

Koroner arter baypas greft cerrahisi: Güncelleme

Coronary artery bypass graft surgery: an update

Gökhan Lafçı,¹ Kerim Çağlı,¹ Fırat Özcan²

Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi ¹Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, ²Kardiyoloji Kliniği, Ankara, Türkiye

Koroner arter baypas greft cerrahisi uzun yıllardan beri çokdamar koroner arter hastaları başta olmak üzere, birçok hasta grubunda revaskülarizasyonun altın standardı olma özelliğini korumaktadır. Bu makalede koroner arter baypas greft cerrahisinde son dönemde yaşanan gelişmeler ve revaskülarizasyon kılavuzlarında bu gelişmeler doğrultusunda yapılan değişiklikler gözden geçirildi.

Anahtar sözcükler: Koroner arter baypas greft cerrahisi; baypas greft; iskemik kalp.

Koroner arter hastalığı (KAH) gelişmiş ülkelerde mortalitenin en sık nedenidir. Günümüzde risk faktörlerinde azalmaya, medikal tedavinin yaygınlaşmasına ve revaskülarizasyon tekniklerindeki gelişmelere bağlı olarak KAH ilişkili ölümler azalmıştır.^[1] Koroner arter baypas greft cerrahisi (KABC), 50 yıldan beri çokdamar hastaları başta olmak üzere birçok hastada 'revaskülarizasyonun altın standardı' özelliğini korumaktadır.^[2] Koroner arter baypas greft cerrahisi ile perkütan revaskülarizasyon tekniklerini karşılaştıran büyük çalışmaların yayınlanmasını takiben 2010'da Avrupa Kardiyoloji Derneği (European Society of Cardiology, ESC)^[3] ve 2011'de American Kalp Cemiyeti (American Heart Association, AHA)^[4] kılavuzlarını yenilemişlerdir. Bu makalede, son çalışmalar esas alınarak KABC'deki gelişmeler gözden geçirildi. Makalede kullanılan öneri ve kanıt düzeylerinin tanımı kılavuzlardakiler ile aynıdır.^[3,4]

KORONER ARTER BAYPAS GREFT CERRAHİSİ ENDİKASYONLARI

Bir hastada KABC mi perkütan koroner girişim (PKG) mi yapılmalı konusundaki en önemli değişimlerden biri şok, akut koroner sendromda sorumlu damara girişim, stentin yeniden daralması

For several years, coronary artery bypass graft surgery remains as the gold standard of revascularization in various patient groups and in patients with multivessel coronary artery disease, particularly. This article reviews the recent developments in the area of coronary artery bypass graft surgery and up-to-date amendments made in revascularization guidelines.

Key words: Coronary artery bypass graft surgery; bypass graft; ischemic heart.

gibi durumlar hariç revaskülarizasyonun ertelenerek kararın kardiyologlar ve cerrahlardan oluşan bir ekip tarafından verilmesidir.^[3,4] Ekibin karar verirken Göğüs Cerrahisi Derneği (Society of Thoracic Surgeons; STS) ve SYNTAX skorlarını dikkate alması önemlidir. Çokdamar hastalarında KABC ile paklitaksel salımlı stenti karşılaştıran SYNTAX çalışmasından sonra skoru orta-yüksek olan hastalarda PKG önerilmemekte, KABC sınıf 1 öneri olarak yer almaktadır.^[3-5] SYNTAX çalışmasının dört yıllık sonuçları da bu hasta grubunda PKG'nin mortaliteyi artırdığını göstererek çokdamar hastalarında KABC'nin üstünlüğünü bir kez daha vurgulamıştır.^[6]

Revaskülarizasyon endikasyonu olanlarda KABC önerileri Tablo 1'de verilmiştir. Sol ana koroner arter darlığında KABC sınıf 1 önerilir ancak seçilmiş hastalarda (ameliyat mortalitesi yüksek olanlar, SYNTAX skoru düşük olup ostiyum/gövde lezyonu bulunanlar) PKG'nin KABC'ye alternatif olabileceği unutulmamalıdır.^[5,7]

Acil KABC endikasyonları Tablo 2'de verilmiştir. ST-segment elevasyonlu miyokard enfarktüs (ME)'de (STEMI) KABC %3-10 hastada gerekmekte ve daha mortal seyretmektedir.^[8,9] ST-segment elevasyonlu



Available online at
www.tgkdc.dergisi.org
doi: 10.5606/tgkdc.dergisi.2014.7419
QR (Quick Response) Code

Geliş tarihi: 19 Temmuz 2012 Kabul tarihi: 26 Aralık 2012

Yazışma adresi: Dr. Kerim Çağlı, Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, 06230 Sıhhiye, Ankara, Türkiye.

Tel: 0312 - 306 12 28 e-posta: kerimcagli@hotmail.com

Tablo 1. Koroner baypas cerrahisi endikasyonları*

Anatomik ve klinik durum	Öneri/kanıt	Not
Korumasız sol ana koroner darlığı	I/B	Sağkalımı uzatır
Üçdamar hastalığı ± proksimal sol ön inen arter	I/B	Sağkalımı uzatır
İkidamar hastalığı + proksimal sol ön inen arter	I/B	Sağkalımı uzatır
İkidamar hastalığı - proksimal sol ön inen arter içermeyen	IIa/B	Yaygın iskemi (+)
İkidamar hastalığı - proksimal sol ön inen arter içermeyen	IIb/C	Yaygın iskemi (-)
Birdamar proksimal sol ön inen arter darlığı	IIa/B	Sol iç meme arterinden kullanılmalıdır, ESC kılavuzunda sınıf 1 öneridir.
Birdamar hastalığı-proksimal sol ön inen arter dışı	III/B	Sağkalıma faydası yoktur
Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu %35-50	IIa/B	Sağkalım nedeniyle
Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu <%35 (sol ana koroner darlığı dışı)	IIb/B	Sağkalım nedeniyle
İskemik VT'ye bağlı ani ölüm öyküsü	I/B	Sağkalımı uzatır
Kompleks üçdamar hastası ± proksimal sol ön inen arter darlığı (SYNTAX skor >22)	IIa/B	Semptomatik fayda için, ameliyata bağlı risk düşük olmalıdır
Optimum medikal tedaviye rağmen ciddi anjina + ≥1 ciddi darlık	I/A	Semptomatik fayda için
Optimum medikal tedavi kullanamayan hastada ciddi anjina + ≥1 ciddi darlık	IIa/C	Semptomatik fayda için
Optimum medikal tedaviye rağmen ciddi anjina + ≥1 ciddi darlık, tekrar ameliyat	IIb/C	Bu grupta PKG sınıf IIa'dır

* 2011 ACCF/AHA KABC kılavuzundan esinlenerek hazırlanmıştır.^[4] ESC: Avrupa Kardiyoloji Derneği; VT: Ventriküler taşikardi; PKG: Perkütan koroner girişim.

miyokard enfarktüsünde acil KABC'nin zamanlaması net değildir ancak ortak görüş ilk altı saatin en uygun olduğu yönündedir.^[4,10]

CERRAHİ İŞLEM

Yüksek riskli hastaların anesteziğini transözofageal ekokardiyografi konusunda deneyimli bir anesteziğin yapması gereklidir.^[4,11] Tedaviye dirençli akut hemodinamik bozukluklarda ve beraberinde kapak ameliyatı yapılanlarda transözofageal ekokardiyografi yapılmaktadır.

Kardiyopulmoner baypas (KPB) serebrovasküler olaylar, renal yetmezlik ve sistemik enflamasyon ile ilişkili olduğundan "KPB'siz KABC" geliştirilmiştir.^[4,12] ROOBY çalışmasında 2203 hastada 30 gün ve birinci yıldaki ölüm ve komplikasyonlar karşılaştırılmış ve kısa dönem sonuçları benzer ancak uzun dönem sonuçları KPB'siz KABC aleyhine bulunmuştur.^[13] New York State Cardiac Surgery Reporting System'e ait bir analizde hiçbir hasta grubunda KPB'siz KABC'nin mortaliteye faydası gösterilememiştir.^[14] Yaklaşık 10.000 hastayı içeren bir metaanalizde, KPB'siz KABC grubunda

Tablo 2. Acil koroner arter baypas cerrahisi endikasyonları*

Klinik ve anatomik durum	Öneri /kanıt düzeyi
Akut ME, primer PKG yapılamıyor veya başarısız, anatomi KABC'ye uygun ve geniş alanda ısrarcı iskemi/hemodinamik instabilite var	I/B
Miyokard enfarktüsü sonrası mekanik komplikasyonlar nedeniyle cerrahiye giden akut ME hastası	I/B
Kardiyojenik şok, anatomi KABC'ye uygun, ME veya şokun başlangıcından itibaren geçen süreye bakılmaksızın	I/B
İskemik kaynaklı ciddi ventriküler aritmi varlığında sol ana koroner veya üçdamar hastası	I/C
STEMI, çok damar hastası, tekrarlayan anjina var, ME'nin ilk 48 saatinde geciktirmeden KABC yapılması	IIa/B
Yetmiş beş yaş üzerindeki hastada şok ile seyreden STEMI/Sol dal blok'u durumu	IIa/B
Hemodinamisi stabil hastada ısrarcı anjina var ancak canlı miyokardiyum küçük bir alana sınırlı	III/C
No-reflow durumunda (epikardiyal reperfüzyon var ancak mikrovasküler reperfüzyon yetersiz)	III/C

* 2011 ACCF/AHA KABC kılavuzundan esinlenerek hazırlanmıştır.^[4]; ME: Miyokard enfarktüsü; PKG: Perkütan koroner girişim; KABC: Koroner arter baypas cerrahisi; STEMI: ST-segment elevasyonlu miyokard infarktüsü.

mortalitede %24 rölatif artış izlenmiştir.^[15] Bu sonuçlara rağmen, aortik manipülasyonların nörolojik komplikasyonlar için öneminden dolayı deneyimli cerrahlar yaygın aortik hastalığı olanlarda KPB'siz KABC'yi tercih etmektedir.^[16]

Greft seçiminde sol ön inen arter için sol iç meme arteri (İMA) kullanılmalı, kullanılmayanlarda sağ İMA tercih edilmelidir.^[3,4] Hibrid revaskülarizasyon (sol ön inen artere sol İMA anastomozu + diğer damarlara PKG) her iki yöntemin aynı seansta/hospitalizasyon sürecinde uygulanmasıdır. Sol İMA'nın sol ön inen artere anastomozunu değerlendirmek ve kanamayı azaltmak için önce KABC yapılmalıdır. Seçilmiş hastalarda (porcelain aort, greft yetersizliği, PKG için uygun olmayan sol ön inen artere) hibrid revaskülarizasyon, randomize çalışma eksikliğinden dolayı sınıf 2 düzeyinde önerilmektedir.^[3,4]

CERRAHİ SIRASI YÖNETİM

Kontrendikasyon olmayanlara ameliyattan önce veya ameliyat sonrası ilk altı saatte aspirin başlanmalı ve ömür boyu devam edilmelidir. Ameliyat sonrası 48 saat sonra aspirin başlanmasının greft açıklığına katkısı yoktur.^[17] Aspirin kullanılmayanlarda klopidogrel kullanılabilir.^[4] 2011 STS Kanamayı Önleme Kılavuzunda KABC sonrasında aspirine klopidogrel eklemenin kanamayı artırdığı belirtilmiş ve rutin dual antiplatelet tedavi önerilmemiştir.^[18]

Koroner arter baypas greft cerrahisi planlanan tüm hastalar düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düzeyi <100 mg/dl olacak şekilde statin alınmalıdır.^[3,4] Statin almayanlarda KABC gerektiğinde ivedilikle statin başlanmalıdır.^[4,19] 2010 ESC atriyal fibrilasyon (AF) kılavuzu ameliyat sonrası AF'yi önlemek için ameliyat öncesi statin başlanmasını önermektedir.^[20] Ameliyat sonrası AF konusunda bir diğer öneri ameliyat öncesi en az 24 saat önce beta-bloker başlanması ve devam edilmesidir.^[3,4,20]

Şok nedeniyle KABC yapılanlara induksiyondan önce pulmoner arter kateteri (PAK) yerleştirilmeli, ameliyat sırasında hemodinamik bozukluk gelişenlerde de PAK düşünülmelidir.^[4] Stabil hastalarda PAK daha agresif tedaviye dolayısıyla daha kötü sonuçlara neden olduğundan kullanılmamalıdır.^[4,21] Koroner arter baypas greft cerrahisi esnasında herhangi bir yöntemle santral sinir sistemi monitörizasyonu önerilmemektedir.

Koroner arter baypas greft cerrahisi sonrasında semptom gelişenlerde stres görüntüleme tercih edilmelidir.^[3] Asemptomatik hastada rutin stres testi önerilmemektedir ancak acil cerrahi geçirmiş, koroner endarterektomi yapılmış, tam revaskülarize edilememiş hastalarda

erken görüntüleme yapılabilir.^[3,22] Semptomatik olsun olmasın stres testinde orta-yüksek risk bulguları varsa anjiyografi yapılmalıdır.

CERRAHİ SONRASI SEYİR

Koroner arter baypas greft cerrahisi sonrası prognozu sol ventrikül disfonksiyonu, canlılık, genetik faktörler ve eşlik eden hastalıklar belirler. Hafif-orta sistolik disfonksiyonu olan hastalarda KABC'nin medikal tedaviye üstün olduğu bildirilmiştir^[23] ancak ejeksiyon fraksiyonu (EF) <%35 olan hastalarda STICH çalışmasına kadar bu konuda yeterli kanıt yoktu. STICH'de, EF <%35 olup KABC'ye uygun olan 1212 hasta medikal tedavi ve medikal tedavi + KABC kollarına randomize edilerek beş yıl izlenmiştir.^[24] İzlem sonunda iki grup arasında tüm nedenlere bağlı ölüm açısından fark saptanmamış ancak kardiyovasküler ölüm/hastanede kalış açısından KABC üstün bulunmuştur. Bu bulgu uzun takiplerde KABC kolunun primer son noktada da fark oluşturabileceğini düşündürmüştü ve takip süresi 10 yıla uzatılmıştır.^[25]

Sol ventrikül sistolik disfonksiyonu olanlarda iskemik fakat canlı miyokardın revaskülarizasyondan fayda göreceği bildirilmiştir^[26] ancak STICH çalışmasının alt grup analizinde, canlı miyokardiyum varlığı uzun sağkalım ile ilişkili bulunmamıştır.^[25] Güncel kılavuzlar EF'si %35-50 olup ciddi çokdamar/proksimal sol ön inen arter hastalığı olanlarda canlı miyokardiyum varsa KABC'nin sağkalımı uzatabileceğini belirtmektedir ancak EF'si <%35 olanlarda canlılık olsun olmasın sağkalımı artırmak için KABC yapılması sınıf 2b öneridir.^[4]

2012'de STS Adult Cardiac Surgery veritabanı kullanılarak, KABC yapılan 348.341 hastada sağkalım belirteçleri değerlendirilmiştir.^[27] Acil cerrahi, şok ve tekrar ameliyatın kısa dönem mortaliteyi artırdığı ama sağ kalabilenlerde bu etkinin iki yılda kaybolduğu görülmüştür. Yaş, renal yetmezlik, diyabet, kalp yetmezliği, nörolojik olaylar, periferik arter hastalığı ve orta-ciddi mitral yetmezlik ise tüm ameliyat sonrası takip boyunca mortaliteyi artırmıştır. Aynı veritabanındaki 1.497.254 hastayı içeren bir analizde KABC'deki güncel eğilimlere bakılmış ve sigara içenlerin azaldığı, diyabetiklerin arttığı, medikal tedaviye daha çok önem verildiği, sol İMA kullanımının evrensel hale geldiği ve ameliyat sonrası mortalitenin azaldığı görülmüştür. 2000 yılında %2.4 olan mortalite hızı 2009'da %1.9'a gerilemiştir.^[2]

ÖZEL HASTA GRUPLARI İÇİN ÖNERİLER

BARI2D (The Bypass Angioplasty Revascularization Investigation 2 Diabetes trial) çalışmasında, stabil KAH olan diyabetiklerde majör istenmeyen olaylar açısından

KABC medikal tedaviye üstün bulunmuştur.^[28] CARDia (Coronary Artery Risk Development in Young Adults) çalışmasında iki strateji arasında fark saptanmamış^[29] ancak 1.900 hastayı içeren FREEDOM çalışmasında diyabetik çokdamar hastalarında KABC'nin üstünlüğü kanıtlanarak bu konuya son nokta konulmuştur.^[30]

Tekrar ameliyat, ilk ameliyattan daha yüksek mortaliteye sahiptir. Tekrar ameliyat için en uygun endikasyon sol ön inen arter greftinde ciddi darlık olmasıdır. Bu hastalarda mümkünse nativ damara PKG tercih edilmelidir ancak çok sayıda dejenere greft, kronik total tıkanma, sol ventrikül disfonksiyonu varsa ve İMA sağlam değilse tekrar ameliyat tercih edilebilir.^[31]

Sonuç olarak, medikal tedavi ve PKG'deki gelişmelerden dolayı KABC endikasyonları daralmıştır. Bu nedenle KABC'de ameliyat sırası ve uzun dönem sonuçların iyileştirilmesi ve daha az invaziv işlemlerin geliştirilmesi hedef haline gelmiştir. Minimal invaziv teknikler, ameliyat sırası görüntüleme ve hibrid yaklaşımlar gelecekte ilgi beklenen alanlardır. Bunlarla birlikte KABC uygun hastalarda 'revaskülarizasyonun altın standardı' olmaya devam edecektir.

Çıkar çakışması beyanı

Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çakışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansman

Yazarlar bu yazının araştırma ve yazarlık sürecinde herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Ford ES, Capewell S. Proportion of the decline in cardiovascular mortality disease due to prevention versus treatment: public health versus clinical care. *Annu Rev Public Health* 2011;32:5-22.
2. ElBardissi AW, Aranki SF, Sheng S, O'Brien SM, Greenberg CC, Gammie JS. Trends in isolated coronary artery bypass grafting: an analysis of the Society of Thoracic Surgeons adult cardiac surgery database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012;143:273-81.
3. Hamm CW, Bassand JP, Agewall S, Bax J, Boersma E, Bueno H, et al. ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute coronary syndromes (ACS) in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2011;32:2999-3054.
4. Hillis LD, Smith PK, Anderson JL, Bittl JA, Bridges CR, Byrne JG, et al. 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery. A report of the American College of

- Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Developed in collaboration with the American Association for Thoracic Surgery, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:e123-210.
5. Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, Colombo A, Holmes DR, Mack MJ, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med* 2009;360:961-72. doi: 10.1056/NEJMoa0804626.
6. Holmes DR, Cannon LA, Stahle E, Morice MC, Mack MJ, Feldman TE, et al. Four-year follow up of the SYNTAX trial. Optimal revascularization strategy in patients with three-vessel disease and/or left main disease. Presented at the Transcatheter Cardiovascular Therapeutics 23rd Annual Scientific Symposium; November 7-11, 2011, San Francisco, California, USA.
7. Naik H, White AJ, Chakravarty T, Forrester J, Fontana G, Kar S, et al. A meta-analysis of 3,773 patients treated with percutaneous coronary intervention or surgery for unprotected left main coronary artery stenosis. *JACC Cardiovasc Interv* 2009;2:739-47.
8. Kjaergard HK, Nielsen PH, Andreasen JJ, Steinbrüchel D, Andersen LI, Rasmussen K, et al. Coronary artery bypass grafting within the first year after treatment of large acute myocardial infarctions with angioplasty or fibrinolysis. *Scand Cardiovasc J* 2006;40:25-8.
9. Lee JH, Murrell HK, Strony J, Cmolik B, Nair R, Lesnefsky E, et al. Risk analysis of coronary bypass surgery after acute myocardial infarction. *Surgery* 1997;122:675-80.
10. Alexiou K, Kappert U, Staroske A, Joskowiak D, Wilbring M, Matschke K, et al. Coronary surgery for acute coronary syndrome: which determinants of outcome remain? *Clin Res Cardiol* 2008;97:601-8.
11. Walsh SR, Bhutta H, Tang TY, Nunn DL, Armon MP, Clarke JM, et al. Anaesthetic specialisation leads to improved early- and medium-term survival following major vascular surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010;39:719-25.
12. Motallebzadeh R, Bland JM, Markus HS, Kaski JC, Jahangiri M. Neurocognitive function and cerebral emboli: randomized study of on-pump versus off-pump coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2007;83:475-82.
13. Shroyer AL, Grover FL, Hattler B, Collins JF, McDonald GO, Kozora E, et al. On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2009;361:1827-37.
14. Hannan EL, Wu C, Smith CR, Higgins RS, Carlson RE, Culliford AT, et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass graft surgery: differences in short-term outcomes and in long-term mortality and need for subsequent revascularization. *Circulation* 2007;116:1145-52.
15. Møller CH, Penninga L, Wetterslev J, Steinbrüchel DA, Gluud C. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting for ischaemic heart disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;3:CD007224.
16. Misfeld M, Potger K, Ross DE, McMillan D, Brady PW, Marshman D, et al. "Aortic" off-pump coronary artery bypass grafting significantly reduces neurological complications compared to off-pump and conventional

- on-pump surgery with aortic manipulation. *Thorac Cardiovasc Surg* 2010;58:408-14.
17. Sharma GV, Khuri SF, Josa M, Folland ED, Parisi AF. The effect of antiplatelet therapy on saphenous vein coronary artery bypass graft patency. *Circulation* 1983;68:II218-21.
 18. Society of Thoracic Surgeons Blood Conservation Guideline Task Force, Ferraris VA, Brown JR, Despotis GJ, Hammon JW, Reece TB, Saha SP, et al. 2011 update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists blood conservation clinical practice guidelines. *Ann Thorac Surg* 2011;91:944-82.
 19. Kulik A, Brookhart MA, Levin R, Ruel M, Solomon DH, Choudhry NK. Impact of statin use on outcomes after coronary artery bypass graft surgery. *Circulation* 2008;118:1785-92.
 20. European Heart Rhythm Association; European Association for Cardio-Thoracic Surgery, Camm AJ, Kirchhof P, Lip GY, Schotten U, Savelieva I, Ernst S, et al. Guidelines for the management of atrial fibrillation: the Task Force for the Management of Atrial Fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2010;31:2369-429.
 21. Resano FG, Kapetanakis EI, Hill PC, Haile E, Corso PJ. Clinical outcomes of low-risk patients undergoing beating-heart surgery with or without pulmonary artery catheterization. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2006;20:300-6.
 22. Okur FF, Uyar IS, Evrengul H, Sahin V, Akpınar B, Abacılar F, et al. Results of coronary artery bypass grafting with coronary endarterectomy. *Turk Gogus Kalp Dama* 2012;20:1-7.
 23. Alderman EL, Fisher LD, Litwin P, Kaiser GC, Myers WO, Maynard C, et al. Results of coronary artery surgery in patients with poor left ventricular function (CASS). *Circulation* 1983;68:785-95.
 24. Velazquez EJ, Lee KL, DeJa MA, Jain A, Sopko G, Marchenko A, et al. Coronary-artery bypass surgery in patients with left ventricular dysfunction. *N Engl J Med* 2011;364:1607-16.
 25. Bonow RO, Maurer G, Lee KL, Holly TA, Binkley PF, Desvigne-Nickens P, et al. Myocardial viability and survival in ischemic left ventricular dysfunction. *N Engl J Med* 2011;364:1617-25.
 26. Allman KC, Shaw LJ, Hachamovitch R, Udelson JE. Myocardial viability testing and impact of revascularization on prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1151-8.
 27. Shahian DM, O'Brien SM, Sheng S, Grover FL, Mayer JE, Jacobs JP, et al. Predictors of long-term survival after coronary artery bypass grafting surgery: results from the Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database (the ASCERT study). *Circulation* 2012;125:1491-500.
 28. BARI 2D Study Group, Frye RL, August P, Brooks MM, Hardison RM, Kelsey SF, et al. A randomized trial of therapies for type 2 diabetes and coronary artery disease. *N Engl J Med* 2009;360:2503-15.
 29. Kapur A, Hall RJ, Malik IS, Qureshi AC, Butts J, de Belder M, et al. Randomized comparison of percutaneous coronary intervention with coronary artery bypass grafting in diabetic patients. 1-year results of the CARDia (Coronary Artery Revascularization in Diabetes) trial. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:432-40.
 30. Farkouh ME, Domanski M, Sleeper LA, Siami FS, Dangas G, Mack M, et al. Strategies for multivessel revascularization in patients with diabetes. *N Engl J Med* 2012;367:2375-84.