



# Torasik ve Abdominal Endovasküler Aortik Onarımında Erken Dönem Tecrübemiz: Üçüncü Basamak Merkez

Uğur Arslantaş, Bilal Boztosun, Lütfi Öcal, Müslüm Şahin, Mehmet Emin Kalkan

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, Kardiyoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye

## ÖZET

**Giriş:** Retrospektif bu çalışmanın amacı, endovasküler abdominal aort onarım (EVAR) ve torasik aortik onarım (TEVAR) erken dönem sonuçlarını değerlendirmek ve hastanemizin erken dönem tecrübelerini incelemektir.

**Hastalar ve Yöntem:** Ocak 2009 ile Aralık 2011 tarihleri arasında EVAR ve TEVAR işlemi uygulanan tüm hastalar incelenmiştir. İşlem öncesi, işlem ve işlem sonrası veriler retropektif olarak değerlendirildi.

**Bulgular:** Çalışma periyodunda 46 hastaya TEVAR, 25 hastaya EVAR uygulandı. Endovasküler girişim yapılan hastaların ortalama yaşı 63.7 yıldır. Cihazları yerleştirme başarısı %100'dür. İlave işlem olarak TEVAR olguları için subklaviyen revaskülarizasyonu (1, %4), aortik debranching (3, %12); EVAR olguları için femoral revaskülarizasyonu (1, %2.1) işlemi uygulanmıştır. Acil olgulardaki hastane içi ölüm oranı, elektif olgulara göre daha yüksek izlendi (%13.3 vs. %5.3).

**Sonuç:** Torasik ve aortik endovasküler onarım erken dönem tecrübe sonuçlarımızı umut vericidir. Endovasküler stent greftle aortik patolojilerin onarımı öğrenme dönemlerinde bile etkili bir işlemdir.

**Anahtar Kelimeler:** Stent greft; endovasküler abdominal aort onarımı; torasik endovasküler aortik onarım; aortik anevrizma; aortik diseksiyon

## Early Experience of Thoracic and Abdominal Endovascular Aortic Repair: a Tertiary Single Centre

### ABSTRACT

**Introduction:** The purpose of this retrospective study was to evaluate the short-term results of endovascular abdominal aortic repair (EVAR) and thoracic aortic repair (TEVAR) and to present an overview of our early experience at our institution.

**Patients and Methods:** Data of all patients undergoing EVAR and TEVAR between January 2009 and December 2011 were reviewed. Preoperative, intraoperative and early postoperative data were retrospectively reviewed.

**Results:** During the study period, 46 EVARs and 25 TEVARs were performed. The mean age of patients undergoing endovascular intervention was 63.7 years. The deployment success rates of the procedures were 100%. Additional procedures included subclavian revascularisation (1, 4%) and aortic debranching (3, 12%) for TEVAR cases and femoral revascularisation (1, 2.1%) for EVAR cases. In-hospital mortality in emergency cases was higher than the elective cases (5.3% vs. 13.3%).

**Conclusion:** Our early short-term results of endovascular repair of thoracic and aortic diseases are promising. Endovascular stent grafts are effective procedures for managing aortic diseases in an inexperienced centre.

**Key Words:** Stent graft; endovascular abdominal aortic repair; thoracic endovascular aortic repair; aortic aneurysm; aortic dissection

## GİRİŞ

Anevrizma, diseksiyon gibi aortik patolojiler oldukça ölümcül seyreden hastalıklar oldukları gibi cerrahi onarımları da yüksek mortalite riski taşımaktadır<sup>(1-3)</sup>. Gelişen sağlık hizmetleriyle uzayan yaşam süresi, eşlik eden hastalıklar ve ileri yaşla cerrahi riskini daha da artırması nedeniyle alternatif tedavi yöntemleri aranmıştır. Aort anevrizma tedavisinde 1986 yılında, diseksiyon tedavisinde ise 1999 yılında cerrahiye alternatif stent tedavisi ilk sonuçları yayınlanmış ve ilerleyen dönemki çalışmalarla yüksek riskli bu hastalarda endovasküler aortik onarımın açık cerrahiye iyi bir alternatif olduğu gösterilmiştir<sup>(3-7)</sup>. Ülkemizde de son yıllarda akut ve elektif aortik patolojilerin abdominal endovasküler onarımı (EVAR) ve torakal endovasküler onarımların (TEVAR) tekniği giderek artan oranda kullanılmaktadır<sup>(8-10)</sup>.

### Yazışma Adresi

Uğur Arslantaş

E-mail: u.ars@yandex.com

Submitted: 27.04.2016

Accepted: 01.06.2016

@Telif Hakkı 2017 Koşuyolu Heart Journal metnine www.kosuyoluheartjournal.com web adresinden ulaşılabilir.

Yapılan çalışmalarda işlem sonuçlarının yüksek riskli hastalarda cerrahiye iyi bir alternatif olduğu gösterilse de öğrenme dönemindeki ilk dönem sonuçları farklılık gösterebilmektedir. Endovasküler uygulamalar öğrenme dönemlerinde daha yüksek mortalite ve morbidite ile ilişkili işlemlerdir<sup>(11,12)</sup>. Ülkemizden yapılan bildiriler sınırlı hasta sayısını veya geniş dönemi kapsamaktadır. Üçüncü basamak sağlık hizmeti veren merkezimizde Aortik endovasküler onarım işlemleri 2009 yılından itibaren artan oranda uygulanmaktadır. Çalışmamızda, ilk iki yıllık öğrenme dönemi sonuçlarımızı değerlendirerek, erken dönem tecrübemizin sunulması amaçlanmıştır.

## HASTALAR ve YÖNTEM

Ocak 2009-Aralık 2011 tarihleri arasında hastanemizde (3. basamak merkez) aort diseksiyon ve anevrizma tanılı hastalar endovasküler aort onarımı yapılan hastalar geriye dönük olarak tarandı. Hastalar, hastane kayıt sistemi verileri, kontrastlı bilgisayarlı tomografi (BT) ve işlem görüntülemeleri incelenerek; demografik hasta özellikleri ve eşlik eden morbid hastalıklar, işlemin yapılma endikasyonu, işlem tekniği ve sonrasında gelişen komplikasyonlar kaydedildi.

Endovasküler girişim kararı, vasküler cerrah ve girişimsel kardiyolog tarafından değerlendirilme sonrası fikir birliğiyle verildi. Seçilecek cihaz boyut ve girişim yeri kararı verilirken kullanılan görüntüleme yöntemi diseksiyon ve anevrizma hastalarında benzer olup daha önce detaylı açıkladığımız şekilde yapıldı<sup>(13)</sup>. Kısaca işlem öncesi rutin olarak kullanılan görüntüleme tekniği 16 kesitli multidetektör BT anjiyografidir. Aort dallarının sorunlu yer ile ilişkisi, aort ve femoral arter duvar yapısı, tortiyositesi ve açılanması görüntüleme yöntemlerinde incelenerek kullanılacak cihaz boyutuna ve girişim yerine karar verildi. Greft seçimi işlem yeri ve teknik imkanlara göre yapıldı. Tüm hastaların işleminde femoral giriş, femoral cut-down tekniği ile hazırlandı. Greft komponentlerinin yerleştirilmesi sonrası angi-

yografiyle yeterli yerleşme olup olmadığı kontrol edildi. Teknik başarı, stent greftin cerrahi müdahaleye gerek kalmadan yerleştirilebilmesi olarak kabul edildi. Önemli EVAR ve TEVAR ile ilişkili komplikasyonlar, özellikle ölüm ve endoleakler prospektif kayıtlardan alındı. Teknik olarak başarılı sonuç elde edildikten sonra hasta koroner yoğun bakımda işlem sonrası takip edildi.

Hastaların yaşları, eşlik eden morbid hastalıklar, Amerikan Anestezi Cemiyeti sınıflaması (ASA), aortik hastalık anatomisi, toplam hastane yatış süresi, komplikasyonlar (endoleakler dahil) ve işlem sonrası mortalite verileri toplandı.

## İstatistiksel Yöntem

İstatistiksel değerlendirme SPSS 15 (Chicago, IL, USA) programı kullanılarak yapılmıştır. Sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standard sapma, kategorik değişkenler yüzde olarak gösterilmiştir. İstatistiksel inceleme yapılan endovasküler işleme göre EVAR ve TEVAR grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Gruplar arası karşılaştırma Student's t testi ve ki-kare testi ile yapılmıştır. Tüm analizlerde  $p < 0.05$  istatistiksel olarak anlamlı fark olarak kabul edilmiştir.

## BULGULAR

Çalışma döneminde 25 hastaya TEVAR, 46 hastaya ise EVAR işlemi olmak üzere toplam 71 hastaya işlem yapıldı. Hastaların demografik ve operasyon öncesi eşlik eden morbiditeleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Endovasküler işlem yapılan hastaların yaşları 22 ila 86 yıl arasında olup, ortalama  $64.3 \pm 13.9$  yıldır. TEVAR grubundaki hastaların ortalama yaşı istatistiksel olarak anlamlı derecede EVAR grubundan düşük saptandı ( $67 \pm 10$  vs.  $58.6 \pm 18$ ,  $p = 0.001$ ). En sık eşlik eden hastalık %81.7 oranıyla hipertansiyondu. Hastalar Amerikan Anestezi Cemiyeti sınıflamasına göre işlem öncesi değerlendirildiğinde %49.9'unun sınıf 3 veya 4 olduğu ve sınıf 4 hastaların TEVAR grubunda daha yüksek oranda izlendiği görüldü (%32 vs. %8.7  $p = 0.05$ ).

**Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri ve eşlik eden hastalıkları**

	Toplam (n= 71)	EVAR (n= 46)	TEVAR (n= 25)	p*
Yaş	64.3 $\pm$ 13.9	67 $\pm$ 10	58.6 $\pm$ 18	0.001
Cinsiyet, kadın	12 (%16.9)	8 (%17.4)	4 (%16)	0.48
ASA III	23 (%32.3)	15 (%32.6)	9 (%36)	
IV	12 (%16.9)	4 (%8.7)	8 (%32)	0.05
Eşlik eden hastalıklar				
İskemik kalp hastalığı	26 (%36.6)	23 (%50)	3 (%12)	0.17
Kronik böbrek yetersizliği	9 (%12.6)	6 (%13)	3 (%12)	0.61
Hipertansiyon	58 (%81.7)	39 (%84.8)	19 (%76)	0.27
Diabetes mellitus	15 (%21.1)	13 (%28.3)	2 (%8.0)	0.14
Kronik akciğer hastalığı	19 (%26.7)	13 (%28.3)	6 (%24)	0.54
Serebrovasküler hastalık	1 (%1.3)	1 (%2.2)	0 (0)	0.65
Hiperlipidemi	30 (%42.3)	25 (%54.3)	5 (%20)	0.19

EVAR: Endovasküler abdominal aortik onarım, TEVAR: Torakal endovasküler aortik onarım, ASA: Amerikan Anestezi Cemiyeti Sınıflaması.

\* EVAR ve TEVAR olguları karşılaştırılmıştır.

**Tablo 2. Aortik hastalık etyolojisi ve morfolojisi**

	Toplam (n= 71)	EVAR (n= 46)	TEVAR (n= 25)
Hastalık tipi			
Anevrizma	53 (%74.6)	46 (%100)	7 (%28)
Diseksiyon	18 (%25.3)	-	18 (%72.9)
Operasyon			
Elektif	56 (%78.8)	38 (%82.6)	18 (%72)
Acil	15 (%21.1)	8 (%17.4)	7 (%18)

EVAR: Endovasküler abdominal aortik onarım, TEVAR: Torakal endovasküler aortik onarım.

Endovasküler onarım nedenleri açısından gruplar incelendiği Tablo 2’de özetlendi. Hastaların %78.8 (n= 56)’i elektif olgular, %21.1 (n= 15)’i acil olgulardı. Hastaların %74.6 (n= 53)’sü anevrizma nedeniyle, %25.3 (n= 18)’ü ise aort diseksiyonu nedeniyle endovasküler girişim yapıldığı görüldü. Anevrizma lokalizasyonu incelendiğinde 44 tanesi infrarenal yerleşimli, 7 tanesi torakal yerleşimli, 2 tanesi ise her iki lokalizasyona yayılıyordu. Aort diseksiyonu tanısıyla işlem yapılan 18 hastaya TEVAR işlemi uygulandı. Bu olguların 3 tanesi tip 1 aort diseksiyonu hastalarından oluşmakta olup, bu hastalara hibrid işlem olarak aortik debranching işlemi uygulanmıştır. Diğer 15 tip B aortik diseksiyon olgusunda ise 4 tanesinde sol subklaviyen arter ostiyumu yeterli landing zone olmadığından kapatılmış, sadece 1 olguda kol iskemisi nedeniyle ilave işlem olarak sol subklaviyen revaskülarizasyon uygulanmıştır. İşlem öncesi çekilen kontaklı 3D bilgisayarlı tomografilerde EVAR hastalarının ortalama abdominal aorta çapı 69 mm (41 ila 150 mm arası), TEVAR hastalarının ortalama torasik aorta çapı 64 mm (47 ila 94 mm arası) ölçülmüştür.

Tablo 3’te işlemle ilgili hastaların transfüzyon ihtiyacı gerekmesi ve hastanede kalış süreleri görülmektedir. Kan transfüzyon ihtiyacı EVAR yapılan hastalarda %30.4 oranında izlenmiş olup, transfüzyon ihtiyacı olan 14 hastadan 8 tanesi acil olgulardan oluşmaktadır. Ortalama hastanede yatış süresi  $5 \pm 4$  gündür. Acil olgular dışındaki tüm hastalar işlemden en az bir gün önce hastaneye yatırılmıştır. Ortalama koroner yoğun bakım yatış süresi ise 2.2 gündür.

İşlem sonrası gelişen majör komplikasyonlar ise Tablo 4’te verilmiştir. Tüm işlemler incelendiğinde hastane içi ölüm oranı %7’dir. Ölen 5 hastadan bir tanesi işlem sonrası akut miyokart infarktüsü geçirmiştir. Acil ve elektif olgular ayrı olarak değerlendirildiğinde acil olgularda hastane içi ölüm oranı %13.3 (n= 3), elektif olgularda hastane içi ölüm oranı %5.3 (n= 2) olarak saptanmıştır (p= NS). TEVAR işlemi sonrası gelişen bir inme olgusunda sekel bırakan sol hemipleji izlenmiştir. Endograft yerleştirme başarısı %100’dür. İşlem sonrası her hastaya hastane yatışı içinde BT kontrolü yapılmadığından tüm grupların endoleak oranları verilmemiştir. Profilaktik ya da tedavi amacıyla TEVAR olgularına spinal boşaltma uygulanmış olup, sadece 1 TEVAR olguda geçici parapleji izlenmiştir.

### TARTIŞMA

Endovasküler aortik onarım cerrahiye iyi bir alternatif olmakla beraber, öğrenme dönemleri daha yüksek mortalite ve morbititeye sahip işlemlerdir<sup>(11,12)</sup>. Üçüncü basamak sağlık hizmeti veren kurumumuzda artan oranda uyguladığımız işlemlerin ilk dönem tecrübemiz incelendiğinde hastane içi ölüm oranlarımız tüm grupta %7 iken, acil olgularda %13.3 elektif olgularda ise %5.3 oranlarıyla daha tecrübeli merkezlerin oranlarıyla benzerlik göstermekteydi<sup>(3,11,14)</sup>. Erken dönem tecrübemizde endovasküler greftlerin yerleştirme başarılarımız %100 iken, taburculuk öncesi rutin kontrol BT çekilmediğinden tüm grubun endoleak olmaması olarak tanımlanan tam teknik başarı oranımızı bilmiyoruz. Endoleak özellikle anevrizmaların endovasküler onarımı sonrası daima endişe kaynağı bir komplikasyondur. EVAR işlemi sonrasında erken dönemde sıklığı %20 ila %30 arasındadır. Bunların yarısı ilk 6 ayda kendiliğinden düzelmekte ve bir yıl

**Tablo 3. Perioperatif detaylar**

	EVAR (n= 46)	TEVAR (n= 25)	p*
Kan transfüzyon ihtiyacı	14 (%30.4)	4 (%16)	0.32
Hastane yatış süresi (gün)	$5 \pm 3.5$	$5 \pm 4$	0.41

EVAR: Endovasküler abdominal aortik onarım, TEVAR: Torakal endovasküler aortik onarım.

\* EVAR ve TEVAR olguları karşılaştırılmıştır.

**Tablo 4. İşlem sonrası majör komplikasyonlar**

Olay	Toplam (n= 71)	EVAR (n= 46)	TEVAR (n= 25)	p*
Mortalite	5 (%7)	3 (%6.5)	2 (%8)	NS
Akut Mİ	1 (%1.4)	1 (%2.1)	0	NS
Stroke	1 (%1.4)	0	1 (%4)	NS
Parapleji	1 (%1.4)	0	1 (%4)	NS
Giriş yeri hematomu	5 (%7)	4 (%8.7))	1 (%4)	NS
Hemotoraks	1 (%1.4)	0	1 (%4)	NS
Pnömoni	1 (%1.4)	1 (%2.1)	0	NS

EVAR: Endovasküler abdominal aortik onarım, TEVAR: Torakal endovasküler aortik onarım, Mİ: Miyokart infarktüsü, NS: Non-Significant.

\* EVAR ve TEVAR olguları karşılaştırılmıştır.

sonra endoleak saptanma oranı olguların %10'una düşmektedir<sup>(15)</sup>. Yatış döneminde BT incelemesi olan 15 hastada endoleak gelişme oranı EVAR grubunda %30 oranında geliştiği saptanmıştır ve bu oran EVAR sonrası yayımlanan verilerle benzerdir<sup>(16)</sup>. Benzer olarak Sampaio ve arkadaşlarının işlem sonrası erken dönem oranlarının %35.7 oranında belirtmişlerdir<sup>(17)</sup>. Çalışmamızdaki TEVAR sonrası endoleak gelişim oranı %20'dir. Daha önce yayınlanan verilerde benzer oranlarda olup, önceki çalışmalarda %16.7 ila %30 arasında erken dönem TEVAR sonrası endoleak gelişim oranı mevcuttur<sup>(14,18)</sup>.

Endovasküler girişim yapılan hastaların ortalama hastanede yatış süresi 5 gün olarak saptandı. Ortalama yatış süresi 12 gün olan EVAR kohort çalışmandan daha kısa süremi mevcuttur<sup>(7)</sup>. Bununla beraber bu çalışma hastaları açık cerrahi girişime uygun olmayan hastalardan oluşmaktadır.

TEVAR işlemi EVAR'a göre inme ve spinal kord iskemisini içeren artmış nörolojik morbidite riski ile ilişkilidir. Çalışmamızda TEVAR işlemi sonrası inme ve paropleji oranı sırası sırasıyla %4 ve %4'tü. Diğer bir TEVAR çalışmasında işlem sonrası inme ve paropleji oranı %4 ve %3 oranında olduğu, TAG pivotal çalışmasında ise bu komplikasyonlar sırasıyla %4 ve %3 olduğu belirtilmiştir<sup>(19,20)</sup>. Spinal iskemiyeye bağlı gelişen paropleji, TEVAR işleminin iyi tanımlanmış ve en ciddi komplikasyonlarından biridir ve sıklığı %0 ila %3 arasında değişir<sup>(5,18,21,22)</sup>. İnterkostal arterlerin kapatılması, embolik olaylar, kan kaybı veya yetersiz kollateral dolaşım paroplejiden sorumlu olabilmektedir<sup>(5)</sup>. Yüksek riskli hastalarda Spinal kordun iskemiden korunmak için beyin omirilik sıvısı (BOS)'nın boşaltılması bir yöntem olarak kullanılabilir<sup>(4)</sup>. Hastalarımıza profilaktik BOS boşaltımı yapmadık ve sadece bir hastada geçici paropleji gözlemledik fakat sonuçlarımız olgu sayımızın az olması nedeniyle sınırlılık oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmamızla Türkiye'de yüksek hacimli olgu sayısına sahip üçüncü basamak bir merkezdeki erken dönem tecrübe sonuçlarını açıkladık. Ölüm ve morbidite sonuçlarımız uluslararası standartlara kabul edilebilecek ve karşılaştırılabilecek oranlara sahiptir. Erken dönem tecrübelerimize dayanarak, hem acil hem de elektif olarak yapılacak torasik ve abdominal aorta endovasküler girişimleri tecrübe edinme döneminde bile uygun hasta seçimiyle güvenle yapılabilir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

## YAZAR KATKISI

Anafikir/Planlama: BB

Analiz/Yorum: MŞ

Veri Sağlama: LÖ

Yazım: UA

Gözden Geçirme ve Düzeltilme: MK

Onaylama: Tüm yazarlar

## KAYNAKLAR

1. Tsai TT, Trimarchi S, Nienaber CA. Acute aortic dissection: perspectives from the International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD). *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2009;37:149-59.
2. Assar AN, Zarins CK. Endovascular proximal control of ruptured abdominal aortic aneurysms: the internal aortic clamp. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2009;50:381-5.
3. Feezor RJ, Martin TD, Hess Jr PJ, Beaver TM, Klodell CT, Lee WA, et al. Early outcomes after endovascular management of acute, complicated type B aortic dissection. *J Vasc Surg* 2009;49:561-6.
4. Gowda RM, Misra D, Ranbaugh RF, Ohki T, Khan IA. Endovascular stent grafting of descending thoracic aortic aneurysms. *Chest* 2003;124:714-9.
5. Dialetto G, Reginelli A, Cerrato M, Rossi G, Covino FE, Manduca S, et al. Endovascular stent-graft treatment of thoracic aortic syndromes: a 7-year experience. *Eur J Radiol* 2007;64:65-72.
6. Lederle FA, Freischlag JA, Kyriakides TC, Padberg FT, Matsumura JS, Kohler TR, et al. Outcomes following endovascular vs open repair of abdominal aortic aneurysm: a randomized trial. *JAMA* 2009;302:1535-42.
7. Endovascular aneurysm repair and outcome in patients unfit for open repair of abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 2): randomised controlled trial. *Lancet* 2005;365:2187-92.
8. Ay D, Erdolu B, Yumun G, Aydın U, Demir A, Ozkan H, et al. The effect of anatomical factors on mortality rates after endovascular aneurysm repair. *Cardiovasc J Afr* 2016;27:12-5.
9. Goksel OS, Güven K, Karatepe C, Gök E, Acunas B, Cinar B, et al. Debranching solutions in endografting for complex thoracic aortic dissections. *Arq Bras Cardiol* 2014;103:154-60.
10. Demirtaş S, Tiryakioğlu O, Çalışkan A, Güçlü O, Yümün G, Yavuz C, et al. Single center experience in endovascular aortic repair: review of technical and clinical aspects. *Dicle Med J* 2014;41:564-73.
11. Lobato AC, Rodriguez-Lopez J, Diethrich EB. Learning curve for endovascular abdominal aortic aneurysm repair: evaluation of a 277-patient single-center experience. *J Endovasc Ther* 2002;9:262-8.
12. Forbes TL, Derose G, Kribs SW, Harris KA. Cumulative sum failure analysis of the learning curve with endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2004;39:102-8.
13. Arslantaş U, Pala S. Endovascular treatment of the aortic dissection. *Türkiye Klinikleri J Cardiol-Special Topics* 2016;9:43-7.
14. Ishida M, Kato N, Hirano T, Cheng SH, Shimono T, Takeda K, et al. Endovascular stent-graft treatment for thoracic aortic aneurysms: short-to-midterm results. *J Vasc Interv Radiol* 2004;15:361-7.
15. Baum RA, Stavropoulos SW, Fairman RM, Carpenter JP. Endoleaks after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Interv Radiol* 2003;14:1111-7.
16. Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1): randomised controlled trial. *Lancet* 2005;365:2179-86.
17. Sampaio SM, Shin SH, Panneton JM, Adreus JC, Bower TC, Cherry KJ, et al. Intraoperative endoleak during EVAR: frequency, nature, and significance. *Vasc Endovascular Surg* 2009;43:352-9.
18. Demers P, Miller DC, Mitchell RS, Kee ST, Sze D, Razavi M, et al. Midterm results of endovascular repair of descending thoracic aortic aneurysms with first-generation stent grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127:664-73.
19. Dake MD, Miller DC, Mitchell RS, Semba CP, Moore KA, Sakai T, et al. The "first generation" of endovascular stent-grafts for patients with aneurysms of the descending thoracic aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;116:689-703.
20. Makaroun MS, Dillavou ED, Kee ST, Sicard G, Chaikof E, Bavaria J, et al. Endovascular treatment of thoracic aortic aneurysms: results of the phase II multicenter trial of the GORE TAG thoracic endoprosthesis. *J Vasc Surg* 2005;41:1-9.
21. Cambria RP, Crawford RS, Cho JS, Bavaria J, Farber M, Lee WA, et al. A multicenter clinical trial of endovascular stent graft repair of acute catastrophes of the descending thoracic aorta. *J Vasc Surg* 2009;50:1255-64 e1-4.
22. Fattori R, Nienaber CA, Rousseau H, Beregi JP, Heijmen R, Grabenwöger M, et al. Results of endovascular repair of the thoracic aorta with the Talent Thoracic stent graft: the Talent Thoracic Retrospective Registry. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;132:332-9.