

## OLGU SUNUMU – CASE REPORT

**FEMUR FRAKTÜRLÜ SOL VENTRİKÜL DESTEK CİHAZLI HASTADA ANESTEZİ YÖNETİMİ****ANESTHETIC MANAGEMENT OF A PATIENT WITH A FEMUR FRACTURE AND VENTRICULAR ASSIST DEVICE****Nezih SERTÖZ, Cengiz ŞAHUTOĞLU, Esin BAŞ, Semra KARAMAN, Fatma Zekiye AŞKAR****Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı**

Ege University Faculty of Medicine Department of Anesthesiology and Reanimation, Turkey

\* Bu olgu Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneğinin 2012 Ulusal Kongresi'nde poster olarak sunulmuştur

**ÖZET**

Mekanik kalp desteği, hemodinamik bozukluğu, kronik konjestif kalp yetmezliği olan hastalarda tıbbi tedaviye bir alternatiftir. Mekanik ventrikül destek cihazları; bozulmuş ventrikül fonksiyonunu destekleyerek yeterli kardiyak debi sağlarlar ve uç organ fonksiyonlarının düzelmesine yardımcı olurlar. Bu cihazların miyokardit gelişen veya miyokard fonksiyonları olmayan kalp transplantasyonuna aday son dönem kardiyomiyopati hastalarda miyokard fonksiyonunu artırması beklenir. Bu olguda 67 yaşında femur fraktürü gelişen ve kalp tranplant adayı olan, dilate kardiyomiyopatisi nedeniyle pulsatil olmayan sol ventrikül destek cihazı uygulanan hastamızda uyguladığımız non kardiyak anestezi uygulamamızı sunmayı amaçladık. Kanama diyatezi ve pulsatil olmayan ventrikül cihazı olması nedeniyle hastamıza radyal arter kateteri, juguler santral venöz kateter ve analjezi amacıyla femoral sinir bloğu ile lateral femoral kutanöz sinir bloğu ultrasonografi rehberliğinde uygulandı.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Kalp destek cihazları; Femoral boyun kırıkları; Anestezi, Genel; Ultrasonografi**SUMMARY**

Mechanical cardiac support is an alternative to medical treatment in hemodynamic disturbances in patients with chronic congestive heart failure. Mechanical ventricular assist devices are used to provide support for impaired ventricular functions and they help to regulate end-organ functions by providing sufficient cardiac output. Ventricular assist devices are used to improve myocardial functions of patients with myocarditis, or they are used for patients who are candidates for cardiac transplantation whose myocardial functions are not expected to improve such as patients with end-stage cardiomyopathy.

In this case, we present the anesthetic management of a 67-year-old patient with a left ventricular assist device who was a candidate for cardiac transplantation because of dilated cardiomyopathy and who underwent noncardiac surgery due to femur fracture. As the patient had a non-pulsatile ventricular assist device and bleeding diathesis, a radial artery catheter and a jugular central venous catheter were placed with ultrasound guidance. Besides, femoral nerve block and lateral femoral cutaneous nerve block were performed with ultrasound guidance for intraoperative and postoperative analgesia.

**KEY WORDS:** Heart-Assist Devices; Femoral Neck Fractures; Anesthesia, General; Ultrasonography**GİRİŞ**

Mekaniksel kardiyak destek, akut kalp yetmezliğine bağlı hemodinamik bozukluklarda ve kronik konjesif kalp yetmezlikli hastalarda medikal tedaviye alternatif bir yöntemdir. Bu cihazlar hasarlı ventrikülün fonksiyonlarına destek sağlayarak yeterli kardiyak debinin oluşmasına ve son organ fonksiyonlarının düzenlenmesine yardımcı olurlar (1, 2). Miyokardit gibi miyokard fonksiyonlarında düzelme beklentisi olan hastalara veya son dönem kardiyomiyopati gibi miyokard fonksiyonla-

rında düzelme beklenmeyen kalp transplantasyon adaylarına uygulanır (3).

Amerika Birleşik Devletleri'nde kalp transplantasyonu bekleyen kişi sayısı 10000'in üzerinde olmasına rağmen her yıl sadece 2200 kişiye nakil uygulanabilmektedir (4). Bu durum transplanta zaman kazandırdıklarından ventrikül destek cihazlarının popüleritesinin artmasına neden olmuştur.

Biz bu olgu sunumu ile dilate kardiyomiyopatisi ne-

Çıkar çatışması/Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir./ Authors do not report any conflict of interest.

Geliş tarihi/Received: 21/04/2013

Kabul tarihi/Accepted: 21/06/2013

**Yazışma Adresi (Correspondence):****Dr. Cengiz Şahutoğlu**, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı 35100 Bornova/İzmir  
**e-posta (e-mail):** csahutoglu@yahoo.com

deniyle kalp transplantasyonu adayı olan, sol ventrikül destek cihazlı, femur fraktürü nedeniyle nonkardiyak cerrahi uygulanması planlanan hastanın anestezi yönetimini sunmayı amaçladık.

### OLGU

Kalp transplantasyonu adayı, sol ventrikül destek cihazlı (LVAD), 67 yaşında, ASA IV (80 kilogram, 172 santimetre) erkek hastaya sağ femur başı fraktürü nedeniyle elektif parsiyel endoprotez operasyonu planlandı. Özgeçmişinde bir yıl önce miyokard infarktüsüne sekonder dilate kardiyomiyopati gelişmesi üzerine sol ventrikül destek cihazı (Heartware, USA) uygulanmıştı. Ayrıca bilinen hipertansiyon, Ailesel Akdeniz Ateşi tanısı mevcuttu. Hastanın fizik muayenesinde bilinci açık, koopere ve oryante idi. Solunum sistemi muayenesinde her iki akciğer solunuma eşit katılıyordu, ancak solunum sesleri kaba ve yer yer krepitan ralleri mevcuttu. Akciğer grafisinde ise enfeksiyon odağına rastlanmadı. Preoperatif yapılan ekokardiyografisinde (EKO) sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (LVEF) <%10, sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (RVEF) %35, aort kapaklarının açılmadığı saptandı. Herhangi bir kalp boşluğunda trombüs izlenmedi. Karvedilol 12,5 miligram, warfarin 12,5 miligram, dipiridamol 75 miligram, kolşisin 0.5 miligram oral ilaç kullanımı mevcuttu. Operasyondan 4 gün öncesinde warfarin kesilerek düşük molükül ağırlıklı heparine geçildi. Operasyon öncesi rutinlerinde Hb: 11,4 gr dl<sup>-1</sup>; Hct: % 37,6; Plt:378000 mm<sup>-3</sup>; aPTZ: 42,9 sn; PZ: 23,6 sn; INR: 2,1 olarak tespit edildi. Bu nedenle 2 ünite taze donmuş plazma replasmanı uygulandı. Oksijensiz arteriyel kan gazı analizinde ise pH: 7,40; PaCO<sub>2</sub>: 31 mmHg; PaO<sub>2</sub>: 63 mmHg; SaO<sub>2</sub>: %91 olarak saptandı.

Hastaya operasyonla ilgili bilgilendirme yapıldı ve yazılı onamı alındı. İntravenöz 1 miligram midazolam premedikasyonu ile operasyon salonuna alındı. 18 gauge periferik damar yolu açıldı ve elektrokardiyografi ile monitörize edildi. Sağ radyal arter kanülasyonu ve 7 french sağ vena jugularis interna kanülasyonu hastada nonpulsatil ventrikül destek cihazı olması ve kanama diyatez bozukluğu nedeniyle ultrasonografi (USG) (My-lab One, Esaote, İtalya) eşliğinde uygulandı. Postoperatif analjezi amacıyla yine USG eşliğinde femoral sinir bloğu (%0.25 levobupivakain 20 mililitre) ve lateral femoral kutanöz sinir bloğu (%0.25 levobupivakain 10 mililitre) induksiyon öncesi uygulandı ve herhangi bir komplikasyonla karşılaşmadı. Bispektral indeks (A-2000 BIS monitor; Aspect Medical Systems, Newton, MA, ABD), Train-of-Four cihazı (TOF-Watch; Organon Ireland Ltd., Dublin, İrlanda), ventrikül destek cihaz

konsol (HeartWare Ventricular Assist Device; HeartWare International Ltd., Framingham, MA) monitörizasyonu da uygulandı. Operasyona girişteki arteriyel kan basıncı 90/65 mmHg, kalp hızı 78 dk<sup>-1</sup>, santral venöz basıncı 6 mmHg olan hastaya; 500 mililitre kristaloid verildi. Genel anestezi induksiyonu 2 mg midazolam, 50 mg ketamin, 100 µg fentanil, 50 mg rokuronyum ile sağlandı ve krikoid bası uygulanarak hızlı orotrakeal entübe edildi. Entübasyon sonrası ortalama arter basıncı 50 mmHg'a düşen hastada kardiyak debi değeri 2,3 Litre dk<sup>-1</sup> olarak not edildi. Sıvı açığı ve anesteziklerin kardiyak depresif etkileri düşünülerek 500 mililitre jelatin yüklemesi yapıldı ve dobutamin (7,5 µg kg<sup>-1</sup>dk<sup>-1</sup>), noradrenalin (0,1 µg kg<sup>-1</sup>dk<sup>-1</sup>) infüzyonu başlandı. Sıvı ve inotrop desteği sonrası sistemik ortalama arteriyel kan basıncı değerleri operasyon boyunca 70 mmHg üstünde, santral venöz basıncı 5-10 mmHg ve kardiyak debi 3,5-5,5 litre dk<sup>-1</sup> olacak şekilde izlendi. Anestezi idamesinde %50 oksijen, %50 hava ve BIS değerleri 40-60 arasında olacak şekilde propofol infüzyonu (80 mg saat<sup>-1</sup>) ve sevofluran (0,5-1 MAC) kullanıldı. Operasyon başlangıcında alınan arteriyel kan gazı analizinde pH: 7,28; PaCO<sub>2</sub>: 31,2 mmHg; PaO<sub>2</sub>: 142 mmHg; SaO<sub>2</sub>: %98 olarak saptandı ve daha sonraki kontrollerinde anormallik saptanmadı. Operasyon boyunca 1000 mililitre kristaloid, 500 mililitre kolloid replasmanı uygulandı ve inotropları titre edilerek kesildi. Operasyon süresince toplam 450 mililitre kan kaybı gözlemlendi ve kan transfüzyon gereksinimi olmadı. 75 dakikalık operasyonun bitiminde hastaya uygulanan TOF-Watch analizinde %75 nöromusküler blokaj saptanması üzerine 2 mg kg<sup>-1</sup> sugammadex uygulandı ve hasta 5 dakika sonra ekstübe edildi. Spontan solunumda 5 lt dk<sup>-1</sup> oksijen desteğinde kalp ve damar cerrahisi yoğun bakım ünitesine devredildi.

Yoğun bakımda arteriyel kan basınçları 110-100/90-70 mmHg arasında seyreden hastanın postoperatif kontrolünde Hb: 10,6 gr dl<sup>-1</sup>; Hct: %34,8; Plt: 337000 mm<sup>-3</sup>; aPTZ: 34,3 sn; PZ: 18,9 sn olarak tespit edildi ve postoperatif 12. saatte enoksaparin sodyum 60 mg subkutanöz uygulandı. Postoperatif transtorasik ekokardiyografi kontrolünde kanüllerin yerinde ve fonksiyone olduğu, aort kapağının açılmadığı, EF'de değişiklik olmadığı ve kalp boşluklarında trombüs olmadığı saptandı. Postoperatif 24. saatte toplam 1450 mililitre hemorajik drenaj olması üzerine kontrol hemogramda Hb: 7,4 gr dl<sup>-1</sup>; Hct: %23,8, Plt:246000 mm<sup>-3</sup>, aPTZ: süresiz, PZ: 31,1sn olarak tespit edildi. Enoksaparin sodyuma ara verilerek 3 ünite eritrosit süspansiyonu, 3 ünite taze donmuş plazma, 6 ünite random trombosit transfüzyonu yapıldı. Transfüzyon sonrası Hb: 8,4 gr dl<sup>-1</sup>, Hct: %26,3, Plt: 262000 mm<sup>-3</sup>; aPTZ: 34,6 sn; PZ: 17,7 sn olarak saptan-

dı. Postoperatif 48. saatte antikoagülan tedavisi warfarin 5 mg tablet, asetilsalisilik asit 100 mg tablet ve enoksaparin 40 mg subkutanöz olacak şekilde tekrar başlanarak servis izlemine alındı.

### TARTIŞMA

Mekanik ventriküler cihaz taşıyan hasta anestezi planı oluşturulmadan önce kardiyolog veya kardiyovasküler cerrah ile konsülte edilmelidir. Anestezik yaklaşım genellikle aynı olmakla birlikte cihazla ilişkili birkaç farklı husus olabilmektedir (5). Bizim hastamızda olduğu gibi LVAD cihazının non-pulsatil olması nedeniyle noninvaziv tansiyon ölçümü ve nabız oksimetri kullanılmadı. Bu nedenle arter ve santral venöz kanülasyonu kanama riski göz önüne alınarak USG eşliğinde yapıldı. Santral venöz kateter monitörizasyonu cerrahi kan kaybı beklenen hastalarda sıvı durumunun ve sağ ventrikülün değerlendirilmesi, vazoaaktif ajanların direkt kalbe ulaşması açısından önemlidir (6). Pulmoner arter kateteri ise pulmoner hipertansiyon olan hastalarda uygulanabilir. Fakat sağ VAD olan hastalarda uygulanması mümkün değildir. Transözofageal EKO ise VAD hastalarında mutlaka uygulanmalıdır (2). Bizim hastamızda pulmoner hipertansiyon olmaması nedeniyle pulmoner arter kateteri endikasyonu konulmadı. EKO ise operasyon girişinde ve çıkışında uygulanmasına rağmen intraoperatif dönemde RVEF'nin %35 düzeyinde olması, pulmoner hipertansiyon olmaması ve kapak yetmezliklerinin olmaması nedeniyle gerek görülmedi. Fakat santral venöz basıncı volüm yükünü doğru değerlendirmede bize yeterince bilgi sağlamadığından EKO kullanımı akılcı bir yöntem olabilirdi. Sathishkumar ve ark. laparoskopik ileo-kolektomi uygulanan VAD'li hastada intraoperatif transözofageal EKO kullanarak transtorasik EKO ile saptanmayan atriyal septal defekti ve iki yönlü şanti belirleyebilmişlerdir (7). Oksijenasyon durumunu değerlendirmek için ise seri kan gazı analizi yapıldı. Beyin oksijenasyonunu değerlendirmek içinse near infrared spektroskopisi (NIRS) kullanımı düşünülebilir.

VAD hastaları çok sınırlı kardiyak rezerve sahiptirler. Bu nedenle kalbin ön yükündeki ani değişiklikler, pulmoner veya sistemik vasküler rezistansta artış, miyokardiyal kasılmada ve kalp hızındaki değişiklikler hemodinamik yetmezliğe neden olabilir. Genellikle kontraktileti artırmak ve ard yükü azaltmak için anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitörü, fosfodiesteraz inhibitörü, dobutamin ve noradrenalin gibi ajanlara ihtiyaç duyarlar (2, 3).

Nonkardiyak cerrahi geçirecek ventrikül destek cihazlı hastalarda antikoagülasyon desteği nedeniyle santral bloklar (spinal veya epidural) veya derin periferik

bloklar (Lumbal pleksus bloğu veya siyatik blok) kontrendikedir. Bu nedenle rejyonal bloklar yerine genel anestezi tercih edildi. Genel anestezide intravenöz anestezi (propofol) ile inhalasyon anestezisi (sevofluran) kombine edilerek daha dengeli anestezi sağlandı. Propofol infüzyonuna ise hasta hemodinamik açıdan stabil hale geldikten sonra başlandı.

Cihaz kanülleri preperitoneal yerleşimli olmasından dolayı hastalar tok kabul edilerek krioid bası uygulanmalı ve hızlı bir indüksiyon yapılmalıdır. İndüksiyonda sağ ventrikül hassasiyeti göz önüne alınarak kalp kontraktilesini minimal azaltan ajanlar tercih edilmelidir. Ventrikül kontraktilesi yetersiz ise sıvı, inotropik ve vazoaaktif ajanlarla desteklenmelidir. Sağ ventrikül ard yükünü azaltmak için fosfodiesteraz III inhibitörleri veya inhale nitrik oksit gibi pulmoner vazodilatatörler ve sağ ventrikül debisini arttırmak için dobutamin gibi inotropik ajanlarla desteklenebilir. Noradrenalin gibi adrenerjik agonistler ise sistolik fonksiyonları ve sağ ventrikül perfüzyon basıncını artırarak destek olur (6). VAD cihazlarının monitör konsoluyula kardiyak debi monitörize edilir. Bu hastalarda kardiyak debi 4-6 litre dk<sup>-1</sup> arasında, ortalama arter basıncı ise 70 mmHg üzerinde tutulmalıdır (2, 8). Pozitif basınçlı ventilasyon venöz dönüşte azalmaya neden olmasından dolayı oksijenasyon ve ventilasyonu sağlayan en düşük tidal volüm ve PEEP tercih edilmelidir. Hasta pozisyonu olarak ters trendelenburg pozisyonu venöz dönüşte ve kardiyak debide azalmaya, tek akciğer ventilasyonunda lateral pozisyon sağ ventrikül performansını kısıtlayıp hipoksi ve hiperkarbiye neden olmasından dolayı tercih edilmez (6).

Bizim hastamızda indüksiyon sonrası hipotansiyon gelişti, sıvı yüklemesi yapılmasına rağmen inotrop kullanımını gerektirdi. Bunun için daha az taşikardi yapan ve sağ ventrikülü destekleyen ajanlar dobutamin ve noradrenalin kullanıldı. İnotrop desteği intraoperatif dönemde kesilebildi. Gelişen hipotansiyon venöz dönüşte geçici azalmaya, volüm azlığına ve indüksiyon ajanlarının miyokard depresif etkilerine bağlandı. Preoperatif dönemde sekresyonlarında artış olması ve kardiyak etkiler göz önünde tutularak deküritasyonda rokuronyumun antidotu olan sugammadeks kullanıldı. Böylelikle hem antikolinergiklerin hem de parasempatomimetiklerin kalp ve akciğer üzerindeki yan etkilerinden kaçınıldı. Hastaya operasyon için sol hemilateral pozisyonu verildi ve bunu iyi tolere etti. Ventilatörde 4 PEEP, 7 ml kg<sup>-1</sup> tidal volüm ve hacim kontrol modunda izlendi ve bu desteklerde herhangi bir sorun yaşanmadı.

Hastaya analjezi amacıyla USG eşliğinde uygulanan periferik bloklar kaliteli bir analjezi sağlamış olup, ilk 24 saatte ek analjezik ihtiyacı olmadı. Postoperatif 24.

saatten sonra da günde 2 kez 50 mg deksketoprofen uygulanması analjezi amacıyla yeterli oldu. Hastanın anestezi için derin bloklar (Lumbal pleksus bloğu veya siyatik blok) kanama diyatezi olması nedeniyle düşünülmedi, analjezi amacıyla yüzeysel sinirlere (femoral sinir ve lateral femoral kutanöz sinir) blok uygulandı.

Ventrikül destek cihazlı hastaların genelinde antikoagülasyon gereklidir. Nonkardiyak cerrahi geçirecek hastalar için cerrahi kanama riski ile cihaz tromboemboli gelişme riski arasındaki denge iyi sağlanmalıdır (3). Oral antikoagülan kullanan hastalarda elektif bir cerrahi planlanıyorsa operasyondan önce warfarin kesilerek düşük molekül ağırlıklı heparin desteğinde operasyona hazırlanması önerilmektedir. Acil cerrahi gerektiren durumlarda ise taze donmuş plazma, trombosit ve eritrosit süspansiyonları kullanılarak hem kanama profilini düzenleme hem de olası aşırı kan kaybını yerine koyma ile hemodinamik stabilite sağlanmalıdır (1).

Goldstein ve ark. sekiz hastayı kapsayan serilerinde 12 cerrahi girişimin 9'unda genel anestezi, 2'sinde lokal anestezi ve birinde monitörize anestetik bakım uygulamışlardır. Bu operasyonların 4'ünde kan ve kan ürünü replasmanı gerekli olmuştur. Bu hastaların 5'inde hipotansiyon, birinde ise kanama gözlenmiştir. İnotrop desteği ise bir tanesinde sürekli olmak üzere 3 hastaya gerekmiştir. Erken dönem postoperatif mortaliteye rastlamamışlardır (9).

Stone ve ark. 8 hastayı içeren genel anestezi serisinde hastaların 5 tanesinin inotrop desteği ile operasyona alındığını ve 4 hastaya transfüzyon gereksinimi olduğunu bildirmişlerdir. Bu hastalardan bir tanesi postoperatif 48. saatte multiorgan yetmezliğinden eksitus olmuştur. Transfüzyon uygulanan hastalardan 3 tanesi entübe olarak yoğun bakıma alınmıştır (10).

Kartha ve ark. LVAD uygulanmış, laparoskopik kollektomi planlanan hastanın warfarin tedavisini 3 gün önceden kesip, heparin infüzyonuna başlamışlar. İn-vazif monitörizasyon için arter kanülasyonu yanında pulmoner arter kateterini de USG eşliğinde uygulamışlardır. İndüksiyon öncesi volüm replasmanı uyguladıklarını bildirdikleri olgu sunumlarında hipotansiyon ile karşılaşmamışlardır (11).

Ventrikül destek cihazları (VAD) ile hastaların hayatta kalma oranları arttığından cerrahi tedavi gerektiren nonkardiyak komplikasyonlarla daha sık karşılaşmaktadır. En sık görülen cihaza bağlı tromboembolik komplikasyonları önlemek için kullanılan antikoagülanlarla ilişkili kanamalar (1, 10, 12). Bizim hastamıza intraoperatif transfüzyon ihtiyacı olmadı fakat düşük molükül ağırlıklı heparin uygulaması sonrası ise hemodinamisini bozacak düzeyde kanaması oldu ve kan ürünü

replasmanı uygulandı. Düşük molükül ağırlıklı heparin uygulamasına 24 saat ara verildi ve hastada tromboz riski nedeniyle antikoagülan tedavisine tekrar başlandı. Bu nedenle VAD hastalarında kanama-tromboz dengesinin iyi ayarlanması komplikasyon oranlarını azaltacaktır.

## SONUÇ

Sınırlı kalp transplantasyonu nedeniyle VAD sayısında artış olması ile nonkardiyak cerrahi geçirecek hasta sayısında artış olacaktır. Bu hastaların anestezi yönetiminde yeterli monitörizasyon, hemodinamik stabilite ve cerrahi koagülasyon dengesinin sağlanması önemlidir. Doppler USG, EKO, NIRS gibi akılcı monitörizasyon tekniklerinin kullanımı ise anestezi uygulamamızın vazgeçilmez olmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Livi U, Guzzi G, Tursi V, et al. Laparoscopic approach for urgent abdominal surgery in patients with left ventricular assist devices. *J Cardiovasc Med* 2009; 10: 741-744.
2. El-Magharbel I. Ventricular assist devices and anesthesia. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2005; 9: 241-249.
3. Riha H, Netuka I, Kotulak T, Maly J, Pindak M, Sedlacek J, Lomova J. Anesthesia management of a patient with a ventricular assist device for noncardiac surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2010; 14: 29-31
4. Miller LW, Lietz K. Candidate selection for long-term left ventricular assist device therapy for refractory heart failure. *J Heart Lung Transplant* 2006; 25: 756-764.
5. Rose EA, Gelijns AC: Long-term use of a left ventricular assist device for end-stage heart failure. *N Engl J Med* 2001; 345: 1435-1443.
6. Ficke DJ, Lee J, Chaney MA, Bas H, Vidal-Melo MF, Stone ME. Noncardiac surgery in patients with a left ventricular assist device. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2010; 24: 1002-1009.
7. Sathishkumar S, Kodavatiganti R, Plummer S, High K. Perioperative management of a patient with an axial-flow rotary ventricular assist device for laparoscopic ileo-colectomy. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2012; 28: 101-105.
8. Slaughter MS, Pagani FD, Rogers JG, et al: Clinical management of continuous-flow left ventricular assist devices in advanced heart failure. *J Heart Lung Transplant* 2010; 29: 1-39.
9. Goldstein DJ, Mullis SL, Delphin ES, et al. Noncardiac surgery in long-term implantable left ventricular assist-device recipients. *Ann Surg* 1995; 222: 203-207.
10. Stone ME, Soong W, Krol M, Reich DL. The anesthetic considerations in patients with ventricular assist devices presenting for noncardiac surgery: a review of eight cases. *Anesth Analg* 2002; 95: 42-49.
11. Kartha V, Gomez W, Wu B, Tremper K. Laparoscopic cholecystectomy in a patient with an implantable left ventricular assist device. *Br J Anaesth* 2008; 100: 652-655.
12. Schmid C, Wilhelm M, Dietl KH, Schmidt C, Hammel D, Scheld HH. Noncardiac surgery in patients with left ventricular assist devices. *Surgery* 2001; 129: 440-444.