ,  $p=.188$ ), 집단 내 측정 시기( $F=2.824$ ,  $p=.102$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, 집단 간과



측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.693$ ,  $p=.186$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=2.751$ ,  $p=.057$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.605$ ,  $p=.616$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

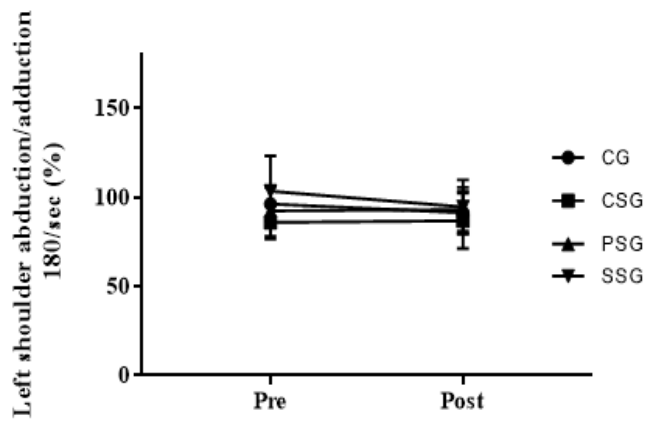


Figure 87. Change of left shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise

② 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값(Relative value of peak torque in left shoulder abduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화 결과는 <Table 177>, <Table 178>, <Figure 88>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 177>에 제시하였으며, <Table 178>은 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 177. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180°left shoulder abduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.64±0.08	1.33±0.30	0.99±0.19
CSG <sup>b</sup>	0.51±0.11	1.55±0.22	1.03±0.17
PSG <sup>c</sup>	0.50±0.07	1.59±0.19	1.05±0.13
SSG <sup>d</sup>	0.47±0.14	1.49±0.19	0.98±0.17
Total	0.53±0.12	1.49±0.24	1.01±0.18
<i>F</i>	5.037	3.833	
<i>p</i>	.005	.018	
<i>Tukey</i>	c,d<a	d<c	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 178. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left shoulder abduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.030	3	.010	.624	.604	.049	.167
Error	.576	36	.016				
Within Subject							
Period	18.288	1	18.288	573.053	.001	.941	1.000
Group×Period	.492	3	.164	5.134	.005	.300	.892
Error	1.149	36	.032				

<Table 178>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=0.624$ ,  $p=0.604$ ), 집단 내 측정 시기( $F=573.053$ ,  $p=0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=5.134$ ,  $p=0.005$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=5.037, p=.005$ )에서는 유의한 차이가 나타났다. 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)으로 사전변인을 통제하였으나, 저항성 운동 8주 후( $F=20.714, p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.07\pm.04(N\cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-5.950, p=.001$ ). CSG의 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.28\pm.09(N\cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-10.325, p=.001$ ). PSG의 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.35\pm.09(N\cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-12.679, p=.001$ ). SSG의 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.22\pm.07(N\cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-9.900, p=.001$ ).

좌견관절 외전근 근지구력의 상대값의 변화를 종합하면, <Figure 88>에서 집단 간 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값의 사전값에서 유의한 차이가 나타났다, 8주간 저항성 운동 후 CG, CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

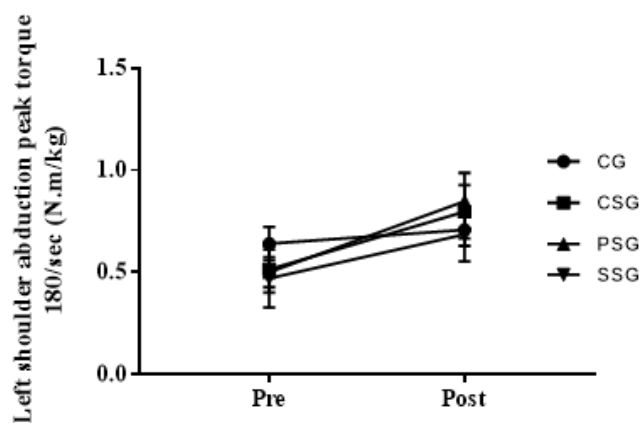


Figure 88. Change of left shoulder abd peak torque Nm/kg after resistance exercise

③ 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값(Relative value of peak torque in left shoulder adduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화 결과는 <Table 179>, <Table 180>, <Figure 89>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 179>에 제시하였으며, <Table 180>은 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 179. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180°left shoulder adduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.67±0.10	0.79±0.13	0.73±0.12
CSG <sup>b</sup>	0.59±0.12	0.93±0.17	0.76±0.15
PSG <sup>c</sup>	0.55±0.08	0.92±0.11	0.74±0.10
SSG <sup>d</sup>	0.46±0.14	0.73±0.15	0.60±0.15
Total	0.57±0.13	0.84±0.16	0.71±0.15
<i>F</i>	5.677	4.797	
<i>p</i>	.003	.007	
<i>Tukey</i>	d<a	d<b,c	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 180. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left shoulder abduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.161	3	.054	3.463	.026	.224	.728
Error	.559	36	.016				
Within Subject							
Period	1.491	1	1.491	643.030	.001	.947	1.000
Group×Period	.193	3	.064	27.691	.001	.698	1.000
Error	.083	36	.002				

<Table 180>에서 집단 간 유의한 차이를 보이기를 보였었다( $F=3.463$ ,  $p=.026$ ), 집단 내 측정 시기( $F=643.030$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=27.691$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=5.677$ ,  $p=.003$ )에서는 유의한 차이가 나타났다. 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)으로 사전변인을 통제하였으나, 저항성 운동 8주 후( $F=26.393$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, CSG, PSG가 SSG보다 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.12\pm.07(N\cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-5.472$ ,  $p=.001$ ). CSG의 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.34\pm.08(N\cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-13.483$ ,  $p=.001$ ). PSG의 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.37\pm.07(N\cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-17.847$ ,  $p=.001$ ). SSG의 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.27\pm.06(N\cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-14.384$ ,  $p=.001$ ).

좌견관절 내전근 근지구력의 상대값의 변화를 종합하면, <Figure 179>에서 집단 간 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값의 사전값에서 유의한 차이가 나타났다, 8주간 저항성 운동 후 CG, CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

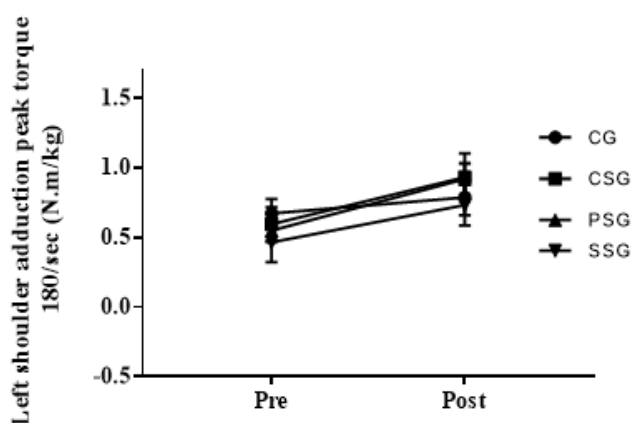


Figure 89. Change of left shoulder add peak torque N.m/kg after resistance exercise

④ 우견관절 외·내전비의 변화(Right shoulder abduction/adduction peak torque ratio)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 외·내전비 변화 결과는 <Table 181>, <Table 182>, <Figure 90>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우견관절 외·내전비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 181>에 제시하였으며, <Table 182>는 우견관절 외·내전비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 181. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Right shoulder abduction/adduction ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	98.40±13.18	97.36±22.15	56.10±11.45
CSG <sup>b</sup>	100.13±12.32	92.40±10.18	59.05±9.15
PSG <sup>c</sup>	89.21±7.45	85.54±7.37	60.65±5.26
SSG <sup>d</sup>	97.85±12.00	92.26±11.65	50.65±13.21
Total	96.40±11.81	91.89±14.11	56.62±11.11
<i>F</i>	1.822	1.200	
<i>p</i>	.161	.323	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup> control group: CSG<sup>b</sup> Compound set group: PSG<sup>c</sup> Pyramid set group: SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 182. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° Right shoulder abduction/adduction ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	651.056	3	217.019	1.518	.226	.112	.366
Error	5147.760	36	142.993				
Within Subject							
Period	406.351	1	406.351	9.823	.003	.214	.862
Group×Period	121.406	3	40.469	.978	.414	.075	.244
Error	1489.227	36	41.367				

<Table 182>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.518$ ,  $p=.226$ ), 집단 내 측정 시기( $F=9.823$ ,  $p=.003$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=.978$ ,  $p=.414$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.822$ ,  $p=.161$ )에서는 유의한 차이가

나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=1.200$ ,  $p=.323$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

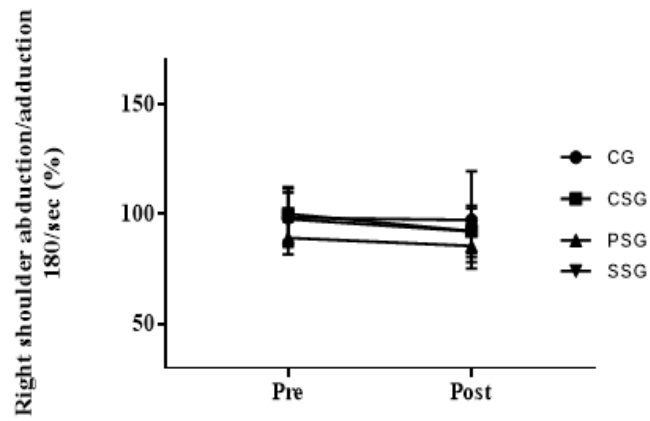


Figure 90. Change of right shoulder abduction/adduction ratio after resistance exercise

⑤ 우견관절 외전근 근지구력의 상대값(Relative value of peak torque in right shoulder abduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화 결과는 <Table 183>, <Table 184>, <Figure 91>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우견관절 외전근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 183>에 제시하였으며, <Table 184>는 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 183. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.70±0.13	0.78±0.11	0.74±0.12
CSG <sup>b</sup>	0.63±0.07	0.90±0.12	0.77±0.10
PSG <sup>c</sup>	0.64±0.11	0.91±0.14	0.78±0.13
SSG <sup>d</sup>	0.54±0.09	0.75±0.08	0.65±0.09
Total	0.63±0.11	0.83±0.13	0.73±0.12
<i>F</i>	3.957	3.833	
<i>p</i>	.015	.018	
<i>Tukey</i>	d<a	d<c	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 184. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.103	3	.034	3.102	.039	.205	.675
Error	.398	36	.011				
Within Subject							
Period	.849	1	.849	442.810	.001	.925	1.000
Group×Period	.129	3	.043	22.501	.001	.652	1.000
Error	.069	36	.002				

<Table 184>에서 집단 간 유의한 차이를 보이려 보였으며( $F=3.102$ ,  $p=.039$ ), 집단 내 측정 시기( $F=442.810$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=22.501$ ,  $p=.001$ ).



측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=3.957, p=.015$ )에서는 유의한 차이가 나타났다. 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)으로 사전변인을 통제하였으나, 저항성 운동 8주 후( $F=20.714, p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, PSG, 가 SSG보다 우견관절 외전근 근력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.08 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.666, p=.001$ ). CSG의 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.27 \pm .08(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-11.490, p=.001$ ). PSG의 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.27 \pm .07(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-12.683, p=.001$ ). SSG의 우견관절 외전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.21 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-12.866, p=.001$ ).

우견관절 외전근 근지구력의 상대값의 변화를 종합하면, <Figure 91>에서 집단 간 우견관절 외전근 근지구력의 상대값의 사전값에서 유의한 차이가 나타났으며, 8주간 저항성 운동 후 CG, CSG, PSG, SSG에서는 사전값보다 우견관절 외전근 근지구력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

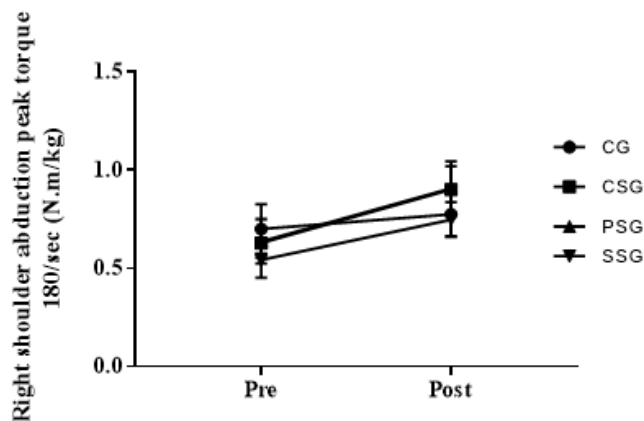


Figure 91. Change of right shoulder abd peak torque N.m/kg after resistance exercise

⑥ 우견관절 내전근 근지구력의 상대값(Relative value of peak torque in right shoulder adduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화 결과는 <Table 185>, <Table 186>, <Figure 92>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우견관절 내전근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 185>에 제시하였으며, <Table 186>은 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 185. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right shoulder adduction (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	0.72±0.13	0.82±0.16	0.77±0.15
CSG <sup>b</sup>	0.64±0.12	0.99±0.15	0.82±0.14
PSG <sup>c</sup>	0.71±0.09	1.06±0.09	0.89±0.09
SSG <sup>d</sup>	0.57±0.14	0.82±0.14	0.70±0.14
Total	0.66±0.13	0.92±0.17	0.79±0.15
<i>F</i>	3.443	7.493	
<i>p</i>	.027	.001	
<i>Tukey</i>	d<a	d<c	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 186. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right shoulder abduction

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.195	3	.065	3.933	.016	.247	.787
Error	.596	36	.017				
Within Subject							
Period	1.381	1	1.381	1026.263	.001	.966	1.000
Group×Period	.202	3	.067	50.137	.001	.807	1.000
Error	.048	36	.001				

<Table 186>에서 집단 간 유의한 차이를 보이기를 보였었다( $F=3.933$ ,  $p=.016$ ), 집단 내 측정 시기( $F=1026.263$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=50.137$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=3.443$ ,  $p=.027$ )에서는 유의한 차이가 나타났다. 공분산분석(Analysis of Covariance ANCOVA)으로 사전변인을 통제하였으나, 저항성 운동 8주 후( $F=26.393$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, PSG, 가 SSG보다 견관절 내전근 근지구력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.10 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=6.225$ ,  $p=.001$ ), CSG의 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.35 \pm .06(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-17.205$ ,  $p=.001$ ). PSG의 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.35 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-21.332$ ,  $p=.001$ ). SSG의 우견관절 내전근 근지구력의 상대값 평균 변화는  $.25 \pm .04(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-21.901$ ,  $p=.001$ ).

우견관절 내전근 근지구력의 상대값의 변화를 종합하면, <Figure 92>에서 집단 간 우견관절 내전근 근지구력의 사전값에서 유의한 차이가 나타났다. 8주간 저항성 운동 후 CG에서는 사전값보다 우견관절 내전근 근지구력의 상대값이 유의하게 감소하였으나 반면 CSG, PSG, SSG에서는 우견관절 내전근 근지구력의 상대값이 사전값보다 유의하게 증가하였다.

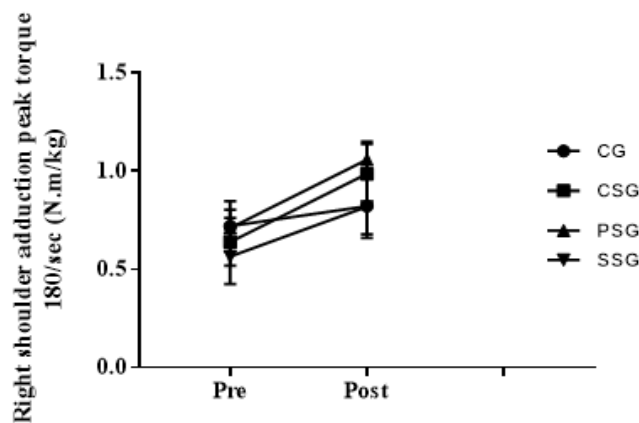


Figure 92. Change of right shoulder add peak torque Nm/kg after resistance exercise

⑦ 견관절 외전근 좌·우비(Bilateral balance ratio of shoulder abduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 견관절 외전근 좌·우비 변화 결과는 <Table 187>, <Table 188>, <Figure 93>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 견관절 외전근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 187>에 제시하였으며, <Table 188>은 견관절 외전근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 일원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 187. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° shoulder abduction left/right ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	94.58±24.73	93.38±19.95	93.98±22.34
CSG <sup>b</sup>	81.42±12.67	88.32±10.18	84.87±11.43
PSG <sup>c</sup>	80.25±16.35	93.86±14.29	87.06±15.32
SSG <sup>d</sup>	86.15±18.02	92.17±16.04	89.16±17.03
Total	85.60±18.64	91.93±15.07	88.77±16.86
<i>F</i>	1.242	.262	
<i>p</i>	.309	.852	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup> control group: CSG<sup>b</sup> Compound set group: PSG<sup>c</sup> Pyramid set group: SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 188. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° shoulder abduction left/right ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	454.474	3	151.419	.576	.635	.046	.157
Error	9470.103	36	263.058				
Within Subject							
Period	802.011	1	802.011	14.396	.001	.286	.958
Group×Period	550.601	3	183.534	3.294	.031	.215	.704
Error	2005.593	36	55.711				

<Table 188>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다( $F=.576$ ,  $p=.635$ ), 집단 내 측정 시기( $F=14.396$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=3.294$ ,  $p=.031$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.242$ ,  $p=.309$ )에서는 유의한 차이가

나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.262$ ,  $p=.852$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 견관절 외전근 좌·우비의 상대값 변화는  $1.20 \pm 9.25(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=.410$ ,  $p=.691$ ). CSG의 견관절 외전근 좌·우비의 상대값 변화는  $6.90 \pm 7.86(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-2.777$ ,  $p=.022$ ). PSG의 견관절 외전근 좌·우비의 상대값 변화는  $13.61 \pm 10.64(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.044$ ,  $p=.003$ ). SSG의 견관절 외전근 좌·우비의 상대값 변화는  $6.02 \pm 13.60(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=-1.399$ ,  $p=.195$ ).

견관절 외전근 좌·우비의 상대값 변화를 종합하면, <Figure 93>에서 집단 간 변화율의 사전값에서 유의한 차이가 나타났으며, 8주 저항성 운동 후 CSG, PSG에서는 견관절 외전근 좌우비가 사전값보다 유의하게 증가하였다.

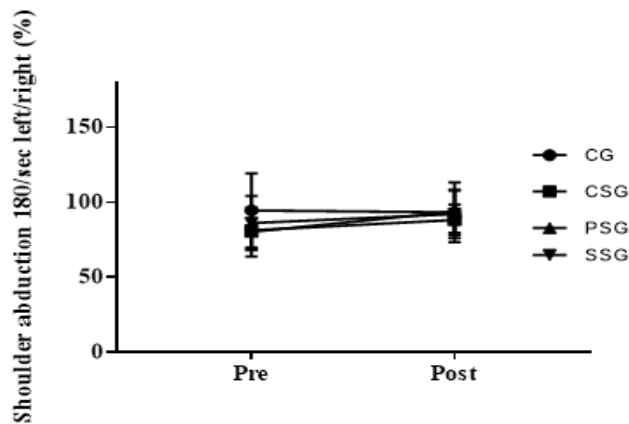


Figure 93. Change of bilateral balance ratio of abduction after resistance exercise

⑧ 견관절 내전근 좌·우비(Bilateral balance ratio of shoulder adduction)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 견관절 내전근 좌·우비 변화 결과는 <Table 189>, <Table 190>, <Figure 94>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 견관절 내전근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 189>에 제시하였으며, <Table 190>은 견관절 내전근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 189. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° shoulder adduction left/right ratio(%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	97.45±32.94	101.76±39.88	99.61±36.41
CSG <sup>b</sup>	95.26±18.39	94.91±13.02	95.09±15.71
PSG <sup>c</sup>	77.91±14.37	86.86±11.27	82.39±12.82
SSG <sup>d</sup>	83.96±23.70	90.69±19.02	87.33±21.36
Total	88.65±23.92	93.56±23.46	91.11±58.51
<i>F</i>	1.573	.725	
<i>p</i>	.213	.544	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup> control group: CSG<sup>b</sup> Compound set group: PSG<sup>c</sup> Pyramid set group: SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 190. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° shoulder adduction left/right ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1784.171	3	594.724	1.121	.353	.085	.277
Error	19092.970	36	530.360				
Within Subject							
Period	482.162	1	482.162	9.793	.003	.214	.861
Group×Period	238.308	3	79.436	1.163	.203	.119	.387
Error	1772.480	36	49.236				

<Table 190>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.121$ ,  $p=.353$ ), 집단 내 측정 시기( $F=9.793$ ,  $p=.003$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.163$ ,  $p=.203$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.573$ ,  $p=.213$ )에서는 유의한 차이가

나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.725$ ,  $p=.544$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

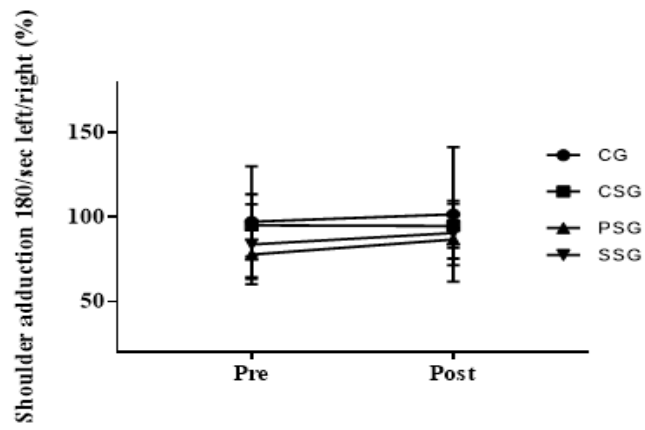


Figure 94. Change of bilateral balance ratio of adduction after resistance exercise

(6) 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 무릎(60°/sec) 등속성 근력(Knee isokinetic muscle strength)의 변화

① 좌무릎관절 굴신비 (Left knee flexor/extensor ratio)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌무릎관절 굴신비의 변화 결과는 <Table 191>, <Table 192>, <Figure 95>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 좌무릎관절 굴신비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 191>에 제시하였으며, <Table 192>는 좌무릎관절 굴신비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 191. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° left knee flexor/extensor ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	61.33±6.75	60.89±5.65	61.11±2.48
CSG <sup>b</sup>	60.60±7.20	64.21±7.48	62.41±7.34
PSG <sup>c</sup>	58.27±6.14	69.85±5.48	64.06±5.81
SSG <sup>d</sup>	58.91±6.16	52.30±5.15	55.61±5.66
Total	59.78±6.44	61.81±8.65	60.80±7.55
<i>F</i>	.471	14.929	
<i>p</i>	.705	.001	
<i>Tukey</i>	-	d<a<c	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 192. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° left knee flexor/extensor ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	402.877	3	134.292	3.491	.025	.225	.732
Error	1384.723	36	38.465				
Within Subject							
Period	82.825	1	82.825	33.635	.001	.483	1.000
Group×Period	872.246	3	290.749	118.072	.001	.908	1.000
Error	88.649	36	2.462				

<Table 192>에서 집단 간 유의한 차이를 보이려 보였으며( $F=3.491$ ,  $p=.025$ ), 집단 내 측정 시기( $F=33.635$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정



시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=118.072$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.471$ ,  $p=.705$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=14.929$ ,  $p=.001$ )에서는 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, PSG가 CG, SSG보다 좌신근 근력의 상대값이 유의한 차이가 나타났다.

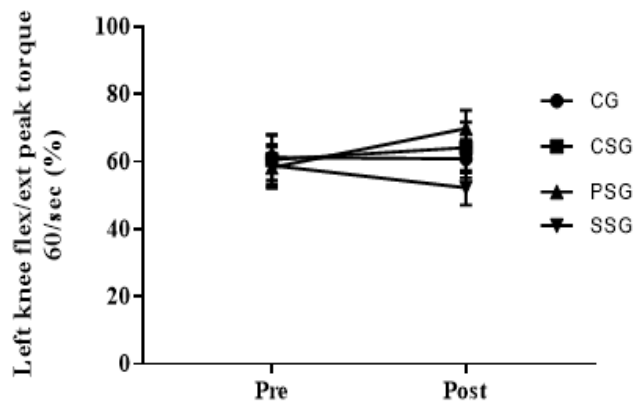


Figure 95. Changes in left knee flexor/extensor ratio after resistance exercise

② 좌골근 근력의 상대값(Relative value of peak torque in left knee flexor)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌골근 근력의 상대값의 변화 결과는 <Table 193>, <Table 194>, <Figure 96>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 좌골근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 193>에 제시하였으며, <Table 194>는 좌골근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 193. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left knee flexor (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	1.46±0.29	1.57±0.28	1.52±0.29
CSG <sup>b</sup>	1.52±0.21	1.87±0.22	1.70±0.22
PSG <sup>c</sup>	1.37±0.11	2.00±0.14	1.69±0.13
SSG <sup>d</sup>	1.46±0.23	1.68±0.23	1.57±0.23
Total	1.45±0.22	1.78±0.28	1.62±0.25
<i>F</i>	.772	7.169	
<i>p</i>	.517	.001	
<i>Tukey</i>	-	a<b,c	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 194. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left knee flexor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.237	3	.079	1.585	.210	.117	.381
Error	1.794	36	.050				
Within Subject							
Period	2.148	1	2.148	1877.928	.001	.981	1.000
Group×Period	.745	3	.248	217.117	.001	.948	1.000
Error	.041	36	.001				

<Table 194>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.585$ ,  $p=.210$ ), 집단 내 측정 시기( $F=1877.928$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=217.117$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.772$ ,  $p=.517$ )에서는 유의한 차이가

나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=7.169$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후 검정 결과, CSG, PSG가 CG보다 좌골근 근육의 상대값이 유의하게 증가하였다.

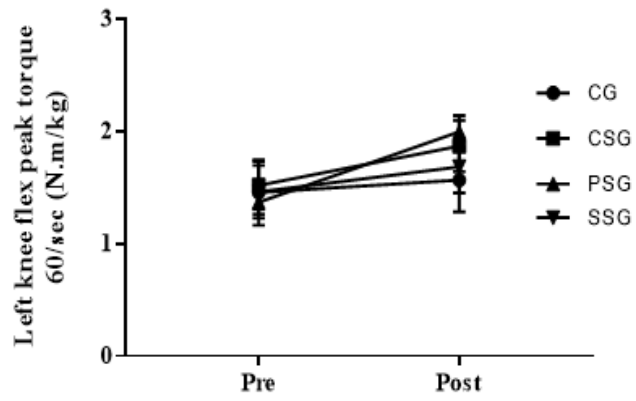


Figure 96. Change of relative value of left knee flexor after resistance exercise

③ 좌신근 근력의 상대값(Relative value of peak torque in left knee extensor)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌신근 근력의 상대값의 변화 결과는 <Table 195>, <Table 196>, <Figure 97>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 좌신근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 195>에 제시하였으며, <Table 196>은 좌신근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 195. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° left knee extensor (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	2.36±0.31	2.56±0.32	2.46±0.32
CSG <sup>b</sup>	2.51±0.19	2.92±0.27	2.72±0.23
PSG <sup>c</sup>	2.38±0.38	2.88±0.36	2.63±0.37
SSG <sup>d</sup>	2.48±0.30	3.23±0.41	2.86±0.36
Total	2.43±0.30	2.90±0.41	2.67±0.36
<i>F</i>	.565	6.471	
<i>p</i>	.642	.001	
<i>Tukey</i>	-	a<d	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 196. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° left knee extensor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.832	3	.277	2.710	.059	.184	.609
Error	3.687	36	.102				
Within Subject							
Period	4.320	1	4.320	757.37	.001	.955	1.000
Group×Period	.784	3	.261	45.822	.001	.792	1.000
Error	.205	36	.006				

<Table 196>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=2.710$ ,  $p=.059$ ), 집단 내 측정 시기( $F=757.37$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=45.822$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=.565$ ,  $p=.642$ )에서는 유의한 차이가

나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=6.471$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후 검정 결과, SSG가 CG보다 좌신근 근력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

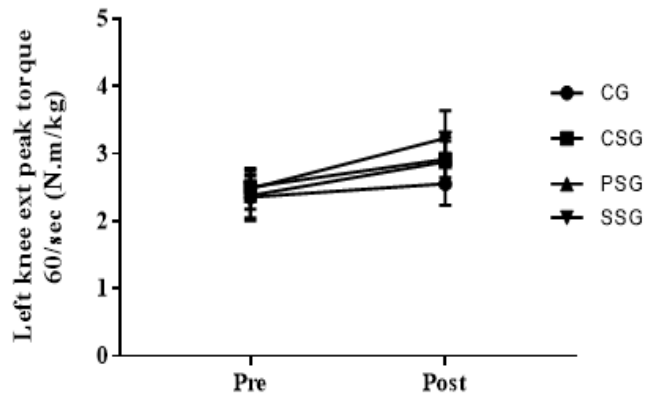


Figure 97. Change of relative value of left knee extensor after resistance exercise

④ 우무릎관절 굴신비(Right knee flexor/extensor ratio)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우무릎관절 굴신비의 변화 결과는 <Table 197>, <Table 198>, <Figure 98>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우무릎관절 굴신비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 197>에 제시하였으며, <Table 198>은 우무릎관절 굴신비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 일원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 197. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° right knee flexor/extensor ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	62.50±7.14	61.47±6.49	61.99±6.81
CSG <sup>b</sup>	63.86±5.75	66.10±5.25	64.98±5.50
PSG <sup>c</sup>	58.01±6.19	68.44±6.76	56.51±6.48
SSG <sup>d</sup>	60.01±5.81	53.01±3.69	56.51±4.75
Total	61.10±6.42	62.26±8.09	61.68±7.26
<i>F</i>	1.728	14.381	
<i>p</i>	.168	.001	
<i>Tukey</i>	-	d<a<c	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 198. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° right knee flexor/extensor ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	399.441	3	133.147	3.918	.016	.246	.785
Error	1223.469	36	33.985				
Within Subject							
Period	26.565	1	26.565	8.060	.007	.183	.789
Group×Period	794.856	3	264.952	80.388	.001	0.870	1.000
Error	118.654	36	3.296				

<Table 198>에서 집단 간 유의한 차이를 보이려 보였으며( $F=3.918$ ,  $p=.016$ ), 집단 내 측정 시기( $F=8.060$ ,  $p=.007$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=80.388$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.728$ ,  $p=.168$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=14.381$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, PSG가 CG, PSG보다 우무릎관절 굴신비의 상대값이 유의한 차이가 나타났다.

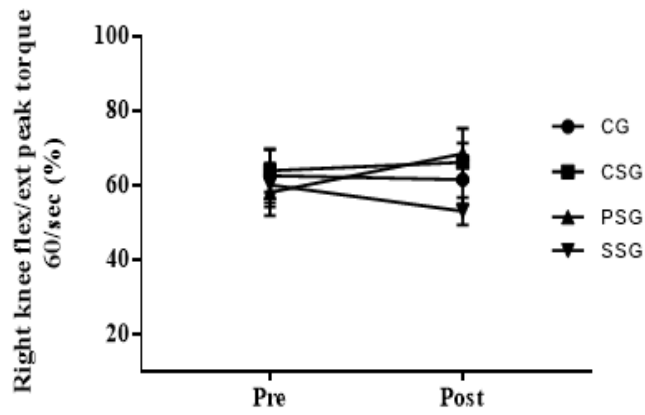


Figure 98. Changes in right knee flexor/extension ratio after resistance exercise

⑤ 우굴근 근력의 상대값(Relative value of peak torque in right knee flexor)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우굴근 근력의 상대값의 변화 결과는 <Table 199>, <Table 200>, <Figure 99>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우굴근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 199>에 제시하였으며, <Table 200>은 우굴근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 199. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right knee flexor (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	1.56±0.25	1.64±0.25	1.60±0.25
CSG <sup>b</sup>	1.48±0.13	1.18±0.14	1.33±0.14
PSG <sup>c</sup>	1.42±0.23	2.02±0.28	1.72±0.26
SSG <sup>d</sup>	1.45±0.14	1.68±0.12	1.57±0.13
Total	1.48±0.20	1.79±0.25	1.64±0.23
<i>F</i>	.907	6.576	
<i>p</i>	.447	.001	
<i>Tukey</i>	-	a,d<c	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 200. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right knee flexor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.135	3	.045	1.107	.359	.084	.273
Error	1.459	36	.041				
Within Subject							
Period	1.888	1	1.888	916.839	.001	.962	1.000
Group×Period	.701	3	.234	113.398	.001	.904	1.000
Error	.074	36	.002				

<Table 200>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=1.107$ ,  $p=.359$ ), 집단 내 측정 시기( $F=916.839$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=113.398$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결



과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=9.07, p=.447$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=6.576, p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후 검정 결과, PSG가 CG, SSG보다 우굴근 근력의 상대값이 유의한 차이가 나타났다

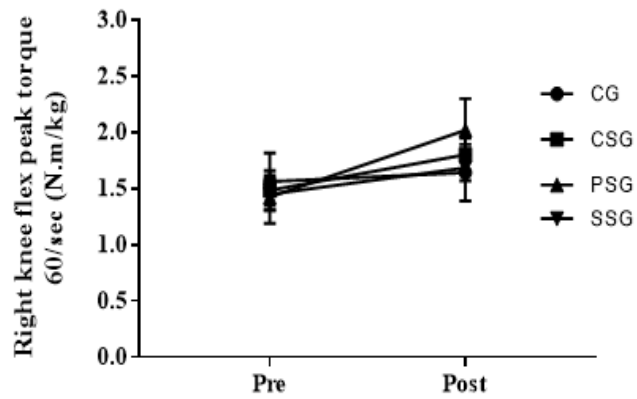


Figure 99. Change of relative value of right knee flexor after resistance exercise

⑥ 우신근 근력의 상대값(Relative value of peak torque in right knee extensor)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우신근 근력의 상대값의 변화 결과는 <Table 201>, <Table 202>, <Figure 100>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우신근 근력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 201>에 제시하였으며, <Table 202>는 우신근 근력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 201. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 60° right knee extensor (Nm/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	2.49±0.23	2.66±0.26	2.58±0.25
CSG <sup>b</sup>	2.33±0.15	2.73±0.16	2.53±0.16
PSG <sup>c</sup>	2.46±0.33	2.96±0.32	2.71±0.33
SSG <sup>d</sup>	2.44±0.35	3.19±0.28	2.82±0.32
Total	2.43±0.27	2.88±0.33	2.66±0.30
<i>F</i>	.656	8.191	
<i>p</i>	.584	.001	
<i>Tukey</i>	-	a,b<d	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 202. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 60° right knee extensor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.494	3	.165	2.333	.090	.163	.539
Error	2.539	36	.071				
Within Subject							
Period	4.140	1	4.140	1163.516	.001	.970	1.000
Group×Period	.849	3	.283	79.506	.001	.869	1.000
Error	.128	36	.004				

<Table 202>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=2.333$ ,  $p=.090$ ), 집단 내 측정 시기( $F=1163.516$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=79.506$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=6.56$ ,  $p=.584$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=8.191$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후 검정 결과, SSG가 CG, CSG보다 우굴근 근력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

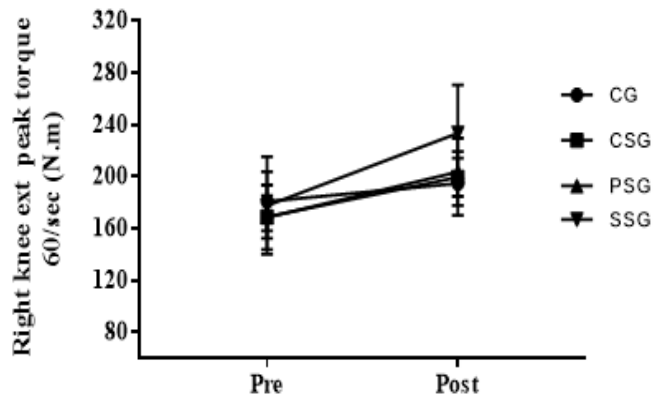


Figure 100. Change of relative value of right knee extensor after resistance exercise

⑦ 무릎 관절 굴근 좌·우비(Knee bilateral balance ratio of flexors)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 무릎 관절 굴근 좌·우비의 변화 결과는 <Table 203>, <Table 204>, <Figure 101>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 무릎 관절 굴근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 203>에 제시하였으며, <Table 204>는 무릎 관절 굴근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산 분석을 실시한 결과이다.

Table 203. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° knee bilateral balance ratio of flexors (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	92.69±6.15	94.98±5.45	93.84±5.80
CSG <sup>b</sup>	102.43±12.01	103.80±11.16	103.12±11.59
PSG <sup>c</sup>	98.25±16.06	100.12±11.88	99.19±13.97
SSG <sup>d</sup>	101.72±19.25	100.37±14.13	101.05±16.69
Total	98.77±14.22	99.82±11.16	99.30±12.69
<i>F</i>	.976	1.068	
<i>p</i>	.415	.375	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>, control group; CSG<sup>b</sup>, Compound set group; PSG<sup>c</sup>, Pyramid set group; SSG<sup>d</sup>, Super set group

Table 204. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° knee bilateral balance ratio of flexors

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	474.786	3	158.262	1.002	.403	.077	.250
Error	5685.933	36	157.943				
Within Subject							
Period	21.840	1	21.840	2.082	.158	.055	.290
Group×Period	40.362	3	13.454	1.282	.295	.097	.313
Error	377.658	36	10.491				

<Table 204>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다( $F=1.002$ ,  $p=.403$ ), 집단 내 측정 시기( $F=2.082$ ,  $p=.158$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.282$ ,  $p=.635$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=9.76$ ,  $p=.415$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=1.068$ ,  $p=.375$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

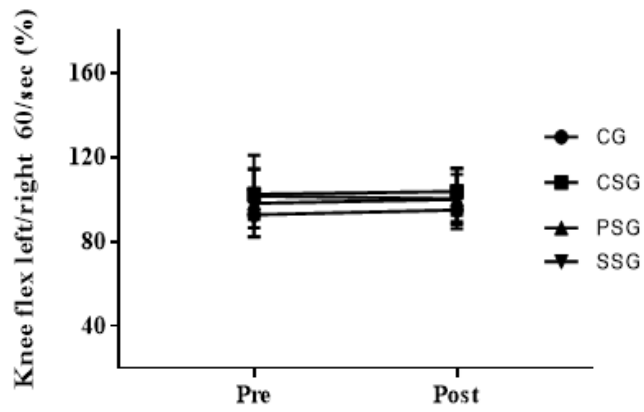


Figure 101. Change of Knee bilateral balance ratio of flexors after resistance exercise

⑧ 무릎 관절 신근 좌·우비(Knee bilateral balance ratio of extensor)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 무릎 관절 신근 좌·우비의 변화 결과는 <Table 205>, <Table 206>, <Figure 102>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 무릎 관절 신근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 205>에 제시하였으며, <Table 206>은 무릎 관절 신근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산 분석을 실시한 결과이다.

Table 205. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 60° knee bilateral balance ratio of extensor (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	94.58±9.18	96.00±9.21	101.92±9.20
CSG <sup>b</sup>	107.80±7.68	106.97±8.70	107.39±8.19
PSG <sup>c</sup>	97.52±15.31	97.73±9.98	97.63±12.65
SSG <sup>d</sup>	104.22±23.48	102.29±17.69	103.26±20.56
Total	101.03±15.57	100.75±12.28	100.89±14.20
<i>F</i>	1.579	1.693	
<i>p</i>	.211	.186	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG<sup>a</sup>: control group; CSG<sup>b</sup>: Compound set group; PSG<sup>c</sup>: Pyramid set group; SSG<sup>d</sup>: Super set group

Table 206. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° knee bilateral balance ratio of extensor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	897.985	3	299.328	1.671	.191	.122	.400
Error	5685.933	36	157.943				
Within Subject							
Period	1.596	1	1.596	.094	.761	.003	.060
Group×Period	30.775	3	10.258	.601	.618	.048	.162
Error	614.004	36	17.056				

<Table 206>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나(F=1.671, p=.191), 집단 내 측정 시기(F=.094, p=.761)에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다(F=.601, p=.618).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.579$ ,  $p=.211$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=1.693$ ,  $p=.186$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

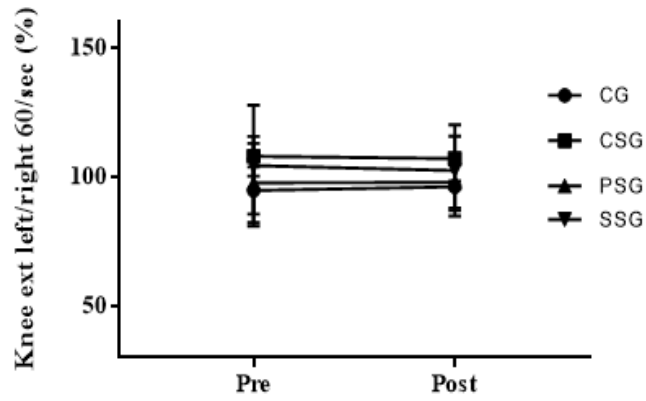


Figure 102. Change of knee bilateral balance ratio of extensor after resistance exercise

(7) 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 무릎(180°/sec) 등속성 근지구력(Knee isokinetic muscle strength)의 변화

① 좌무릎관절 굴신비(Left knee flexor/extensor ratio)

8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 중국 남자 대학생의 좌무릎관절 굴신비의 변화 결과는 <Table 207>, <Table 208>, <Figure 103>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 좌무릎관절 굴신비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 207>에 제시하였으며, <Table 208>은 좌무릎관절 굴신비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 207. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° left knee flexor/extensor ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	64.06±7.06	63.09±5.98	63.58±6.52
CSG <sup>b</sup>	60.00±7.44	61.58±6.74	60.79±7.09
PSG <sup>c</sup>	54.74±8.67	62.13±7.80	58.44±8.24
SSG <sup>d</sup>	60.04±7.98	63.79±7.90	61.92±7.94
Total	59.71±8.22	62.65±6.92	61.18±7.57
<i>F</i>	2.393	.190	
<i>p</i>	.085	.903	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 208. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° left knee flexor/extensor ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	139.634	3	46.545	.863	.469	.067	.219
Error	1942.371	36	53.955				
Within Subject							
Period	172.578	1	172.578	40.862	.001	.532	1.000
Group×Period	187.981	3	62.660	14.836	.001	.553	1.000
Error	152.046	36	4.223				



<Table 208>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=863, p=.469$ ), 집단 내 측정 시기( $F=40.862, p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=14.836, p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=2.393, p=.085$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=.190, p=.903$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌무릎관절 굴신비의 변화는  $.97 \pm 2.015(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=1.430, p=.187$ ). CSG의 좌무릎관절 굴신비의 변화는  $1.58 \pm 1.53(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.262, p=.010$ ). PSG의 좌무릎관절 굴신비의 변화는  $7.39 \pm 4.83(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-4.841, p=.001$ ). SSG의 좌무릎관절 굴신비의 변화는  $3.75 \pm 1.88(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-6.306, p=.001$ ).

좌무릎관절 굴신비의 변화를 종합하면, <Figure 103>에서 집단 간 좌무릎관절 굴신비 변화의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주 저항성 운동 후 CSG, PSG, SSG에서는 좌무릎관절 굴신비가 사전값보다 유의한 차이가 나타났다.

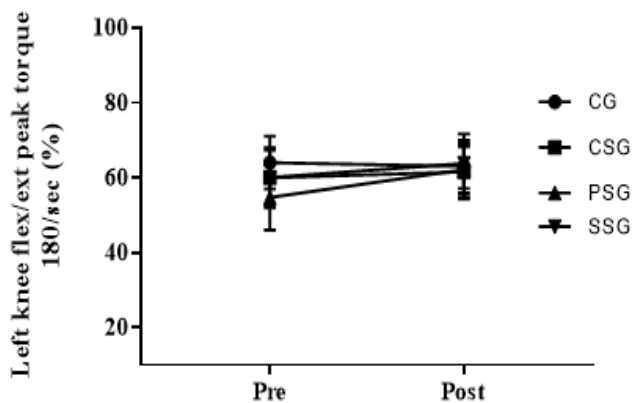


Figure 103. Changes in left knee flexor/extensor ratio after resistance exercise

② 좌골근 근지구력의 상대값(Relative value of peak torque in left knee flexor)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌골근 근지구력의 상대값의 변화 결과는 <Table 209>, <Table 210>, <Figure 104>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 좌골근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 209>에 제시하였으며, <Table 210>은 좌골근 근지구력 상대값의 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 209. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° Left knee flex peak torque to body weight (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	1.28±0.31	1.33±0.30	1.31±0.31
CSG <sup>b</sup>	1.31±0.16	1.55±0.22	1.43±0.19
PSG <sup>c</sup>	1.10±0.16	1.59±0.19	1.345±0.18
SSG <sup>d</sup>	1.20±0.17	1.49±0.19	1.35±0.18
Total	1.22±0.22	1.49±0.24	1.36±0.23
<i>F</i>	1.750	2.413	
<i>p</i>	.174	.083	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 210. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left knee flexor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.078	3	.026	.534	.662	.043	.148
Error	1.748	36	.049				
Within Subject							
Period	1.412	1	1.412	814.816	.001	.958	1.000
Group×Period	.468	3	.156	90.047	.001	.882	1.000
Error	.062	36	.002				

<Table 210>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=534, p=662$ ), 집단 내 측정 시기( $F=814.816, p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=90.047, p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.750, p=.174$ )에서는 유의한 차이가

나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=2.413$ ,  $p=.083$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 좌굴근 근지구력의 상대값 변화는  $.05 \pm .02(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-6.868$ ,  $p=.001$ ), CSG의 좌굴근 근지구력의 상대값 변화는  $.24 \pm .05(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-15.637$ ,  $p=.001$ ). PSG의 좌굴근 근지구력의 상대값 변화는  $.48 \pm .08(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-18.520$ ,  $p=.001$ ). SSG의 좌굴근 근지구력의 상대값 변화는  $.29 \pm .06(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-14.160$ ,  $p=.001$ ).

좌굴근 근지구력의 상대값의 변화를 종합하면, <Figure 104>에서 집단 간 좌굴근 근지구력의 상대값의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주 저항성 운동 후 CG, CSG, PSG, SSG에서는 좌굴근 근지구력의 상대값이 모두 사전값보다 유의하게 증가하였다.

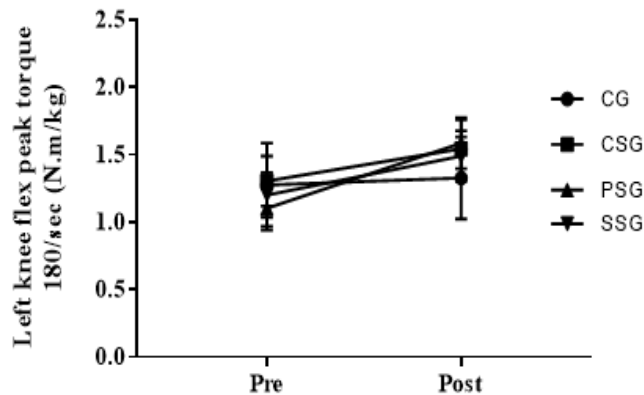


Figure 104. Change of relative value of left knee flexor after resistance exercise

③ 좌신근 근지구력의 상대값(Relative value of peak torque in left knee extensor)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 좌신근 근지구력의 상대값의 변화 결과는 <Table 211>, <Table 212>, <Figure 105>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 좌신근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 211>에 제시하였으며, <Table 212>는 좌신근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 211. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° left knee extensor (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	2.04±0.30	2.14±0.33	2.09±0.32
CSG <sup>b</sup>	2.18±0.18	2.51±0.18	2.35±0.18
PSG <sup>c</sup>	2.02±0.16	2.56±0.21	2.29±0.19
SSG <sup>d</sup>	2.01±0.21	2.34±0.21	2.18±0.21
Total	2.06±0.22	2.39±0.28	2.26±0.25
<i>F</i>	1.258	6.239	
<i>p</i>	.303	.002	
<i>Tukey</i>	-	a<b,c	

CG<sup>a</sup>: control group; CSG<sup>b</sup>: Compound set group; PSG<sup>c</sup>: Pyramid set group; SSG<sup>d</sup>: Super set group

Table 212. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° left knee extensor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.394	3	.131	2.544	.071	.175	.579
Error	1.861	36	.052				
Within Subject							
Period	2.122	1	2.122	1045.091	.001	.967	1.000
Group×Period	.469	3	.156	76.999	.001	.865	1.000
Error	.073	36	.002				

<Table 212>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=2.544$ ,  $p=.071$ ), 집단 내 측정 시기( $F=1045.091$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=76.999$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.258$ ,  $p=.303$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=6.239$ ,  $p=.002$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정 결과, CSG, PSG가 CG보다 좌신근 근력의 상대값이 유의한 차이가 나타났다.

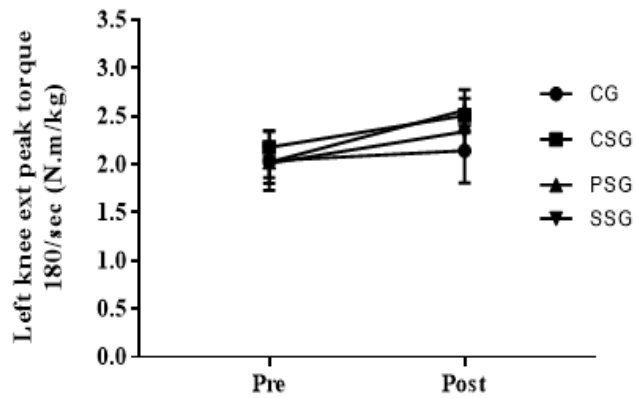


Figure 105. Change of relative value of left knee extensor after resistance exercise

④ 우무릎관절 굴신비(Right knee flexor/extensor ratio)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우무릎관절 굴신비의 변화 결과는 <Table 213>, <Table 214>, <Figure 106>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우무릎관절 굴신비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 213>에 제시하였으며, <Table 214>는 우무릎관절 굴신비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 일원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 213. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° right knee flexor/extensor ratio (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	62.15±7.50	61.31±6.59	61.73±7.05
CSG <sup>b</sup>	63.76±6.56	68.00±4.89	65.88±5.73
PSG <sup>c</sup>	61.30±9.29	66.50±7.94	63.90±8.62
SSG <sup>d</sup>	59.50±4.88	64.37±5.16	61.94±5.02
Total	61.68±7.12	65.05±6.54	63.37±6.83
<i>F</i>	.601	2.142	
<i>p</i>	.618	.112	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup>, Compound set group; PSG<sup>c</sup>, Pyramid set group; SSG<sup>d</sup>, Super set group

Table 214. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° right knee flexor/extensor ratio

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	160585.920	1	160585.920	3732.441	.001	.990	1.000
Error	1548.877	36	43.024				
Within Subject							
Period	226.801	1	226.801	40.580	.001	.530	1.000
Group×Period	120.399	3	40.133	7.181	.001	.374	.970
Error	201.204	36	5.589				

<Table 214>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=3732.441$ ,  $p=.001$ ), 집단 내 측정 시기( $F=40.580$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=7.181$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결

과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=6.01$ ,  $p=.618$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 8주 후( $F=2.142$ ,  $p=.112$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우무릎관절 굴신비의 변화는  $.84\pm 3.09(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t=.860$ ,  $p=.412$ ), CSG의 우무릎관절 굴신비의 변화는  $4.24\pm 2.04(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-6.566$   $p=.001$ ). PSG의 우무릎관절 굴신비의 변화는  $5.20\pm 4.88(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-3.371$ ,  $p=.008$ ). SSG의 우무릎관절 굴신비의 변화는  $4.87\pm 2.69(\%)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-5.733$ ,  $p=.001$ ).

우무릎관절 굴신비의 변화를 종합하면, <Figure 106>에서 집단 간 우무릎관절 굴신비의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 8주 저항성 운동 후 CSG, PSG, SSG에서는 우무릎관절 굴신비가 사전값보다 유의하게 증가하였다.

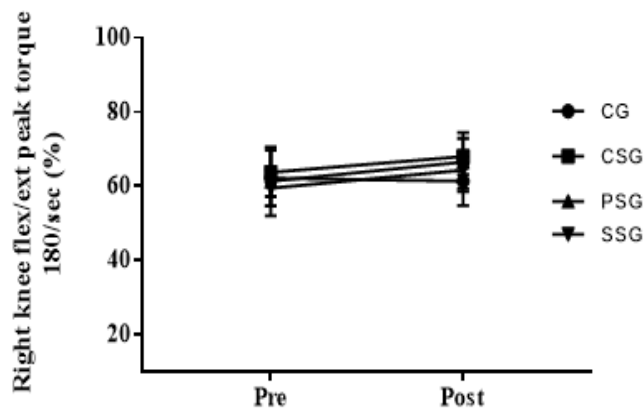


Figure 106. Changes in right knee flexor/extension ratio after resistance exercise

⑤ 우굴근 근지구력의 상대값(Relative value of peak torque in right knee flexor)  
8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우굴근 근지구력의 상대값의 변화 결과는 <Table 215>, <Table 216>, <Figure 107>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우굴근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 215>에 제시하였으며, <Table 216>은 우굴근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 215. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right knee flexor (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	1.35±0.23	1.40±0.23	1.38±0.23
CSG <sup>b</sup>	1.27±0.14	1.57±0.14	1.42±0.14
PSG <sup>c</sup>	1.22±0.24	1.67±0.27	1.45±0.26
SSG <sup>d</sup>	1.21±0.19	1.53±0.14	1.37±0.17
Total	1.26±0.20	1.54±0.22	1.40±0.21
<i>F</i>	.980	3.164	
<i>p</i>	.413	.036	
<i>Tukey</i>	-	a<c	

CG<sup>a</sup>, control group; CSG<sup>b</sup>, Compound set group; PSG<sup>c</sup>, Pyramid set group; SSG<sup>d</sup>, Super set group

Table 216. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right knee flexor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.039	3	.013	.326	.806	.026	1.000
Error	1.429	36	.040				
Within Subject							
Period	1.568	1	1.568	599.172	.001	.943	1.000
Group×Period	.430	3	.143	54.770	.001	.820	1.000
Error	.094	36	.003				

<Table 216>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=3.26$ ,  $p=.806$ ), 집단 내 측정 시기( $F=599.172$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=54.770$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결



과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=9.980$ ,  $p=0.413$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=3.164$ ,  $p=0.036$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 사후 검정 결과는, PSG가 CG보다 우굴근 근력의 상대값이 유의하게 증가하였다.

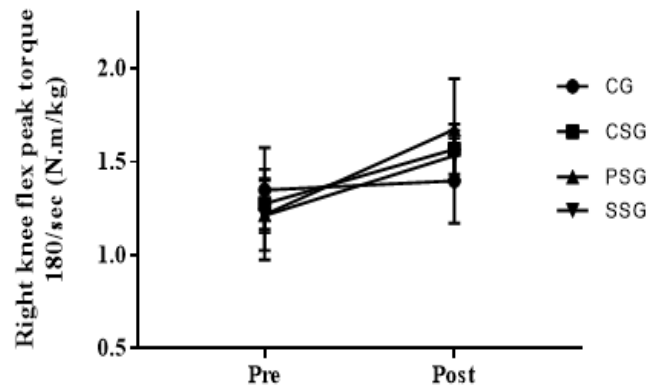


Figure 107. Change of relative value of right knee flexor after resistance exercise

⑥ 우신근 근지구력의 상대값(Relative value of peak torque in right knee extensor)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 우신근 근지구력의 상대값의 변화 결과는 <Table 217>, <Table 218>, <Figure 108>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 우신근 근지구력의 상대값의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 217>에 제시하였으며, <Table 218>은 우신근 근지구력의 상대값 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산분석을 실시한 결과이다.

Table 217. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of relative value of peak torque in 180° right knee extensor (N.m/kg)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	2.16±0.23	2.27±0.22	2.22±0.23
CSG <sup>b</sup>	2.00±0.14	2.31±0.17	2.16±0.16
PSG <sup>c</sup>	1.98±0.21	2.52±0.27	2.25±0.26
SSG <sup>d</sup>	2.10±0.31	2.40±0.28	2.25±0.30
Total	2.06±0.23	2.37±0.25	2.22±0.24
<i>F</i>	1.409	2.063	
<i>p</i>	.256	.122	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 218. The result of two-way repeated measures ANOVA for relative value of peak torque in 180° right knee extensor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	.057	3	.019	.360	.782	.029	.114
Error	1.901	36	.053				
Within Subject							
Period	1.941	1	1.941	656.794	.001	.948	1.000
Group×Period	.455	3	.152	51.317	.001	.810	1.000
Error	.106	36	.003				

<Table 218>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으나( $F=.360$ ,  $p=.782$ ), 집단 내 측정 시기( $F=656.794$ ,  $p=.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다( $F=51.317$ ,  $p=.001$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=1.409$ ,  $p=.256$ )에서는 유의한 차이가

나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=2.063$ ,  $p=.122$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 시행한 결과, CG의 우신근 근지구력의 상대값의 변화는  $.11 \pm .04(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-7.866$ ,  $p=.001$ ). CSG의 우신근 근지구력의 상대값의 변화는  $.31 \pm .06(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-16.140$ ,  $p=.001$ ). PSG의 우신근 근지구력의 상대값의 변화는  $.54 \pm .09(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-19.177$ ,  $p=.001$ ). SSG의 우신근 근지구력의 상대값의 변화는  $.29 \pm .10(N \cdot m)$ 으로 유의한 차이가 나타났다( $t=-9.107$ ,  $p=.001$ ).

우신근 근지구력의 상대값의 변화를 종합하면, <Figure 108>에서 집단 간 우신근 근지구력의 사전값에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 8주 저항성 운동 후 CG, CSG, PSG, SSG에서는 우신근 근지구력의 상대값이 모두 사전값보다 유의하게 증가하였다.

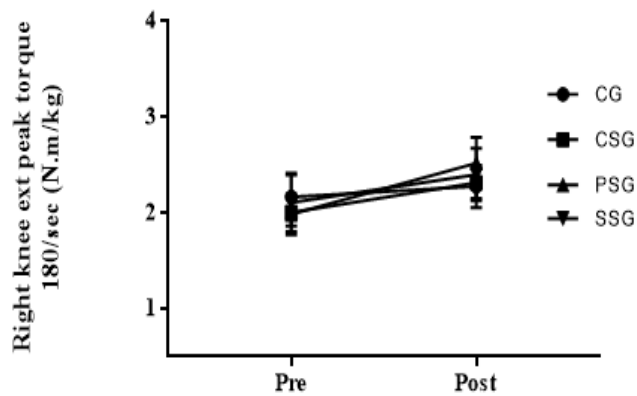


Figure 108. Change of relative value of right knee extensor after resistance exercise

⑦ 무릎 관절 굴근 좌·우비(Knee bilateral balance ratio of flexors)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 무릎 관절 굴근 좌·우비의 변화 결과는 <Table 219>, <Table 220>, <Figure 109>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 무릎 관절 굴근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 219>에 제시하였으며, <Table 220>은 무릎 관절 굴근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산 분석을 실시한 결과이다.

Table 219. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° knee bilateral balance ratio of flexors (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	93.65±11.78	94.32±10.23	98.99±11.01
CSG <sup>b</sup>	103.18±15.33	98.71±12.24	100.95±13.79
PSG <sup>c</sup>	93.53±22.22	96.04±14.20	94.79±18.21
SSG <sup>d</sup>	98.95±17.99	97.90±14.90	98.43±16.45
Total	97.33±17.07	96.74±12.63	97.04±14.85
<i>F</i>	.726	.227	
<i>p</i>	.543	.877	
<i>Tukey</i>	-	-	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup> Compound set group; PSG<sup>c</sup> Pyramid set group; SSG<sup>d</sup> Super set group

Table 220. The result of two-way repeated measures ANOVA for 180° knee bilateral balance ratio of flexors

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	315.852	3	105.284	.476	.701	.038	.137
Error	7964.504	36	221.236				
Within Subject							
Period	6.844	1	6.844	.276	.603	.008	.080
Group×Period	132.318	3	44.106	1.779	.169	.129	.424
Error	892.628	36	24.795				

<Table 220>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으며( $F=.476$ ,  $p=.701$ ), 집단 내 측정 시기( $F=.276$ ,  $p=.603$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=1.779$ ,  $p=.169$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=7.26$ ,  $p=.543$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 운동 8주 후( $F=.227$ ,  $p=.877$ )에서 유의한 차이가 나타났다.

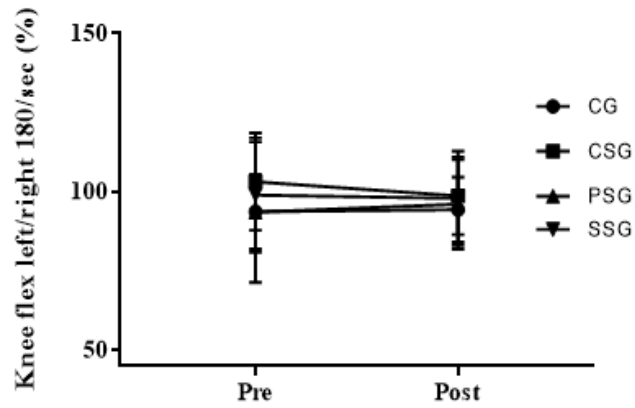


Figure 109. Change of Knee bilateral balance ratio of flexors after resistance exercise

⑧ 무릎 관절 신근 좌·우비(Knee bilateral balance ratio of extensor)

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 중국 남자 대학생의 무릎 관절 신근 좌·우비의 변화 결과는 <Table 221>, <Table 222>, <Figure 110>에서 제시하였다.

8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따른 측정 시기별 무릎 관절 신근 좌·우비의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 221>에 제시하였으며, <Table 222>는 무릎 관절 신근 좌·우비 변화의 통계적 차이를 확인하기 위해 이원반복측정 분산 분석을 실시한 결과이다.

Table 221. Descriptive statistics and one-way ANOVA results of 180° knee bilateral balance ratio of extensor (%)

	Pre	Post	Total
CG <sup>a</sup>	94.12±9.86	94.07±9.57	94.10±9.72
CSG <sup>b</sup>	109.06±9.16	108.69±7.43	108.88±8.30
PSG <sup>c</sup>	103.31±13.70	102.69±12.95	103.00±13.33
SSG <sup>d</sup>	98.45±18.30	99.13±16.11	98.79±17.21
Total	101.24±13.94	101.15±12.71	101.20±13.33
<i>F</i>	2.347	2.635	
<i>p</i>	.089	.065	
<i>Tukey</i>	-	a<b	

CG,<sup>a</sup> control group; CSG<sup>b</sup>, Compound set group; PSG<sup>c</sup>, Pyramid set group; SSG<sup>d</sup>, Super set group

Table 222. The result of two-way repeated measures ANOVA for 60° knee bilateral balance ratio of extensor

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\beta$
Between Subject							
Group	1184.344	3	394.781	2.521	.073	.174	.575
Error	5637.773	36	156.605				
Within Subject							
Period	.162	1	.162	.026	.873	.001	.053
Group×Period	4.769	3	1.590	.254	.858	.021	.094
Error	225.389	36	6.261				

<Table 222>에서 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았으며( $F=2.521$   $p=.073$ ), 집단 내 측정 시기( $F=.026$ ,  $p=.873$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, 집단 간과 측정 시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $F=.254$ ,  $p=.858$ ).

측정 시기에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위한 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 저항성 운동프로그램 형태를 적용하기 전( $F=2.347$ ,  $p=.089$ )에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며 운동 8주 후( $F=2.635$ ,  $p=.065$ )에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 사후검정 결과는, CSG가 CG보다 무릎 관절 신근 좌·우비가 유의한 차이가 나타났다.

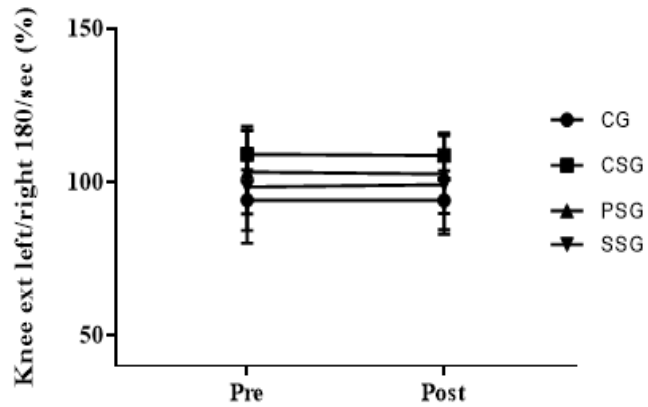


Figure 110. Change of knee bilateral balance ratio of extensor after resistance exercise

## V. 논 의

연구 1은 성인 남성 대학생을 이용하여 저항성 운동 시 단관절과 다관절 운동순서가 남자 대학생의 신체 구성, 기초체력, 최대 근력 및 등속성 근기능에 미치는 효과를 확인하였고, 연구 2에서는 저항성 운동프로그램 형태의 운동이 성인 남성 대학생들에 상·하지 관절의 주동근과 길항근 근력 및 근비대에 미치는 효과를 비교, 분석하였으며, 그 결과를 바탕으로 다음과 같이 논의하고자 한다.

### 1. 연구 I: 저항성 운동 시 단관절과 다관절 운동순서가 남자 대학생의 신체 구성, 기초체력, 최대 근력 및 근기능에 미치는 효과

대학생 시절은 신체 능력을 촉진하는 중요한 단계이다. 저항운동은 골격근량과 운동 능력을 증가시키고, 체질과 몸매를 개선하며, 운동 손상을 예방하고, 자신감을 높여 개인의 매력을 증가시키는 운동으로 알려져 있다. 본 연구는 단 관절과 다관절 저항성 운동의 순서에 따라 8주간 저항성 운동에 참여한 남성 대학생의 신체 구성을 분석한 결과, SMG 그룹은 CG 그룹보다 체지방률에서 유의미한 감소를 보였다. 그러나 SMG와 MSG 그룹 간에는 통계학적 차이는 없었고, 선행연구에 따르면 운동 경험이 없는 성인 남성을 대상으로 저항성 운동을 실시한 결과 체지방률이 감소한 것으로 나타났다(전용균 & 최재일, 2022). 또한 다관절(multi joint)와 단관절(single joint) 저항성 운동을 비교한 선행연구 결과 다관절 및 단관절 저항성 운동은 체지방률 감소에 효과가 있었으나 두 그룹 간 유의미한 차이는 없었다(Dib & Tomeleri, 2020). 또한, 8주간의 단 관절과 다관절 저항성 운동을 비교한 선행연구결과에 따르면 단 관절과 다관절 그룹에서 체지방률의 유의하게 감소가 관찰되었으나 두 집단 간에는 차이가 없었음을 알 수 있다(Paoli & Gentil, 2017). 위의 선행연구결과와 본 연구결과는 일치하여 SMG와 MSG 저항운동 모두 체지방률 감소 효과가 있으나 두 그룹 간에는 유의하게 차이가 나타나지 않다. 본 연구에서 SMG 그룹은 비운동 그룹과 비교하여 체지방률이 유의하게 감소한다. 이러한 결과는 단관절 운동이 다관절 운동 전 선행효과를 부여하여 다관절 운동 시 근육의 부하와 에너지 소모를 증가시키



고 신체의 대사율 향상을 촉진시켜 체지방률을 감소시킨 것으로 생각한다. 향후 연구에서는 관절의 순서 변화를 통한 저항운동이 신체 구성에 미치는 영향을 알아보기 위해 영양 식단과 운동 기간 증가 등을 고려할 필요가 있다고 생각한다.

체력은 일상생활의 필수 요소이자 건강한 삶을 영위하기 위한 절대적인 요소이다. 높은 체력은 질병 위험을 감소시키는 것으로 알려져 있으며 다양한 생활 습관과 높은 상관관계가 있다. 저항성 운동 시 단관절과 다관절 운동순서에 따른 성인 남성 대학생의 기초체력 변화를 분석하기 위해 근력, 근지구력, 유연성, 순발력, 민첩성을 테스트했다. 악력과 배근력 테스트 결과 SMG이 CG, MSG에 비해 악력이 유의미하게 증가한 것으로 나타났다. 배근력의 근력은 8주간 저항성 운동 후가 운동 전보다 유의하게 증가하였으며, SMG와 MSG 저항성 운동그룹이 CG에 비해 유의하게 증가하였다. 그러나 두 그룹 사이에는 통계적 차이가 없었고, 윗몸일으키기 테스트 결과 유의미한 향상을 보였으며, SMG와 MSG는 CG에 비해 유의미한 증가를 보였다. 마찬가지로 두 그룹 간에는 통계학적 차이가 나타나지 않았다. 선행연구 결과에 따르면, 12주간 강도 1RM 60%의 저항성 운동 후, 비운동 그룹과 비교했을 때 저항운동 그룹의 악력, 배근력의 및 윗몸일으키기에 유의미한 증가한 것으로 나타났다(김원현 & 김승석, 2016). 그리고 20세 성인 남성을 대상으로 12주간 강도 1RM 60%의 저항성 운동 연구를 진행한 결과 윗몸일으키기가 저항성 운동 후 운동 전보다 유의미하게 증가한 것으로 나타났다(김철우 & 지진구, 2017). 또 다른 선행연구에서는 12주간의 저항성 운동 후 배근력과 윗몸일으키기의 유의미한 증가가 나타났다(이덕완 2003). 선행연구에 따르면 저항성 운동은 코어 능력을 향상시킬 수 있는 효율적인 운동이며, 그 결과는 다양한 연구를 통해 입증되었다. 이러한 선행연구와 본 연구는 SMG와 MSG 저항성 운동을 통해 윗몸일으키기와 배근력의 근지구력이 향상으로 이어진 결과와 일치한다. 따라서 SMG와 MSG 저항성 운동은 악력, 윗몸일으키기, 근력, 근지구력을 향상시킬 수 있음을 제시하며 두 그룹 사이에는 차이가 없었다.

순발력 테스트 결과에 40M 스프린트 과정에서 10M, 20M, 30M, 40M, SMG와 MSG, 모두 CG에 비해 시간적으로 유의미한 감소를 보였다. SMG와 MSG 간 통계학적 차이가 나타나지 않았다. 성인 남성 저항성 훈련의 스프린트 능력에 미치는 영향에 대한 선행연구에 따르면, 하지 근력이 순발력에 중요한 요소로 작용하는 것으로 보고(Wisløff & Castagna, 2004)하여 본 연구의 결과를 지지해 준다. 선행연구에

따르면 MSG와 SMJ의 순서를 이용한 비교 저항운동의 경우 하체근비대를 모두 향상시켰고, MSG그룹이 SMG그룹보다 근비대향상에서 더 좋은 결과를 있다. 본 연구에서는 MSG그룹은 40m스프린트에서 유의하게 좋게 나타났고, 근비대에 따라 속근의 동원률이 높아졌고 근력의 증가로 이어졌다고 생각한다.

1RM 테스트를 위해 벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트를 실시한 결과 SMG와 MSG가 CG에 비해 유의하게 향상을 보였으나 두 그룹 간 통계학적 차이는 없었다. 성인 남성 8주간 단관절과 다관절 저항성 운동을 비교한 선행연구 결과에 따르면 벤치프레스, 데드리프트 과 스쿼트의 최대 1RM 대비 운동 전과 운동 후 유의하게 향상을 보였으나 동일한 운동강도의 경우 체성분에 있어서 그룹 간 차이는 없었다(Paoli et al., 2017). 또한, 전통 저항 훈련에서 단관절 운동을 증가시켜 성인 남성에 대한 선행연구 결과에서 벤치프레스 최대근력(1RM) 유의하게 향상되었다(Barbalho et al., 2018). 그리고 성인 남성을 대상으로 8주간 1RM의 80% 강도를 갖는 다관절 저항운동에 대한 선행연구 결과, 벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트가 유의하게 증가하였다(Johnson et al., 2020). 본 연구에서 SMG, MSG그룹은 비운동 그룹과 비교하여 벤치 프레스, 데드리프트, 스쿼트가 유의하게 증가시킬 수 있음을 보여주었으며, 선행연구와 일치하지만, 동일한 운동 강도와 운동량의 훈련을 실시한다면 단관절-다관절 운동 순서는 최대 근력 향상에 유의미한 변화를 유도하지 못한 것으로 생각한다.

저항성 운동 시 단관절과 다관절 순서에 따른 등속성 근기능 분석 결과, 좌견관절 외·내전근 근력의 상대값 결과에서 MSG가 CG보다 유의미하게 증가했으나, SMG와 MSG 간의 상호작용에는 통계적 차이가 없었다. 또한, 우견관절 외·내전근 근력의 상대값 결과에서 MSG가 CG보다 유의미하게 증가했으나 SMG와 MSG 간의 상호작용에는 통계적 차이가 없었다. 선행연구에 따르면 4주간의 저항성 운동 후 등속성 근기능을 확인한 결과, 어깨 내·외전근과 슬관절, 굴근, 신근 근력 및 근지구력의 유의미한 증가를 보고하였다(Chae-Been Kimetal., 2023). 그리고 성인 남성을 대상으로 저항성 운동을 실시한 선행연구 결과 어깨 내·외전근과 슬관절, 굴근, 신근 근력 및 근지구력을 확인한 결과, 저항성 운동 후 운동 전에 비해 유의미한 증가를 보고하였다(Chen & Hamdan, 2016). 본 연구는 견관절 등속성 근기능에서 다관절 운동 후 단관절 운동을 하는 것이 효과가 있는 것으로 나타났다. 견관절은 협력근의 작용 빈도가 높아 다관절 운동을 통한 근활성이 유도되며, 단관절 운동을 통해 견관절 근

기능의 향상을 유도한다. 무릎관절에 관여하는 협력근이 건관절에 비해 근육의 질량이 크기 때문에 관절운동순서에 따른 근기능에는 영향을 미치지 못한 것으로 생각한다. 이러한 선행연구의 등속성 근력 결과는 본 연구와 일부분 일치하지만, 근지구력의 결과에서는 반대의 결과를 보였다. 본 연구의 운동강도는 1RM의 60~90%로 수행하여 근력에는 긍정적인 영향을 미쳤으나, 근지구력의 변화를 확인하기에는 운동강도가 높았을 것으로 생각한다. 따라서 본 연구의 근지구력 결과는 집단과 시기 간 유의하게 증가하였으나 사후 테스트에서 통계학적 의미는 나타나지 않았다.

## 2. 연구 II: 저항성 운동프로그램 형태가 상·하지 관절의 주동근과 길항근 근력 및 근비대에 미치는 효과

본 연구에서는 저항성 운동프로그램 형태에 따라 성인 남자 대학생의 상·하지 관절의 주동근과 길항근 근력 및 근비대를 확인하기 위한, 복합세트, 피라미드세트, 슈퍼세트 세 가지 저항운동 프로그램이 차이에 따른 신체 구성, 건강 체력 및 등속성 근기능의 변화를 분석하였다.

저항운동은 줄곧 사람들에게 사랑받아 왔다. 특히 대학생들은 저항운동이 발전함에 따라 다양한 저항성 운동프로그램도 변화 발전하고 있다. 그중 복합세트, 피라미드세트, 슈퍼세트 세 가지 저항성 운동이 인기다. 저항성 운동은 심신 건강과 삶의 질을 향상시키는 동시에 근력 증진, 체지방 감소, 심혈관질환 위험인자 저감, 근육기능 개선 등 신체 변화에 긍정적인 영향을 미친다는 연구보고가 많다(Hong et al., 2018; DeVan et al., 2005; Ismail et al., 2012).

본 연구에서는 복합세트, 피라미드 세트, 슈퍼세트 세 가지 저항운동 프로그램 간의 차이를 확인하기 위해 8주간의 강도 1RM60~80%의 저항성 운동을 실시한 결과, 체중, 체지방량, 체지방률은 CSG, PSG, SSG 그룹이 CG 그룹보다 낮아졌다. 그러나 세 개 저항성 운동그룹 간에는 통계적 차이가 나타나지 않았고, 골격근량의 변화 결과는 CSG, PSG, SSG 그룹은 CG에 비해 증가하였다. 마찬가지로 세 가지 저항운동은 그룹 간에 통계적 차이가 없었다. 선행연구 결과에 따르면 성인 남자 30명을 대상으로 피라미드세트 운동을 실시한 후 체지방률이 낮아졌다(Sayyah &

Asghari, 2021). 그 외 선행연구에 따르면 성인 남성이 8주 동안 1RM50~70% 강도로 슈퍼세트 운동을 실시한 후 체지방률과 골격근량에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 8주 1RM 50%강도로 복합세트 운동 후 체중, 체지방량, 체지방률이 통계적으로 유의한 차이를 제시하였다(박기범 & 이원재, 2010). 이런 측면에서 본 연구의 결과는 선행연구 결과와 일치했지만 세 가지 운동그룹 간에 차이는 없었다. 지금까지 살펴본 선행연구들은 모두 세 가지 저항운동 프로그램이 신체 구성에 미치는 효과이다. 그러나 세 가지 저항운동 프로그램 간에 남자 대학생들을 대상으로 비교한 논문이 드문 편임으로 추가 연구가 필요하다고 생각한다.

복합세트, 피라미드세트, 슈퍼세트 세 가지 저항운동이 성인 남성 대학생들의 기초 체력에 미치는 변화를 분석하기 위해 근력, 근지구력, 유연성, 순발력, 민첩성을 테스트했다. 근력 테스트 결과는 CSG, PSG, SSG 그룹은 CG 그룹보다 악력 테스트 결과, 보다 증가하였으나, 세 저항운동 그룹 간에 통계적 차이는 나타나지 않았다. 배근력의 테스트 결과에서 CSG, PSG, SSG 그룹은 배근력의 근력이 유의미하게 증가하였고, 사후 테스트 결과 CSG, PSG, SSG 그룹은 CG 그룹보다 유의미하게 증가하였다. 그리고 근지구력 테스트 결과는 8주간의 저항운동 후는 운동 전보다 유의미한 증가를 보였고, 윗몸일으키기의 사후 테스트 결과 CSG 그룹이 CG, PSG, SSG 그룹에 비해 통계적으로 유의미한 증가를 보였다. 선행연구 결과에 따르면 복합세트를 12주간 운동 후 근력과 근지구력이 유의미하게 증가한 것으로 나타났다(Merrigan et al., 2019). 성인 남성을 대상으로 8주간 1RM 90~100% 강도로 피라미드 세트 선행연구를 진행한 결과 악력과 배근력의 근력이 유의하게 증가한 것으로 나타났다(Prasetyo & Nasrulloh, 2017). 또한, 8주간 강도 1RM 60%로 슈퍼세트 선행연구 결과 근력과 근지구력이 유의미하게 향상된 것으로 나타났다(Fink et al., 2021). 위의 선행연구 결과는 이 논문의 결과와 일치하며 저항성 운동은 근력 근지구력을 증가시키는 데 도움이 된다. 많은 연구에서 저항성 운동이 근력과 근지구력에 미치는 영향을 입증했으며, 본 논문에서는 CSG, PSG, SSG의 세 가지 저항운동 프로그램이 모두 근력과 근지구력을 향상시키는 효과가 있음을 연구하였다. 그러나 세 가지 운동그룹 간의 근력 결과는 통계학적 차이를 나타내지 않았다. 근지구력 결과는 CSG 그룹 결과가 PSG, SSG보다 유의하게 증가한 것으로 나타났다. CSG 그룹이 근지구력 향상의 원인은 운동 세트 사이 10초의 짧은 휴식을 통한 동일한 부위를 다른

2가지 운동 방법을 통해 연속하여 자극해 근지구력이 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각한다. 근력 테스트에서 차이가 나지 않은 것은 저항 훈련 경험이 적은 일반 대학생을 대상으로 했기 때문이라고 생각한다. 그리고 8주간의 저항 훈련은 운동 종목 간 차이를 가져오지 못하므로 앞으로는 엘리트 선수와 운동 기간에서 길이를 고려해야 한다고 생각한다..

40M 스프린트 순발력 테스트 결과는 CSG, PSG, SSG 그룹은 CG 그룹보다 시간에서 통계적으로 유의한 감소를 보였으나, CSG, PSG, SSG 그룹 간에는 차이가 없었다. 선행연구 조사 및 분석 결과에 따르면 저항운동이 순발력 및 스피터링 능력 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다(Christophe Delecluse, 1997). 그리고, 저항성 운동이 여자 엘리트 축구 선수에게 미치는 영향에 대한 선행연구 결과, 저항운동이 순발력의 유의미하게 증가시키는 것으로 나타났다(Shalfawi et al., 2013). 위의 선행연구 결과는 본 연구에서 8주간의 저항운동 후 순발력이 통계적으로 유의미하게 향상되었음을 뒷받침한다. 단거리 순발력 스포츠의 경우 고관절, 무릎관절, 발목관절이 근력을 조화롭게 전달하여 가속 효과를 얻을 수 있으며 동시에 내수근, 햄스트링, 대두근은 가속 과정에서 중요한 기여를 한다. 따라서 스피터링 능력이 향상되지만, 강도 높은 저항 훈련으로 인해 Type-IIb 근육 섬유가 Type-IIa 근육 섬유로 전환되기 때문에 향후 순발력 연구에서는 다양한 실험 대상을 대상으로 실험 항목과 강도를 보다 구체적으로 고려해야 한다고 생각한다.

1RM(One-repetition maximum) 테스트에서 벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트를 결과는 8주간의 저항성 운동 후 CSG, PSG, SSG 운동그룹이 CG 그룹보다 유의하게 증가했지만 세 운동그룹 간에 유의미한 통계적 차이는 나타나지 않았다. 선행연구에 따르면 성인 남성 32명을 대상으로 12주간 강도 1RM 65~85%로 피라미드 세트 운동을 실시한 결과, 하지 1RM의 무게가 크게 증가하였으나, 두 그룹의 근력 성장에는 큰 차이가 없었다(Angleri et al., 2017). 또한, 성인 여성 12명의 하지 근력에 대해 12주간 1RM 60% 강도로 복합세트를 실시한 결과, 스쿼트의 최대근력에서 1RM 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다(Merrigan et al., 2019). 슈퍼세트 선행연구 결과에 따르면 성인 남자 역도 선수 15명이 12주간 1RM 70~80% 강도로 저항성 운동을 한 뒤 최대 1RM 벤치프레스 통계적으로 유의미한 증가를 보였다(Hadi et al., 2018). 이러한 선행연구의 결과는 본 연구의 결과와 동일했으며, 1RM 측정에

서 세 그룹 간에 증가했지만, 그룹 간에 통계적 차이는 없었다. 운동그룹 간의 차이가 없는 이유는 8주로 구성된 본 연구에서 운동 참여 시간이 일반 대학생에게는 상대적으로 짧고 1RM 테스트에서 세 운동 항목 간의 근육 신경 기능 발달 차이에 영향을 미치기에 충분하지 않다고 생각한다. 추후 세 가지 저항운동 프로그램 간의 차이를 확인하기 위해서는 연구대상, 운동기간과 최대근력의 상관관계 분석을 통해 저항성 운동의 중요성을 재강조하는 연구가 필요한 것으로 생각합니다.

등속성 근기능 변화를 분석한 결과 어깨 60°/sec 어깨 좌견관절 외전근 근력의 상대값에서 PSG, CSG 운동그룹은 CG와 SSG 그룹보다 근력이 유의하게 증가했다. 좌견관절 내전근 근력의 상대값에서 PSG 그룹은 CG 그룹보다 유의한 차이가 나타났지만, CSG, SSG 그룹하고 통계학적 차이가 없었다. 또한, 어깨 60°/sec 우견관절 외전근 근력의 상대값 결과는 PSG 그룹은 CG 그룹보다 유의하게 증가했으나, CSG, SSG 그룹하고 통계학적 차이가 없었다. 우견관절 내전근 근력의 상대값 결과는 PSG 그룹은 CG, CSG, SSG 통계적으로 유의하게 증가했다. 180°/sec 좌견관절 외전근 근지구력의 상대값 결과에서 PSG 그룹은 SSG 그룹보다 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나 CSG, CG 그룹하고 차이가 없었다. 180°/sec 좌견관절 내전근 근지구력의 상대값 결과에서 CSG, PSG 그룹은 SSG, 그룹보다 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 180°/sec 우 견관절 외·내전근 근지구력의 상대값에서 PSG 그룹은 SSG 그룹 보다 통계적으로 차이가 나타났으며 CSG, CG 그룹과 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지 등속성 근기능의 테스트 결과에서 좌무릎관절 굴신비의 변화에서 PSG 그룹은 CG, SSG 그룹보다 차이가 나타났으나 CSG 그룹과 차이가 없었다. 60°/sec 좌골근 근력의 상대값에서 CSG, PSG 그룹은 CG 그룹보다 통계적으로 유의하게 증가했으나 SSG 그룹과 차이가 없었다. 좌신근 근력의 상대값의 변화에서 SSG 그룹은 CG 그룹보다 유의하게 증가했으나 CSG, PSG 그룹과 차이가 없었다. 60°/sec 우무릎관절 굴신비의 변화에서 PSG 그룹은 CG, SSG 그룹보다 차이가 나타났으나 CSG 그룹과 차이가 없었다. 60°/sec 우골근 근력의 상대값의 결과에서 PSG 그룹은 CG, SSG 그룹보다 통계적으로 유의하게 증가했으나 CSG 그룹과 차이가 없었다. 60°/sec 우신근 근력의 상대값의 결과에서 SSG 그룹이 CG CSG 그룹보다 통계학적으로 차이가 나타났으나, PSG 그룹과 차이가 없었다. 180°/sec 좌신근 근지구력의 상대값의 결과에서 CSG, PSG 그룹이 CG 그룹보다 차이가 나타났으

나 SSG 그룹하고 차이가 없었다. 180°/sec 우굴근 근지구력의 상대값의 결과에서 PSG 그룹이 CG 그룹보다 차이가 나타났으나 CSG, SSG 그룹하고 차이가 없었다. 선행연구에 따르면 8주 1RM 60~70% 강도로, 상지 저항운동이 남성 골퍼선수의 어깨 등속 기능에 미치는 연구 결과 60°/sec 근력의 유의미한 증가를 보였다(Sung & Park, 2016). 또 다른 선행연구 결과, 상지 저항성 운동은 대학생 야구선수의 어깨 180도 근지구력에 유의한 차이를 보였다(Carter & Kaminski, 2007). 또한, 등속성 근기능 선행연구에 따르면 남성 실험 대상으로 12주간 1RM 50% 강도 저항성 운동을 한 결과 무릎관절 굴근/신근 근력, 근지구력이 유의하게 증가한 것으로 나타났다(Teng & Keong, 2008). 위의 선행연구 결과는 본 연구의 결과와 일치하여 저항성 운동이 등속성 근기능에 미치는 영향을 검증하였다. 본 연구의 결과는 어깨 등속성 근기능은 PSG가 가장 유의하게 향상되는 양상이 나타났으며, 무릎 등속성 근기능 결과 저항성 운동 그룹 모두 향상되는 결과가 나타난다. 선행연구에 따르면 충분한 휴식시간이 근력 향상에 효과가 있다(Ahtiainen et al., 2005). 본 연구에서 PSG 세트 사이 60~90초의 충분한 휴식을 통한 젖산 축적 감소와 ATP 재합성으로 다음 세트수행시 원활한 운동 수행을 도와 등속성 근기능 향상에 긍정적인 효과가 있을 것으로 생각한다.

## VI. 결론 및 제언

### 1. 결론

본 연구에서는 저항성 운동시 단관절과 다관절의 운동순서변화와 세 가지 운동프로그램을 비교 분석하였으며, 8주간 저항운동 과정에서 신체 구성, 기초체력, 최대근력 및 등속성 근기능에 미치는 영향을 비교 분석하여 저항운동의 효과 향상 및 개선을 위한 최적의 운동방안을 제시하였다.

연구 I에서는 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절의 운동순서의 차이가 성인 남성의 신체 구성, 기초체력, 최대근력 및 근기능에 미치는 효과를 분석하였다.

연구 II에서는 8주간 저항성 운동프로그램 형태의 차이가 성인 남성의 상·하지 관절의 주동근과 길항근 근력 및 근비대에 미치는 효과를 분석하였다.

본 연구의 결과로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서가 남자 대학생의 신체 구성(체중, 골격근량, 체지방량, BIM)에서 SMG와 MSG 간 유의미한 변화는 나타나지 않았으나, 체지방률에서 SMG와 MSG 그룹은 긍정적인 영향을 미쳤다(연구 I).

둘째, 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서가 남자 대학생의 신체 둘레(대흉근, 상완이두근, 대퇴사두근, 비복근)에서 SMG와 MSG 그룹 간 유의미한 차이가 나타나지 않았다(연구 I).

셋째, 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동순서가 남자 대학생의 1RM(벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트), 체력(배근력, 윗몸일으키기, 유연성, 순발력, 민첩성)에서 모두 긍정적인 효과가 있고 악력에서 SMG 그룹은 긍정적인 영향을 미쳤다(연구 I).



넷째, 8주간 저항성 운동시 단관절과 다관절 운동 순서가 남자 대학생의 어깨와 무릎 관절의 등속성 근기능에서 SMG와 MSG 그룹 모두 긍정적인 차이가 있고 관절순과는 상관이 없다(연구 I).

다섯째, 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따라 남자 대학생의 신체 구성(체중, 골격근량, 체지방량, BIM, 체지방률) 에서 긍정적인 효과가 있고 세 개 그룹 간 긍정적으로 차이가 나타나지 못하였다(연구 II).

여섯째, 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따라 남자 대학생의 신체 둘레(대흉근, 상완이두근, 대퇴사두근, 비복근)에서 긍정적인 효과가 나타나지 못하였다(연구 II).

일곱째, 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따라 남자 대학생의 1RM(벤치프레스, 데드리프트, 스쿼트), 체력(악력, 배근력, 유연성, 순발력, 민첩성)에서 긍정적인 차이가 있고 윗몸일으키기에서 CSG 그룹은 긍정적인 영향을 미쳤다(연구 II).

여덟째, 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따라 어깨 관절의 등속성 근기능에서 CSG, PSG그룹의 어깨 등속 근력과 근지구력에 긍정적인 영향을 미쳤다(연구 II).

아홉째, 8주간 저항성 운동프로그램 형태에 따라 무릎 관절의 등속성 근기능에서 SSG 그룹의 무릎관절 등속근력에 긍정적인 영향을 미쳤다(연구 II).

## 2. 제 언

본 연구에서는 관절의 운동순서와 세 가지 운동프로그램 간의 비교에 따른 운동 효과를 확인하였다. 본 연구에서 과학적인 훈련 프로그램을 적용하여 운동 효율성 증가를 위한 방법을 제시하였으나, 일반인을 대상으로 수행하여 연구의 한계가 있는 것으로 생각한다. 따라서, 엘리트 선수, 노인, 여성 등 다양한 대상을 통해 운동순서와 프로그램의 효과를 비교·검증할 필요가 있으며, 12주 이상의 장기간 저항성 운동으로 발현되는 생리적 변화를 확인할 필요가 있을 것으로 생각한다.

<Abstract>

**Effects of resistance training sequence and form on basic  
physical strength, hypertrophy and isokinetic muscle function  
in male college students**

Peng Liu

*Department of Kinesiology*

*General graduate school Jeju National University*

*Jeju, Korea*

Supervised by professor Tae-Beom Seo

The purpose of this study was to confirm the effects of joint sequence (Study I) and program (Study II) on body composition, basic physical fitness, muscle hypertrophy, and isokinetic muscle function in male college students during an 8-week resistance exercise program.

In Study I, we compared and analyzed the effects of changes in single-joint and multi-joint exercise sequences during an 8-week resistance training program on body composition, basic physical fitness, maximum muscle strength, and isokinetic muscle function in adult male college students. For Study I, 30 adult

male university students were randomly assigned to either a control group (CG, n=10), a single-multi joint exercise group (SMG, n=10), or a multi-single joint exercise group (MSG, n=10).

Participants in the exercise groups performed resistance exercises for 60-90 minutes a day, three times a week for eight weeks. The exercise intensity was gradually increased from 60% to 80% of their one-repetition maximum (1RM). The number of repetitions was set at 15 times at 60% of 1RM, 12 times at 70%, 8 times at 80%, and 5 times at 80%. Rest time was set at 60-90 seconds, with 3 minutes of rest between exercise programs. To confirm the effect of exercise, we measured body composition, basic physical fitness, maximum muscle strength, muscle circumference, flexibility, agility, power, and isokinetic muscle function for all groups before the program and again 8 weeks later. We used a two-way repeated measures ANOVA to identify the interaction effect between groups and time periods for all variables. After conducting a one-way ANOVA to compare differences between the groups before (week 0) and after participation in the resistance exercise program (week 8), we used Tukey's post-hoc test to confirm the differences between the groups. Additionally, we conducted a paired-sample t-test to track changes over time within each group. The statistical significance level ( $\alpha$ ) for all analyses was set at .05.

The results of this study showed a significant decrease in body fat percentage and an increase in grip strength in the SMG group. Furthermore, lean body mass, body circumference, muscle strength, muscular endurance, agility, flexibility, and isokinetic muscle function of the shoulder joint significantly improved in the SMG and MSG groups compared to the CG group.

In Study II, we compared and analyzed the effects of three types of resistance exercise programs - Compound set, Pyramid set, and Super set - on the strength of the agonist and antagonist muscles of the upper and lower joints of adult male college students, as well as their effect on muscle hypertrophy.

In Study II, 40 adult male university students were randomly assigned to a control group (CG, n=10), a compound set exercise group (CSG, n=10), a pyramid set exercise group (PSG, n=10), and a super set exercise group (SSG, n=10).

Participants in the exercise groups performed resistance exercises for 60–90 minutes a day, three times a week for eight weeks. The exercise intensity for all groups was gradually increased from 60% to 80% of 1RM.

For the compound set, the number of repetitions was set at 15 times at 60% of 1RM, 12 times at 70%, 8 times at 80%, and 5 times at 80%. Exercise time was 30 to 40 seconds for each group, with a rest time of 10 seconds between exercises and 3 minutes between programs. For the pyramid set, the exercise duration was 30 to 40 seconds with the same number of repetitions and intensities as the compound set. However, the rest time between exercises was 60–90 seconds, and the rest time between sets was 3 minutes. For the super set, the exercise intensity, number of repetitions, and rest times were identical to the compound set. To confirm the effect of exercise, we measured body composition, basic physical fitness, 1RM, muscle circumference, flexibility, agility, power, and isokinetic muscle function eight weeks before and after the exercise program. We used the data of 30 participants for the analysis. For the measurement data of this study, we will calculate the mean and standard deviation of all variables using descriptive statistics through the SPSS for Windows (Version 21.0) statistical program. A two-way repeated measures ANOVA was performed to verify the difference. To compare differences between the groups before (week 0) and after participation in resistance exercise (week 8), a one-way ANOVA was performed. Additionally, we conducted a paired-sample t-test to track changes over time within each group. The statistical significance level ( $\alpha$ ) for all analyses was set at .05.

The results of this study showed that sit-ups significantly increased in the CSG group, and the PSG group showed the most significant improvement in

shoulder isokinetic muscle function. Additionally, all resistance exercise groups positively affected the isokinetic muscle function of the knee joint, as well as lean body mass, body circumference, muscle strength, muscular endurance, agility, and flexibility.

## 참고문헌

- Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol*, 93: 1318 - 1326.
- Abe, T., DeHoyos, D.V., Pollock, M.L. & Garzarella L. (2000). Time courses for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 174-180.
- ACSM. American College of Sports Medicine position stand. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 41(3):687 - 708.
- Ada, L., Dorsch, S., & Canning, C. G. (2006). Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. *Australian Journal of Physiotherapy*, 52(4), 241-248.
- Adams K, O'Shea JP, O'Shea KL, Climstein M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric, and squatplyometric training on power production. *J Appl Sport Sci Res*, 6: 36 - 41.
- Ahtiainen, J. P., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (2005). Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 572-582.
- An, A. L. P. Alkaline Phosphatase: MedlinePlus Medical Test (2023).
- Angleri, V., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2017). Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional

- resistance training in well-trained men. *European journal of applied physiology*, 117(2), 359-369.
- Angleri, V., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2017). Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. *European journal of applied physiology*, 117, 359-369.
- Arazi, H., Asadi, A., & Roohi, S. (2014). Enhancing muscular performance in women: compound versus complex, traditional resistance and plyometric training alone. *Journal of Musculoskeletal Research*, 17(02), 1450007.
- Artero EG, Lee DC, Ruiz JR, et al. A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57(18):1831 - 1837.
- Askling, C., Karlsson, J. & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*,13, 244-250.
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (Eds). (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. Human kinetics.
- Baechle, T.R.; Earle, R.W.; Wathen, D. (2008). *Essentials of Strength and Conditioning*; Baechle, T.R., Earle, R.W., Eds.; Human Kinetics: Champaign, IL, USA,381 - 411.
- Bagchi, D., Nair, S., & Sen, C. K. (Eds.). (2018). *Nutrition and enhanced sports performance: muscle building, endurance, and strength*. Academic Press.
- Bahr, R., & Holme, I. (2003). Risk factors for sports injuries—a methodological approach. *British journal of sports medicine*, 37(5), 384-392.
- Balsamo S et al. (2012). Exercise order affects the Total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. *Int J Gen Med*, 5:123 - 127.
- Barbalho, M., Coswig, V. S., Raiol, R., Steele, J., Fisher, J. P., Paoli, A., & Gentil,



- P. (2018). Does the addition of single joint exercises to a resistance training program improve changes in performance and anthropometric measures in untrained men?. *European Journal of Translational Myology*, 28(4).
- Barbalho, M., Coswig, V. S., Raiol, R., Steele, J., Fisher, J. P., Paoli, A., & Gentil, P. (2018). Does the addition of single joint exercises to a resistance training program improve changes in performance and anthropometric measures in untrained men?. *European Journal of Translational Myology*, 28(4).
- Beattie, K., Kenny, I. C., Lyons, M., & Carson, B. P. (2014). The effect of strength training on performance in endurance athletes. *Sports Medicine*, 44, 845-865.
- Beavers, K. M., Ambrosius, W. T., Rejeski, W. J., Burdette, J. H., Walkup, M. P., Sheedy, J. L., & Marsh, A. P. (2017). Effect of exercise type during intentional weight loss on body composition in older adults with obesity. *Obesity*, 25(11), 1823-1829.
- Brandão, L., de Salles Painelli, V., Lasevicius, T., Silva-Batista, C., Brendon, H., Schoenfeld, B. J., ... & Teixeira, E. L. (2020). Varying the order of combinations of single-and multi-joint exercises differentially affects resistance training adaptations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(5), 1254-1263.
- Brockett, C. L., Morgan, D.L. & Proske, U. (2004). Predicting Hamstring Strain Injury in Elite Athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 379-387.
- Brown L.. *Isokinetics in human performance*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.
- Carter, A. B., Kaminski, T. W., Douex Jr, A. T., Knight, C. A., & Richards, J. G. (2007). Effects of high volume upper extremity plyometric training on throwing velocity and functional strength ratios of the shoulder rotators in

- collegiate baseball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 208-215.
- Chen, C. K., Hamdan, N. F., Ooi, F. K., & Abd Hamid, W. Z. W. (2016). Combined effects of *Lignosus rhinocerotis* supplementation and resistance training on isokinetic muscular strength and power, anaerobic and aerobic fitness level, and immune parameters in young males. *International Journal of Preventive Medicine*, 7.
- Chhikara, H. (2022). Importance of Strength and Endurance Training for Physical Fitness. *Eduzone: International Peer Reviewed/Refereed Multidisciplinary Journal*, 11(1), 180-185.
- Chilibeck PD, Calder AW, Sale DG, et al. (1998). A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 77(1 - 2):170 - 175.
- Ciccione, A.B.; Brown, L.E.; Coburn, J.W.; Galpin, A.J. (2014). Effects of traditional vs. alternating whole-body strength training on squat performance. *J. Strength Cond. Res.* 28, 2569 - 2577.
- Cormie P, McGuigan MR, and Newton RU. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Med Sci Sports Exerc*, 42: 1582-1598.
- de Vasconcelos Costa, B. D., Ferreira, M. E. C., Gantois, P., Kassiano, W., Paes, S. T., de Lima-Júnior, D., ... & de Sousa Fortes, L. (2021). Acute Effect of Drop-Set, Traditional, and Pyramidal Systems in Resistance Training on Neuromuscular Performance in Trained Adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(4), 991-996.
- Craft, L. L., & Perna, F. M. (2004). The benefits of exercise for the clinically depressed. *Primary care companion to the Journal of clinical psychiatry*, 6(3), 104.
- Dauty, M., Potiron - Josse, M. & Rochcongar, P. Identification of previous hamstring muscle injury by isokinetic concentric and eccentric torque

- measurement in elite soccer players. *Isokinetic and Exercise Science*, 2003,11, 139-144.
- de França, H. S., Branco, P. A. N., Guedes Junior, D. P., Gentil, P., Steele, J., & Teixeira, C. V. L. S. (2015). The effects of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance training program on upper body muscle strength and size in trained men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(8), 822-826.
- De Souza, J.A.A.A.; Paz, G.A.; Miranda, H. Blood lactate concentration and strength performance between agonist-antagonist paired set, superset and traditional set training. *Arch. Med. Deporte* 2017, 34, 145 - 150.
- Delecluse, C. (1997). Influence of strength training on sprint running performance: Current findings and implications for training. *Sports medicine*, 24, 147-156.
- DeVan, A. E., Anton, M. M., Cook, J. N., Neidre, D. B., Cortez-Cooper, M. Y., & Tanaka, H. (2005). Acute effects of resistance exercise on arterial compliance. *Journal of Applied Physiology*, 98(6), 2287-2291.
- di Prampero, P. E., & Ferretti, G. (1999). The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. *Respiration physiology*, 118(2-3), 103-115.
- Dib, M. M., Tomeleri, C. M., Nunes, J. P., Cunha, P. M., Ribeiro, A. S., Schiavoni, D., ... & Cyrino, E. S. (2020). Effects of three resistance exercise orders on muscular function and body composition in older women. *International Journal of Sports Medicine*, 41(14), 1024-1031.
- Drid, P., Drapsin, M., Trivic, T., Lukac, D., Obadov, S. & Milosevic, Z.(2009). Asymmetry of muscle strength in elite athletes. *Biomedical Human Kinetics*, a, 1, 3-5.
- Drummond MD, Szmuchrowski LA, Goulart KN, and Couto BP. (2016). Effect of strength training on regional hypertrophy of the elbow flexor muscles. *Muscle Nerve* 54: 750 - 755.
- Dvir, Z.. (2004). *Isokinetics Muscle testing, Interpretation and Clinical*

- Applications, 2 nd ed. Churchill Livingstone.
- Eyler AA, Matson-Koffman D, Vest JR, et al. (2002). Environmental, policy, and cultural factors related to physical activity in a diverse sample of women: the Women's Cardiovascular Health Network Project - summary and discussion. *Women Health*. 36(2):123 - 134.
- Faigenbaum A.D., Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, and Rowland T.W. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res*, 23: 60-79.
- Faigenbaum A.D.;Myer GD. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *Bri J Sports Med*,44: 56-63.
- Faigenbaum AD, McFarland JE, Keiper FB, Telvin W, Ratamess NA, Kang J. (2007). Effects of short term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *J Sports Sci Med*, 6: 519 - 525.
- Fatouros I, Jamurtas A, Leontsini D, Taxildaris K, Aggelousis G, Kostopoulos N. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *J Strength Cond Res*, 14: 470 - 476.
- Fink, J., Schoenfeld, B. J., Sakamaki-Sunaga, M., & Nakazato, K. (2021). Physiological Responses to Agonist - Antagonist Superset Resistance Training. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 3, 355-363.
- Fisher J, Steele J, Bruce-Low S, et al. (2011). Evidence-based resistance training recommendations. *Med Sport*.15(3):147 - 162.
- Fisher J, Steele J, Smith D. (2013). Evidence-based resistance training recommendations for muscular hypertrophy. *Med Sport*.17(4):217 - 235.
- Fonseca RM, Roschel H, Tricoli V, de Souza EO, Wilson JM, Laurentino GC, et al. (2014). Changes in exercises are more effective than in loading schemes to improve muscle strength. *J Strength Cond Res*, 28: 3085 - 3092.

- Fousekis, K., Tsepis, E. & Vagenas, G.. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 364-373.
- Franc,a HS, Branco PAN, Guedes Junior DP, et al. (2015). The effects of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance training program on upper body muscle strength and size in trained men. *Appl Physiol Nutr Metab.* 40(8):822 - 826.
- Gabriel, D.A., Kamen, G. & Frost, G.. (2006). Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sport Medicine*, 36, 133-149.
- Gentil P, Soares S, Bottaro M. Single vs. (2015). multi-joint resistance exercises: effects on muscle strength and hypertrophy. *Asian.J Sports Med.* 6(2):e24057.
- Gentil P, Soares SR, Pereira MC, et al. (2013). Effect of adding singlejoint exercises to a multi-joint exercise resistance-training program on strength and hypertrophy in untrained subjects. *Appl Physiol Nutr Metab.* 38(3):341 - 344.
- Gentil, P., Soares, S., & Bottaro, M. (2015). Single vs. multi-joint resistance exercises: effects on muscle strength and hypertrophy. *Asian journal of sports medicine*, 6(2).
- Go´mez-Lo´pez M, Gallegos AG, Extremera AB. (2010). Perceived barriers by university students in the practice of physical activities. *J Sports Sci Med.* 9(3):374 - 381.
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Davies, T. B., Lazinica, B., Krieger, J. W., & Pedisic, Z. (2018). Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48, 1207-1220.
- Gur, H., Cakun, N., Akova, N., Okay E. & Kucukoglu, S.. (2002). Concentric versus combined concentric - eccentric isokinetic training: effects on

- functional capacity and symptoms in patients with osteoarthritis of the knee. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83, 308–316.
- Hadi, M., Soegiyanto, M., Rahayu, S., & Setiono, H. (2018, September). Effectiveness of Free Weight Exercise And Super Set Machine System on Strength and Muscle Hypertrophy. In *International Conference on Science and Education and Technology 2018 (ISET 2018)* (pp. 191–195). Atlantis Press.
- Harber MP, Fry AC, Rubin MR, et al. (2004). Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 14(3):176–185.
- Harber, M. P., Fry, A. C., Rubin, M. R., Smith, J. C., & Weiss, L. W. (2004). Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 14(3), 176–185.
- Hong, A. R., & Kim, S. W. (2018). Effects of resistance exercise on bone health. *Endocrinology and Metabolism*, 33(4), 435–444.
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports medicine*, 34, 329–348.
- Iglesias-Soler E, Mayo X, R´ıo-Rodr´ıguez D, Carballeira E, Fariñas J, and Fernandez-Del-Olmo M. (2016). Inter-repetition rest training and traditional set ´ configuration produce similar strength gains without cortical adaptations. *J Sports Sci Med*, 34: 1473 - 1484.
- Impellizzeri, F.M., Bizzini, M., Rampinini, E., Cereda, F. & Maffiuletti, N.(2008). Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 28: 113–119.
- Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Maffiuletti, N. & Marcora, S.M.. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine in Science and Sports Exercise*, 39,:2044–2050.

- Ismail, I., Keating, S. E., Baker, M. K., & Johnson, N. A. (2012). A systematic review and meta analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. *Obesity reviews*, 13(1), 68-91.
- Johnson, T. K., Belcher, D. J., Sousa, C. A., Carzoli, J. P., Visavadiya, N. P., Khamoui, A. V., ... & Zourdos, M. C. (2020). Low-volume acute multi-joint resistance exercise elicits a circulating brain-derived neurotrophic factor response but not a cathepsin B response in well-trained men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(12), 1332-1338.
- Kang H, Martino FP, Russo V, et al. (1996). The influence of repetitions maximum on GH release following the back squat and leg press untrained men: preliminary results[J]. *J Strength Cond Res*.10(3):148-152
- Kim, C. B., Park, J. H., Park, H. S., Kim, H. J., & Park, J. J. (2023). Effects of Whey Protein Supplement on 4-Week Resistance Exercise-Induced Improvements in Muscle Mass and Isokinetic Muscular Function under Dietary Control. *Nutrients*, 15(4), 1003.
- Klika, B., & Jordan, C. (2013). High-intensity circuit training using body weight: Maximum results with minimal investment. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 17(3), 8-13.
- Kotzamanidis C, Chatzopoulos D, Michailidis C, Papaiakevou G, Patikas D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Strength Cond Res*, 19: 369 - 375.
- Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, et al. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 34(2):364 - 80.
- Krieger, J.W. (2010). Single vs. Multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: A meta-analysis. *J. Strength Cond. Res*.24, 1150 - 1159.
- Krzysztofik, M., Wilk, M., Wojdała, G., & Gołaś, A. (2019). Maximizing muscle hypertrophy: a systematic review of advanced resistance training techniques

- and methods. *International journal of environmental research and public health*, 16(24), 4897.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports medicine*, 32(1), 53-73.
- Lee, J., Kim, D., & Kim, C. (2017). Resistance training for glycemic control, muscular strength, and lean body mass in old type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Therapy*, 8(3), 459-473.
- Maia MF, Willardson JM, Paz GA, Miranda H (2014) Effects of different rest intervals between antagonist paired sets on repetition performance and muscle activation. *J Strength Cond Res* , 1989,28:2529 - 2535.
- Martorelli, S.; Cadore, E.L.; Izquierdo, M.; Celes, R.; Martorelli, A.; Cleto, V.A.; Alvarenga, J.G.; Bottaro, M. (2017). Strength training with repetitions to failure does not provide additional strength and muscle hypertrophy gains in young women. *Eur. J. Transl. Myol.* 27:113 - 120.
- Merrigan, J. J., Jones, M. T., & White, J. B. (2019). A Comparison of compound set and traditional set resistance training in women: Changes in muscle strength, endurance, quantity, and architecture. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 1, 264-272.
- Merrigan, J.M.; Jones, M.T.; White, J.B. A (2019). Comparison of compound set and traditional set resistance training in women: Changes in muscle strength, endurance, quantity, and architecture. *J. Sci. Sport Exer.* 1, 264 - 272.
- Mihalik JP, Libby JJ, Battaglini CL, McMurry RG. (2008). Comparing short term complex and compound training programs on vertical jump height and power output. *J Strength Cond Res*, 22: 47 - 53.
- Minges KE, Magliano DJ, Owen N, et al. (2013). Associations of strength training with impaired glucose metabolism: the AusDiab Study. *Med Sci Sports Exerc.* 45(2):299 - 303.
- Miranda, H., Fleck, S. J., Simao, R., Barreto, A. C., Dantas, E. H., & Novaes, J.



- (2007). Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1032-1036.
- Moritani T. (1992). Time course of adaptations during strength and power training. in Komi PV (ed.), *Strength and Power in Sport*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, 266 - 278.
- Murray, D.P., Brown, L.E., Zinder, S.M., Noffal, G.J., Bera, S.G. & Garrett, N.M.. (2007). Effects of velocity - specific training on rate of velocity development, peak torque, and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 870-874.
- Nasrulloh, A., Prasetyo, Y., Nugroho, S., Yuniana, R., & Pratama, K. W. (2022). The effect of weight training with compound set method on strength and endurance among archery athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(6), 1457-1463.
- Nasrulloh, A., Setijono, H., & Mintarto, E. THE EFFECTS OF THE TRAINING METHOD OF SUPER SET AND COMPOUND SET WITH RESTING INTERVALS OF 30 AND 120 SECONDS BETWEEN THE SETS TOWARDS HEALTH RELATED FITNESS.
- Nóbrega, S.R.; Libardi, C.A. (2016). s Resistance Training to Muscular Failure Necessary? *Front. Physiol.*
- Olmo, J., Lopez-Illescas, A., Martin, I., Jato S. & Rodriguez, L.P.. (2006). Knee flexion and extension strength and H/Q ratio in high-level track and field athletes. *Isokinetics & Exercise Science*, 14, 279-289.
- Paoli, A., Gentil, P., Moro, T., Marcolin, G., & Bianco, A. (2017). Resistance training with single vs. multi-joint exercises at equal Total load volume: effects on body composition, cardiorespiratory fitness, and muscle strength. *Frontiers in physiology*, 8, 1105.
- Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., & Vittorio, T. J. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular

- system. *World journal of cardiology*, 9(2), 134.
- Paz, G.A.; Maia, M.F.; Farias, D.A.; Miranda, H. (2016). Maximal repetition performance and muscle activation of biceps brachii and triceps brachii during agonist-antagonist paired set adopting different exercise order. *Gazz. Med. Ital.* 175:1 - 9.
- Paz, G.A.; Robbins, D.W.; de Oliveira, C.G.; Bottaro, M.; Miranda, H. (2017). Volume load and neuromuscular fatigue during an acute bout of agonist-antagonist paired-set vs. traditional-set training. *J. Strength Cond. Res.* 31, 2777 - 2784.
- Purwanto, P., & Nasrulloh, A. (2017). Efektivitas latihan beban dengan metode circuit weight training dengan super set terhadap penurunan berat badan dan prosentase lemak. *MEDIKORA*, 16(1).
- Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Souza MF, Tomeleri CM, Venturini D, Barbosa DS, et al. (2016). Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: A Randomized Crossover Study. *Exp Gerontol*, 79: 8 - 15.
- Robbins D.W., Young W.B., and Behm DG. (2010). The effect of an upper-body agonist-antagonist resistance training protocol on volume load and efficiency. *J Strength Cond Res*, 24: 2632-2640.
- Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR. (2010). Agonist-antagonist paired set resistance training: a brief review. *J Strength Cond Res*, b, 24:2873 - 2882.
- Robbins DW, Young WB, Behm DG. (2010). The effect of an upperbody agonist-antagonist resistance training protocol on volume load and efficiency. *J Strength Cond Res*, a, 24:2632 - 2640.
- Roberts, C. K., Lee, M. M., Katiraie, M., Krell, S. L., Angadi, S. S., Chronley, M. K., ... & Croymans, D. M. (2015). Strength fitness and body weight status on markers of cardiometabolic health. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(6), 1211.

- Rønnestad BR, Kvamme NH, Sunde A, Raastad T. (2008). Short term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 22: 773 - 780.
- Sabido R, Peñaranda M, Hernández-Davó JL. (2016). Comparison of acute responses to four different hypertrophy-oriented resistance training methodologies. *Hum Mov Sci*, 37:109 - 121.
- Saez-Saez De Villarreal E, Requena B, Newton RU. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta analysis. *J Sci Med Sport*, 13: 513 - 522.
- Santaniello, N., Nóbrega, S., Scarpelli, M., Alvarez, I., Otoboni, G., Pintanel, L., & Libardi, C. (2020). Effect of resistance training to muscle failure vs non-failure on strength, hypertrophy and muscle architecture in trained individuals. *Biology of sport*, 37(4), 333-341.
- Sayyah, A., Asghari, E., & Arazi, H. (2021). The effects of two loading patterns of resistance training (skewed pyramid & reverse step) on some physical and physiological capabilities of non-athlete men. *Turkish Journal of Kinesiology*, 7(4), 123-131.
- Schoenfeld, B. (2011). The use of specialized training techniques to maximize muscle hypertrophy. *Strength & Conditioning Journal*, 33(4), 60-65.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Haun, C., Itagaki, T., & Helms, E. R. (2019). Calculating set-volume for the limb muscles with the performance of multi-joint exercises: implications for resistance training prescription. *Sports*, 7(7), 177.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Van Every, D. W., & Plotkin, D. L. (2021). Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: a re-examination of the repetition continuum. *Sports*, 9(2), 32.
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2016). Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 46(11), 1689-1697.

- Shalfawi, S. A., Haugen, T., Jakobsen, T. A., Enoksen, E., & Tønnessen, E. (2013). The effect of combined resisted agility and repeated sprint training vs. strength training on female elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 2966-2972.
- Soares, E.G.; Brown, L.E.; Andrade, W.; Alves, D.; Paes, E.; Jarbas, J.; de Barros Vilela Junior, G.; Zorzi Fioravanti, G.; Aoki, M.S.; Lopes, C.R.; et al. (2016). Comparison between pre-exhaustion and traditional exercise order on muscle activation and performance in trained men. *J. Sports Sci. Med.* 15, 111 - 117.
- Spiering, B. A., Kraemer, W. J., Anderson, J. M., Armstrong, L. E., Nindl, B. C., Volek, J. S., & Maresh, C. M. (2008). Resistance exercise biology. *Sports Medicine*, 38(7), 527-540.
- Sung, D. J., Park, S. J., Kim, S., Kwon, M. S., & Lim, Y. T. (2016). Effects of core and non-dominant arm strength training on drive distance in elite golfers. *Journal of sport and health science*, 5(2), 219-225.
- Tagesson, S., Öberg, B., Good, L. & Kvist, J. (2008). A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency: A randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function. *American Journal of Sports Medicine*, 36: 298-307.
- Teng, W. M., Keong, C. C., Ghosh, A. K., & Thimurayan, V. (2008). Effects of a resistance training programme on isokinetic peak torque and anaerobic power of 13 - 16 years old Taekwondo athletes. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 2(2), 111-21.
- Vandewalle, H., Péérès, G., & Monod, H. (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports medicine*, 4, 268-289.
- Voet, N. B., van der Kooi, E. L., van Engelen, B. G., & Geurts, A. C. (2019). Strength training and aerobic exercise training for muscle disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (12).

- Waldorf, M., Erkens, N., Vocks, S., McCreary, D. R., & Cordes, M. (2017). A single bout of resistance training improves state body image in male weight-trainers. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 6(1), 53.
- Watson, S. L., Weeks, B. K., Weis, L. J., Harding, A. T., Horan, S. A., & Beck, B. R. (2018). High intensity resistance and impact training improves bone mineral density and physical function in postmenopausal women with osteopenia and osteoporosis: the LIFTMOR randomized controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 33(2), 211-220.
- Weakley, J. J., Till, K., Read, D. B., Roe, G. A., Darrall-Jones, J., Phibbs, P. J., & Jones, B. (2017). The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. *European journal of applied physiology*, 117(9), 1877-1889.
- Weakley, J. J., Till, K., Read, D. B., Roe, G. A., Darrall-Jones, J., Phibbs, P. J., & Jones, B. (2017). The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. *European journal of applied physiology*, 117, 1877-1889.
- Weakley, J.J.S.; Till, K.; Read, D.B.; Phibbs, P.J.; Roe, G.; Darrall-Jones, J.; Jones, B.L. (2020). The effects of superset configuration on kinetic, kinematic, and perceived exertion in the barbell bench press. *J. Strength Cond. Res.* 34, 65 - 72.
- Weakley, J.J.S.; Till, K.; Read, D.B.; Roe, G.A.; Darrall-Jones, J.; Phibbs, P.J.; Jones, B. (2017). The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. *Eur. J. Appl. Physiol.* 117:1877 - 1889.
- Westcott, W. L. (2012). Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Current sports medicine reports*, 11(4), 209-216.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British journal of sports medicine*,

38(3), 285-288.

- Yeung, S.S., Suen A.M. & Yeung, E.W. (2009). A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *British Journal of Sports Medicine*, 43: 589-594.
- Yuniana, R., Tomoliyus, B. M., Nasrulloh, A., Pratama, K. W., Rosly, M. M., Karakauki, M., & Ali, S. K. S. (2023). The Effectiveness of the Weight Training Method and Rest Interval on VO2 max, Flexibility, Muscle Strength, Muscular Endurance, and Fat Percentage in Students. *Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 11(1), 213-223.
- 강진호, 박아름, & 한승태. (2020). 코로나-19로 인한 대학생들의 라이프스타일 변화 경험에 대한 현상학적 연구. *한국엔터테인먼트산업학회논문지*, 14(5), 289-297.
- 김원현, & 김승석. (2016). 12 주간 복합운동이 비만 여대생의 신체조성 및 기초체력 향상에 미치는 영향. *Journal of Digital Convergence*, 14(4), 471-478.
- 김종식, 조현철, & 강희성. (2011). 12 주간 복합운동이 비만 청소년의 체지방 관련 사이토카인에 미치는 영향. *운동과학*, 20(3), 329-338.
- 김철우, 지진구, 광이섭, 전태봉, & 김지석. (2017). 운동 빈도에 따른 12 주간 저항성 운동이 20 대 성인 남성의 최대근력 및 인체조성에 미치는 효과. *한국스포츠학회지*, 15(4), 385-391.
- 박기범, 이원재, & 김진환. (2010). 복합운동과 세트간 스트레칭 프로그램 적용이 비만중년여성의 내장지방 및 Adipocytokine 에 미치는 영향. *한국사회체육학회지*, 41(2), 729-742.
- 배지철, 김만겸, 김성철, & 김홍. (2010). 16 주간 복합운동프로그램 적용이 고령 남성 노인의 신체구성, 심혈관기능 및 최대근력에 미치는 효과. *운동과학*, 19(4), 381-390.
- 이덕완 (2003). 유산소 운동과 저항성 운동이 비만 여중생의 체력, 신체조성, 심박수 회복율에 미치는 영향. *군산대학교 대학원, 석사학위 논문*.
- 이은주, & 박도형. (2020). 대학생의 학창경험이 사회 진출에 미치는 영향: 대학생활동 로그분석을 중심으로. *지능정보연구*, 26(4), 149-171.
- 전용균, & 최재일. (2022). 운동경험이 없는 남성의 저항성 운동강도 차이가 근 손상

지표, 근력 및 근 비대 효과에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 31(2), 625-635.  
홍승우, 백일영, & 우진희. (2005). 저항성 트레이닝 시퀀스 방법이 체지방, 최대근  
력, 안정시 대사량 및 갑상선 호르몬에 미치는 영향. 체육과학연구, 16(2),  
1-11.

## 감사의 글

논문의 마지막 문장을 작성하면서 한국 제주대학교 체육학과 스포츠의학 박사과정의 3년 유학 시절이 점점 마침표를 찍었습니다. 한국 유학 생활 동안 세계적인 팬데믹을 겪었고 사랑하는 아버지의 떠남을 겪었습니다. 그리고 스포츠의학에 대해 전혀 모르는 학생에서 두꺼운 박사학위논문을 등에 업고 한국 공항에서 귀국하는 졸업생이 되었습니다. 지난 간 시간을 되돌아보면 모든 것은 화살과 같이 빠르게 지나가고 힘든 날들도 미미한 추억이 되었습니다. 지금은 감사한 마음만 가득합니다.

먼저 제 지도교수님 서태범 교수님께 진심으로 감사드립니다. 논문의 설계부터 실험 틀, 그리고 논문의 최종본까지 정성스럽게 지도해주셨습니다. 엄격한 연구 태도와 넓고 따뜻한 마음, 긍정적이고 낙관적인 태도를 가진 서태범 교수님께서 저에게 평생 배워야 할 롤모델이 되어 주셨습니다. 교수님의 가르침과 격려는 앞으로 저의 연구와 교육에 있어 제가 성장하고 노력하며 혁신을 추구하는 동기가 될 것입니다.

그리고 제주대학교 체육학과의 양명환 교수님, 김영표 교수님, 김미예 교수님, 김덕진 교수님, 노병주 교수님께 감사드립니다. 3년 간의 유학생 생활 동안 교수님들께서 많은 배려와 관심을 주셨습니다. 유학생으로서 공부하는 과정에서 많은 도전과 어려움을 직면할 것입니다. 교수님들의 우수한 교육 실력과 섬세한 가르침 덕분에 순조롭게 학업을 마칠 수 있었습니다.

또한 스포츠의학 연구실의 친구들과 조연현 박사님, 유주인 박사님, 사공혁, 양우혁, 김영직, 정주연 석사생들이 3년 동안 저의 생활과 학습에 도움을 줘서 감사합니다. 제가 힘들 때마다 제 옆에서 격려하고 지지하며 도와주었습니다. 3년 간의 연구실 생활은 제 인생에서 가장 큰 수확이자 아름다운 추억이었습니다. 3년 동안 서로 진심으로 교류하고 친구들을 덕분에 먼 타국에서도 가족과 같은 따뜻함을 느꼈습니다. 여러분에게 다시 한번 진심으로 감사합니다.

그리고 중국에 계신 어머니, 然然, 王博, 孫恩峰, 于龍, 瑤瑤, 呂鵬, 그리고 가족과 친구들에게 감사합니다. 제가 박사를 다니는 동안 저에게 많은 도움을 주고 제가 부담해야 할 책임을 분담했습니다. 이들 덕분에 저는 걱정 없이 온 마음으로 공부할 수 있었습니다. 그들의 묵묵히 도움이 있기 때문에 제가 순조롭게 실험을 완성하고 논문을 완성할 수 있었습니다. 그리고 제가 가장 사랑하는 아버지, 하늘에서 저를 보



호하고 계십니다. 꿈에서 몇 번 저를 보러 오셨습니다. 지금 아들이 박사 과정을 순조롭게 마치고 모든 것을 잘 하고 있습니다. 저희 가족들도 잘 돌볼 것입니다. 그래서 아버지께서 걱정하지 마세요. 그리고 어머니와 저는 아버지를 매우 사랑합니다.

마지막으로 저의 직장인 길림체육학원(吉林体育學院)에 감사합니다. 학교에서 제가 공부할 수 있는 기회를 주시고 도움과 신뢰를 주셔서 감사합니다. 앞으로 학교의 명예를 자랑스럽게 여기고 학교를 위해 영광을 다투며 제 교육과 학술 성과를 통해 학교에게 빛내도록 하겠습니다. 감사의 마음, 열정과 봉헌하는 정신으로 제 직장에서 계속 빛나도록 노력할 것입니다.

여기까지 마무리하려고 합니다. 그리고 뒤에서 저를 응원해주신 많은 친구들, 제가 일일이 언급할 수 없지만 여러분에게 진심으로 감사의 말을 전하고 싶습니다.

2023년 8월

유 봉 배상

## 致謝

隨着我在電腦上敲下論文的最后一段話，就讀韓國濟州大學、体育學科運動医学博士生涯的三年留學時光，也漸漸的浮現出終点的影踪。在韓國求學期間，經歷了全球疫情肆虐，經歷了摯愛的父親去往天堂，經歷了一個對運動医学絲毫不懂的人，變成一個背着厚厚的博士畢業論文從韓國机場回國的人。回首過往，一切如白駒過縫，所受艱辛如今回看也不過寥寥數語，唯有感恩、感謝，填滿了內心。

首先我要以最真摯的心意感謝我的指導教授，서태범教授，從論文的設計到實驗框架，以及論文定稿的過程中，從始至終都傾注心血，서태범教授以嚴謹科研態度，寬厚仁慈的胸怀，積極樂觀的態度，為我樹立了一輩子的學習典范，他的教誨與鞭策將激勵我在科研和教學的道路上勵精圖治，開拓創新。

感謝濟州大學体育學科的양명환教授，김영표教授，김미예教授，김덕진教授，노병주教授，感謝在三年的留學生活中，各位教授給與我的關懷和照顧，作為留學生，在學習的過程中會面對很多的挑戰，是各位教授以精湛的教學技藝和孜孜不倦教導，學生才得以順利完成學業。

另外，感謝運動医学研究室的朋友們，조영현博士,유주인博士,사공혁,양우혁,김영직,정주연碩士們,感謝三年來大家對我生活上和學習上的幫助，每當我在无助、疲憊的時候，都是大家在我身邊，鼓勵我，支持我，幫助我繼續走下去，三年的研究室學習生活是我人生中最大的收獲和美好的回憶，三年的相互真心交流，讓我在異國他鄉感受到了家人般的溫暖，再一次真心的感謝大家。

同時，感謝我遠在中國的母亲，然然，王博，孫恩峰，于龍，瑤瑤，呂鵬，還有家人及朋友們，你們在我讀博期間給與我極大的支持，分担了我應該承擔的責任，讓我可以沒有顧慮全身心的投入到學習中，是你們在背后默默的付出，我才可以順利完成實驗，順利的完成論文。還有我最愛的父親，是您在天堂保佑着兒子，在夢里我知道您來看過我很多次，現在兒子順利結束博士學業了，一切都做的很好，也會好好照顧我們的家，所以 爸爸 請放心。還有，我和母親很愛您。

最后感謝我的工作單位，吉林体育學院，感謝學校提供的發展平台，感謝學校領導的支持與信任，在今后的教學工作中，我將以學校的榮譽和聲譽為傲，努力為校爭光，用我的教學和學術成果為學校增添光彩，以感恩，熱情的奉獻精神，在工作崗位上繼續發光發熱。

行文至此，還要感謝很多在背后關注、支持我的朋友們，原諒我在這一瞬間不能一一想起各位，但真心向大家說一聲感謝。

劉 鵬

2023年 8月