

Marfan Sendromlu Hastada Tekrarlayan Anevrizmal Hastalığa Bağlı Reoperasyonlar

REOPERATIONS FOR RECURRENT ANEURYSMAL DISEASE IN A PATIENT WITH MARFAN SYNDROME: A CASE REPORT

Dr. Ahmet SARITAŞ,^a Dr. Soner YAVAŞ,^a Dr. Ümit KERVAN,^a Dr. Haşmet BARDAKÇI,^a
Dr. Levent MAVİOĞLU,^a Dr. Ahmet AKGÜL,^a Dr. H. Zafer İŞCAN^a

^aKalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, ANKARA

Özet

Marfan Sendromlu hastalarda cerrahi yapılmış olsa bile, lezyonlar cerrahi sonrası geç dönemde tekrarlayabildiğinden, anevrizmal hastalık nedeni ile kompozit greft replasmanı yapılmış olan hastalarda sıklıkla reoperasyon gerekir. Bu hastaların ilk operasyonlarında hangi tekniğin kullanılacağı halen tartışmalıdır. Tekrarlayan anevrizmal hastalık nedeniyle 3 kez operasyon yapılan Marfan Sendromlu olgu sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Marfan Sendromu, reoperasyon, anevrizma

Türkiye Klinikleri J Cardiovasc Sci 2007, 19:153-158

Abstract

Even if surgery is performed in patients with Marfan Syndrome, however, lesions may recur late after operation and patients who received composite graft replacement for aneurysmal disease frequently require reoperation. The initial surgical technique for this lesion remains controversial. We report a case with Marfan Syndrome, operated three times for recurrent aneurysmal disease.

Key Words: Marfan Syndrome, reoperation, aneurysm

1990 yılında fibrilin-1 genindeki mutasyonlara bağlı olarak oluştuğu saptanan Marfan Sendromu'nun tedavisindeki ilerlemelere ve operasyon tekniklerindeki gelişmelere rağmen, bu gruptaki hastalara cerrahi tedavi uygulansa bile vasküler lezyonlar zamanla tekrarlamaktadır. Yeni lezyonların ortaya çıkması hem reoperasyon ihtiyacını doğurmakta, hem de uzun dönem yaşam üzerinde etkili olmaktadır.¹⁻³

Fibrilin-1 genindeki mutasyonların heterojenliği sonucunda oluşan geniş hasta yelpazesi nedeni ile bu hastalıktaki başlangıç lezyonlarının doğal

seyri tam olarak bilinmediğinden, operasyonların nasıl planlanacağı veya geç dönem sonuçların nasıl iyileştirileceği konusundaki çalışmalar halen sürmektedir.^{1,3,4}

Burada tekrarlayan aort anevrizması nedeni ile 3 kez cerrahi yapılan hasta tartışılacaktır.

Olgu Sunumu

1976 doğumlu Marfan Sendromlu erkek hastaya aort anevrizması nedeniyle kliniğimizde 3 kez cerrahi uygulandı. Hastanın hikayesinde hipertansiyon ve sigara dışında risk faktörü yoktu.

1. Operasyon:

Hastanemize çarpıntı ve nefes darlığı şikayetleri ile başvuran hastanın yapılan ekokardiyografisinde sol ventrikül sistol sonu çapı (LVESÇ): 5.1 cm, sol ventrikül diyastol sonu çapı (LVEDÇ): 7.5 cm, ejeksiyon fraksiyonu (EF): %58, 3-4. derece

Geliş Tarihi/Received: 09.02.2007 **Kabul Tarihi/Accepted:** 06.04.2007

Yazışma Adresi/Correspondence: Dr. Soner YAVAŞ
Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, ANKARA
drsoneryavas@yahoo.com.tr

Copyright © 2007 by Türkiye Klinikleri

aort yetmezliği ve asendan aort, arkus aorta ile desendan aort başında diseksiyon flebi saptanması üzerine yapılan bilgisayarlı tomografide (BT) kronik De Bakey Tip I diseksiyon tespit edilmesi nedeniyle hasta 14.01.2003 tarihinde operasyona alındı.

Operasyon genel anestezi altında (GAA) gerçekleştirildi. Rutin sol radial arter kanülasyonu ile arteriyal basınç monitörizasyonu yapıldı. Sağ karotis arterde girişim sırasında oluşabilecek iyatrojenik bir yaralanmadan kaçınmak için sol internal juguler vene santral venöz kanül yerleştirildi. Vücut ısısı takibi için rektal ısı probu kullanıldı. Ameliyat sonrası gelişebilecek herhangi bir perfüzyon bozukluğunun değerlendirilebilmesi açısından rutin üst ekstremiteler arteriyal dolaşım muayenesi yapıldı. Sağ kola 90°'nin biraz üzerinde abduksiyonda ve eksternal rotasyonda olacak şekilde pozisyon verildi.

Yaklaşık 7-8 cm'lik transaksiller kesi ile aksiller artere ulaşıldı ve arter çevre dokulardan serbestleştirildi. Arter proksimaline kanülle beraber bağlanacağı için çift tur (shoestring tie) ve distaline ise tek tur olarak vasküler tapeler dönüldü. Heparin yapılmasını takiben, aksiller arter proksimaline ve distaline yumuşak klemler kondu. Transvers arteriotomi yapılarak, düz yapılı arter kanülü ile arteriyal kanülasyon gerçekleştirildi ve proksimal tape arter üzerinden kanüle bağlanarak, ipek sütür ile sabitlendi.

Arter kanülasyonunu takiben median sternotomi yapıldı. Asendan aort yaklaşık 15 cm çapında, ileri derecede dilate idi. Sağ atriyal apendiksten çift aşamalı venöz kanül kondu. Koroner sinüse retrograd perfüzyon kanülü yerleştirildi. Asendan ve arkus aorta ile innominate ve sol karotis arter çevre dokulardan serbestlendi. Sol ventrikül apeksine vent kanülü yerleştirildi. Kardiyopulmoner bypassa (KPB) girilerek, asendan aort distaline kros klemp kondu. Antegrad ve retrograd soğuk kristalloid kardiyopleji ile topikal soğuk serum kullanılarak kardiyak arrest sağlandı. Ek olarak aortotomiye takiben koroner perfüzyon kanülleri ile sol ve sağ koroner ostiumlardan ekstra soğuk kristalloid kardiyopleji

verildi. Kardiyak arrest idamesi retrograd kardiyopleji kanülünden 20 dakikalık aralıklarla verilen soğuk kan kardiyoplejisi ile sağlandı. Hasta rektal ısı 27°C olacak şekilde soğutuldu. Kardiyak arresti takiben, soğutma sırasında asendan aort açıldı, kronik diseksiyon olduğu görüldü. Aort kapak anülüsü ileri derecede dilate olduğundan kapak rezeke edilerek, 25 no mekanik kapak (CarboMedics Inc. Sorin Group Company) ve 30 mm woven double velour vasküler greft (Hemashield Platinum-Boston Scientific Mediatech) ile kompozit greft oluşturularak, Modifiye Bentall operasyonu yapıldı. Daha sonra asendan aort distalindeki klemp innominate arter proksimaline aktarıldı ve aksiller arterden gelen kan sağ karotis artere çevrilerek selektif antegrad serebral perfüzyona (500-600 cc/dk) (8-10 ml/kg/dk) geçildi. Sol karotis arter ve sol subklavyen arter proksimaline klemp konarak, retrograd kan dönüşü engellendi. Arkus aorta ve desendan aort proksimali açık teknikte diseksiyon flebi üzerinde herhangi başka bir giriş yırıtığı olup, olmadığı açısından değerlendirildi. Desendan aort çapı çok geniş olmadığından ve duvar kalınlığı yeterli görüldüğünden, fil hortumu (elephant trunk) yerleştirilmesine gerek duyulmadı. Desendan aort proksimalindeki diseksiyon flebi olabildiğince distalden rezeke edilerek, gerçek ve yalancı lümenler birleştirildi ve tek lümen haline getirildi. Arkus aorta çok dilate görünmediğinden, ikinci bir greft küçük kurvatuşe çapraz gelecek şekilde hemiark replasmanı yapıldı. Desendan aortun kan ile dolmasına izin verilerek hava çıkarılmasını takiben, sırası ile sol subklavyen, sol karotis ve innominate arterdeki klemler kaldırılarak, arkus aorta greftinin proksimaline klemp kondu ve tekrar tüm vücut perfüzyonuna geçilerek, hasta ısıtılmaya başlandı. Proksimal ve distal greftlerin birbirine anastomozu yapıldı. Hava çıkarılmasını takiben, sıcak kan kardiyoplejisi verildi. Isınmayı takiben kardiyopulmoner bypass sonlandırıldı. Toplam operasyon süresi 380 dk olup, toplam perfüzyon süresi 135 dk, kros klemp süresi 108 dk ve selektif antegrad serebral perfüzyon süresi 23 dk'dır. Postoperatif dönemde sorunu olmayan hasta, 6. gününde taburcu edildi.

2. Operasyon:

Rutin kontrollerine gelmeyen hasta, 21.06.2005 tarihinde sırt ağrısı şikayeti ile tekrar kliniğimize başvurdu. Yapılan BT'de ilk ameliyatında saptanmayan ve önceki kronik diseksiyona bağlı olarak gelişen, en geniş yeri olan desendan aort proksimalinde yaklaşık 10 cm'lik çapa ulaşan disekan aort anevrizması saptandı. Yapılan konsültasyonlarda, desendan aorttaki anevrizmanın sol subklavyen arter distalinden, diyaframın hemen üzerine kadar uzanan uzun bir segmenti tutuyor olması ve anevrizmanın proksimal ve distal çap farkının fazla olması nedeni ile endovasküler girişimin daha zor olacağı kararına varıldığı için cerrahi kararı alındı.

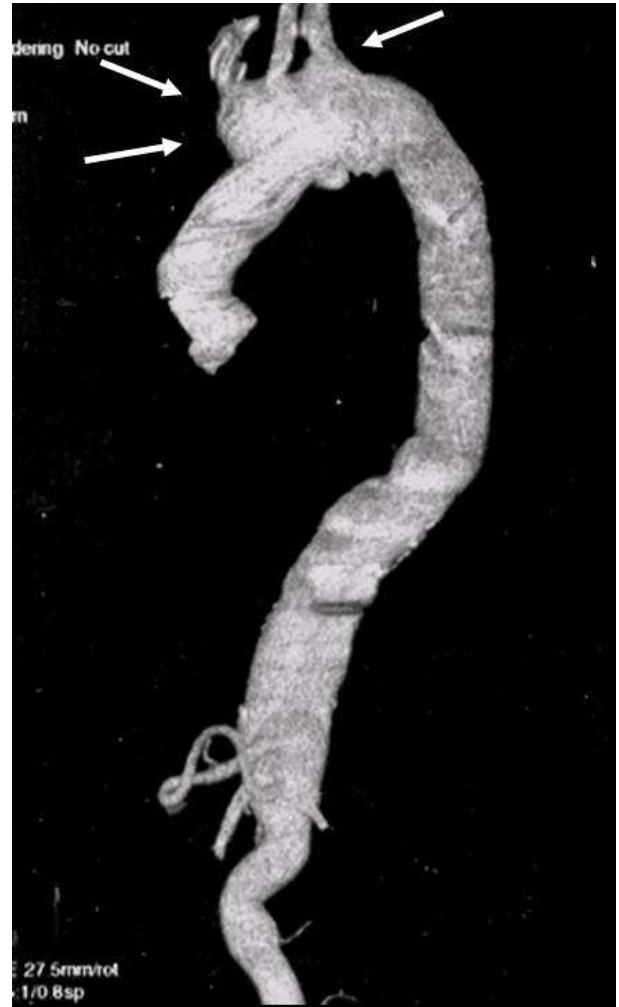
Hasta 29.06.2005 tarihinde operasyona alınarak, GGA sol posterolateral torakotomi ile 6. interkostal aralıktan toraksa girildi. Desendan aort özellikle proksimalde yaklaşık 10 cm çapında ve tortüyoze idi. Diyafram seviyesinde çap yaklaşık 3 cm'ye düşüyordu. Desendan aorta ve sol subklavyen arter vasküler tapeler ile dönüldü. Yine desendan aorta diyafram hizasından kontrol edildi. Heparinizasyonu takiben, desendan aorta, sol subklavyen arterin distalinden ve diyafram seviyesinden klemlenerek, aortotomi yapıldı. 30 mm woven double velour vasküler greft (Hemashield Platinum-Boston Scientific Medi-tech) ile subklavyen arter distalinden diyaframın 3-4 cm üstüne kadar greft interpozisyonu yapıldı. Klemp süresi 28 dk olup, diyafram seviyesi greftlenmediğinden, interkostal arter anastomozuna gerek görülmedi. BOS drenajı uygulandı (BOS basıncı 8-10 cmH₂O seviyesinde olacak şekilde) ve postoperatif 48 saat devam edildi. Postoperatif dönemde sorunu olmayan hasta 9. gününde taburcu edildi.

3. Operasyon:

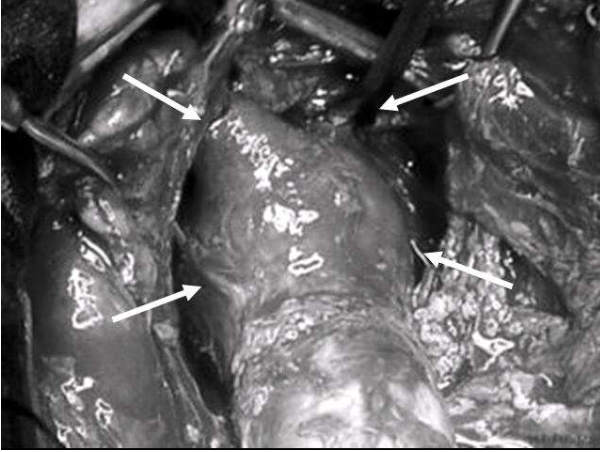
Hastanın rutin takipleri sırasında 21.10.2005 tarihindeki ekokardiyografi tetkikinde 4.0 cm olan arkus aorta çapının, 11.09.2006 tarihinde yapılan tetkikte 5.4 cm olarak rapor edilmesi üzerine yapılan BT'de asendan aort: 35 mm, arcus aorta: 48 mm, desendan aort: 35 mm ve abdominal aort diyafram seviyesinde: 42 mm, süperior mezenterik

arter seviyesinde: 32 mm, renal arter seviyesinde: 24 mm olup, diyafragmatik seviyenin hemen üstünden başlayıp, renal arter çıkış lokalizasyonuna kadar uzanan alanda kronik diseksiyon flebi saptandı. Üç boyutlu BT anjiyografi görüntülemesinde ilk operasyonda yapılan hemiark replasmanı sırasında adacık şeklinde bırakılan nativ arkus aorta dokusunun ve arkus dallarının büyük kurvatuşe doğru genişlediğinin görülmesi üzerine, hasta 14.09.2006 tarihinde 3. kez operasyona alındı (Resim 1).

GAA eski insizyon yerinden aksillaya girilerek, aksiller arter kanüle edildi. Daha sonra remedian sternotomi yapılarak, yapışıklıklar giderildi. Arkus aortaya ulaşıldı (Resim 2). Sağ



Resim 1. 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi-angiografi görüntüsü. (Beyaz oklar anevrizmatik segmenti göstermektedir).



Resim 2. Arkus anevrizmasının intraoperatif görünümü. (Beyaz oklar anevrizmatik segmenti göstermektedir).

atriumdan çift aşamalı venöz kanül kondu. Retrograd kardiyopleji kanülü yerleştirildi. İnnominate arter, sol karotis arter ve sol subklavyen arter vasküler tapeler ile dönüldü. Kardiyopulmoner bypassa girilerek, asendan aort greftinin distaline kros klemp kondu. Antegrad ve retrograd soğuk kristalloid kardiyopleji ve topikal soğuk serum kullanılarak kardiyak arrest sağlandı. Kardiyak arrest idamesi retrograd kardiyopleji kanülünden 20 dakikalık aralıklarla verilen soğuk kan kardiyoplejisi ile sağlandı. Hasta rektal ısı 26°C olacak şekilde soğutuldu. Daha sonra asendan aort distalindeki klemp innominate arter proksimaline aktarıldı ve aksiller arterden gelen kan sağ karotis artere çevrilerek selektif antegrad serebral perfüzyona (500-600 cc/dk) (8-10 ml/kg/dk) geçildi. Sol karotis arter ve sol subklavyen arter proksimaline klemp konarak, retrograd kan dönüşü engellendi. Distal anastomoz açık teknikte olacak şekilde asendan aort grefti ile desendan aort grefti arasına 30 mm woven double velour vasküler greft (Intervascular-Datascope Corp.) konarak ark replasmanı yapıldı. İnnominate, sol karotis ve sol subklavyen arterler grefte adacık şeklinde etraflarında minimal aort dokusu bırakılarak re-anastomoz edildiler. Hava çıkarılmasını takiben klempler kaldırılarak total vücut perfüzyonuna geçildi. Isınmayı takiben, kardiyopulmoner bypassdan çıkılarak, işlem sonlandırıldı.

Daha önce desendan aorta greft konduğundan BOS drenajı yapıldı ve postoperatif 24 saat devam edildi.

Hasta postoperatif 2. günde sorunsuz olarak servise çıktı ve 8. gününde taburcu edildi.

Tartışma

Marfan Sendromu olan hastaların sahip oldukları heterojen gen yapıları nedeniyle klinik seyirleri tam olarak bilinmemektedir. Hastaların ilk ameliyatlarının düşük komplikasyon ve mortalite oranları ile yapılabilmesine rağmen, tekrarlayan ameliyatlarda riskin yükselmesi, günümüzde cerrahların bu grup hastaların uzun dönem sonuçları ve tekrarlayan lezyonların önlenmesi üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur.

Aomi ve ark.nın, Şubat 1973-Ağustos 2001 tarihleri arasında toplam 203 operasyon uygulanan 141 Marfan Sendromlu hastadan oluşan serilerinin sonuçlarına göre saptanan 10 yıllık yaşam süresi %70 ve 10 yıllık cerrahi gerektirmeden yaşam süresi ise %64'tür. Diseksiyon 10 yıllık yaşam süresini kısaltmasa da, 10 yıllık cerrahi gerektirmeden yaşam süresini belirgin bir şekilde %49'a düşürmektedir. Bu sonuçlara göre yazarlar;

1- Marfan Sendromunda aort çapı diseksiyon oluşmadan 5 cm'ye ulaştı ise cerrahi yapılmasını, eğer arkus tutulumu da varsa Bentall operasyonu ile birlikte eş zamanlı arkus replasmanı da yapılarak ilerideki bir reoperasyonun yüksek riskinin elimine edilmesini,

2- Eğer desendan aort çapı 5 cm veya daha küçük ise, asendan ve arkus replasmanı ile eş zamanlı yapıldığında yüksek risk taşıyan ve sonuçları kötü olan tek aşamalı operasyonlar yerine, desendan aort operasyonunun erken dönemde yapılacak ikinci bir operasyona bırakılmasını önermektedirler.⁴

Tagusari ve ark., 85 hastalık serilerinde ilk operasyon sırasında sağlam olan aortik arkusta, aortik root replasmanı sonrasında diseksiyon oluşması insidansının çok düşük olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca arkusun profilaktik olarak replasmanının da gereksiz olduğunu belirtmektedirler.²

Carrel ve ark., reoperasyon oranlarının başlan-gıçta diseksiyon ile gelen hastalarda, sadece anevrizmal dilatasyonu olanlara göre daha yüksek olduğunu belirtmektedirler. Bu durum, komplikasyon-suz sonuçlanan ameliyatlardan sonrasında normal ölçülerdeki nativ aortadan kaynaklanan beklenme-dik ölümleri de açıklamaktadır.⁵

Günümüzde arkus aorta onarımı sırasında öne-rilen 3 serebral koruma yöntemi bulunmaktadır: *Hipotermik total sirkülatuar arrest, selektif antegrad serebral perfüzyon ve retrograd serebral perfüzyon*. Hipotermik total sirkülatuar arrestin zaman kısıtlaması ve derin hipoterminin oluştura-bileceği yan etkiler gibi dezavantajları vardır.⁶⁻⁸ Hipotermik total sirkülatuar arrest sırasında, retrograd serebral perfüzyon kullanımının güvenli süreyi uzatıp, uzatmadığı konusunda ise görüş farklılıkları halen sürmektedir.⁹⁻¹¹

Hastaların soğutulması ve ısıtılması için uzun bir süre gerekmesi ve cerrahi işlemlerin uzayabil-mesi gibi nedenler göz önüne alındığında, arkus aorta onarımını içeren ameliyatlarda selektif antegrad serebral perfüzyon tekniği en fizyolojik olan çözüm olarak görülmektedir.¹²⁻¹⁴ Kliniğimizde de arkus aorta onarımını içeren vakalarda selektif antegrad serebral perfüzyon ve orta dereceli hipotermi (26-28°C) kullanılarak yapılan serebral koruma ve açık distal teknik tercih edilmektedir. Bu teknikte, hipotermik total sirkülatuar arrestten farklı olarak, düşük perfüzyon debisi ile serebral kanlanma devam etmekte ve vücut perfüzyonu kollateral dolaşım hariç, kısa süreli olarak durdu-rulmaktadır. Hipotermik total sirkülatuar arrest veya retrograd serebral perfüzyon kullanımı klini-ğimizde tercih edilmemektedir.

Hastamızda iki kez uyguladığımız aksiller kanülasyon ve antegrad selektif serebral perfüzyon, asendan ve arkus aorta cerrahisi için güvenilir bir yöntemdir.^{15,16} Sakamoto ve ark. da 92 hastalık serilerinde, bizim cerrahi yaparken kullandığımız teknik olan selektif serebral perfüzyon, soğuk kan kardiyoplejisi ve açık distal anastomozu önermek-tirler. Ayrıca bizim sık kullanmadığımız 4 dallı prostetik arkus greftlerini de önermektedirler.¹⁷

Kliniğimiz rutini olarak desendan aort çapı çok geniş olmayan ve aort duvar dokusu yeterli sağlamlıkta olan kronik diseksiyon vakalarında, diseksiyon flebinin olabildiğince distalden rezeksi-yonu ile tek lümen oluşturulması tercih edilmekte-dir. Desendan aort çapının artmış olduğu vakalarda ise ileride gerekebilecek bir desendan aort anev-rizması ameliyatını kolaylaştırmak amacı ile fil hortumu kullanımı tercih edilmektedir. Akut diseksiyon vakalarında ise aksiller kanülasyon kullanılarak gerçekleştirilen asendan aort greftine ek olarak gereğinde selektif antegrad serebral perfüzyon eşliğinde açık teknikte ark replasmanı yapılmakta, desendan aortadaki diseksiyon flebi ise, arkus greftinin distal anastomozu yapılırken greft ile birlikte yerine dikilerek kan gerçek lüme-ne yönlendirilmektedir. Anastomozların sağlamlığı ve daha kolay hemostaz sağlanması açısından, tüm anastomozlar greft en içte ve aort dokusu arada kalacak şekilde, en dıştan teflon şerit ile destekle-nerek yapılmaktadır. Aynı zamanda greftin en içte olmasının, anastomoz bölgesindeki aort dokusunu kan akımından koruyarak, bu bölgelerden başlaya-bilecek yeni yırtıkları önlediğini düşünmekteyiz.

Marfanlı hastaların ilk ameliyatlarından sonra desendan aortta gelişecek anevrizmaların tedavi-sinde endovasküler greft yerleştirilmesi de akılda tutulması gereken ve günümüzde sık kullanılan bir tedavi seçeneğidir. Jackson ve ark., sol karotis arter distalinden, çölyak artere kadar olan bölgedeki torakal aort anevrizmalarının endovasküler greft ile onarımındaki sınırlamaları araştırdıkları 126 hasta-lık serilerinde hastaların çoğunun endovasküler greft ile tedavi edilebileceğini, ancak greftin yer-leştirilebilmesi için anatomik olarak 2 cm veya üzerinde bir uzunlukta anevrizma boynu olması gerektiğini belirtmektedirler. Endovasküler greftlerin kullanılamamasının en sık nedeni olarak, anevrizmanın sol karotis arter distalinde kalan proksimal boyun bölgesinin anatomik uygunsuzlu-ğu gösterilmektedir. Ayrıca distal boyun bölgesinin uyumsuzluğu, iliak arter yapılarının girişime uygun olmaması ve anevrizmanın tortüyoze olması ile ileri çap farklılıkları diğer kontrendikasyonlar ola-rak belirtilmektedir.¹⁸

Hufnagel, 1962 yılında kalp ve damar cerrahisi operasyonlarında fizyoloji ve mekaniğin tam olarak düzeltilmesi gerektiğini belirtmiş ve daha sonra bu fikir Crawford tarafınca da vurgulanmış olsa da, bu önemli konsept her zaman sağlanamamaktadır.¹⁹ Bu nedenle, Marfan sendromlu hastalarda cerrahi gerektiren asemptomatik değişikliklerin belirlenebilmesi için yakın bir takip gereklidir. Bu sayede kompleks bile olsalar ikincil vakalar elektif bir şekilde düşük bir perioperatif risk ile ameliyat edilebilirler.⁵

Hastanın eğitimi ve yakın takibi, uygun medikal tedavi, planlanmış cerrahiler ve cerrahi sonuçları iyileştirecek yöntemlerin geliştirilmesi ile daha iyi geç dönem sonuçlarının alınabileceğini kesindir.

KAYNAKLAR

1. Kazui T, Yamashita K, Terada H, Washiyama N, Suzuki T, Ohkura K, et al. Late reoperation for proximal aortic and arch complications after previous composite graft replacement in Marfan patients. *Ann Thorac Surg* 2003;76:1203-7; discussion 1027-8.
2. Tagusari O, Ogino H, Kobayashi J, Bando K, Minatoya K, Sasaki H, et al. Should the transverse aortic arch be replaced simultaneously with aortic root replacement for annuloaortic ectasia in Marfan syndrome? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127:1373-80.
3. Dingemans KP, Teeling P, van der Wal AC, Becker AE. Ultrastructural pathology of aortic dissections in patients with Marfan syndrome: Comparison with dissections in patients without Marfan syndrome. *Cardiovasc Pathol* 2006;15:203-12.
4. Aomi S, Nonoyama M, Tomioka H, Endo M, Nagashima H, Sakomura Y, et al. Surgical treatment of Marfan syndrome; late results and new strategy *Kyobu Geka* 2002;55(8 Suppl):650-7.
5. Carrel T, Beyeler L, Schnyder A, Zurmühle P, Berdat P, Schmidli J, et al. Reoperations and late adverse outcome in Marfan patients following cardiovascular surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;25:671-5.
6. Taşdemir O, Saritaş A, Küçük S, Ozatik MA, Sener E. Aortic arch repair with right brachial artery perfusion. *Ann Thorac Surg* 2002;73:1837-42.
7. Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Raskin S, Shenaq SA, et al. Deep hypothermia with circulatory arrest. Determinants of stroke and early mortality in 656 patients *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;106:19-28; discussion 28-31.
8. Ergin MA, Galla JD, Lansman L, Quintana C, Bodian C, Griepp RB. Hypothermic circulatory arrest in operations on the thoracic aorta. Determinants of operative mortality and neurologic outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;107:788-97; discussion 797-9.
9. Hagl C, Ergin MA, Galla JD, Lansman SL, McCullough JN, Spielvogel D, et al. Neurologic outcome after ascending aorta-aortic arch operations: effect of brain protection technique in high-risk patients *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:1107-21.
10. Higami T, Kozawa S, Asada T, Obo H, Gan K, Iwahashi K, et al. Retrograde cerebral perfusion versus selective cerebral perfusion as evaluated by cerebral oxygen saturation during aortic arch reconstruction. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1091-6.
11. Juvonen T, Zhang N, Wolfe D, Weisz DJ, Bodian CA, Shiang HH, et al. Retrograde cerebral perfusion enhances cerebral protection during prolonged hypothermic circulatory arrest: A study in a chronic porcine model *Ann Thorac Surg* 1998;66:38-50.
12. Bachet J, Guilmet D, Goudot B, Dreyfus GD, Delentdecker P, Brodaty D, et al. Antegrade cerebral perfusion with cold blood: a 13-year experience. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1874-8; discussion 1891-4.
13. Kazui T, Washiyama N, Muhammad BA.H, Terada H, Yamashita K, Takinami M. Improved results of atherosclerotic arch aneurysm operations with a refined technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;121:491-9.
14. Jacobs MJ, de Mol BA, Veldman DJ. Aortic arch and proximal supraaortic arterial repair under continuous antegrade cerebral perfusion and moderate hypothermia. *Cardiovasc Surg* 2001;9:396-402.
15. Schachner T, Laufer G, Vertacnik K, Bonaros N, Nagiller J, Bonatti J. Is the axillary artery a suitable cannulation site in aortic surgery? *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2004;45:15-9.
16. Di Eusanio M, Schepens MA, Morshuis WJ, Dossche KM, Kazui T, Ohkura K, et al. Separate grafts or en bloc anastomosis for arch vessels reimplantation to the aortic arch. *Ann Thorac Surg* 2004;77:2021-8.
17. Sakamoto S, Matsubara J, Nagayoshi Y, Nishizawa H, Takeuchi K, Nonaka T, et al. Clinical results of aortic arch replacement using a four branched prosthetic graft. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2003;44:751-5.
18. Jackson BM, Carpenter JP, Fairman RM, Moser GW, Pochettino A, Woo EY, et al. Anatomic exclusion from endovascular repair of thoracic aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 2007;45:662-6. Epub 2007 Mar 9.
19. Schepens MA, Dossche KM, Morshuis WJ. Reoperations on the ascending aorta and aortic root: Pitfalls and results in 134 patients. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1676-80.