

Pulmoner endarterektominin erken dönemde altı dakika yürüme testi ve ekokardiyografi parametrelerine etkisi

Effect of pulmonary endarterectomy on six-minute walking test and echocardiography in the early stage

Dr. Tarık Kıvrak, Dr. Erdal Durmuş, Dr. Murat Sünbül, Dr. Bedrettin Yıldızeli,[#] Dr. Bülent Mutlu

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

[#]Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, ameliyat öncesi ve sonrası dönemde 6 dakika yürüme testi (6-DYT) ve ekokardiyografi parametrelerindeki değişimler araştırıldı.

Yöntemler: Çalışmaya 76 hasta (32 erkek, 44 kadın; ortalama yaş 45.9±15.1 yıl) alındı. Ameliyat öncesi ve sonrası 6-DYT ve ekokardiyografi yapıldı. Ardından ameliyat öncesi ve sonrası parametrelerdeki değişimler ile bazal yürüme testi ile bazal parametreler arasındaki korelasyon karşılaştırıldı.

Bulgular: Altı dakika yürüme testindeki mesafe ameliyat sonrası belirgin şekilde arttı ($p<0.001$). Ameliyat sonrası sağ ventrikül (SağV) çapı ve basıncındaki azalma, sol ventrikül (SolV) çaplarında belirgin artış saptandı; fakat ejeksiyon fraksiyonundaki (EF) değişim anlamlılığa ulaşmadı. Sistolik pulmoner arter basıncı (sPAB) ve triküspit yetersizliği derecesinde önemli oranda azalma saptandı. Bazal ekokardiyografi parametreleri ile bazal 6-DYT arasında korelasyon analizi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.

Sonuç: Bu çalışma, bazal 6-DYT sonuçları ve SağV ekokardiyografi parametreleri arasındaki ilk korelasyon araştırmasıdır. Miyokart performans indeksi (MPI) ve TAPSE pulmoner endarterektomi (PEA) işlemi sonrası izlemde önemli parametrelerdir. Yaşam kalitesinin değerlendirildiği parametrelerdeki düzelmeye önemlidir.

ABSTRACT

Objective: Pre- and postoperative changes in echocardiographic parameters and results of 6-minute walking test (6-MWT) were investigated in the present study.

Methods: Seventy-six patients (32 males, 44 females; mean age 45.9±15.1 years) were included. Before and after surgery, 6-MWT and echocardiography were performed. Changes in postoperative parameters were compared to basal walking test and other basal parameters.

Results: Distance covered in 6-MWT significantly increased after surgery ($p<0.001$). Significant decrease in right ventricular diameter and pressure, and significant increase in left ventricular diameter were also observed. While changes in ejection fraction (EF) were not significant, significant reduction in systolic pulmonary artery pressure (sPAP) and tricuspid regurgitation were observed. No statistically significant correlation was observed between baseline 6-MWT results and echocardiographic parameters.

Conclusion: The present study was the first to investigate the correlation between baseline 6-MWT results and right ventricular echocardiographic parameters. Myocardial performance index (MPI) and TAPSE were important parameters in follow-up after pulmonary endarterectomy. Improvement in quality of life parameters was also important.

Kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyon (KTEPH) tekrarlayan embolilere bağlı pulmoner damar yatağında gelişen yapısal değişiklikler sonucu oluşmaktadır. Kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyon, ilerleyici bir hastalık olup morbidite ve mortalitesi yüksektir. Akut emboli sonrası kronikleşme insidansı %0.5–2 arasındadır.^[1]

Ölüm genellikle ilerleyici pulmoner hipertansiyon sonucu gelişen sağ ventrikül yetersizliğinden kaynaklanmaktadır.^[2] Pulmoner endarterektomi (PEA), KTEPH tedavisinin en etkin tedavi yöntemi olup tecrübeli merkezlerde 30 günlük mortalite oranı %5'den daha azdır.^[2] Pulmoner endarterektomi, tromboembolik materyalin çıkarılması ile hemodinamik paramet-

Geliş tarihi: 27.02.2014 Kabul tarihi: 09.12.2015

Yazışma adresi: Dr. Tarık Kıvrak, Mehmet Akif Ersoy Mahallesi, 2. Sokak, Günevenler Sitesi, D Blok, Kat: 7, Daire: 13, Sivas.

Tel: +90 216 - 336 32 05 e-posta: tarikkivrak@gmail.com

© 2016 Türk Kardiyoloji Derneği



relerden pulmoner damar direnci (PVD), pulmoner arter basıncı (PAB) ve kalp debisinde (KD) düzelmeye sağlamaktadır.^[3,4] Pulmoner endarterektomi sonrası sağ ventrikülde (SağV) yeniden yapılanmanın tersine dönmesi ile SağV sistolik ve diyastolik fonksiyonları normale dönmektedir.^[2] Altı dakika yürüme mesafesi (6-DYM) KTEPH'li hastaların fonksiyonel kapasitelerini ve tedaviye yanıtını değerlendirmede kullanılan basit ve kolay uygulanabilir bir testtir. Altı dakika yürüme mesafesi KTEPH'nin klinik ve hemodinamik ciddiyeti ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.^[5]

Bu çalışmada, KTEPH'li hastalarda PEA ameliyat sonrası transtorasik ekokardiyografi (TTE) ve 6-DYM kullanılarak kalp fonksiyonlarındaki ve fonksiyonel kapasitedeki değişimlerin araştırılması amaçlandı. Ayrıca ameliyat öncesi ve sonrası ekokardiyografik parametreler ile 6-DYM parametrelerindeki değişimler değerlendirilerek fonksiyonel kapasitedeki düzelmeye olan mekanizması araştırıldı.

YÖNTEMLER

Çalışmaya 2009 ile 2013 yılları arasında, hastane-mizde çok disiplinli değerlendirme sonucu KTEPH kesin tanısı konulmuş, aynı zamanda merkezimizde PEA işlemi yapılan ve ameliyat sonrası ilk 6 ay kontrolüne gelen ardışık toplam 76 hasta (32 erkek, 44 kadın; ortalama yaş 45.9±15.1 yıl) alındı. TTE, sağ kalp kateterizasyonu, ventilasyon-perfüzyon sintigrafisi, kontrastlı toraks tomografisi ve pulmoner anjiyografisi yapılarak pulmoner hipertansiyon konseyinde değerlendirildikten sonra KTEPH tanısı konan ve ameliyata uygun olan hastalar cerrahiye yönlendirildi. Öncesinde hastalara en az 3 ay antikoagülan tedavi verildi. Cerrahi protokol ve ameliyat sonrası yaklaşım Yıldızeli ve ark.nın belirttiği şekilde yapıldı.^[6] Her hastaya ameliyattan bir hafta önce ve altı ay sonra 6-DYM yapıldı. Test Amerikan Toraks Cerrahisi Cemiyeti'nin 6-DYM protokolüne uygun olarak yapıldı.^[7] Her hastaya ameliyattan 1 hafta önce ve 6 ay sonra TTE yapıldı. Transtorasik ekokardiyografide standart sağ ve sol ventrikül (SolV) çap ve Doppler inceleme yapıldı. Sistolik pulmoner arter basıncı (sPAB) hesaplamada: $4 \times (\text{Triküspit yetersizlik velositesi})^2 + \text{Sağ atriyum (SağA) basıncı}$ kullanıldı. Sağ atriyum basıncını değerlendirmede inferiyor vena kava çapı (IVK) çapı 21 mm altında %50 üzerinde kollaps özelliği var ise SağA basıncının normal sınırlarda olduğu düşünüldü (aralık 0–5 mmHg). Inferiyor vena kava çapı 21

mm üzerinde %50 altında kollaps oluyor ise SağA basıncının yüksek olduğu düşünüldü (aralık 10–20 mmHg). Arada bulgular mevcut ise ortalama 8 mmHg olarak değerlendirildi (aralık 5–10 mmHg). Sağ ventrikül miyokart performans indeksi (MPI) triküspit halkası doku Doppler trasesinden yararlanılarak hesaplandı. SağV MPI: triküspit açılma zamanı-ejeksiyon kullanılarak hesaplandı. Ayrıca triküspit halka düzlemi sistolik hareketi (TAPSE) apikal 4 boşluk incelemesinde SağV bazal serbest duvarına uzunlamasına açıdan kursor ile düşülüp M mode inceleme ile hesaplandı. Sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi (FAD) apikal dört boşluk penceresinden SağV diyastol sonu alanı (SağVDSA) ve sistol sonu alanının (SSA) hesaplanması ile elde edildi. SağV diyastol sonu alanı-SağVSSA/SağVDSA x100 formülüyle hesaplandı.

Tüm ekokardiyografik incelemeler aynı işlemci tarafından hastaların klinik bilgilerinden habersiz şekilde Vivid 7 (GE Vingmed Ultrasound, Horten, Norway) ekokardiyografi cihazı ve 2.5 MHz faz ayırıcı harmonik özelliği olan transduser ile yapıldı. Çalışmamızda orta-ileri kapak hastalıkları, herhangi bir sebepten ötürü sol kalp yetersizliği, FEV1 değeri %50'nin altında kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) olan hastalar ve çalışmaya katılmayı kabul etmeyen hastalar çalışma dışı bırakıldı.

İstatistiksel analiz

Tüm istatistiksel analizler için (SPSS 15.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) yazılımı kullanıldı. Verilerin dağılımında one-sample Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Sayısal değişkenler normal dağılım gösteriyor ise ortalama ± standart sapma (SS) şeklinde belirtilirken normal dağılım göstermiyorsa ortalama ile "interquartile range" şeklinde belirtildi. Kategorik değişkenler oranla ifade edildi. Bazal ve 6. aydaki parametrik ölçümlerdeki değişiklikler Student's t-test ile non parametrik ölçümler Wilcoxon signed-rank testi ile değerlendirildi. Kore-

Kısaltmalar:

6-DYM	Altı dakika yürüme mesafesi
FAD	Fraksiyonel alan değişimi
KTEPH	Kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyon
MPI	Miyokart performans indeksi
PAB	Pulmoner arter basıncı
PEA	Pulmoner endarterektomi
SağA	Sağ atriyum
SağV	Sağ ventrikül
SağVDSA	SağV diyastol sonu alanı
SolV	Sol ventrikül
sPAB	Sistolik pulmoner arter basıncı
SSA	Sistol sonu alanı
TAPSE	Triküspit halka düzlemi sistolik hareketi
TTE	Transtorasik ekokardiyografi

lasyon değerlendirmesinde uygun yerde Pearson veya Spearman korelasyon testleri kullanıldı. $P<0.05$ ise anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya alınan hastalardan 4'ünün diyabeti, 12'sinin hipertansiyonu, 4'ünün ise eş zamanlı koroner arter hastalığı vardı. Dört hastada temel ritim atriyum fibrilasyonuydu. Pulmoner emboli risk faktörleri değerlendirildiğinde hastaların 20'sinde herhangi bir risk faktörü saptanmadı. Hastaların 4'ünde morbid obezite, 8'inde geçirilmiş emboli öyküsü, 4'ünde derin ven trombozu öyküsü, 8'inde protein C eksikliği, 6'sında protein S eksikliği, 8'inde FV mutasyonu, 6'sında protrombin II mutasyonu, 3'ünde sistemik lupus eritamatozus, 5'inde antifosfolipid sendromu, 4'ünde antikardiyolipin antikor yüksekliği saptandı. Çalışmaya alınan hastaların 9'unda vena kava filtresi vardı. Hastaların fonksiyonel kapasitelerinin yüzdeli dağılımları; %65'i fonksiyonel sınıf IV, %25'i fonksiyonel sınıf III, %10'u ise fonksiyonel sınıf II şeklindeydi. Hastaların merkezimize başvurmadan önceki hastalığın semptomlarının başladığı süre ortalama 37 ay idi (minimum 3 ay; maksimum 108 ay). Çalışmaya alınan hastaların ameliyat sonrası 4'ünde perfüzyon

hasarı saptandı. Hastaların ameliyat öncesi sağ kalp kateterizasyonu bulguları ve 6-DYM değerleri Tablo 1'de belirtilmiştir. Altı dakika yürüme mesafesi ameliyat sonrası belirgin şekilde arttı ($p<0.001$). Ameliyat öncesi 6 DYM test sonu değerlerine göre ameliyat sonrası 6-DYM test sonu değerlerinde anlamlı düzelme saptandı (Tablo 2). Bazal ve ameliyattan 6 ay sonra elde edilen ekokardiyografik parametrelerdeki değişim Tablo 2'de gösterilmiştir. Pulmoner endarterektomi ameliyatı sonrası SağV çap ve basıncındaki azalma, SolV çaplarında belirgin artış saptandı fakat SolV EF'deki değişim istatistiksel anlamlılığa ulaşmadı. Ameliyat sonrası sPAB ve triküspit yetersizlik derecesinde önemli oranda azalma saptandı (Tablo 3). Bazal TAPSE, SağV doku Doppler sistol değeri (SağVS') ve SağV MPI ile bazal 6-DYM ile arasında korelasyon analizi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($r=0.25$, $p=0.13$, $r=0.029$, $p=0.863$ ve $r=-0.25$, $p=0.886$ sırasıyla) (Tablo 4).

TARTIŞMA

Kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyonun önerilen tedavisi PEA ameliyatıdır. Tecrübeli merkezlerde oldukça düşük oranlarda mortalite ile işlem gerçekleştirilmektedir.^[8] Yakın zamanda yayımlanan

Tablo 1. Bazal sağ kalp ve 6 dakika yürüme mesafesi değerleri

Parametreler	Bazal değer	Standart sapma
Kardiyak debi (L/dk)	3.9	1.34
Kardiyak indeks (L/dk/m ²)	2.06	0.7
Pulmoner vasküler direnç (Wood ünite)	9.5	3.8
Sistemik vasküler direnç (Wood ünite)	20.4	5.8
Pulmoner vasküler direnç/Sistemik vasküler direnç	0.47	0.19
6 dakika yürüme mesafesi (Metre)	242.8	112.8

Tablo 2. Bazal ve operasyon sonrası 6-DYM parametrelerinin karşılaştırılması (n=76)

	Bazal	6. ay	Ortalama değişim	%95 güven aralığı
	Ort.±SS	Ort.±SS	Ort.±SS	
6-DYM mesafe (metre)	197±140	399±202	249±23	-9 ile 155
Borg Yorgunluk Skoru Test Sonu	4.7±2.4	2.5±1.7	1.28±0.28	-8 ile -2
Borg Dispne Skoru Test Sonu	5.1±2.2	2.7±1.6	1.66±0.25	-8 ile -2
Sat O ₂ Test Sonu	88±6	91±3	3.1±5.2	0.5 ile 5.6

6-DYM: 6 dakika yürüme mesafesi; Ort.: Ortalama; SS: Standart sapma; Sat O₂: Sistemik oksijen satürasyonu.

Tablo 3. Operasyon öncesi ve sonrası sağ kalp ekokardiyografik parametrelerin karşılaştırılması (n=76)

	Bazal	6. ay	Ortalama değişim	%95 güven aralığı
	Ort.±SS	Ort.±SS	Ort.±SS	
Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (%)	65.2±7.7	65.5±7.4	-0.3±8.2	-1.6 ile 0.3
Sol ventrikül diyastol sonu çap (mm)	41.8±5.8	45.5±4.9	-4.9±0.6	6.4 ile 2.5
Sol ventrikül sistol sonu çap (mm)	25.8±5.2	28.3±4.7	-3.8±0.6	1.4 ile 4.4
Sol atriyum alanı (cm ²)	15.8±4.1	17.1±4.8	-2.1±0.4	0.4 ile 2.8
Sol ventrikül doku doppler oranı	5.7±2.3	5.8±1.9	-0.2±2.6	-0.5 ile 0.5
Triküspit kapağın anüler yönde hareketi (mm)	14.0±4.2	14.0±3.4	-1.2±0.6	-1.1 ile 0.2
Sağ V S' (m/s)	10.2±4.2	10.6±3.5	-1.2±0.4	-0.4 ile 1.1
Sağ ventrikül miyokardiyal performans indeksi	0.6±0.2	0.56±0.2	-0.03±0.04	0.1 ile 1.1
Triküspit yetersizliği derecesi	2.2±0.75	0.85±0.73	1.4±0.1	-1 ile -1.7
Sistolik pulmoner arter basıncı (mmHg)	81.8±25.9	35.7±14.9	40.3±2.9	-52 ile -16
Sağ atriyum alanı (cm ²)	24.8±7.8	17.6±4.7	5.5±0.8	-8.8 ile -8.7
Sağ ventrikül diyastol sonu çap (mm)	40.5±5.6	34.6±3.8	3.7±1.0	-7.9 ile -5.8
Sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi (%)	23.6±11.2	26.2±8.5	2.6±13.2	-3.0 ile 7.8

Ort.: Ortalama; SS: Standart sapma; SağVS':Sağ ventrikül doku doppler sistolik dalga velositesi.

Tablo 4. Bazal parametreler ile bazal 6 dakika yürüme mesafesindeki korelasyon (n=76)

	Bazal 6 dakika yürüme mesafesi	
	r değeri	p değeri
Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu	-0.06	0.75
Sağ atriyum alan	0.025	0.882
Sağ ventrikül miyokardiyal performans indeksi	-0.25	0.886
Triküspit kapağın anüler yönde hareketi	0.25	0.131
Sağ ventrikül sistolik miyokardiyal velosite	0.029	0.863
Sistolik pulmoner arter basıncı (ekokardiyografik)	0.137	0.418
Sol ventrikül doku Doppler oranı	-0.170	0.321
Sol ventrikül diyastol sonu çap	-0.171	0.334
Sol ventrikül sistol sonu çap	-0.183	0.299
Sol atriyum alan	-0.085	0.615
Sistolik pulmoner arter basıncı (invaziv)	0.33	0.196
Ortalama pulmoner arter basıncı (invaziv)	0.168	0.374
Diyastolik pulmoner arter basıncı (invaziv)	0.256	0.321
Pulmoner vasküler direnç	-0.039	0.837
Sistemik vasküler direnç	0.042	0.836
Pulmoner vasküler direnç/Sistemik vasküler direnç	0.089	0.658
Kardiyak debi	0.02	0.918
Kardiyak indeks	0.100	0.612
Sistemik oksijen satürasyonu	-0.209	0.362
Pulmoner arter oksijen satürasyonu	-0.061	0.793

bir makalede, merkezimizdeki mortalite oranı %14.2 olarak saptanmıştır.^[6]

Bu çalışmadaki temel bulgumuz KTEPH'li hastalarda ameliyat sonrası 6-DYM parametrelerinde belirgin düzelme saptanmasıydı (Tablo 2). Ancak, ameliyat sonrası görülen bu fonksiyonel düzelme ve iyilik hali, SağV fonksiyonlarının değerlendirildiği geleneksel ekokardiyografik parametrelerin (TAPSE, SağVS, MPI) değişiminde istatistiksel anlamlılığa ulaşmadı ancak sağ kalp çaplarında düzelme gözlemlendi (Tablo 3). Bununla birlikte fonksiyonel düzelmenin sağlandığı önceki çalışmalarda gösterilmiş olmasına rağmen çalışmamıza daha fazla hasta alındığından elde edilen sonuçlar açısından önemlidir.^[9] Pulmoner endarterektomi sonrası TAPSE değerlendirmesinde teorik olarak kafa karışıklığına neden olan bu durum araştırmacılar tarafından çeşitli hipotezler ile açıklanmaya çalışılmıştır. Birincisi, SağV'nin hacim ve basınç yükü nedeni ile SağV apeksinin sallanma hareketini yapması TAPSE'nin olduğundan daha yüksek ölçülmesine neden olabileceğini düşünmüşler ve ameliyat sonrası SağV apeksinin göreceli olarak normal anatomiye gelmesi ile TAPSE'nin beklendiği gibi düşük ölçülebileceğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca bu düşmenin, ameliyat sırasında kardiyopulmoner destek cihazına bağlanan hastaların SağV miyokart perfüzyonunun bozulmasına bağlı olabileceğini düşünmüşlerdir.^[10]

Aynı şekilde çalışmamızda bazal TAPSE, SağVS ve SağV MPI ile bazal 6-DYM ile arasında korelasyon analizi önceki çalışmaların aksine istatistiksel anlamlılığa ulaşmadı.^[9] Çalışmamızın aksine pulmoner hipertansiyonlu hasta gruplarında geleneksel parametrelerin SağV fonksiyonları ve prognoz ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.^[11,12] Blanchard ve ark. SağV MPI'nin KTEPH'de PEA ameliyatını değerlendirilmede hastalığın monitörizasyonunda kullanılabilir invaziv olmayan bir yöntem olabileceği ileri sürmüştür.^[13] Forfia ve ark. TAPSE'nin pulmoner hipertansiyonlu hastalarda prognostik açıdan önemli olabileceğini düşündüren sonuçlara ulaşmışlardır.^[14] Mathai ve ark. sistemik sklerozlu pulmoner hipertansiyonlu hastalarda TAPSE'nin prognostik bir belirteç olabileceğini öne sürmüşlerdir.^[15]

Çalışmamızda SolV çaplarında artış gözlenmiş olmasına rağmen aynı artış SolV EF de saptanmadı. Bu durum septal hareketin normale dönmesinin ardından venöz dönüşün artması ile açıklanabilir ve bu bulgu önceki çalışmaları desteklemektedir.^[16]

Araştırmamızda saptanan bir başka bulgu ise ameliyat sonrası ekokardiyografik olarak ölçülen PAB'de belirgin şekilde azaltma olmasıydı. Bununla birlikte, bazal 6-DYM'nin ekokardiyografik veya kateterizasyonda saptanan PAB ile ilişki olmadığı görüldü. Daha önceki çalışmalarda da triküspit yetersizlik akımı üzerinden hesaplanan sPAB'nin prognostik değerinin olmadığı benzer şekilde gösterilmiştir.^[17]

Ayrıca araştırmamızda SağV FAD'deki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bunun SağV'nin anatomisi nedeni ile iki boyutlu ekokardiyografi ile doğru şekilde değerlendirilememesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Nitekim SağV anatomisini değerlendirmede manyetik rezonans incelemesinin iki boyutlu ekokardiyografiye göre üstün olduğu gösterilmiştir.^[18]

Pulmoner endarterektomi işleminin daha önceki çalışmalar ile benzer şekilde 6-DYM de ameliyat sonrası belirgin iyileşme sağladığı gösterilmiştir.^[9] Ek olarak hastanın gerçek yaşamında tedaviyi değerlendirmede kullanılan Borg dispne ve yorgunluk skorlarında ameliyat sonrasında öncesine göre anlamlı azalma saptanması açısından önemlidir.

Çalışmaya alınan hastaların ameliyat sonrası sağ kalp kateterizasyonlarının bulunmaması çalışmamızın ana kısıtlılığıdır. Ayrıca SağV deformasyon parametrelerinin ameliyat öncesi ve sonrası dönemde incelenmemiş olması çalışmamız açısından kısıtlılık sayılabilir. Sonuç olarak KTEPH'li hastaların prognostik değeri olan invaziv olmayan parametrelerin değerlendirilmesi için invaziv parametreler ile değerlendirildiği geniş kapsamlı ileriye dönük araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Yazar(lar) ya da yazı ile ilgili bildirilen herhangi bir ilgi çakışması (conflict of interest) yoktur.

KAYNAKLAR

1. Thistlethwaite PA, Madani M, Jamieson SW. Pulmonary thromboendarterectomy surgery. *Cardiol Clin* 2004;22:467-78.
2. Piazza G, Goldhaber SZ. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *N Engl J Med* 2011;364:351-60. [Crossref](#)
3. Piovella F, D'Armini AM, Barone M, Tapson VF. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Semin Thromb Hemost* 2006;32:848-55. [Crossref](#)
4. Corsico AG, D'Armini AM, Cerveri I, Klersy C, Ansaldo E, Niniano R, et al. Long-term outcome after pulmonary endarterectomy. *Am J Respir Crit Care Med* 2008;178:419-24.

5. Reesink HJ, van der Plas MN, Verhey NE, van Steenwijk RP, Kloek JJ, Bresser P. Six-minute walk distance as parameter of functional outcome after pulmonary endarterectomy for chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;133:510–6. [Crossref](#)
6. Yıldızeli B, Taş S, Yanartaş M, Kaymaz C, Mutlu B, Karakurt S, et al. Pulmonary endarterectomy for chronic thromboembolic pulmonary hypertension: an institutional experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013;44:219–27. [Crossref](#)
7. Weisman IM, Zeballos RJ. An integrated approach to the interpretation of cardiopulmonary exercise testing. *Clin Chest Med* 1994;15:421–45.
8. Jamieson SW. Historical perspective: surgery for chronic thromboembolic disease. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2006;18:218–22. [Crossref](#)
9. Kepez A, Sunbul M, Kivrak T, Eroglu E, Ozben B, Yıldızeli B, et al. Evaluation of improvement in exercise capacity after pulmonary endarterectomy in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: correlation with echocardiographic parameters. *Thorac Cardiovasc Surg* 2014;62:60–5.
10. Giusca S, Dambrauskaite V, Scheurwegs C, D'hooge J, Claus P, Herbots L, et al. Deformation imaging describes right ventricular function better than longitudinal displacement of the tricuspid ring. *Heart* 2010;96:281–8. [Crossref](#)
11. Yeo TC, Dujardin KS, Tei C, Mahoney DW, McGoon MD, Seward JB. Value of a Doppler-derived index combining systolic and diastolic time intervals in predicting outcome in primary pulmonary hypertension. *Am J Cardiol* 1998;81:1157–61. [Crossref](#)
12. Forfia PR, Fisher MR, Mathai SC, Houston-Harris T, Hemnes AR, Borlaug BA, et al. Tricuspid annular displacement predicts survival in pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;174:1034–41. [Crossref](#)
13. Guyatt GH, Townsend M, Keller J, Singer J, Nogradi S. Measuring functional status in chronic lung disease: conclusions from a randomized control trial. *Respir Med* 1991;85(Suppl B):17–21; discussion 33–7. [Crossref](#)
14. Niederman MS, Clemente PH, Fein AM, Feinsilver SH, Robinson DA, Ilowite JS, et al. Benefits of a multidisciplinary pulmonary rehabilitation program. Improvements are independent of lung function. *Chest* 1991;99:798–804. [Crossref](#)
15. Nosedá A, Carpioux JP, Prigogine T, Schmerber J. Lung function, maximum and submaximum exercise testing in COPD patients: reproducibility over a long interval. *Lung* 1989;167:247–57. [Crossref](#)
16. Menzel T, Wagner S, Kramm T, Mohr-Kahaly S, Mayer E, Braeuning S, et al. Pathophysiology of impaired right and left ventricular function in chronic embolic pulmonary hypertension: changes after pulmonary thromboendarterectomy. *Chest* 2000;118:897–903. [Crossref](#)
17. Raymond RJ, Hinderliter AL, Willis PW, Ralph D, Caldwell EJ, Williams W, et al. Echocardiographic predictors of adverse outcomes in primary pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1214–9. [Crossref](#)
18. Peacock AJ, Vonk Noordegraaf A. Cardiac magnetic resonance imaging in pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir Rev* 2013;22:526–34. [Crossref](#)

Anahtar sözcükler: Kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyon; pulmoner endarterektomi; sağ kalp yetersizliği.

Keywords: Chronic thromboembolic pulmonary hypertension; pulmonary endarterectomy; right heart failure.