

## 不同形式的阻力训练对大学生肌肉和脂肪质量的影响

黄映橙<sup>1</sup> 苏雅琦<sup>2</sup> 池昶震<sup>3</sup>

1. 广州工商学院, 广州;

2. 中北大学, 太原;

3. 东明大学, 釜山

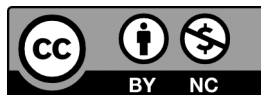
**摘要** | 阻力训练已被证明是增强肌肉力量和改善身体成分的有效方法。然而, 对于无经验个体而言, 不同训练方法——动态恒定外部阻力训练(DCER)、可变阻力训练(VRT)和等长力量训练(IST)——的相对有效性尚不明确。本研究旨在比较这些方法, 为初学者提供实践建议。本研究将45名无经验的大学生随机分配至三组(DCER、VRT、IST)。所有参与者完成了为期8周的训练计划, 每周训练两次, 训练目标为前三角肌和股四头肌。干预前后使用InBody770分析仪测量身体成分(肌肉质量和脂肪质量)。此外, 训练过程中使用便携式肌电图(EMG)设备监测肌肉激活情况, 以确保各组训练强度一致。所有训练方案在训练量和训练强度方面保持一致, 仅在阻力方式上有所不同。所有三组在8周后均表现出肌肉质量的显著增加和脂肪质量的显著减少。然而, 各组间的肌肉增长和脂肪减少均未表现出统计学上的显著性差异, 这表明所有三种训练方法对无经验个体的身体成分改善具有相似的效果。对于初学者而言, 选择DCER、VRT或IST作为训练方法的影响不如训练量和训练强度的保持重要。这一发现表明, 个体可以根据个人偏好或可获得的训练设备选择合适的训练方式, 均可获得类似的肌肉增长和脂肪减少效果。

**关键词** | 阻力训练; 肌肉; 体脂率; 大学生

Copyright © 2025 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



### 1 研究目的

在大多数体育运动中, 运动员的表现依赖于其肌肉力量的高效输出<sup>[1]</sup>。阻力训练已被广泛应用于增强肌肉力量<sup>[2]</sup>, 不仅能够增加肌肉和骨骼质量、提高肌肉力量、增强柔韧性和动态平衡, 还能有效缓解多种慢性疾病的症状, 如关节炎<sup>[3]</sup>、抑郁症<sup>[4]</sup>、2型糖尿病<sup>[5]</sup>、骨质疏松症<sup>[6]</sup>、睡眠障碍<sup>[7]</sup>及心脏病<sup>[8]</sup>。此外, 研究表明肌肉质

量与代谢综合征呈负相关<sup>[9]</sup>。对于大学生而言, 短期阻力训练可以有效改善其自我认知水平, 从而提高自尊心<sup>[10]</sup>。

阻力训练方法多种多样, 对于无经验的初学者而言, 哑铃训练、弹力带训练及静态阻力训练均是易于实施且安全有效的方式。传统哑铃训练采用动态恒定外部阻力(DCER)模式, 该模式在整个运动范围内保持恒定阻力<sup>[11]</sup>, 被认为是提高运动表现的理想方式<sup>[12]</sup>。弹力

通讯作者: 池昶震, 东明大学助理教授, 研究方向: 运动人体科学。

文章引用: 黄映橙, 苏雅琦, 池昶震. 不同形式的阻力训练对大学生肌肉和脂肪质量的影响 [J]. 中国体育研究, 2025, 7(4): 318-323.

<https://doi.org/10.35534/scps.0704045>

带训练是一种常见的可变阻力训练 (VRT) 方法, 其特点是运动范围的不同阶段阻力不同, 在运动弱点处提供较小阻力, 在运动强点处提供较大阻力<sup>[13]</sup>。研究表明, 这种训练方式能更有效地刺激反射通路<sup>[14]</sup>。等长力量训练 (IST) 是指在无外部运动的情况下收缩骨骼肌<sup>[15]</sup>, 具有较低的训练疲劳度<sup>[16]</sup>, 并在特定关节角度下表现出优越的力量提升效果<sup>[17]</sup>。

选择适当的训练方法需要考虑个人训练目标、能力水平及个体需求。由于无经验者对训练刺激的适应性较强, 使用不同训练方法时的表现差异可能较小<sup>[18]</sup>。然而, 目前大多数关于肌肉表现的研究均针对已有训练经验的个体。因此, 探究不同训练方法对无经验大学生的影响至关重要, 因为初始训练效果可能直接影响他们坚持锻炼的意愿。

本研究旨在比较不同阻力训练方式对无经验大学生肌肉质量和脂肪质量的影响, 研究结果可为无经验者选择适当的训练方法提供实证依据。

## 2 研究方法

### 2.1 参与者

本研究共招募45名大学生志愿者, 其中男性25名, 女性20名, 平均年龄为22.3岁。测试期间, 所有参与者需避免吸烟、饮酒、熬夜及禁食, 并通过定期检查或问卷调查监测其遵守情况。此外, 参与者被要求除实验训练外, 不得进行其他力量训练。研究获得学术伦理委员会批准, 所有受试者在参与研究前均签署了书面知情同意书。由于个人原因, 2名参与者退出研究, 最终43名受试者完成所有训练和测试, 数据用于最终分析。

### 2.2 研究设计

所有参与者通过计算机随机分配至三个组别, 每组15人。干预前使用InBody770分析仪测量身体成分, 包括体脂率、肌肉质量及四肢肌肉分布情况。研究持续8周, 分别实施三种阻力训练 (VRT、IST、DCER), 所有训练由专业人员指导, 以确保正确的训练技术。所有参与者佩戴便携式EMG设备实时监测训练强度, 每次训练后上传EMG数据, 以确保数据的完整性和准确性。

### 2.3 训练计划

训练周期为8周, 每周2次, 每次60分钟。上肢训练针对前三角肌, DCER组使用哑铃进行前平举, VRT组使用弹力带进行前平举, IST组进行静态前平举。下肢训练针对股四头肌, DCER组使用腿部伸展机, VRT组使

用弹力带进行坐姿腿部伸展, IST组进行静态股四头肌收缩。所有训练每侧完成5组, 每组10次, 组间休息60秒。EMG设备用于监测训练过程中肌肉激活情况, 确保各组训练强度一致。

### 2.4 肌电图 (EMG) 设备

本研究使用便携式EMG设备。在干预前, 每名参与者进行最大随意收缩 (MVC) 测试, 以此作为基线。在训练过程中, 若参与者的EMG信号超过其MVC的70%, 设备将提示成功的肌肉激活。EMG设备会自动更新每次测试的峰值数据, 以确保训练强度的标准化。

### 2.5 统计分析

本研究采用SPSS 26和GraphPad Prism 8进行数据分析。配对 *t* 检验用于比较训练前后手臂和腿部肌肉质量、整体肌肉质量和脂肪质量的变化。此外, 采用协方差分析 (ANCOVA) 比较VRT、IST和DCER组在训练后的肌肉质量和脂肪质量差异。所有统计分析均以  $p < 0.05$  作为显著性水平。

## 3 结果与分析

### 3.1 运动前后比较

表1展示了研究参与者手臂和腿部的肌肉重量、肌肉质量和脂肪质量, 并比较了阻力训练前后的变化。右臂肌肉在阻力训练前后的重量差异具有统计学显著性 (图1) ( $p < 0.05$ ), 训练后肌肉重量平均增加0.05 kg。左臂肌肉在阻力训练前后的重量差异同样具有统计学显著性 (图1) ( $p < 0.05$ ), 训练后肌肉重量平均增加0.05 kg。右腿肌肉在阻力训练前后的重量差异具有统计学显著性 (图1) ( $p < 0.01$ ), 训练后肌肉重量平均增加0.15 kg。左腿肌肉在阻力训练前后的重量差异也具有统计学显著性 (图1) ( $p < 0.01$ )。

阻力训练后, 肌肉重量平均增加了 0.16 kg。肌肉质量在阻力训练前后的变化具有统计学显著性 (图2) ( $p < 0.05$ )。阻力训练后, 肌肉质量平均增加了 0.45 kg (表1)。对于脂肪质量, 阻力训练前后的变化同样具有统计学显著性 (图2) ( $p < 0.01$ )。阻力训练后, 脂肪质量平均减少了 1.13 kg。

根据这些结果, 我们可以得出结论, 阻力训练对左右手臂和腿部的肌肉、肌肉质量以及脂肪质量产生了显著的体重变化。阻力训练导致手臂和腿部的肌肉重量增加、肌肉质量提升以及脂肪质量减少, 表明阻力训练对肌肉力量和身体组成具有积极影响。

表1 阻力训练前后手臂、腿部、肌肉质量和脂肪质量差异比较

Table 1 Comparison of differences in arm, leg, muscle mass, and fat mass pre-and post-resistance exercise

		Pre (kg)	Post (kg)	Difference (kg)	T	p-value
Arm	R	2.62	2.67	0.05	-2.30	0.03
	L	2.59	2.64	0.05	-2.36	0.02

续表

		Pre ( kg )	Post ( kg )	Difference ( kg )	T	p-value
Leg	R	8.07	8.22	0.15	-4.36	0.00
	L	8.00	8.16	0.16	-5.05	0.00
Muscle mass		28.32	28.77	0.45	-2.96	0.01
Fat mass		17.67	16.54	-1.13	3.59	0.00

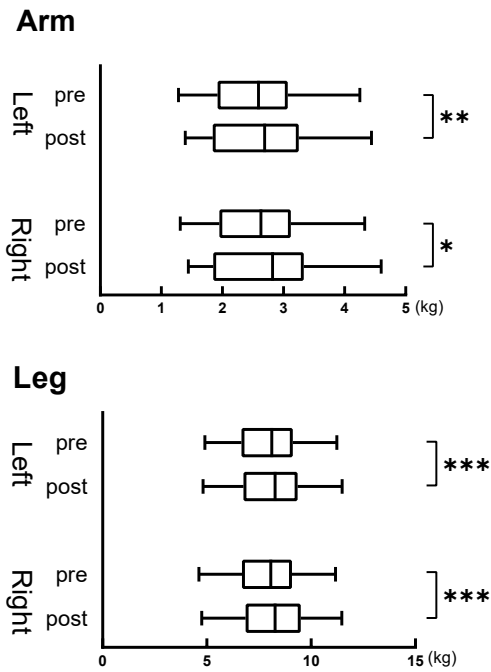


图 1 阻力训练前后手臂和腿部的差异

Figure 1 Pre- and post-resistance exercise differences in arm and leg

### 3.2 各组间比较

我们比较了 VRT、IST 和 DCER 组在阻力训练后的肌肉质量和脂肪质量，结果如表2所示。观察到以下结果：

对于肌肉质量，调整后的均值分别为 VRT 组 29.1kg、IST 组 28.7kg 和 DCER 组 28.6kg。统计分析表明，三组之间无显著性差异 ( $p>0.05$ )，这表明阻力训练后 VRT、IST 和 DCER 组的肌肉质量无显著差异。

对于脂肪质量，调整后的均值分别为 VRT 组 16.2kg、IST 组 16.9kg和DCER组 16.5kg。统计分析显示，三组之间的脂肪质量无显著性差异 ( $p>0.05$ )，这说明阻力训练后 VRT、IST和DCER组的脂肪质量无显著差异 (表2)。

总之，我们的分析结果表明，阻力训练后 VRT、IST和DCER组的肌肉质量和脂肪质量无显著性差异，这意味着这三种训练方式在肌肉质量和脂肪质量方面的影响相似。

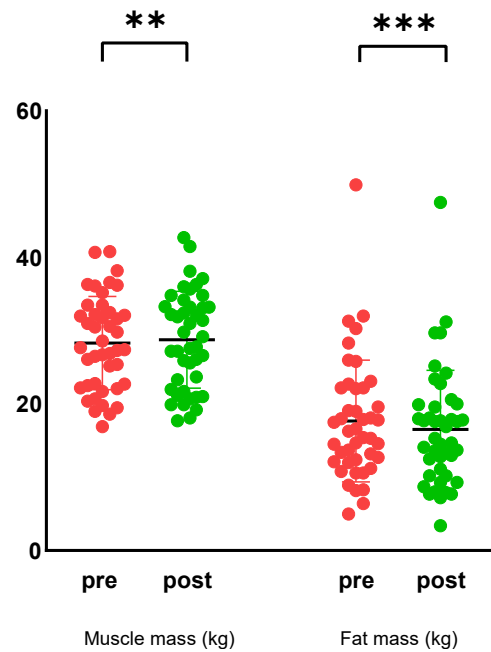


图 2 阻力训练前后肌肉质量和脂肪质量的差异

Figure 2 Pre- and post-resistance exercise differences in muscle mass and fat mass

表 2 阻力训练后VRT、IST和DCER组肌肉质量和脂肪质量的比较

		exercise				
	Team	N	Mean ( kg )	SD	Adjusted Mean ( kg )	p-value
Muscle mass	VRT	15	29.3	6.3	29.1	0.34
	IST	13	27.9	6.7	28.7	
	DCER	15	29.0	7.2	28.6	
Fat mass	VRT	15	18.8	10.1	16.2	0.68
	IST	13	16.1	7.1	16.9	
	DCER	15	14.7	6.4	16.5	

## 4 结论与建议

根据相关研究，经过8周的力量训练，肌肉增长的量因个体差异和训练计划而异。对于大多数人来说，8周内肌肉增长通常在0.5 kg到2kg之间<sup>[22]</sup>。在这个为期8周的训练计划中，所有参与者的平均肌肉质量增加了0.45kg，

这与大多数研究的结果相符。然而，值得注意的是，本研究中相对较低的运动频率（每周2次）可能导致肌肉质量的增加较其他实验有所降低。力量训练通过多种机制提高肌肉力量，包括神经肌肉适应、肌肉肥大（肌肉横截面积的增加）和结缔组织刚度的变化<sup>[23]</sup>。在阻力训练的背景下，肌肉力量在初期阶段（2~4周）的增加通常归因于神经肌肉系统和结缔组织的适应。随着力量训练的持续进行，肌肉质量逐渐增加，一旦神经适应达到平台期，肌肉质量在推动力量提升方面的作用变得更加重要<sup>[24]</sup>。肌肉质量的增加发生在肌肉蛋白合成超过肌肉蛋白分解时，并在累积的时期中产生积极的净蛋白平衡。肌肉质量的增加发生在肌肉蛋白合成超过肌肉蛋白分解时，导致累积期间的正净蛋白平衡<sup>[25]</sup>。将蛋白质摄入与阻力训练相结合是促进肌肉蛋白合成的有效刺激。因此，在阻力训练中，最大化肌肉适应非常重要，尤其是在蛋白质摄入保持恒定的情况下<sup>[26]</sup>。努力的体积和强度是直接影响肌肉适应的基本组成部分<sup>[27]</sup>。

在我们的研究中，参与者在进行阻力训练时有效地使用EMG设备控制了运动的数量和强度，确保了不同组之间的运动强度一致。因此，我们的研究表明，不同的阻力训练方法在相同运动强度下对肌肉质量增长没有显著影响。

在我们的研究中，除了参与者的肌肉质量显著增加外，脂肪质量平均减少了1.13 kg，且与训练前相比显示了显著差异。这清楚地表明，阻力训练不仅对肌肉增长有显著效果，而且有效改善了身体成分<sup>[28]</sup>。因此，阻力训练现在被推荐为任何锻炼计划的一个重要组成部分。与有氧运动类似，阻力训练后的40分钟、2小时、15小时和38小时内，能量消耗显著增加<sup>[29, 30]</sup>。此外，与相同能量消耗下进行的耐力运动相比，剧烈的阻力训练时，血浆儿茶酚胺浓度明显更高<sup>[31]</sup>。儿茶酚胺在通过激活 $\beta$ -肾上腺素能和 $\alpha$ -肾上腺素能受体来促进脂肪分解和释放的过程中起着重要的调节作用<sup>[32]</sup>。这一过程在脂肪减少和代谢调节中具有重要意义。尽管研究参与者在运动干预前后体脂含量有显著差异，但在三种运动模式DCER、IST和VRT之间未观察到显著差异。这些结果表明，对于初学者来说，在相同运动强度下，不同的阻力训练方法对脂肪减少效果没有显著差异。对于运动经验不足的初学者来说，如果训练目标不是特别针对某一方面的表现提升，个体可以根据个人偏好和客观条件选择进行DCER、IST或VRT中的任何一种方式进行锻炼，仍然能够达到预期的锻炼效果。与其关注特定的运动方式，更为关键的是保持足够的运动量和强度。使用EMG设备是一种有效控制阻力训练强度的方法。

### 伦理批准与参与者知情同意

本研究严格遵循《赫尔辛基宣言》所述的原则，确保所有参与者在整个研究过程中充分了解其权利和义

务。在向参与者提供充分说明后，均获得了其知情同意。本研究方案已通过广州商学院学术伦理审查委员会审查批准，批准编号为：LLSC2024008。

### 试验注册

ChiCTR2500097949，回溯性注册。注册日期：2025年2月27日。注册于中国临床试验注册中心。

### 参考文献

- [1] Baker D. A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players [J]. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2001, 15 (2): 198-209.
- [2] Siegel J A, Gilders R M, Staron R S, et al. Human muscle power output during upper-and lower-body exercises [J]. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2002, 16 (2): 173-178.
- [3] Westcott W L. Resistance training is medicine: Effects of strength training on health [J]. *Current Sports Medicine Reports*, 2012, 11 (4): 209-216.
- [4] Thomas K S, Muir K R, Doherty M, et al. Home-based exercise programme for knee pain and knee osteoarthritis: Randomised controlled trial [J]. *BMJ*, 2002, 325 (7367): 752.
- [5] O'Connor P J, Herring M P, Carvalho A. Mental health benefits of strength training in adults [J]. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 2010, 4 (5): 377-396.
- [6] Castaneda C, Layne J E, Munoz-Orians L, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes [J]. *Diabetes Care*, 2002, 25 (12): 2335-2341.
- [7] Going S B, Lauder milk M. Osteoporosis and strength training [J]. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 2009, 3 (4): 310-319.
- [8] Singh N A, Clements K M, Fiatarone M A. A randomized controlled trial of the effect of exercise on sleep [J]. *Sleep*, 1997, 20 (2): 95-101.
- [9] Strasser B, Schobersberger W. Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity [J]. *Journal of Obesity*, 2011: 1-8.
- [10] Atlantis E, Martin S A, Haren M T, et al. Inverse associations between muscle mass, strength, and the metabolic syndrome [J]. *Metabolism*, 2009, 58 (7): 1013-1022.
- [11] Moore J B, Mitchell N G, Bibeau W S, et al. Effects

- of a 12-week resistance exercise program on physical self-perceptions in college students [J]. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 2011, 82 (2): 291-301.
- [12] Bergstrom H C, Dinyer T K, Succi P J, et al. Applications of the critical power model to dynamic constant external resistance exercise: A brief review of the critical load test [J]. *Sports*, 2021, 9 (2): 15.
- [13] Suchomel T J, Nimphius S, Bellon C R, et al. The importance of muscular strength: Training considerations [J]. *Sports Medicine*, 2018, 48 (4): 765-785.
- [14] Shoepe T C, Ramirez D A, Almstedt H C. Elastic band prediction equations for combined free-weight and elastic band bench presses and squats [J]. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2010, 24 (1): 195-200.
- [15] Smith C M, Housh T J, Hill E C, et al. Variable resistance training versus traditional weight training on the reflex pathway following four weeks of leg press training [J]. *Somatosensory & Motor Research*, 2019, 36 (3): 223-229.
- [16] Lum D, Barbosa T M. Brief review: Effects of isometric strength training on strength and dynamic performance [J]. *International Journal of Sports Medicine*, 2019, 40 (6): 363-375.
- [17] Beltman J G M, Van Der Vliet M R, Sargeant A J, et al. Metabolic cost of lengthening, isometric and shortening contractions in maximally stimulated rat skeletal muscle [J]. *Acta Physiologica Scandinavica*, 2004, 182 (2): 179-187.
- [18] Behm D G, Sale D G. Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response [J]. *Journal of Applied Physiology*, 1993, 74 (1): 359-368.
- [19] Kubo K, Ishigaki T, Ikebukuro T. Effects of plyometric and isometric training on muscle and tendon stiffness in vivo [J]. *Physiological Reports*, 2017, 5 (15): e13374.
- [20] Ahtiainen J P, Pakarinen A, Alen M, et al. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men [J]. *European Journal of Applied Physiology*, 2003 (89): 555-563.
- [21] Deschenes M R, Kraemer W J. Performance and physiologic adaptations to resistance training [J]. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2002, 81 (11): S3-S16.
- [22] Krzysztofik M, Wilk M, Wojdała G, et al. Maximizing muscle hypertrophy: A systematic review of advanced resistance training techniques and methods [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, 16 (24): 4897.
- [23] Knuttgen H G, Kraemer W J. Terminology and measurement [J]. *Journal of Applied Sport Science Research*, 1987, 1 (1): 1-10.
- [24] Sale D G. Neural adaptation to resistance training [J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1988, 20 (5 Suppl): S135-S145.
- [25] Damas F, Libardi C A, Ugrinowitsch C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: The role of muscle damage and muscle protein synthesis [J]. *European Journal of Applied Physiology*, 2018, 118 (3): 485-500.
- [26] Ralston G W, Kilgore L, Wyatt F B, et al. Weekly training frequency effects on strength gain: A meta-analysis [J]. *Sports Medicine-Open*, 2018, 4 (1): 1-24.
- [27] Schoenfeld B J, Ogborn D, Krieger J W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis [J]. *Journal of Sports Sciences*, 2017, 35 (11): 1073-1082.
- [28] Chatzinikolaou A, Fatouros I, Petridou A, et al. Adipose tissue lipolysis is upregulated in lean and obese men during acute resistance exercise [J]. *Diabetes Care*, 2018, 31 (7): 1397-1399.
- [29] Melby C H, Scholl C Y, Edwards G L, et al. Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate [J]. *Journal of Applied Physiology*, 1993, 75 (4): 1847-1853.
- [30] Schuenke M D, Mikat R P, McBride J M. Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: Implications for body mass management [J]. *European Journal of Applied Physiology*, 2002, 86 (5): 411-417.
- [31] Tesch P A, Komi P V, Häkkinen K. Enzymatic adaptations consequent to long-term strength training [J]. *International Journal of Sports Medicine*, 1987, 8 (S1): S66-S69.
- [32] Arner P. Catecholamine-induced lipolysis in obesity [J]. *International Journal of Obesity*, 1999, 23 (1): S10-S13.

## Effects of Different Forms of Resistance Training on Muscle and Fat Mass in University Students

Huang Yingcheng<sup>1</sup> Su Yaqi<sup>2</sup> Ji Changjin<sup>3</sup>

*1. Guangzhou College of Technology and Business, Guangzhou;*

*2. North University of China, Taiyuan;*

*3. Tongmyong University, Busan*

**Abstract:** Resistance training has been widely recognized as an effective strategy for increasing muscle strength and improving body composition. However, the comparative effectiveness of different training modalities—dynamic constant external resistance training (DCER), variable resistance training (VRT), and isometric strength training (IST)—remains unclear for untrained individuals. This study aimed to compare these training methods and provide practical recommendations for beginners. Forty-five untrained university students were randomly assigned to one of three groups (DCER, VRT, IST). All participants completed an 8-week training program, consisting of two sessions per week, targeting the anterior deltoid and quadriceps muscles. Body composition (muscle mass and fat mass) was assessed pre- and post-intervention using an InBody770 analyzer. Additionally, a portable electromyography (EMG) device was used throughout the training sessions to monitor muscle activation and ensure consistent training intensity across groups. Training volume and intensity were matched among the three interventions, with resistance modality being the only variable factor. After 8 weeks, all three groups demonstrated significant increases in muscle mass and significant reductions in fat mass. However, no statistically significant differences were observed among the groups in terms of muscle gain or fat loss, indicating that all three training modalities produced comparable improvements in body composition for untrained individuals. For beginners, maintaining appropriate training volume and intensity appears to be more critical than choosing among DCER, VRT, or IST. These findings suggest that individuals may select any of the three modalities based on personal preference or equipment availability, as each yields similarly beneficial effects on muscle hypertrophy and fat reduction.

**Key words:** Resistance training; Muscle; Body fat percentage; University students