

Mitral Valvüloplasti Başarısının Erken Dönem Kardiyopulmoner Egzersiz Testi ile Değerlendirilmesi

Dr.Şennur Ünal Dayı, Dr.Tamer Akbulut, Dr.Gültekin Hobikoğlu
Dr.Haldun Akgöz, Dr.Ufuk Gürkan, Dr.Ömer Dağ, Dr.Serdar Yılmaz
Dr.Şükrü Aksoy, Dr.Gülşah Tayyareci, Dr.Ahmet Narin
Siyami Ersek Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Merkezi Kardiyoloji Kliniği, İstanbul

Amaç: Perkütan balon mitral valvüloplasti (PBMV) ile, mitral darlığı olan vakalarda semptomatik düzelme sağlandığı gösterilmiştir. Bu çalışmada başarılı PBMV sonuçlarını erken dönemde kardiyopulmoner egzersiz testi (KPET) ile değerlendirmeyi amaçladık.

Yöntem: Mitral darlığı olan toplam 29 olgu çalışmaya dahil edildi. Bu hastalardan 19'una başarılı PBMV uygulandı, geri kalan 10 olgu kontrol grubuna alındı. Olgulara girişimden önceki 24 saat içerisinde ve girişimden sonraki ilk beş gün içerisinde "inkremental" semptomla sınırlı KPET uygulandı. Olgularda solunumdan solunuma O₂ kullanımı (VO₂) ve CO₂ üretimi (VCO₂) ölçüldü.

Bulgular: Çalışma grubunda valvüloplasti öncesinde mitral kapak alanı ortalama 1.2±0.7 cm², kapak üzerindeki ortalama basınç farkı 12.63±4.87 mmHg iken; girişim sonrasında mitral kapak alanı 1.9±0.3 cm², kapak üzerindeki ortalama basınç farkı 4.9±2.3 mmHg oldu. Kontrol grubunda ise mitral kapak alanı 1.4±0.16 cm², kapak üzerindeki ortalama basınç farkı 7.2±3.54 mmHg idi. Çalışma grubunda ortalama 12.1±6 dakika (dk) olan yürüyüş zamanı, girişim sonrasında 18.75±5.5 dk'ya ulaştı (p=0.0001); pik VO₂ değerinde ve anaerobik eşikteki VO₂ değerinde, sırası ile, 1035±392 ml/dk'dan, 1178±373 ml/dk'ya ve 677±286 ml/dk'dan, 772±268 ml/dk'ya artış oldu (p=0.001; p=0.006); pik VO₂/HR, 10.97±6.10 ml/dk'dan, 12.24±7.36 ml/dk'ya ulaştı (p=0.001). Kontrol grubunda ise anlamlı farklılık gözlenmedi.

Sonuç: Çalışma bulgularımız, başarılı mitral valvüloplasti ile erken dönemde olguların efor kapasitelerinde belirgin düzelme sağlandığını, aynı efor düzeylerini daha düşük kalp hızları ve ekonomik ventilasyonla sağlayabildiklerini kanıtlamaktadır. (*Ana Kar Der, 2002;2: 108-12.*)

Anahtar Kelimeler: Kardiyopulmoner egzersiz testi; perkütan balon mitral valvüloplasti

Giriş

Kardiyopulmoner egzersiz testi; eforla nefes darlığı yakınması olan kişilerde, gerek sol ventrikül fonksiyon bozukluklarının, gerekse kalp kapak hastalıklarının teşhisinde kullanılan invazif olmayan bir methodur. Mitral darlıklı olgularda egzersiz sırasındaki atım hacmi sabittir. Aynı hastalarda düşük efor kapasitesi, egzersize aşırı kalp tepe atımı yanıtı ve sistolik kan basıncında yetersiz artış gözlenir (1). Perkütan balon mitral valvüloplasti (PBMV) ise, mitral darlıklı olgularda kullanılan tedavi seçeneklerinden biridir. Perkütan

balon mitral valvüloplastinin seçilmiş mitral darlığı olan vakalarda semptomatik düzelme sağladığı gösterilmiştir. Başarılı balon valvüloplasti ile mitral kapak alanında belirgin bir artış sağlanmakta, sol atriyal ve pulmoner arter basınçlarında anlamlı düşüşler gözlenmektedir. Bu çalışmada başarılı PBMV girişimi uygulanan olguları, erken dönemde kardiyopulmoner egzersiz testi (KPET) ile değerlendirmeyi ve girişim öncesi bulgularla karşılaştırmayı amaçladık.

Yöntemler

Çalışmamız Eylül 2000-Eylül 2001 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Müdahale edilecek ek kapak hastalığı bulunmayan ve mitral valvüloplasti planlanan,

efor yapmasına engel olacak kronik obstrüktif akciğer hastalığı, vasküler, ortopedik veya nörolojik hastalık bulguları olmayan, anemisi saptanmayan, kanama-pıhtılaşma bozukluğu olmayan mitral darlıklı toplam 29 olgu çalışmaya dahil edildi. Bu olgulardan 19'una başarılı PBMV uygulandı, geri kalan 10 olgu kontrol grubuna alındı. Çalışma grubundaki olguların sol atriyal trombüsleri yoktu ve Wilkins sınıflamasına göre ekokardiyografik skoru 8 veya daha düşüktü. Perkütan balon mitral valvüloplasti uygulanan olguların yaş ortalaması 38.5 ± 10.7 yıl iken; kontrol grubunun yaş ortalaması 41.3 ± 10.6 yıl idi.

Çalışma grubundaki olguların 13'ü sinüs ritminde, 6'sı da atriyal fibrilasyon ritmindeydi. Ortalama ekokardiyografik ejeksiyon fraksiyonları $\%68 \pm 3.5$, sol atriyum sistolik çapı 4.9 ± 0.5 cm bulundu. Üç olguda ilave lezyon olarak 1(+) mitral yetersizlik, 4 olguda ise 1(+) aort yetersizliği mevcuttu. Weber sınıflamasına göre olguların dağılımı şu şekildeydi: Weber A olan 8 olgu, Weber B olan 10 olgu, Weber C olan 1 olgu. Olguların 10'u digoksin; 19'u diüretik; 3'ü anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitörü, 5'i warfarin kullanıyordu. Kontrol grubunun ortalama ekokardiyografik sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonları $\%66 \pm 4$, sol atriyum boyutları 4.4 ± 0.7 cm idi. Dört olguda 2(+) mitral yetersizliği, 3 olguda 1(+) aort yetersizliği, 2 olguda 2(+) aort yetersizliği mevcuttu. Kontrol grubundaki olguların 6'sı sinüs ritminde; 4'ü atriyal fibrilasyon ritmindeydi. Weber sınıflamasına göre hastaların dağılımı şu şekildeydi: Weber A olan 3 olgu, Weber B olan 3 olgu, Weber C olan 4 olgu. Kontrol grubundaki olguların 6'sı digoksin; 10'u diüretik; 2'si anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitörü, 3'ü warfarin kullanılmaktaydı.

Kateterizasyon öncesi warfarin kullanan olguların ilacı girişimden üç gün önce kesildi. Bu süreç içerisinde düşük molekül ağırlıklı heparin tedavisine devam edildi. Girişim sabahı olguların kanama pıhtılaşma testleri kontrol edildi. Girişimden hemen önce 10.000 Ü standart heparin intravenöz yolla uygulandı. İşlem sonrası ertesi gün warfarin tedavisine tekrar başlandı. Çalışma grubuna dahil olan olguların hepsine valvüloplasti öncesi sağ ve sol kalp kateterizasyonları uygulandı. Mitral valvüloplasti transseptal yaklaşımla Inoue balon kullanılarak yapıldı.

Çalışma grubuna dahil olan olgulara; girişimden önceki 24 saat içerisinde ve girişimden sonraki ilk beş gün içerisinde tedavilerinde herhangi bir değişiklik yapılmaksızın "inkremental" semptomla sınırlı KPET ve ekokardiyografik inceleme yapıldı. Kontrol grubunda-

ki olgulara ise dört-beş gün ara ile tedavilerinde değişiklik yapılmadan "inkremental" semptomla sınırlı KPET ve ekokardiyografik inceleme yapıldı. Mitral kapak alanı basınç yarılanma zamanı ve planimetrik yöntem ile hesaplandı. Kardiyopulmoner egzersiz testi, Quinton 5000 koşu bandı egzersiz cihazı ve Cortex Metalyzer 3B cihazıyla solunumdan solunuma, O₂ kullanımı (VO₂) ve CO₂ üretimi (VCO₂) ölçülerek uygulandı. Her test öncesi volüm ve gaz kalibrasyonları yapıldı. KPET ile, yürüyüş zamanı, pik VO₂ (test esnasında ölçülen en yüksek oksijen tüketim değeri), V-slope metoduyla anaerobik eşikdeki VO₂, dakika (dk) ventilasyon hacmi (VE) ve VE/VO₂ değerleri hesaplandı (2). Egzersiz protokolü olarak Wasserman'ın önerdiği şekilde bir dakika "step" (2,7 km/saat hızda, dakikada 2 derece eğim artışı) metodu seçildi (2). Bu tür protokolda özellikle anaerobik eşik değerlerinin daha sağlıklı olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (2). Test süresince 3 dakikada bir kan basıncı ölçümü ve 12-derivasyonlu elektrokardiyografik inceleme yapıldı. Egzersiz testi tüm hastalarda, nefes darlığı ve yorgunluk nedeniyle sonlandırıldı.

İstatistiki değerlendirmede Wilcoxon testi kullanıldı. Değerler ortalama \pm standart sapma şeklinde belirtildi. $P < 0.05$ değerleri istatistiki açıdan anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışma grubunda valvüloplasti öncesinde mitral kapak alanı ortalama 1.2 ± 0.7 cm², kapak üzerindeki ortalama basınç farkı 12.63 ± 4.87 mmHg iken; girişim sonrasında mitral kapak alanı 1.9 ± 0.3 cm², kapak üzerindeki ortalama basınç farkı 4.9 ± 2.3 mmHg oldu.

Kontrol grubunda ise mitral kapak alanı 1.4 ± 0.16 cm², kapak üzerindeki ortalama basınç farkı 7.2 ± 3.54 mmHg idi. Çalışma grubunda ortalama 12.1 ± 6 dk olan yürüyüş zamanı, girişim sonrasında 18.75 ± 5.5 dk'ya ulaştı ($p=0.0001$); pik VO₂ değerinde ve anaerobik eşikteki VO₂ değerinde, sırası ile 1035 ± 392 ml/dk'dan, 1178 ± 373 ml/dk'ya ve 677 ± 286 ml/dk'dan, 772 ± 268 ml/dk'ya artış oldu ($p=0.001$; $p=0.006$); pik VO₂/HR, 10.97 ± 6.10 ml/dk'dan, 12.24 ± 7.36 ml/dk 'ya ulaştı ($p=0.001$). Her iki test için karşılaştırılabilir en yüksek efor seviyesindeki VE/VO₂ değerinde, çalışma grubunda girişimle 37.81 ± 7.64 'den, 30.71 ± 4.26 'ya ($p=0.01$), dk VE değerinde de 33.48 ± 10.42 lt'den, 28.07 ± 10.24 lt'ye ($p=0.05$), dk kalp hızında da 156 ± 15 'ten, 132 ± 20 'ye

(p=0.001) düşüş görüldü (Tablo 2). Kontrol grubunda ise yürüme zamanı, 14.8±7.4 ve 15.1±7.6 dk (p=0.386); pik VO₂, 1404±506 ml/dk ve 1323±485 ml/dk (p=0.314); anaerobik eşikteki VO₂ ise 874±328 ml/dk ve 840±273 ml/dk (p=0.906) olarak ölçüldü. Kontrol grubunda her iki test için karşılaştırılabilir en yüksek efor seviyesindeki VE/VO₂ değeri 32.32±6.50 ve 31.50±4.12 (p=0.721), dk VE değeri 37.26±12.69 lt ve 37.59±12.69 lt (p=0.959), dk kalp hızı ise 165±60 ve 159±10 (p=0.139) olarak ölçüldü. Sonuçlarımıza göre; çalışma grubundaki olgularda

yürüme zamanında %53, pik VO₂ değerinde %13'lük bir artış gözlenirken, karşılaştırılabilir en yüksek efor seviyesindeki dk ventilasyon hacminde, VE/VO₂ değerinde ve kalp hızında, sırası ile, %15, %18 ve %15'lik bir azalma olduğu belirlendi. Kontrol grubundaki olgularda, bu değerlerde istatistiki açıdan anlamlı değişiklik gözlenmedi.

Tartışma

Aktivitelerimiz için gerekli olan oksijen ihtiyacını

Tablo 1: Klinik bulgular

Parametreler	Çalışma Grubu (n=19)	Kontrol Grubu* (n=10)
Yaş, yıl	38.5±10.7	41.3±10.6
Aort yetersizliği, n	4	5
Mitral yetersizlik, n	3	4
Weber Sınıflaması, n:		
A.	8	3
B.	10	3
C.	1	4
Ritm, n		
Sinüs	13	6
Atriyal fibrilasyon, n	6	10
EF, %	68±3.5	66±4.0
Sol atriyum sistolik çapı, cm	4.9±0.5	4.4±0.7
Kullanılan ilaçlar		
1. Digoksin	10	6
2. Diüretik	19	10
3. Anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitörü	3	2
EF- Ejeksiyon frekseyon		
* - Gruplar arası fark anlamlı değildir		

Tablo 2: Çalışma grubunun PBMV öncesi ve sonrası KPET değerleri

Değerler	PBMV öncesi	PBMV sonrası	p
MKA (cm ₂)	1.2±0.7	1.9±0.3	0.002
Ortalama basınç farkı (mmHg)	12.63±4.87	4.9±2.3	0.0001
Yürüyüş zamanı(dk)	12.1±6	18.75±5.5	0.0001
Pik VO ₂ (ml/dk)	1035±392	1178±373	0.001
Anaerobik Eşik (ml/dk)	677±286	772±268	0.006
Pik VO ₂ /HR (ml/dk)	10.97±6.10	12.24±7.36	0.001
VE/VO ₂	37.81±7.64	30.71±4.26	0.01
VE (lt/dk)	33.48±10.42	28.07±10.24	0.05
PBMV: Perkütan mitral valvüloplasti, KPET: Kardiyopulmoner egzersiz testi, MKA: mitral kapak alanı, Pik VO ₂ : pik oksijen tüketim değeri, VO ₂ /HR: Pik oksijen tüketiminin kalp hızına oranı, VE: ventilasyon hacmi, VE/VO ₂ : karşılaştırılabilir en yüksek efor seviyesindeki ventilasyon hacminin oksijen tüketimine oranı			

karşılayabilmek için kas, akciğer ve kalbin uyumlu şekilde çalışması gerekmektedir. Bu nedenle, KPET ile oksijen tüketiminin ve diğer parametrelerin ölçülmesi, gerek sol ventrikül fonksiyon bozukluklarında, gerekse kalp kapak hastalıklarında tanısız ve prognostik açıdan önemlidir (2). Mitral valvüloplasti yıllardır ciddi mitral darlığı olan olgularda tedavi amacı ile kullanılmaktadır. Mitral darlıklı olgularda egzersize verilen hemodinamik yanıt, sınırlı atım hacmi artışı ve pulmoner arter basıncındaki ani yükselmedir (3). Başarılı girişim ile hastalarda ani kardiyak debi artışı ve pulmoner arter basıncında ani düşme ve mitral kapak üzerinde diyastolde saptanan ortalama basınç farkında azalma olmaktadır (4). PBMV girişimini izleyen haftalar içerisinde iskelet kaslarındaki yapısal ve metabolik değişiklikler nedeniyle, gerek hemodinamik gerekse fonksiyonel kapasite üzerinde olumlu etkiler gözlenmektedir (3,5,6, 7). Çalışmamızda çabuk yorulma şikayeti olan mitral darlıklı olgularda, başarılı mitral valvüloplastinin erken dönemde egzersiz parametreleri üzerine etkisini, pulmoner kapiller uç basıncının ve pulmoner arter basıncındaki düşüşün oksijen tüketimini ne oranda etkilediğini objektif olarak araştırmayı hedefledik. Literatürde başarılı valvüloplastinin geç dönemde egzersiz parametreleri üzerine etkisini değerlendiren çalışmalara rastlamak mümkündür (3,8,9,10). Başarılı girişimin erken dönemde egzersiz parametreleri üzerinde yarattığı değişiklikleri inceleyen çalışma sayısı çok azdır (11,12). Biz başarılı girişimin erken dönem sonuçlarını işlem öncesi değerlerle karşılaştırmayı amaçladık. Çalışma bulgularımız Kolling ve arkadaşlarının çalışma sonuçları ile benzerlik gösterdi (11). Çalışma grubunda başarılı girişim ile yürüyüş zamanında anlamlı uzama, test sırasında ölçülen en yüksek VO₂ ve anaerobik eşikdeki VO₂ değerlerinde anlamlı artış ve kıyaslanabilir en yüksek efor seviyesindeki VE/VO₂, dakikada kalp hızı ve dakikada VE değerlerinde anlamlı azalma olduğunu gözlemledik. Bu bulgular, PBMV'nin efor kapasitesini artırdığını, aynı efor seviyesinde daha ekonomik ventilasyon ve kalp hızı gerekliliğine neden olduğunu göstermektedir. Bunun aksine Martinez ve arkadaşları, PBMV ile pik oksijen tüketimi ve anaerobik eşik değerleri üzerinde girişim sonrası erken dönemde değişiklik saptanamayacağını bildirmişlerdir (12). Bunu da girişim sonrası erken dönemde dolaşımın ve metabolizmanın artan fizik aktiviteye uyum sağlayamamasına bağlamışlardır (12). Çalışmalar, valvüloplasti ile sol atriyal appendiks fonksiyonlarında iyileşme gözlendiğini, bunun da sol atriyumda saptanan spontan eko

kontrast yoğunluğunda azalmaya sebep olduğunu göstermektedir (13-15). Alveoler ölü boşluk ventilasyonu/alveoler akım ölçümünün ancak intraarteriyel kan gazı tayinleriyle mümkün olabileceği göz önüne alınacak olursa, noninvazif olarak değerlendirilebilen VE/VO₂'nin bu oranın tayininde faydalı olacağı bildirilmiştir (2). Çalışmamızda da kıyaslanabilir en yüksek efor seviyesindeki VE/VO₂ düzeylerinde anlamlı düşüş elde edilmesi, alveoler ölü boşluk ventilasyonu/alveoler akım oranında azalma olduğunu, dolayısıyla sol atriyal fonksiyonlarda düzelme, atriyal basınçta ve pulmoner göllenmede azalma ve/veya alveoler akımda artma olduğunu düşündürmektedir. Mitral valvüloplasti ile sağ ventrikül fonksiyonlarında sol ventrikül fonksiyonlarına nazaran daha çok iyileşme gözlendiği bildirilmiştir (16,17). Ayrıca Trikas ve arkadaşları, opere mitral darlıklı olgularda egzersiz kapasitelerinde iyileşmenin asıl sebebinin, sol atriyal boyutlarda küçülmenin yanı sıra, sağ atriyal fonksiyonlarda da iyileşme sağlanması olarak bildirmişlerdir (7). Atım hacmiyle doğru orantılı olan karşılaştırılabilir en yüksek efor kapasitesindeki VO₂/HR değerinde çalışmamızda anlamlı bir artış görülmesi, atım hacminin artması ile ilişkilidir. Atım hacminin artması ile birlikte pulmoner arter basıncının düşmesi, dolayısı ile sağ ventrikül ardyükünün azalmasının sonucu olarak, sağ kalp fonksiyonlarının da düzelmesi şeklinde açıklanabilir. Triposkiadis ve arkadaşları, mitral kapak operasyonu geçiren olgular arasında sinüs ritminde olanların atriyal fibrilasyon ritmindeki olgulardan daha iyi KPET sonuçlarına sahip olduklarını bildirmişlerdir (18). Bizim çalışma bulgularımız; PBMV ile sinüs ritmindeki olgularda yürüme zamanında %52, anaerobik eşikte %18, pik oksijen tüketiminde %16'lık bir artış, karşılaştırılabilir en yüksek efor seviyesindeki dk VE'de %18'lik bir azalma saptanırken, atriyal fibrilasyondaki olgularda yürüme zamanında %58, anaerobik eşikte %8, pik oksijen tüketiminde %8'lik bir artış, karşılaştırılabilir en yüksek efor seviyesindeki dk VE'de ise %12'lik bir azalma sağlandığını göstermektedir. Bulgularımıza göre, sinüs ritmindeki olgularda yürüme zamanında saptanan artış atriyal fibrilasyonlu olgulardan daha az iken diğer parametrelerde daha belirgin bir iyileşme tespit edildi. Bu sonuçlara göre atriyal fibrilasyonlu olgular sinüs ritmindeki olgular gibi girişimden fayda görmektedirler. Fakat elde ettiğimiz sonuçlar sinüs ritmindeki olguların KPET sonuçlarının atriyal fibrilasyonlu olgulardan daha iyi olduğunu düşündürmektedir. Çalışma grubunda girişimsel tedaviyle elde ettiğimiz olumlu sonuçların, kontrol

grubundaki olgularda görülmemiş olması, sonuçların rastlantısal olmadığını göstermekte ve egzersizdeki öğrenme ile gözlenen olumlu etkilerin saptanma ihtimalini en aza indirmektedir.

Sonuç olarak; başarılı mitral valvüloplasti pulmoner göllenmedeki ve ölü boşluktaki azalmaya paralel olarak, daha ekonomik ventilasyona, aynı iş gücünün daha düşük kalp hızlarında gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır. Girişim zamanlaması yapılırken, mitral kapak alanı ve olgunun şikayetlerinin yanısıra sinüs ritminde veya atriyal fibrilasyon ritminde olup olmadığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Girişimin başarısı tayin edilirken, ekokardiyografik incelemenin yanısıra, KPET'in de kullanılabileceği kuşkusuzdur.

Kaynaklar

- Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, et al. ACC/AHA guidelines for exercise testing: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 260-311.
- Wasserman K. Measurements during integrative cardiopulmonary exercise testing. In Wasserman K, Hansen JE, Sue DY editors. *Principles of exercise testing and interpretation*. Pennsylvania: Lea &Febiger; 1994: p.53-111.
- McKay CR, Kawanishi DT, Kotlewski A, et al. Improvement in exercise capacity and exercise hemodynamics 3 months after double-balloon, catheter balloon valvuloplasty treatment of patients with symptomatic mitral stenosis. *Circulation* 1988; 77: 1013-21.
- Tanabe Y, Suzuki M, Takahashi M, et al. Acute effect of percutaneous transvenous mitral commissurotomy on ventilatory and haemodynamic responses to exercise. *Pathophysiological basis for early symptomatic improvement*. *Circulation* 1993; 88: 1770-8.
- Ohshima M, Yamazoe M, Tamura Y, et al. Immediate effects of percutaneous transvenous mitral commissurotomy on pulmonary hemodynamics at rest and during exercise in mitral stenosis. *Am J Cardiol* 1992; 70: 641-4.
- Marzo KP, Herrmann HC, Mancini DM. Effect of balloon mitral valvuloplasty on exercise capacity, ventilation, and skeletal muscle oxygenation. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21: 856-65.
- Trikas A, Papadopoulos P, Triposkiadis F, et al. Factors affecting the postoperative exercise capacity of patients with mitral stenosis and aortic regurgitation. *Cardiology* 1994; 85: 201-6.
- Chen CR, Cheng TO, Chen JY, Zhou YL, Mei J, Ma TZ. Long-term results of percutaneous mitral valvuloplasty with the Inoue balloon catheter. *Am J Cardiol* 1992; 70: 1445-8.
- Chen CR, Hu SW, Chen JY, Zhou YL, Mei J, Cheng TO. Percutaneous mitral valvuloplasty with a single rubber-nylon balloon (Inoue balloon): long-term results in 71 patients. *Am Heart J* 1990; 120: 561-8.
- Douard H, Chevalier L, Labbe L, Choussat A, Broustet JP. Physical training improves exercise capacity in patients with mitral stenosis after balloon valvuloplasty. *Eur Heart J* 1997; 18: 464-9.
- Kolling K, Lehmann G, Denning K, Rudolph W. Acute alterations of oxygen uptake and symptom-limited exercise time in patients with mitral stenosis after balloon valvuloplasty. *Chest* 1995; 108: 1206-13.
- Martinez EE, Barros TL, Santos DV, et al. Cardiopulmonary exercise testing early after catheter-balloon mitral valvuloplasty in patients with mitral stenosis. *Int J Cardiol* 1992; 37: 7-13.
- Cormier B, Vahanian A, lung B, et al. Influence of percutaneous mitral commissurotomy on left atrial spontaneous contrast of mitral stenosis. *Am J Cardiol* 1993; 71: 842-7.
- Porte JM, Cormier B, lung B, et al. Early assessment by transoesophageal echocardiography of left atrial appendage function after percutaneous mitral commissurotomy. *Am J Cardiol* 1996; 77: 72-6.
- Stefanadis C, Dernellis J, Stratos C, et al. Effects of balloon mitral valvuloplasty on left atrial function in mitral stenosis as assessed by pressure-area relation. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32: 159-68.
- Goto S, Handa S, Akaishi M, Abe S, Ogawa S. Left ventricular ejection performance in mitral stenosis, and effects of successful percutaneous transvenous mitral commissurotomy. *Am J Cardiol* 1992; 69: 233-7.
- Liu CP, Ting CT, Yang TM, et al. Reduced left ventricular compliance in human mitral stenosis: Role of reversible internal constraint. *Circulation* 1992; 85: 1447-56.
- Triposkiadis F, Trikas K, Tentolouris K, et al. Effect of