

第肆章 結果

本研究主要目的在探討十二週耐力運動訓練對肥胖大學生心臟結構型態和泵血功能之影響，並探討耐力運動訓練介入對心血管疾病危險因子的影響。本章則是將統計分析處理後之實際結果呈現，並加以說明分析。全章共分為四節，第一節受試者基本資料；第二節至第四節分別是耐力運動訓練對身體組成、心肺適能、左心室結構型態和泵血功能的效果。

第一節 受試者基本資料

本研究以 31 名肥胖大學生（體脂肪百分比男性 $>25\%$ ，女性 $>30\%$ ）為對象，並隨機將受試者分配至運動訓練組（女性 10 位，男性 6 位）和控制組（女性 9 位，男性 6 位）。兩組之基本資料臚列於表 4-1-1，由表中得知，兩組於實驗前之年齡、身高、體重、身體質量指數 (BMI)、體脂肪百分比 (% BF)、安靜心跳率 (HRrest)、最大心跳率 (HRmax)、安靜收縮壓 (SBP)、安靜舒張壓 (DBP)、攝氧峰值 ($\dot{V}O_{2peak}$) 絕對值 ($L \cdot \text{min}^{-1}$) 和相對值 ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) 等參數均無顯著差異 ($P > .05$)。

另外，本研究以左心室質量 (LVM)，男性 >259 克、女性 >166 克之界定值，作為判定受試者是否有左心室肥厚 (LVH) 之依據，結果發現共有

8 位受試者達到 LVH 之標準，LVH 的盛行率為 26 %。在左心室幾何型態方面，有 10 名受試者之左心室出現離心性肥厚 ($LVMl > 51 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2.7}$ ， $RWT < 0.41$) 現象，而向心性重塑 ($LVMl < 51 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2.7}$ ， $RWT > 0.41$) 與向心性肥厚者 ($LVMl > 51 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2.7}$ ， $RWT > 0.41$) 則分別只有 1 人和 2 人。

表 4-1-1 受試者基本資料

變 項 (單 位)	運動訓練組 (n=16)	控制組 (n=15)
年 齡 (歲)	19.56 ± 1.50	20.33 ± 3.58
身 高 (公尺)	1.64 ± 0.10	1.64 ± 0.08
體 重 (公斤)	86.58 ± 20.30	85.08 ± 14.01
身體質量指數 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	32.21 ± 5.50	31.41 ± 3.32
體脂肪百分比 (%)	34.99 ± 4.22	34.43 ± 4.26
安靜心跳率 (次/分)	82.81 ± 10.09	81.00 ± 12.43
最大心跳率 (次/分)	178.94 ± 14.32	185.53 ± 9.56
安靜收縮壓 (mmHg)	128.63 ± 15.68	128.73 ± 15.59
安靜舒張壓 (mmHg)	74.75 ± 13.88	73.00 ± 7.15
攝氧峰值絕對值 ($\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$)	1.81 ± 0.54	2.09 ± 0.57
攝氧峰值相對值 ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	21.04 ± 4.73	24.46 ± 4.82

M ± SD

第二節 耐力運動訓練對身體組成的效果

本研究以混合設計二因子變異數分析，考驗不同組別（運動訓練組與控制組）在不同測試時間（實驗前與實驗後），身體組成的變化情形。由表 4-2-1 變異數分析摘要表的結果得知，除了細胞外液與蛋白質重以外，不同組別與測試時間在體重 ($F=30.132, P<.05$)、身體質量指數 ($F=20.315, P<.05$)、體脂肪百分比 ($F=16.126, P<.05$)、脂肪重 ($F=20.868, P<.05$)、去脂體重 ($F=18.066, P<.05$)、肌肉重 ($F=16.005, P<.05$)、內臟脂肪重 ($F=13.335, P<.05$)、腰臀圍比 ($F=10.622, P<.05$)、總水重 ($F=13.067, P<.05$) 和細胞內液 ($F=6.185, P<.05$) 測試結果的交互作用均達到顯著差異水準 ($P<.05$)。因此，進一步進行單純主要效果的考驗（附錄五），結果發現：

- 一、在體重方面，不同測試時間在運動訓練組 ($F=28.891, P<.05$) 與控制組 ($F=5.936, P<.05$) 均達到顯著差異。比較兩組前、後測的平均數後發現，運動訓練組後測的體重 (82.33 ± 20.15 kg) 顯著低於前測的體重 (86.58 ± 20.30 kg)；而控制組後測的體重 (87.07 ± 15.41 kg) 則顯著高於前測的體重 (85.08 ± 17.27 kg) (圖 4-2-1)。
- 二、在身體質量指數 (BMI)、體脂肪百分比 (% BF)、脂肪重 (FM)、內臟脂肪重 (VAT) 及腰臀圍比 (WHR) 方面，不同測試時間在運動訓練組達到顯著差異 ($P<.05$)。比較前、後測的平均數發現，後測的 BMI、

% BF、FM、VAT 和 WHR 平均數均顯著低於前測平均數 ($P < .05$) (圖 4-2-1 和圖 4-2-2)。

三、在去脂體重 (FFM)、肌肉重 (MW)、總水重和細胞內液方面，不同測試時間在控制組達到顯著差異 ($P < .05$)。比較前、後測的平均數發現，後測的 FFM、肌肉重、總水重和細胞內液平均數均顯著高於前測平均數。

此外，經由統計分析的結果得知，蛋白質重在二組之間並無顯著差異存在 ($F = 0.001, P > .05$)。而蛋白質重則受到實驗前、後的影響 ($F = 8.663, P < .05$)。因此，進一步比較二組平均數發現，控制組後測的蛋白質重 (11.07 ± 2.24 kg) 顯著高於前測值 (10.84 ± 1.90 kg) (圖 4-2-2)。

表 4-2-1 受試者之身體組成對運動訓練的適應

變數 (單位)	運動訓練組 (n=16)		控制組 (n=15)	
	實驗前	實驗後	實驗前	實驗後
體重 (公斤)	86.6 ± 20.3	82.3 ± 20.2*	85.1 ± 17.3	87.1 ± 15.4*
BMI (kg · m ⁻²)	32.21 ± 5.50	30.25 ± 4.92*	31.41 ± 3.32	32.10 ± 3.71
體脂肪百分比 (%)	34.99 ± 4.22	31.71 ± 4.27*	34.43 ± 4.26	34.30 ± 3.97
脂肪重 (公斤)	30.19 ± 7.56	26.28 ± 7.35*	29.34 ± 6.62	29.57 ± 7.18
去脂體重 (公斤)	56.38 ± 14.26	56.05 ± 14.04	55.74 ± 9.46	57.50 ± 10.52*
肌肉重 (公斤)	51.49 ± 13.16	51.49 ± 13.02	50.09 ± 9.82	51.87 ± 10.77*
蛋白質重 (公斤)	10.88 ± 2.90	11.03 ± 2.84	10.84 ± 1.90	11.07 ± 2.24
內臟脂肪重 (公斤)	4.40 ± 1.81	3.63 ± 1.62*	4.19 ± 1.40	4.20 ± 1.51
腰臀圍比	0.88 ± 0.05	0.84 ± 0.05*	0.88 ± 0.04	0.87 ± 0.05
總水重 (公斤)	40.61 ± 10.27	40.47 ± 10.19	40.12 ± 6.83	41.27 ± 7.69*
細胞內液 (公升)	26.73 ± 6.73	26.59 ± 6.70	26.51 ± 4.44	26.97 ± 5.07*
細胞外液 (公升)	13.88 ± 3.55	13.88 ± 3.49	13.77 ± 2.29	14.10 ± 2.77

*P < .05

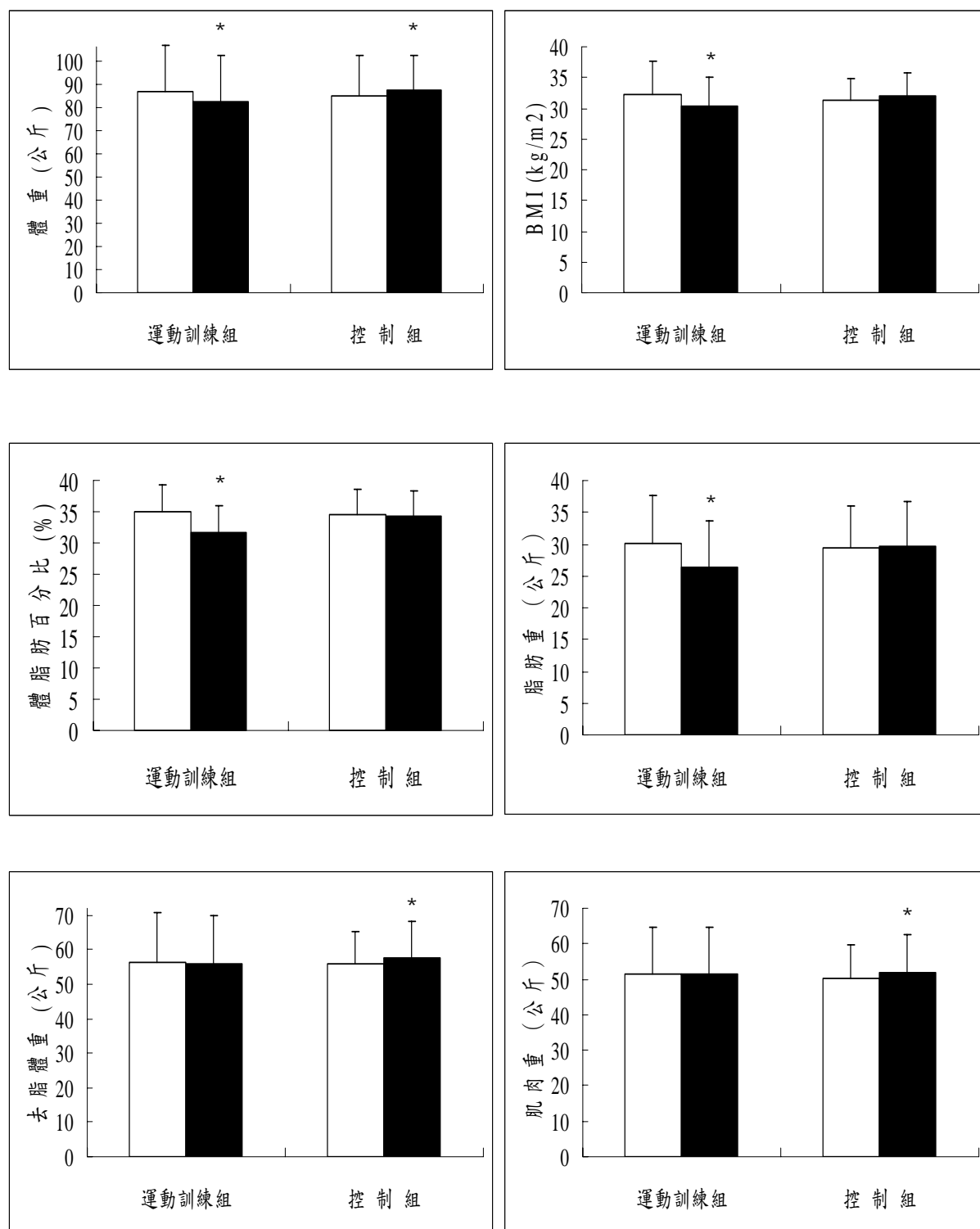


圖 4-2-1 運動訓練組與控制組在實驗前後各項身體組成 (體重、BMI、體脂肪百分比、脂肪重、去脂體重、肌肉重) 變化的情形。□ 表示前測值；■ 表示後測值；*P<.05

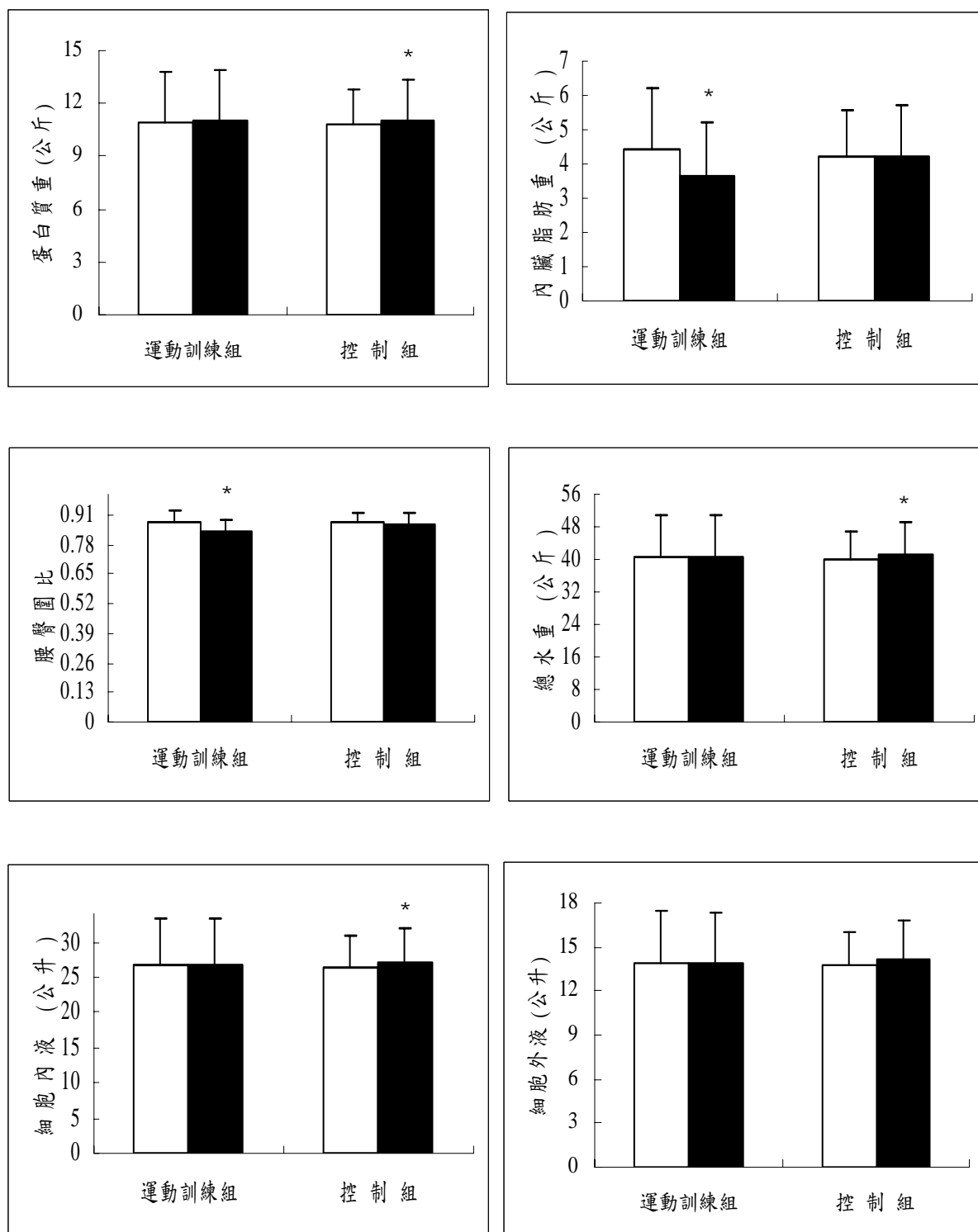


圖 4-2-2 運動訓練組與控制組在實驗前後各項身體組成 (蛋白質重、內臟脂肪重、腰臀圍比、總水重、細胞內液、細胞外液) 變化的情形。□ 表示前測值；■ 表示後測值；* $P < .05$

第三節 耐力運動訓練對心肺適能的效果

本研究以混合設計二因子變異數分析，考驗不同組別（運動訓練組與控制組）在不同測試時間（實驗前與實驗後），心肺適能的變化情形。由表 4-3-1 變異數分析摘要表的結果得知，不同組別與測試時間在最大心跳率 (HRmax)、安靜舒張壓 (DBP) 和換氣量 (\dot{V}_E) 測試結果的交互作用均未達到顯著水準 ($P > .05$)。進一步對主要效果進行考驗，發現運動訓練組後測之 DBP 平均數 (68.13 ± 6.64 mmHg) 顯著低於前測平均數 (74.75 ± 13.88 mmHg) ($F=4.791, P < .05$)；控制組於實驗後之 \dot{V}_E 平均數 (5.21 ± 1.93 L · min⁻¹) 顯著低於前測平均數 (6.05 ± 2.04 L · min⁻¹) ($F=5.611, P < .05$)。

此外，不同組別與測試時間在安靜心跳率 ($F=10.241, P < .05$)、安靜收縮壓 ($F=7.641, P < .05$)、攝氧峰值絕對值 ($F=17.991, P < .05$) 和相對值 ($F=28.171, P < .05$) 測試結果的交互作用均達到顯著差異水準 (圖 4-3-1)。

因此，進一步進行單純主要效果的考驗 (附錄五)，結果發現：

一、在安靜心跳率 (HRrest)、安靜收縮壓 (SBP) 方面，不同組別在後測的 HRrest ($F=7.815, P < .05$)、SBP ($F=5.536, P < .05$) 平均數達到顯著差異。經比較二組的平均數發現，運動訓練組的 HRrest (73.88 ± 11.01 次/分)、SBP (114.56 ± 20.42 mmHg) 平均數顯著低於控制組 (86.13 ± 14.94 次/分， 129.40 ± 17.96 mmHg)。此外，不同測試時間在運動訓練組亦達到顯著差異水準。經比較前、後測的平均數後發現，後測的

HRrest、SBP 平均數顯著低於前測的平均數 (82.81 ± 10.09 次/分， 128.63 ± 15.68 mmHg) (表 4-3-1)。

二、在攝氧峰值絕對值和相對值方面，不同測試時間在運動訓練組和控制組均達到顯著差異水準 ($P < .05$)。比較前、後測的平均數後發現，運動訓練組之後測攝氧峰值絕對值 (2.09 ± 0.67 L · min⁻¹) 和相對值 (24.05 ± 4.59 ml · kg⁻¹ · min⁻¹) 均顯著高於前測值 (1.81 ± 0.54 L · min⁻¹， 21.04 ± 4.73 ml · kg⁻¹ · min⁻¹)；反之，控制組前測的攝氧峰值絕對值 (2.09 ± 0.57 L · min⁻¹) 和相對值 (24.46 ± 4.82 ml · kg⁻¹ · min⁻¹) 則是顯著高於後測值 (1.77 ± 0.63 L · min⁻¹， 20.72 ± 5.95 ml · kg⁻¹ · min⁻¹) (圖 4-3-1)。

表 4-3-1 肥胖大學生心肺適能對運動訓練之適應

變數 (單位)	運動訓練組 (n=16)		控制組 (n=15)	
	實驗前	實驗後	實驗前	實驗後
安靜心跳率 (次/分)	82.81 ± 10.09	73.88 ± 11.01	81.00 ± 12.43	86.13 ± 14.94
最大心跳率 (次/分)	178.94 ± 14.32	179.81 ± 12.48	185.53 ± 9.56	177.93 ± 13.11
安靜收縮壓 (mmHg)	128.63 ± 15.68	114.56 ± 20.42	128.73 ± 15.59	129.40 ± 17.96
安靜舒張壓 (mmHg)	74.75 ± 13.88	68.13 ± 6.64	73.00 ± 7.15	74.93 ± 10.13
換氣量 (L · min ⁻¹)	5.05 ± 1.50	5.20 ± 1.28	6.05 ± 2.04	5.21 ± 1.93
攝氧峰值絕對值 (L · min ⁻¹)	1.81 ± 0.54	2.09 ± 0.67	2.09 ± 0.57	1.77 ± 0.63
攝氧峰值相對值 (ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	21.04 ± 4.73	24.05 ± 4.59	24.46 ± 4.82	20.72 ± 5.95

* $P < .05$

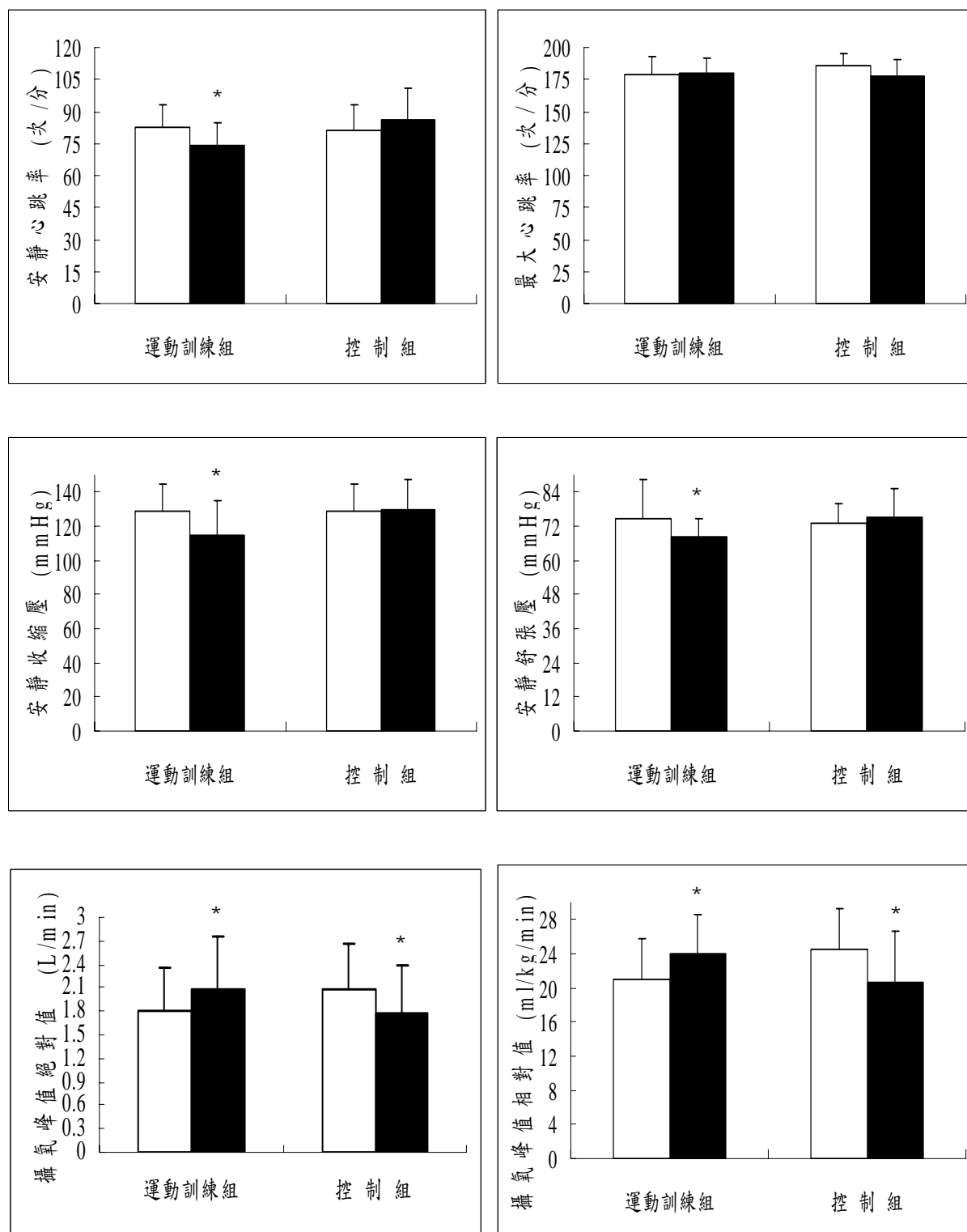


圖 4-3-1 運動訓練組與控制組在實驗前後各項心肺適能 (安靜心跳率、最大心跳率、安靜收縮壓、安靜舒張壓、攝氧峰值絕對值、攝氧峰值相對值) 變化的情形。□ 表示前測值；■ 表示後測值；*P<.05

第四節 耐力運動訓練對心臟結構型態和泵血功能的效果

本研究以混合設計二因子變異數分析，考驗不同組別（運動訓練組與控制組）在不同測試時間（實驗前與實驗後），心臟型態結構和泵血功能的變化情形。在心臟型態結構的各項指標方面，由表 4-5-1 變異數分析摘要表的結果得知，不同組別與測試時間在心舒末期容積 (EDD)、心縮末期容積 (ESD)、心室中膈厚度 (IVST)、相對心室壁厚度 (RWT)、左心室質量 (LVM)、左心室質量指數 (LVMI) 和左心房大小 (LAD) 測試結果的交互作用均未達到顯著水準 ($P > .05$) (圖 4-5-1)。

進一步對主要效果進行考驗，發現不同組別在實驗前、後之心舒末期內徑、心縮末期內徑、心室中膈厚度、左心室質量、左心室質量指數和左心房大小並無顯著差異 ($P > .05$)。然而，不同測試時間在二組之左心室後壁厚度 ($F = 16.363, P < .05$) 和相對心室壁厚度 ($F = 16.024, P < .05$) 則達到顯著差異，比較前、後測的平均數發現，運動訓練組與控制組在後測之 PWT 和 RWT 平均數均顯著高於前測平均數 (圖 4-5-1)。

此外，不同組別與測試時間在主動脈 (AO) 測試結果的交互作用達到顯著差異水準 ($F = 6.526, P < .05$)。因此，進一步進行單純主要效果的考驗 (附錄五)，結果發現不同測試時間在運動訓練組達到顯著差異 ($F = 5.931, P < .05$)。比較前、後測的平均數發現，後測的 AO 值 (27.88 ± 3.26 mm) 顯著低於前測值 (29.19 ± 2.48 mm) (圖 4-5-2)。

表 4-4-1 肥胖大學生心臟結構型態對運動訓練之適應

變數 (單位)	運動訓練組 (n=16)		控制組 (n=15)	
	實驗前	實驗後	實驗前	實驗後
EDD (mm)	49.00 ± 5.16	49.06 ± 4.82	51.60 ± 4.47	51.27 ± 4.25
ESD (mm)	30.44 ± 5.39	28.69 ± 3.38	29.87 ± 4.27	31.47 ± 4.53
IVST (mm)	9.50 ± 1.59	9.06 ± 1.48	9.60 ± 1.55	9.73 ± 1.39
PWT (mm)	8.81 ± 1.47	9.38 ± 1.09*	8.60 ± 0.91	9.47 ± 0.74*
RWT (mm)	0.36 ± 0.05	0.38 ± 0.06*	0.33 ± 0.04	0.37 ± 0.03*
LVM (g)	187.7 ± 70.4	186.1 ± 50.9	200.3 ± 50.3	213.7 ± 54.8
LVMI (g · m ^{-2.7})	48.03 ± 13.00	48.30 ± 9.50	52.27 ± 11.87	56.05 ± 14.29
AO (mm)	29.19 ± 2.48	27.88 ± 3.26	27.88 ± 3.26	29.13 ± 3.09
LAD (mm)	33.06 ± 4.06	33.25 ± 4.28	34.40 ± 5.26	33.20 ± 3.93

EDD, end-diastolic dimension (舒張末期內徑); ESD, end-systolic dimension (收縮末期內徑); IVST, interventricular septum thickness (心室中膈厚度); PWT, posterior wall thickness (左心室後壁厚度); RWT, relative wall thickness (相對心室壁厚度); LVM, left ventricular mass (左心室質量); LVMI, left ventricular mass index (左心室質量指標); AO, aortic (主動脈); LAD, left atrial diameter (左心房直徑)

*P < .05

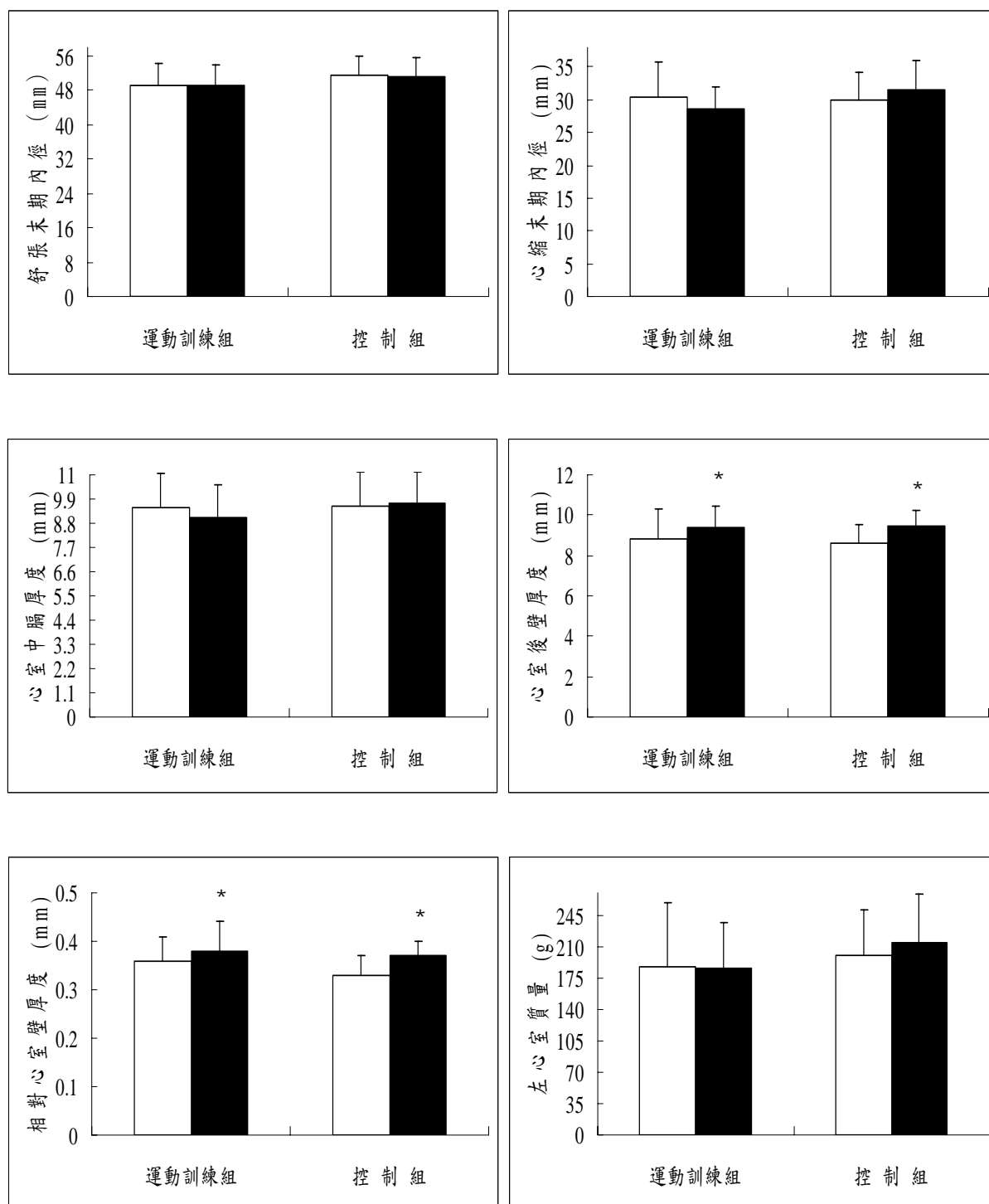


圖 4-4-1 運動訓練組與控制組在實驗前後各項左心室結構型態指標 (心舒末期內徑、心縮末期內徑、心室中膈厚度、心室後壁厚度、相對心室壁厚、左心室質量) 變化的情形。□ 表示前測值；■ 表示後測值；*P<.05

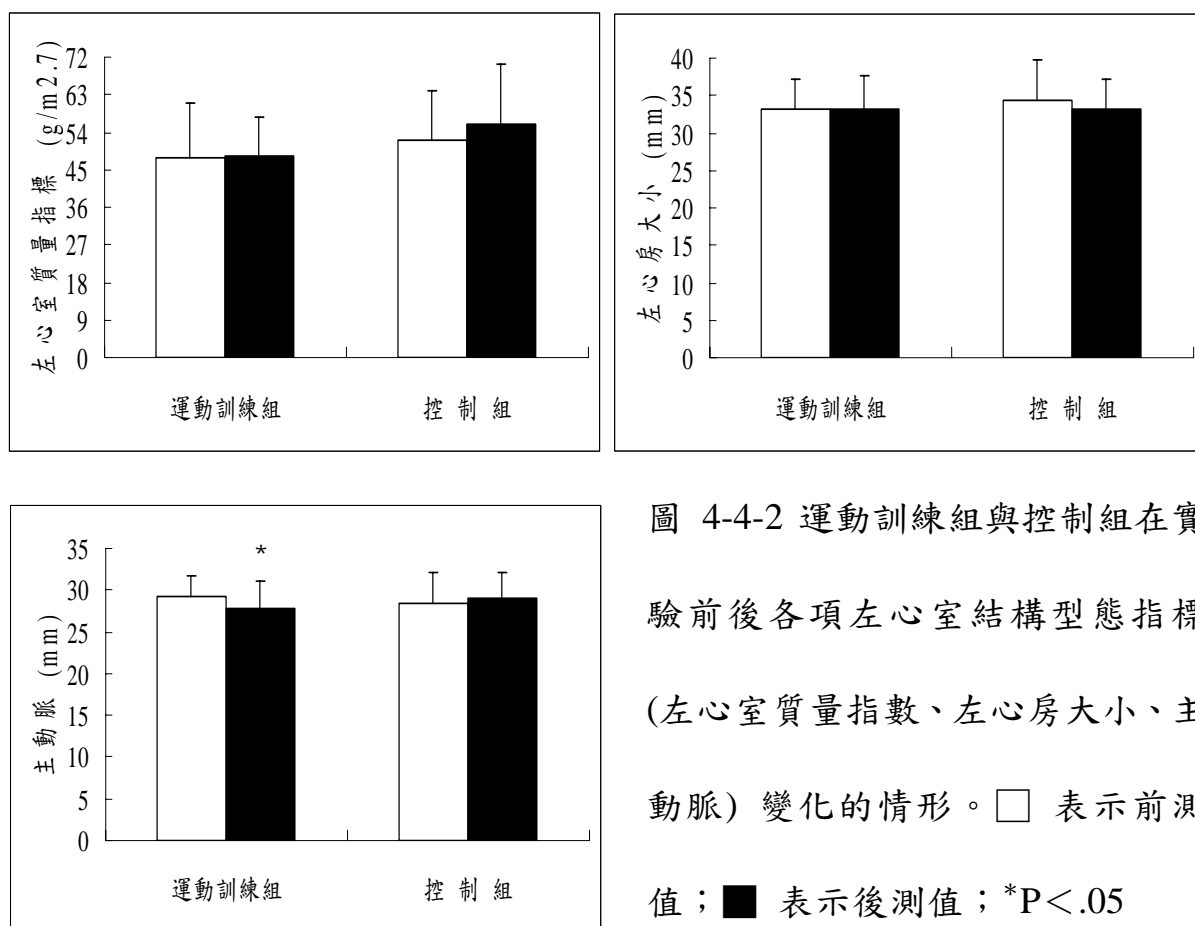


圖 4-4-2 運動訓練組與控制組在實驗前後各項左心室結構型態指標 (左心室質量指數、左心房大小、主動脈) 變化的情形。□ 表示前測值；■ 表示後測值；* $P < .05$

在心臟泵血功能指標對耐力運動訓練介入的效果上，統計分析的結果顯示 (表 4-5-2)，不同組別與測試時間在心縮末期容積 (ESV)、心輸出量 (CO)、收縮分率 (FS)、等容舒張時間 (IVRT)、舒張早期峰值充填速度 (E)、舒張末期峰值充填速度 (A) 測試結果的交互作用均未達到顯著差異水準 ($P > .05$)。進一步對主要效果進行考驗，發現不同組別在實驗前、後之 ESV、CO、FS 和 A 值並無顯著差異。而不同測試時間在運動訓練組前、後測之 IVRT、E 值則達到顯著差異水準 ($P < .05$)。比較前、後測平均數發現，前測之 IVRT (0.06 ± 0.01 ms) 顯著大於後測值 (0.05 ± 0.01 ms)，而後測之 E

值 (87.01 ± 12.33 m/s) 則顯著大於前測 (77.44 ± 14.67 m/s)。

不同組別與測試時間在心舒末期容積 ($F=6.023, P<.05$)、每跳輸出量 ($F=8.440, P<.05$)、射血分率 ($F=4.576, P<.05$) 和 E/A 比率 ($F=4.612, P<.05$) 測試結果的交互作用則達到顯著差異水準。因此，進一步進行單純主要效果的考驗 (附錄五)，結果發現：

- 一、在心舒末期容積 (EDV) 方面，不同測試時間在控制組達到顯著差異 ($F=6.468, P<.05$)。比較前、後測平均數發現，後測的 EDV 平均數 (81.61 ± 13.84 ml) 顯著低於前測的平均數 (86.76 ± 17.42 ml)。
- 二、在每跳輸出量 (SV) 和 E/A 比率 (E/A ratio) 方面，不同測試時間在運動訓練組達到顯著差異 ($P<.05$)。比較前、後測的平均數發現，後測的 SV (50.34 ± 9.48 ml) 和 E/A 比率 (2.00 ± 0.59) 顯著高於前測值 (46.53 ± 9.69 ml, 1.70 ± 0.33)。
- 三、在射血分率 (EF) 方面，不同組別在後測達到顯著差異 ($F=8.085, P<.01$)。比較二組後測的平均數發現，運動訓練組的射血分率 (63.16 ± 5.18 %) 顯著高於控制組 (57.95 ± 5.50 %)。此外，不同測試時間在運動訓練組也達到顯著差異 ($F=5.904, P<.05$)，比較前、後測平均數發現，後測的射血分率 (63.16 ± 5.18 %) 顯著高於前測值 (59.92 ± 5.11 %)。

表 4-4-2 肥胖大學生泵血功能對運動訓練之適應

變數 (單位)	運動訓練組 (n=16)		控制組 (n=15)	
	實驗前	實驗後	實驗前	實驗後
EDV (ml)	78.16 ± 17.08	79.93 ± 14.72	86.76 ± 17.42	81.61 ± 13.84
ESV (ml)	31.63 ± 9.05	29.59 ± 7.41	36.11 ± 8.70	34.38 ± 8.61
SV (ml)	46.53 ± 9.69	50.34 ± 9.48	50.65 ± 10.39	47.23 ± 7.03
CO (L · min ⁻¹)	3.84 ± 0.83	3.72 ± 0.95	4.11 ± 1.09	4.03 ± 0.73
EF (%)	59.92 ± 5.11	63.16 ± 5.18	58.81 ± 4.56	57.95 ± 5.50
FS (%)	38.04 ± 6.87	41.49 ± 4.66	41.99 ± 7.47	38.68 ± 6.22
IVRT (ms)	0.06 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.05 ± 0.01
E (m/s)	77.44 ± 14.67	87.01 ± 12.33	82.34 ± 16.32	83.13 ± 16.44
A (m/s)	46.59 ± 10.51	45.98 ± 11.15	46.52 ± 9.90	49.32 ± 11.32
E/A ratio	1.70 ± 0.33	2.00 ± 0.59	1.86 ± 0.62	1.72 ± 0.37

EDV, end-diastolic volume (舒張末期容積); ESV, end-systolic volume (收縮末期容積); SV, stroke volume (每跳輸出量); CO, cardio output (心輸出量); EF, ejection fraction (射血分率); FS, fractional shortening (收縮分率); IVRT, isovolumetric relaxation time (等容舒張時間); E, peak early diastolic filling wave velocity (舒張早期峰值充填速度); A, peak atrial diastolic filling wave velocity (舒張末期最大峰值充填速度); E/A ratio (E/A 比例)

*P < .05

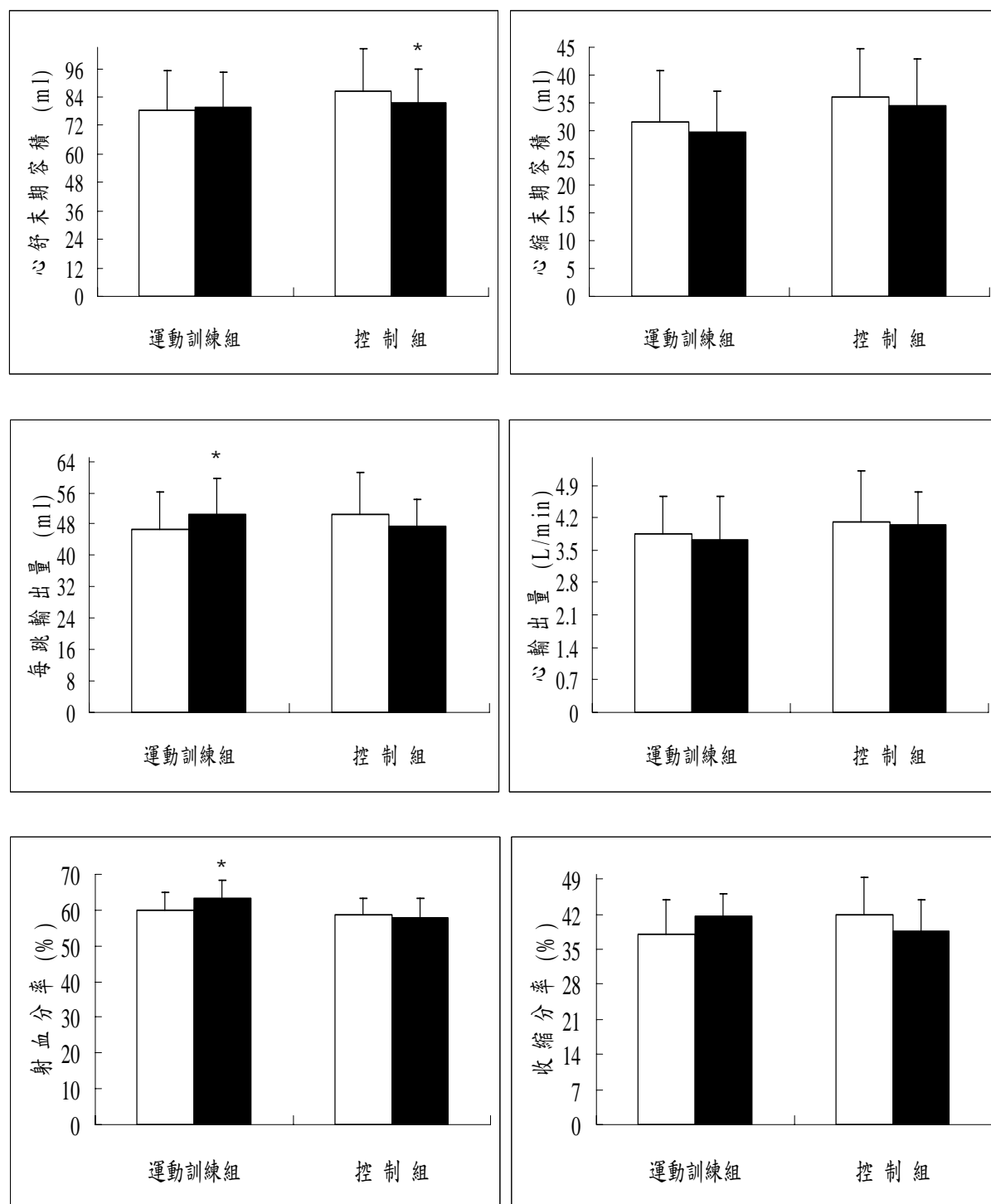


圖 4-4-3 運動訓練組與控制組在實驗前後心臟泵血功能 (心舒末期容積、心縮末期容積、每跳輸出量、心輸出量、射血分率、收縮分率) 變化的情形。

□ 表示前測值；■ 表示後測值；* $P < .05$

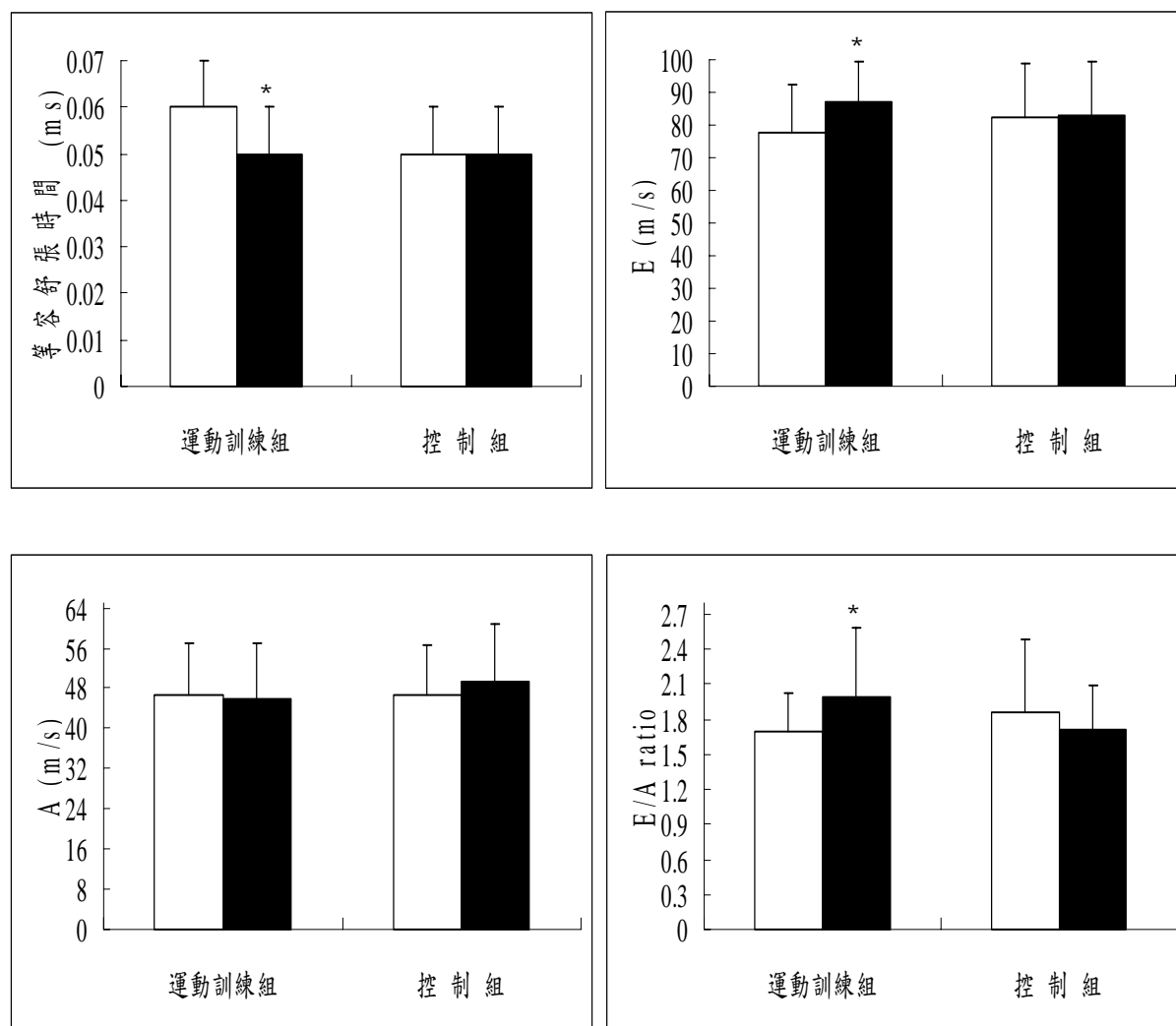


圖 4-4-4 運動訓練組與控制組在實驗前後心臟泵血功能 (等容舒張時間、舒張早期最大峰值充填速度、舒張末期最大峰值充填速度、E/A 比例) 變化的情形。□ 表示前測值；■ 表示後測值；* $P < .05$ (E=peak early diastolic filling wave velocity, 舒張早期峰值充填速度；A=peak atrial diastolic filling wave velocity, 舒張末期最大峰值充填速度；E/A ratio, E/A 比例)