

本文章已註冊DOI數位物件識別碼

► 運動訓練介入對主動脈和肺動脈血流速度之影響

Effects of Exercise Training Intervention in Aorta and Pulmonary Artery Flow Velocity

doi:10.6127/JEPF.2007.05.13

運動生理暨體能學報, (5), 2006

Journal of Exercise Physiology and Fitness, (5), 2006

作者/Author： 陳弘峻(Hung-Chun Chen);吳銘庭(Ming-Ting Wu);林瑞興(Jui-Hsing Lin)

頁數/Page： 127-134

出版日期/Publication Date：2006/12

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

<http://dx.doi.org/10.6127/JEPF.2007.05.13>



DOI Enhanced

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，是這篇文章在網路上的唯一識別碼，用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 <http://doi.airiti.com>

For more information,

Please see: <http://doi.airiti.com>

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE



運動訓練介入對主動脈和肺動脈血流速度之影響

陳弘峻^{*1} 吳銘庭² 林瑞興¹

¹國立屏東教育大學體育研究所 ²高雄榮民總醫院放射線部主任醫師

摘要

目的：本研究探討運動訓練介入對主動脈和肺動脈血流速度之影響。方法：以健康男性大學生 23 名，年齡 20.3 ± 1.6 歲、身高 174 ± 5.2 公分、體重 72.1 ± 12.4 公斤，隨機分為運動訓練 (E) 組 11 名及控制 (C) 組 12 名，E 組接受運動訓練，持續一年時間；C 組則維持原本的生活型態，並以磁振造影和血流分析軟體分析訓練前、後，主動脈和肺動脈之血流速度，以二因子混合設計變異數分析考驗訓練介入的效果，顯著水準為 $\alpha=.05$ 。結果：組別與前、後測的交互作用並未達顯著水準 ($p > .05$)；而在主動脈血流速度的前測值與後測值達顯著差異項目有：平均管徑流速的峰值 (75.0 ± 9.8 cm/s vs. 68.4 ± 8.8 cm/s, $p < .05$)、最慢管徑流速的平均值 (55.8 ± 14.4 cm/s vs. 66.1 ± 20.0 cm/s, $p < .05$)、最慢管徑流速的峰值 (131.1 ± 29.4 cm/s vs. 148.1 ± 39.4 cm/s, $p < .05$)、最慢管徑流速的谷值 (19.5 ± 5.9 cm/s vs. 26.1 ± 8.3 cm/s, $p < .05$)、最快管徑流速的平均值 (31.2 ± 13.9 cm/s vs. 52.2 ± 41.1 cm/s, $p < .05$)、最快管徑流速的峰值 (90.6 ± 51.5 cm/s vs. 125.1 ± 56.1 cm/s, $p < .05$)；在肺動脈的前測值與後測值達顯著差異項目則有：最慢管徑流速的平均值 (28.8 ± 8.9 cm/s vs. 46.9 ± 12.3 cm/s, $p < .05$)、最慢管徑流速的谷值 (10.0 ± 6.5 cm/s vs. 19.5 ± 6.0 cm/s, $p < .05$)。結論：本研究經一年的運動訓練介入後對安靜狀態下主動脈血流速度及肺動脈血流速度並未造成顯著的改變；而主動脈、肺動脈部份流速在前、後測量上達顯著差異水準，可能是由於年齡的增加、心室收舒速度增快或是其他因素的影響，更待後續之研究。

關鍵詞：運動訓練、主動脈、肺動脈、血流速度

連絡作者：陳弘峻

聯絡電話：0920828102

投稿日期：95 年 10 月

通訊地址：高雄市苓雅區中華四路 19 巷 2 號 4F-1

E-mail：kbbkg0000@pchome.com.tw

接受日期：95 年 11 月

問題背景

隨著醫學技術的進步，高科技儀器被用來協助臨床醫學診斷，目前透視人體內部器官與構造的方法中，主要可以分為兩種：侵體性以及非侵體性的測量。其中又因心臟不易以侵體性的方式測量，故現在大多以非侵體性的方式測量心臟構造及功能為主。文獻指出，許多測量心臟構造的方式是以影像為主，優點在於其非侵體性且不具輻射的優點，成為醫學判定上的重要指標（李佳融，2002）。

根據鄭國順（2004）的分類，非侵體性的測量方式可以區分成：一、使用靜磁場與射頻磁場作為造影成像的能量來源稱做磁共振造影系統（magnetic resonance imaging, MRI）。二、電腦斷層掃描系統（computed tomography, CT），其造影的方式是由 X-光源照射，雖然具有輻射危險之虞，但仍具有非侵體性的優點。三、使用超音波作為能量來源所建立的電腦斷層掃描系統，一般臨床不常使用。四、使用低頻電流（一萬至十萬赫茲）作為能量的成影系統（electrical impedance tomography, EIT）。MRI 是目前透視人體內部構造的最先進儀器，可測量心臟的構造如左心室質量（left ventricular mass, LVM）、左心室壁厚度（left ventricular wall thickness, LVWT），也可以測量左心室功能如舒張末期容積（end diastolic volume, EDV）、收縮末期容積（end systolic volume, ESV）、每跳輸出量（stroke volume, SV）、心輸出量（cardiac output, CO）、射血分率（ejection fraction, EF）、最高射血率（peak ejection rate, PER）、最高填充率（peak filling

rate, PFR）等（林瑞興、吳銘庭，2003）。而 MRI 所測得的影像，還需要透過血流量分析軟體的分析處理，才能將影像量化成有意義之數據。

運動訓練可以提升心肺耐力（Fagard, 2003; Park, Park, Kwon, Yoon, & Kim, 2003）已被證實，多數研究均支持三個月以上的有氧運動訓練可提升最大攝氧量，但運動訓練的介入對心臟功能的效果則有歧異的看法（林瑞興，2006），且多以左心室構造及功能的觀測（Fagard, 2003），或以運動員與正常人的左心室型態構造及功能之比較等為主（林瑞興，2006）。本研究以測量健康受試者的血流速度，更可得知運動訓練介入之益處。

研究方法

研究對象

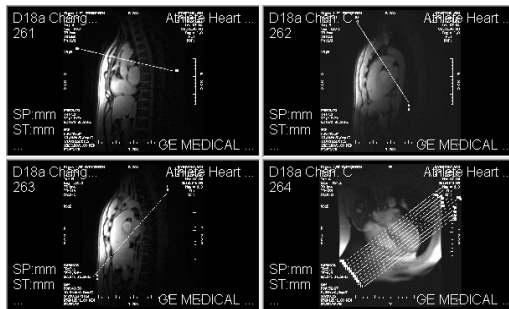
以國立屏東教育大學健康男性大學生 23 名為研究對象，年齡 20.3 ± 1.6 歲、平均身高 174 ± 5.2 公分、平均體重 72.1 ± 12.4 公斤，受試者隨機分為運動訓練（E）組及控制（C）組，E 組 11 名接受運動訓練，持續一年時間，C 組 12 名則維持原本的生活型態。

測量方法

本研究以高雄榮民總醫院放射線部的 MRI 測量心臟的構造功能（如圖一所示），並以血流量分析軟體分析並計算出主動脈和肺動脈血流速度（如圖二所示）之血流速度，並評估兩組在訓練前、後，主動脈和肺

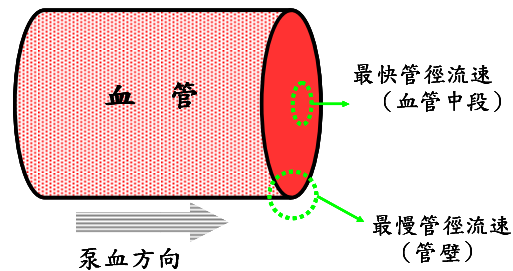
動脈血流速度的改變，目的在探討運動訓練介入是否會對主動脈血流速度及肺動脈血

流速度產生影響。



圖一、MRI造影心臟構造圖

(一) MRI 測試左心室（主動脈）和右心室（肺動脈）構造、功能之測試流程（如



圖二、血管泵血流速圖

圖三所示），參照林瑞興（2006）的測試方法。



圖三、受試者接受MRI測量

(二) 以 MRI 測試前後測量結果資料分析。

(1)以左右心室功能軟體 (MASS, GE medical system, Milwaukee, WI) 計算左、右心室腔短軸影像。

(2)以血流分析軟體 (CV flow, GE Medical System) 分析（安靜狀態下）主動

脈和肺動脈血流速度。

(三)運動訓練介入：

本研究之運動訓練介入採以耐力並結合阻力性訓練方式，耐力性訓練以長跑為訓練型式，訓練強度為 75% 最大攝氧量、每天 45 分鐘、每週三天，並結合阻力性訓練，一次共 10 個動作（含括身體的各大肌群），

每個動作 12-15 次反覆、每次兩組 (set)、每週兩天、兩種訓練方式都必須維持一年；耐力性運動訓練強度定為 75% $\dot{V}O_{2max}$ ，採最大攝氧量與心跳率之回歸曲線計算出受試者 75% $\dot{V}O_{2max}$ 時的心跳率為目標心跳率，最大攝氧量測驗在跑步機上測得，以 Bruce 的測試流程並配合氣體分析儀 (Sensormedics 2900 型電腦能量代謝系統) 分析，詳細方法請參閱林正常 (1997) 最大攝氧量測量法。運動訓練時間長達一年，受試者會因訓練的影響而進步，在完成同樣負荷運動強度時的心跳率會下降，故需每次監控使受試者維持在運動強度 75% $\dot{V}O_{2max}$ 的心跳率，且大多數受試者在固定時間內完成的距離亦逐日增加。

阻力性運動訓練計畫的強度範圍為 1 RM 的 60-70%，先測量受試者之 1 RM，並依照美國運動醫學會 (ACSM) 推薦負荷強度之 12-15 RM，增減運動訓練計畫中單項動作的重量負荷，如受試者能做 18 次以上反覆時，即增加 2.5 公斤的負荷，使訓練強度維持在 12-15RM；運動訓練阻抗動作項目之動作包含機械大腿踢伸 (leg extension)、機械腿背彎舉 (leg curl)、負槓前跨 (front dumbbell lunge)、機械壓腿 (leg press)、機械蹲舉 (hack Squats)、機械坐姿軍事推舉 (shoulder press)、槓鈴手肘捲曲 (arm curl)、機械蝴蝶式擴胸 (chest press)、腹肌訓練 (abdominal strength)、背肌訓練 (seated back)。

(四) 以血流分析軟體對 MRI 所測量的影像進行分析，獲得數據結果進行統計考驗。

統計方法

本研究以不同組別 (運動組與控制組) 和測量時間 (前測與後測) 為自變項，主動脈及肺動脈的血流速度為依變項，統計方法以二因子混合設計變異數分析考驗是否有交互作用，顯著水準定為 $\alpha = .05$ 。

結果

本研究受試者之年齡、身高、以及體重等數據，詳如表一所示。而表二及表三中，僅有最慢管徑流速的谷值這一項目具有交互作用，顯示運動訓練介入對主動脈和肺動脈的血流速度並未有明顯改變；在主動脈血流速度之主要效果方面，前後測達到顯著差異之項目：平均管徑流速的峰值 (75.0 ± 9.8 cm/s vs. 68.4 ± 8.8 cm/s, $p < .05$)、最慢管徑流速的平均值 (55.8 ± 14.4 cm/s vs. 66.1 ± 20.0 cm/s, $p < .05$)、最慢管徑流速的峰值 (131.1 ± 29.4 cm/s vs. 148.1 ± 39.4 cm/s, $p < .05$)、最慢管徑流速的谷值 (19.5 ± 5.9 cm/s vs. 26.1 ± 8.3 cm/s, $p < .05$)、最快管徑流速的平均值 (31.2 ± 13.9 cm/s vs. 52.2 ± 41.1 cm/s, $p < .05$)、最快管徑流速的峰值 (90.6 ± 51.5 cm/s vs. 125.1 ± 56.1 cm/s, $p < .05$) (如表二所示)；肺動脈血流速度 (如表三所示) 中則有：最慢管徑流速的平均值 (28.8 ± 8.9 cm/s vs. 46.9 ± 12.3 cm/s, $p < .05$)、最慢管徑流速的谷值 (10.0 ± 6.5 cm/s vs. 19.5 ± 6.0 cm/s, $p < .05$)；但僅有上述項目有達顯著差異，其他多數項目則未出現顯著差異。

表一 受試者基本資料

變項	平均數	標準差	最大值	最小值
年齡 (歲)	20.3	1.6	24	18
身高 (公分)	175.9	5.2	185	166
體重 (公斤)	72.1	12.4	115.8	56.3

表二 訓練前後對主動脈血流速度之影響

項目	運動組		控制組		F 值		事後比較
	前測	後測	前測	後測	交互作用	前後測量	
平均管徑流速的平均值 (公分/秒)	19.9 ± 4.1	18.8 ± 4.4	17.9 ± 2.7	16.9 ± 2.7	1.76	.007	
平均管徑流速的峰值 (公分/秒)	77.8 ± 12.0	71.5 ± 10.0	72.5 ± 6.8	65.6 ± 6.8	.016	8.79 *	後測<前測
平均管徑流速的谷值 (公分/秒)	.74 ± .42	.89 ± .42	.94 ± .80	.97 ± .69	.12	.21	
最慢管徑流速的平均值 (公分/秒)	52.6 ± 17.0	67.3 ± 24.1	58.6 ± 11.7	64.9 ± 16.4	1.21	7.47 *	後測>前測
最慢管徑流速的峰值 (公分/秒)	121.4 ± 26.8	153.0 ± 43.7	140.0 ± 29.9	143.6 ± 36.3	3.27	5.18 *	後測>前測
最慢管徑流速的谷值 (公分/秒)	17.9 ± 7.5	26.5 ± 9.1	21.0 ± 3.8	25.8 ± 7.9	1.18	14.82*	後測>前測
最快管徑流速的平均值 (公分/秒)	27.8 ± 14.4	47.5 ± 28.1	34.2 ± 13.4	56.3 ± 51.2	.03	6.32 *	後測>前測
最快管徑流速的峰值 (公分/秒)	71.2 ± 36.3	127.0 ± 69.0	108.4 ± 58.1	123.4 ± 44.3	1.78	5.40 *	後測>前測
最快管徑流速的谷值 (公分/秒)	15.2 ± 7.3	14.6 ± 17.1	7.3 ± 7.1	4.7 ± 4.1	.15	.35	

* $p < .05$

表三 運動訓練對肺動脈血流速度之影響

項目	運動組		控制組		F 值		事後比較
	前測	後測	前測	後測	交互作用	前後測量	
平均管徑流速的平均值 (公分/秒)	15.1 ± 1.81	14.8 ± 3.7	15.7 ± 3.8	14.9 ± 3.4	.08	.35	
平均管徑流速的峰值 (公分/秒)	55.9 ± 7.7	56.4 ± 7.7	59.2 ± 10.2	55.0 ± 8.6	.85	.53	
平均管徑流速的谷值 (公分/秒)	1.9 ± 1.9	1.6 ± 1.1	1.4 ± 1.1	1.6 ± 1.0	.38	.03	
最慢管徑流速的平均值 (公分/秒)	29.8 ± 8.6	47.7 ± 12.3	27.9 ± 9.4	46.2 ± 12.8	.00	38.4 *	後測>前測
最慢管徑流速的峰值 (公分/秒)	109.3 ± 66.8	96.1 ± 24.9	75.1 ± 61.2	91.7 ± 35.2	.91	.01	
最慢管徑流速的谷值 (公分/秒)	7.6 ± 5.0	20.8 ± 6.1	12.0 ± 7.2	18.3 ± 5.9	4.77 *	39.1 *	後測>前測
最快管徑流速的平均值 (公分/秒)	40.5 ± 9.9	34.5 ± 15.2	41.2 ± 10.6	16.8 ± 18.0	.06	2.38	
最快管徑流速的峰值 (公分/秒)	90.9 ± 34.3	90.4 ± 48.5	93.4 ± 35.8	85.9 ± 52.6	.09	.11	
最快管徑流速的谷值 (公分/秒)	14.0 ± 3.8	10.7 ± 7.3	14.8 ± 3.4	14.0 ± 9.7	.60	1.66	

* $p < .05$

討論

本研究一年運動訓練前、後，對主動脈和肺動脈血流速度之影響，發現不同組別與前後測的交互作用在各項測試多未達顯著 ($p > .05$)，顯見訓練並未對安靜狀態下的主動脈和肺動脈血流速度造成改變；雖然運動訓練可能造成左心室構造上的改變 (Abernethy, Choo, & Hutter, 2003; Windecker 等, 2002)，但未必會對安靜狀態下的心臟血流速度產生變化；此外亦有文獻針對耐力性與阻力性運動訓練對左心室產生的適應效果，則有較為相似的結論，耐力性選手會有心室腔擴大且心室壁增厚的現象產生，阻力性選手則未必會擴大心室腔，而僅有心室壁增厚的現象 (洪建儀, 2004; D'Andrea 等, 2002; Gyimes, Paclik, & Simor, 2004; Wernstedt 等, 2002)。

而在心臟功能相關的文獻，針對長期運動訓練介入產生了分歧的結論，並非所有的文獻都支持運動訓練介入會改變安靜狀態下的泵血功能，如洪建儀 (2004) 指出運動訓練後最適當的心室肌節受拉長度會有益於心肌的適應性增加並提高左心室收縮功能和心肌收縮力，進而使每跳輸出量 (SV) 增加，使心搏輸出量提高 (CO)，皆是認為運動訓練介入有助於泵血功能的提升，Gyimes, Paclik, and Simor (2004) 指出運動訓練會致使 EDV 提升，但相反論點如 Goodman, Liu, and Green (2005)、Scharhag 等 (2002) 及林瑞興 (2006) 均支持運動訓練介入無法提升安靜狀態時的 EDV、ESV 和 CO，研究結果均與本研究相同。

此外本研究發現主動脈和肺動脈的血流速度的後測值顯著高於前測值，可能是左心室質量增加、壁厚增厚導致心舒期血流的回填時間縮短，造成血流速度增加，如潘震澤 (2002) 指出左心室收縮性越大，相對放鬆時間也越快，血流速度亦會增加；Kivistö, Perhonen, Holmstrom, and Lauerma (2006) 的研究則指出三個月的耐力性訓練後使心舒期二尖瓣的血流速度增加，縮短血液填充至左心室的時間；另外蘇茂源 (2002) 亦指出規律運動習慣者的心臟具有較快速的反彈現象 (recoil)，能夠快速產生一壓力梯度，使左心房與左心室之間產生一吸力 (suction force)，快速將左心房的血液充滿到左心室。但因為本研究實驗組與控制組並未顯著差異，可見血流速度的增加並非運動訓練所導致，可能是受試者年齡增長、心室收舒速度的增快或其他因素所導致。

結論

本研究經一年的運動訓練介入後對安靜狀態下主動脈及肺動脈血流速度並未造成顯著的改變；部份的項目在前後測量上達顯著差異，但其他多數項目未達顯著差異之結果可能是由於年齡的增加或其他因素之影響，尚需後續研究證實。

參考文獻

李佳融 (2002)：半自動式左心室三維動態模型之運動和型態分析系統。私立中原大學醫學工程

- 研究所碩士論文。
- 林正常 (1997)：運動生理學實驗指引。台北：師大書苑。
- 林瑞興，吳銘庭 (2003)：磁共振造影對分析運動員心臟形態構造、功能之應用，**中華體育**，17 期，4 卷，81-88。
- 林瑞興 (2006)：運動訓練介入對左心室構造功能之影響。**大專體育學刊**，8 卷，3 期，149-159。
- 洪建儀 (2004)：以磁共振造影觀測阻、耐力性運動員心臟於心肌結構及心臟泵血功能之研究。國立屏東教育大學體育系研究所碩士論文。
- 鄭國順 (2004)：透視人體的利器—電腦斷層掃描系統。**科學發展**，382 期，56-61。
- 蘇茂源 (2002)：應用磁共振造影技術於人類心肌應變速率與心肌纖維結構之研究。國立陽明大學放射醫學科學研究所碩士論文。
- 潘震澤 (譯) (2002)。**人體生理學**。台北：合記。(Vander, A. J., Sherman, J. H., & Luciano, D. S., 1998)
- Abernethy, W. B., Choo, J. K., & Hutter, A. M. (2003). Echocardiographic characteristic of professional football players. *Journal of the American College of Cardiology*, 41(2), 280-284.
- D'Andrea, A., Limongelli, G., Caso, P., Sarubbi, B., Pietra, A. D., Brancaccio, P., Cice, G., Scherillo, M., Limongelli, F., & Calabro, R. (2002). Association between left ventricular structure and cardiac performance during effort in two morphological forms of athlete's heart. *International Journal of Cardiology*, 86(2), 177-184.
- Fagard, R. (2003). Athlete's heart. *Haert*, 89(12), 1455-1461.
- Goodman, J. M., Liu, P. P., & Green, H. J. (2005). Left ventricular adaptayions following short-term endurance training. *Journal of Applied Physiology*, 98 (2), 454-460.
- Gyimes, Z., Paclik, G., & Simor, T. (2004). Morphological and functional differences in cardiac parameters between power and endurance athletes: A magnetic resonance imaging study. *Acta Physiologica Hungarica*, 91(1), 49-57.
- Kivistö, S., Perhonen, M., Holmström, M., & Lauerma, K. (2006). Assessment of the effect of endurance training on left ventricular relaxation with magnetic resonance imaging. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16 (5), 321-328.
- Park, S. K., Park, J. H., Kwon, Y. C., Yoon, M. S., & Kim, C. S. (2003). The effect of long-term aerobic exercise on maximal oxygen consumption, left ventricular function and serum lipids in elderly women. *Journal of Physiological Anthropology*, 22(1) 11-17.
- Scharhag, J., Scheider, G., Urhausen, A., Rochette, V., Kramann, B., & Kindemann, W. (2002). Athlete's heart: Right and Left ventricular mass and function in male endurance athletes and untrained individuals determined by magnetic resonance imaging. *Journal of the American Collage of Cardiology*, 40(10), 1856-1863.
- Windecker, S., Allemann, Y., Billinger, M., Pohl, T., Hutter, D., Orsucci, T., Blaga, L., Meier, B., & Seiler, C. (2002). Effect of endurance training on coronary artery size and function in healthy men: An invasive follow up study. *American Journal of Physiology Heart and Circulatory Physiology*, 282(6), H2216-2223.
- Wernatedt, P., Siostedt, C., Ekman, I. H., Thuomas, K. A., Areskog, N. H., & Nylander, E. (2002). Adaptation of cardiac morphology and function to endurance and strength: A comparative study using MR imaging and echocardiography in males and females. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 12(1), 17-25.

Effects of exercise training intervention in aorta and pulmonary artery flow velocity

Chen, Hung-Chun^{*1}, Wu, Ming-Ting², & Lin, Jui-Hsing³

National Ping-Tung University of Education^{1,3} Kaohsiung Veterans General Hospital²

ABSTRACT

Purpose: The research examined the effect of exercise training intervention in aorta and pulmonary artery flow velocity. **Methods:** Twenty-three healthy university male-student (mean age 20.3 ± 1.6 years, height 174 ± 5.2 cm, weight 72.1 ± 12.4 kg) were randomly assigned to exercise group (E group, 11 males) and control group (C group, 12 males). The exercise training intensity was 75% of $\dot{V}O_{2\max}$ running and the duration time was 45 minutes, three days per week. The resistant training was two days per week, two sets and 12-15 repetitions recommended by ACSM. The C group maintained their life-style. Magnetic resonance imaging and the CV flow analyzer are used to measure velocity of aorta's and pulmonary artery's CV flow. Subjects underwent all tests at baseline and after one year training period. The data were analyzed by mixed two-way ANOVA to examine any change after exercise training. The statistical significance was determined at $\alpha = .05$. **Results:** In aorta, there were significant differences in average value caliber velocity of flow's peak (75.0 ± 9.8 vs. 68.4 ± 8.8 cm/s), slowest value caliber velocity of flow's mean (55.8 ± 14.4 vs. 66.1 ± 20.0 cm/s), slowest value caliber velocity of flow's valley (19.5 ± 5.9 vs. 26.1 ± 8.3 cm/s), quickest value caliber velocity of flow's mean (31.2 ± 13.9 vs. 52.2 ± 41.1 cm/s), quickest caliber velocity of flow's peak value (90.6 ± 51.5 vs. 125.1 ± 56.1 cm/s). In pulmonary artery, there were significant differences in slowest value caliber velocity of flow's mean (28.8 ± 8.9 vs. 46.9 ± 12.3 cm/s), slowest value caliber velocity of flow's valley (10.0 ± 6.5 vs. 19.5 ± 6.0 cm/s). **Conclusions:** We concluded that aorta's and the pulmonary artery's CV flow velocity were unchanged during rest after one year exercise training intervention.

Key words: exercise training, aorta and pulmonary artery, flow velocity