

Sternal Komplikasyonlar Açısından Risk Taşıyan Hastalarda Profilaktik 8-Figürü ve Robicsek Metodu Kombinasyonu

PROPHYLACTIC COMBINATION OF ROBICSEK METHOD AND THE FIGURE OF 8 IN PATIENTS WITH RISK FACTORS FOR STERNAL COMPLICATIONS

Dr. Zeynep BAŞTÜZEL EĞİLETEN,^a Dr. Doğan KAHRAMAN,^a
Dr. Sadık ERYILMAZ,^a Dr. Adnan UYSALEL,^a Dr. Ümit ÖZYURDA^a

^aKalp ve Damar Cerrahisi AD, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, ANKARA

Özet

Amaç: Kalp cerrahisinde median sternotomi, halen en sık kullanılan yöntemdir. Median sternotominin postoperatif komplikasyonları, sık rastlanmamasına rağmen, morbidite ve mortaliteyi artırdığı bilinmektedir. Komplikasyonlardan kaçınabilmek için iyi bir sternal fiksasyon şarttır. Biz bu çalışma ile Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyovasküler Cerrahi Anabilim Dalı'nda postoperatif dönemde sternal komplikasyon gelişme riski yüksek olan hastaların, sternumun Robicsek ve 8 figürü şeklinde kapatılmasını kombine ederek, komplikasyon gelişme riskini inceledik.

Gereç ve Yöntemler: Bu çalışmaya, Ocak 2000 ile Ocak 2002 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyovasküler Cerrahi Anabilim dalı'nda kalp cerrahisi geçiren, risk faktörleri olarak; obezite, diyabet, düşük kardiyak debi, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, ileri yaş, resternotomi, malnutrisyon, osteoporoz, daha önce göğüse radyoterapi uygulanması, immün yetmezlik, sternal travma gibi, postoperatif sternal komplikasyon için risk faktörleri taşıyan 30 hasta ve kontrol grubu olarak da yine aynı özelliklere sahip 30 hastayı dahil ettik. Çalışma grubundaki hastaların 8 (%26.6)'i erkek, 22 (%73.3)'si kadın ve yaş ortalaması 65.4 ± 6.4 (51-78) idi.

Teknik olarak, sternum, çalışma grubundaki hastalarda, Robicsek metodunun sternumun 8 figürü şeklinde kombine edilmesiyle kapatıldı. Bu teknikte öncelikle kostokondral bileşeler stabilize edildi. Bunun için öncelikle manubriumdan başlanarak ksifoide kadar paslanmaz çelik tel, bir kostokondral bileşenin üstünden, ardışık kostokondral bileşenin ise altından geçmek suretiyle bileşeler stabilize edildi. Bu işlem diğer taraf kostokondral bileşeler için de uygulandı. Daha sonra sternumun her iki kısmı 8 figürü şeklinde kapatıldı. Bu işlem için ise bir tarafın kostokondral aralığından girildikten sonra karşı tarafın bir alt kostokondral bileşesinden çıktı; aynı tel ile diğer tarafın kostokondral bileşesinden geçilerek diğer tarafın bir üst kostokondral bileşesinden çıktı ve 2 tel ucu aynı düzlemde yer almış oldu. İşleme bir kostokondral bileşeye atlanarak ksifoide kadar devam edildi.

Bu teknik ile kapatılan hastalar, postoperatif dönemde sternal enfeksiyon, mediastinit, sternumun ayrılması gibi komplikasyonlar yönünden takip edildi. Ayrıca bu hastalarda kapatma işleminin operasyon süresine ve postoperatif kanamaya etkisi incelendi.

Bulgular: Çalışmaya alınan ve sternal komplikasyon için belirgin risk faktörü içeren, sternumları yukarıda anlatılan teknik ile kapatılan hastalardan biri hariç, hiçbirinde postoperatif dönemde sternal komplikasyon gelişmedi. Ayrıca bu teknik ile ameliyat sürelerinde ve kanama miktarında anlamlı bir artış olmadığı da görüldü.

Sonuç: Çalışma grubundaki hastalarda uygulanan Robicsek ve 8-figürü kombinasyonunun sternal kemik üzerindeki stresi azalttığı ve optimum sternum stabilizasyonu sağladığı, postoperatif morbidite ve mortaliteyi azalttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sternum, postoperatif komplikasyonlar, toraks cerrahisi

Türkiye Klinikleri J Med Sci 2006, 26:51-55

Geliş Tarihi/Received: 25.01.2005

Kabul Tarihi/Accepted: 28.10.2005

Yazışma Adresi/Correspondence: Dr. Doğan KAHRAMAN
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Kalp ve Damar Cerrahisi AD,
06100, Cebeci, ANKARA

Copyright © 2006 by Türkiye Klinikleri

Türkiye Klinikleri J Med Sci 2006, 26

Abstract

Objective: Median sternotomy is still the most popular method in cardiac surgery. Although it is uncommon, postoperative complications of the sternotomy incision, additively increases morbidity and mortality. To avoid postoperative complications, optimal sternal fixation is necessary. For this reason, we primarily combined the figure of eight and the Robicsek method in patients with risk factors.

Material and Methods: This study includes patients who had undergone cardiac surgery between January 2000 and January 2002 in Ankara University Faculty of Medicine, Department of Cardiovascular Surgery. The risk factors in the study group comprising 30 patients were as follows: Obesity, low cardiac output syndrome, diabetes mellitus, chronic obstructive pulmonary disease, old age, resternotomy, malnutrition, osteoporosis, previous radiotherapy to chest region, immunodeficiency, sternal trauma. Similar risk factors were present in the control group consisting of 30 patients. Demographic distribution of the control group was 8 (26.6%) male and 22 (73.3%) female patients with a mean age of 65.4 ± 6.4 (51-78)

Technically, we combined the Robicsek method and the figure of eight. First, we stabilized costochondral junctions with stainless steel wire starting from the manubrium extending to the xyphoid process. This was achieved by passing the wire through the intercostal spaces anteriorly and posteriorly in an alternating sequence up to the xyphoid process. The same wire was reversed to pass through the intercostal spaces in the reverse direction from the xyphoid process up to the manubrium. Free ends of the wire on the anterior plane of the manubrium were twisted. The same fixation process was performed at the other edge of the sternum. Figure of eight was used to close the sternotomy incision but wires were passed lateral to the fixating wires of Robicsek.

Patients closed with our technique were followed-up for complications such as infection, separation and mediastinitis. Besides, the effect of this technique on the operation time and bleeding were investigated.

Results: We did not encounter any sternal complication in the study group except for one patient. There was no significant difference with regard to postoperative bleeding and operation time between the study group and the control group.

Conclusion: We suggest that this technique reduces stress on the sternum, optimizes sternal fixation and reduces morbidity and mortality in patients with risk factors.

Key Words: Sternum, postoperative complications, thoracic surgery

Kalp cerrahisindeki gelişmelere paralel olarak ameliyat prosedürlerinin çeşitliliğinin artması ve alternatif yöntemlerin geliştirilmesine rağmen median sternotomi halen en sık kullanılan yöntemdir. Sternotominin genel

prensiplere uygun yapılması ve özellikle 'bone-wax' gibi materyallerin kullanılmaması postoperatif dönemde sternum kaynaklı problemleri en aza indirmektedir.

Sternum kaynaklı problemler, hastanede yatış süresini uzatıp başta enfeksiyon olmak üzere morbidite ve mortaliteyi arttırabilmektedir. Sternal problemler sadece sternotomi insizyon hattının hareket etmesi (sternum dehissensi) biçiminde olabileceği gibi, yüzeysel sternum enfeksiyonu, osteomyelit, kostokondrit veya mediastinit ile de sonuçlanabilir. Çeşitli yayınlarda bu komplikasyon oranları %0.7-1.9 arasında bildirilmiştir.^{1,2} Ancak mediastinit gibi ciddi bir komplikasyon durumunda mortalite oranları %19-39 arasında bildirilmiştir.¹⁻³

Sternal komplikasyonlar için risk faktörleri olarak ileri yaş, diyabet, düşük kalp debisi sendromu, obezite, resternotomi, malnutrisyon, osteoporozis, sepsis, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA), sternal travma, immün yetmezlik ve daha önceden göğüse radyoterapi uygulamaları gibi faktörler öne sürülmüştür. Bu grup içinde gelişebilecek sternal problemler hastanın hayatını tehdit edici boyutta olabilmektedir.

Bu çalışmayla, sternal komplikasyonlar açısından risk faktörlerini taşıyan hastalarda profilaktik olarak sternal kesinin Robicsek yöntemi ve 8 figürü şeklinde kapatma yöntemini kombine ederek sternal komplikasyonların gelişimini önlemeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntemler

Bu çalışmaya, Ocak 2000 ile Ocak 2002 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyovasküler Cerrahi Anabilim Dalı'nda açık kalp ameliyatı uygulanan ve obezite, diyabet, KOAH, ileri yaş, düşük kalp debisi sendromu, resternotomi, malnutrisyon, immün yetmezlik, osteoporoz, daha önce göğüse radyoterapi alma, sternal travma gibi postoperatif sternal komplikasyon için risk faktörlerini taşıyan 30 hasta (1. grup: Çalışma grubu) ve median sternotomi yapılan aynı risklerini taşıyan 30 hasta (2. grup: Kontrol grubu) dahil edildi. Etik kurul onayı alındıktan sonra çalışmaya dahil olan hastaların tamamı yüz yüze görüşme ile bilgilendirildi ve imzaları alındı. Çalı-

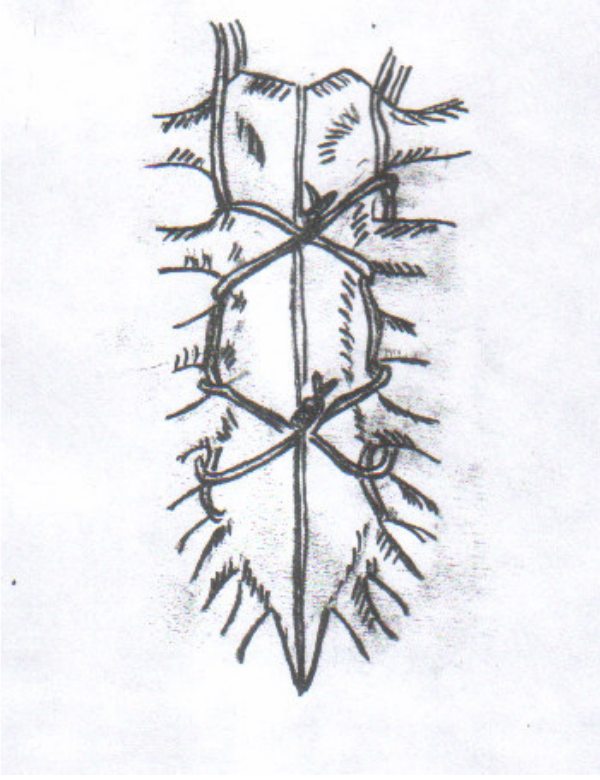
şma grubundaki hastaların 8 (%26.6)'i erkek, 22 (%73.3)'si kadındı. Kontrol grubunda ise hastaların 21'i kadın (%70), 9'u erkekti (%30). Çalışma grubunda yaş ortalaması 65.4 ± 6.4 (51-78), kontrol grubunda ise 61 ± 6.7 (46-78) (Tablo 1).

Teknik olarak, çalışma grubundaki hastalarda, sternal insizyon Robicsek metodunun 8 figürü şeklinde kombine edilmesiyle kapatıldı (Şekil 1). Bu uygulama için öncelikle kostokondral bileşkeleler stabilize edildi. Bunun için tel dikişle manibriumdan ksifoide doğru bir kostakondral bileşkenin üstünden, ardışık kostakondral bileşkenin ise altından geçmek sureti ile bileşkeleler stabilize edildi. Tel dikiş öncelikle manibriumun anterior yüzeyinden mediastinal yüzeye doğru geçildi. Daha sonra Luis açısının kaudal kısmındaki ilk interkostal aralıktan geçilerek anterior yüzeye; bir sonraki interkostal aralıktan geçilerek ise tekrar posterior yüzeye geçildi. Tel dikişle ardışık sıra geçişler ksifoide kadar tekrarlandı. Aynı tel dikişle geriye dönülerek her interkostal aralıktan bir önceki geçişin zıt yönünde geçildi. Manibriumun anterior yüzeyinde tel dikişin serbest uçları kendi etrafında döndürülerek stabilize edildi. Aynı işlem sternumun diğer tarafındaki kostokondral bileşkelelerin stabilizasyonu için de tekrarlandı (Şekil 1).

Kontrol grubundaki hastalarda, sternotomi insizyonunun kapatılması için sadece 8 figürü kullanıldı. Bu işlem için bir tarafın kostokondral aralığından sternumun anterior yüzeyinden mediastinal yüzeye doğru geçildi. Aynı dikişle diğer tarafın kaudalindeki kostokondral bileşkeden sternumun mediastinal yüzeyinden anterior yüzeyine doğru geçildi. Tel dikiş aynı seviyedeki diğer taraf

Tablo 1. Risk faktörleri taşıyan hastaların dağılımı.

	Çalışma grubu	Kontrol grubu	
Cinsiyet	22 K, 8 E	21 K, 9 E	p: 0.774
Yaş ortalaması	65.4 ± 6.4 (51-78)	61 ± 6.7 (46-78)	p: 0.488
KOAH	13 (%43.3)	11 (%36.6)	p: 0.791
DM	8 (%26.6)	10 (%33.3)	p: 0.260
Radyoterapi	1 (%3.3)	2 (%6.6)	p: 0.554
Re-sternotomi	2 (%6.6)	1 (%3.3)	p: 0.554
Morbid obezite	1 (%3.3)	1 (%3.3)	p: 1.000
İleri yaş	5 (%16.6)	4 (%13.3)	p: 0.488



Şekil 1. Robicsek ve 8 figürü kombinasyonu.

kostokondral bileşkeden geçilerek sternumun mediastinal yüzeyine ve tekrar diğer taraf kranial kısımda kalan kostokondral aralıktan geçilerek anterior yüzeye çıkıldı. Sekiz figürü şeklinde geçişlere ksifoidin alt ucuna kadar devam edildi. Sternumun anterior yüzeyinde kalan serbest uçlar 8 figürünü tamamlayacak şekilde kendi etrafında döndürülerek sabitleştirildi (Şekil 2).

Peroperatif olarak, sternumun 8 figürü ile kombine Robicsek yöntemiyle kapatılmasının operasyon süresine etkisi incelendi. Postoperatif dönemde ise hastalar sternal komplikasyonlar ve hastanede kalış süresi açısından incelendi.

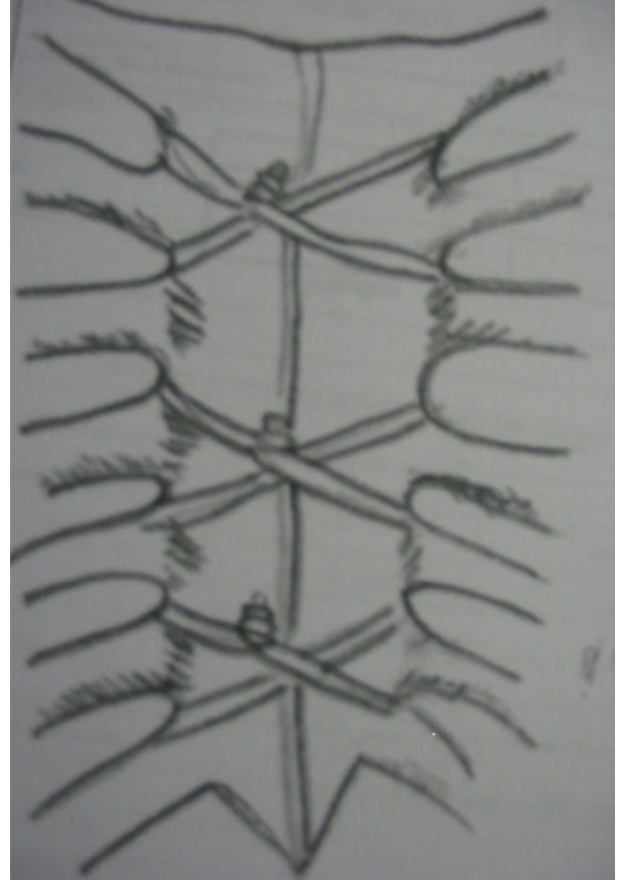
Bulgular

Risk faktörleri taşıyan hastaların demografik dağılımı; 13 (%43.3) hasta KOAH, 8 (%26.6) hasta diyabet, 1 hasta (%3.3) Hodgkins lenfoması nedeniyle radyoterapi görmüş, 2 hasta (%6.6) daha önce sternotomi geçirmiş ve bir hasta (%3.3) da morbid obezdi. Diğer 5 hastada (%16.6) 8. dekada bulunan hastalardı. Hastaların 21

(%70)'ine koroner arter cerrahisi, 2 hastaya (%6.6) aort kapak replasmanı, 4 hastaya (%13.3) re-do mitral kapak replasmanı, 3 hastaya (%10) koroner bypass ve mitral kapak replasmanı uygulandı. Kontrol grubundaki hastalardan 23 (%76.6)'üne koroner arter cerrahisi, 2 hastaya (%6.6) aort kapak replasmanı, 4 hastaya (%13.3) mitral kapak replasmanı ve 1 hastaya (%3.3) mitral kapak replasmanı ile birlikte triküspid DeVega ameliyatları uygulandı (Tablo 1).

Hastaların operasyon süreleri açısından değerlendirilmesinde operasyon süresinin yapılan ameliyatın niteliğine göre bu tekniği kullandığımız hastalarda anlamlı bir artış saptanmadı (çalışma grubu: 3.8 ± 0.9 saat; kontrol grubu 3.6 ± 1 saat, $p: 0.052$).

Postoperatif dönem yoğun bakım takibinde hastaların hemodinamik takiplerinde ve drenaj açısından diğer hastalara oranla anlamlı bir fark görülmedi (çalışma grubu; 690 ± 75 ml/24 saat,



Şekil 2. 8 figürü ile kapatılan sternum.

kontrol grubu; 650 ± 75 ml/24 saat, p: 0.354). KOAH olan 13 hastada beklenen şekilde ekstübasyon süresinin uzadığı görüldü. Hodgkin lenfomalı hasta postoperatif 4. günde ciddi nefes darlığı taşıkardi ve genel durumda kötüleşme nedeniyle yoğun bakım ünitesine alındı. Hemodinamik instabilitenin ve takipnenin artması nedeniyle hasta reentübe edildi. Ekokardiyografiyle perikardiyal tamponad tespit edilen hasta revizyona alındı. Pürülan vasıfta perikardiyal sıvı boşaltılıp perikard izotonik serum fizyolojik solüsyonu ile yıkandı. Jugular çentikten bir adet yıkama sondası, mediastene 1 adet dren yerleştirildikten sonra sternum pektoral flep ile kapatıldı. Hasta postoperatif 9. günde sepsise bağlı multiorgan yetmezliği nedeniyle kaybedildi. Kontrol grubundan 78 yaşında koroner bypass yapılan bayan hastada postoperatif 4. günde sternal seperasyon nedeniyle revizyon uygulandı. İnce kemik yapıyı kesen çelik teller tamamen çıkartıldı. Hastanın sternumu her iki teknik beraber uygulanarak kapatıldı. Herhangi bir komplikasyon gelişmeyen hasta postoperatif 11. günde taburcu edildi.

Postoperatif 6 aylık takipte diğer hastalarda sternum seperasyonu, sternal abse ve mediastinit gibi komplikasyonlar görülmedi. Uzun dönemde gelişebilecek komplikasyon olan osteomyelit gelişmedi.

Kontrol grubunda ise, morbid obez 1 hasta ve yaşlı 1 hastada postoperatif 4. günde sternum alt kısmında sternal seperasyon farkedildi. Hastalar postoperatif 5 ve 8. günlerde revizyona alındı. Enfektif olmayan dehissens yine 8 figürü ve Robicsek metotlarının kombinasyonları ile kapatıldı. Hastalar revizyondan 1 hafta sonra taburcu edildi (Tablo 2).

Tartışma

Milton'un sternumu kapatmak için çelik tel kullanmasından sonra median sternotomi kalp ve büyük damarlara ulaşım için kullanılan standart metot oldu.⁴ Sternal komplikasyonlar hastaların postoperatif yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen ve hatta mortalite nedeni olabilen komplikasyonlardır. Sternal seperasyon median sternotominin nadir bir komplikasyonudur (%0.5-

Tablo 2. Hastaların operatif ve postoperatif bilgileri.

	Çalışma grubu	Kontrol grubu	
Operasyon süresi (saat)	3.8 ± 0.9	3.6 ± 1	p: 0.052
Postop Mean tansiyon (mmHg)	57 ± 4	60 ± 3	p: 0.041
Drenaj miktarı (ml/24saat)	690 ± 75	650 ± 75	p: 0.354
Ekstübasyon süresi (saat)	4.1 ± 0.6	3.8 ± 0.6	p: 0.870
Reentübasyon	1	0	p: 1.000
Revizyon	1	3	p: 0.612
Mortalite	1	0	p: 1.00
Hastanede kalış süresi (gün)	7	9,5	p: 0.022

%2.5).^{1,2} Median sternotomi komplikasyonları yüzeysel yara enfeksiyonundan kronik osteomyelit, mediastinit, protez kapak endokarditi ve venöz greft oklüzyonuna neden olabilir.⁵ Median sternotomi komplikasyonları ilk ameliyattan en erken 4 gün ve en geç 32 gün sonra saptanmakta ve ortalama 8 gün sonra görülmektedir.⁶ Cerrahi tekniklere uyulduğunda bu komplikasyon oranı çok azalmakta, ancak ileri yaş, obezite, diyabet, düşük kalp debisi sendromu, resternotomi, malnutrisyon, osteoporozis, sepsis, KOAH, sternal travma, immün yetmezlik ve daha önceden göğüse radyoterapi uygulamaları gibi risk faktörleri taşıyan hastalarda cerrahi tekniklere dikkatle uyulsa bile bu komplikasyonlar gelişebilmektedir.

Sternumda ayrılma göğüs kafesinin alt kısmının ve abdominal stresin yansıma noktası olması bakımından genellikle distal kısımdan başlamaktadır.⁷

Sternal komplikasyonların giderilmesi için en çok kullanılan yöntem revizyon sonrasında bir kas flebi ile sternumun kapatılmasıdır.^{8,9} Bu sayede sternum kanlanması artar, doku iyileşmesi hızlanır ve enfeksiyona karşı bir bariyer oluşur. Flep olarak ise pektoralis majör veya latissimus dorsi kasları kullanılmaktadır. Ayrıca omentum ile sternumun kapatıldığı omentoplasti yöntemi uygulanabilmektedir. Ancak bu yöntemler cerrahlar tarafından sternal komplikasyon geliştikten sonra uygulanmakta ve her hastada da başarılı sonuç alınamamaktadır. Uygulamalar ise daha çok modifiye Robicsek veya sternumun 8 şeklinde kapatılma yöntemidir.

Sternum kaynaklı komplikasyonları önlemenin en önemli noktası ise, yeterli redüksiyon ve kostokondral bileşkenin immobilizasyonunu sağlayarak stabil sternal yaklaşmayı sağlamaktır. Maksimum sternal stabiliteyi sağlamak için değişik teknikler geliştirilmiş olmasına rağmen her birinin avantaj ve dezavantajları vardır. Robicsek metodu genellikle frajil veya kırık sternumu olan hastalarda uygulanır.¹⁰ Robicsek metodu ve bilateral pektoral kas flebinin çevrilmesi ile kombinasyonu agresif sternal debridman ile mediastinit tedavisinden sonra sternal fiksasyon için başarı ile kullanıldığına dair yayınlar da mevcuttur.¹¹ Robicsek metodunun dezavantajı ise sternuma paralel geçilen tel dikişlerin sternumun kollateral kanlanması engellemesidir.

Sternal kesinin çelik tellerle birleştirilmesi metodunun diğer metotlardan üstünlüğü gösterilmiştir.¹² Fakat kompozit kuvvetlerin sternumu kesme ihtimali de her zaman vardır. Bu, sternumun her iki yarısı arasında hareketliliğin artmasına ve ayrılma, ağrı, yetersiz respiratuar efor, solunum fonksiyon bozuklukları ve sonunda sternal iyileşmenin bozulmasına neden olur. 8 figürü ve Robicsek metodunun avantajı ise, tek geçilen teller ile sternuma dik açıyla yansıyan gerilimin yatay ve dikey açılara yaymasıdır. Bundan dolayı tellerin gevşeme ve kırılma ihtimali daha az olur.

Bu çalışmada ise, sternal komplikasyon için risk faktörü içeren hastalarda profilaktik olarak, Robicsek tekniği ve sternumun 8 şeklinde kapatılma tekniğini kombine kullanarak sternal komplikasyonların minime indigi gösterildi. Biz Robicsek ve 8 figürü kombinasyonu tekniğini sternum dehisensi açısından yüksek risk taşıyan hastalarda sternum kaynaklı komplikasyonların önlenmesinde başarıyla kullandık. Sternal kompli-

kasyon riski taşıyan hastalarda bu tekniğin kullanılmasının hastane mortalite ve morbiditesini azaltacağını düşündüğümüz için risk taşıyan hastalarda primer sternal stabilizasyonu tavsiye ediyoruz.

KAYNAKLAR

1. Breyer RH, Mills SA, Hudpeth AS, et al. A prospective study of sternal wound complications. *Ann Thorac Surg* 1984;37:412-6.
2. Grossi EA, Culliford AT, Kreiger KH, et al. A survey of 77 major infectious complications of median sternotomy: A review of 7,949 consecutive operative procedures. *Ann Thorac Surg* 1985;40:214-23.
3. Nagacshinta T, Stephens M, Reitz B, Polk BF.. Risk factor for surgical-wound infection following cardiac surgery. *J Infect Dis* 1987;156:967-73.
4. Milton AF. *Tratatad de tecruca operatoria generally especial*. Barcelona: Editorial Labor 1944;4:756-60.
5. Di Marco RF Jr, Lee MW, Bekoe S, Grant KJ, Woelfel GF, Pellegrini RV. Interlocking figure-of-8 closure of the sternum. *Ann Thorac Surg* 1989;47:927-9.
6. Çorapcıoğlu T, Aral A, Eren NT, et al. Sternum seperasyonlarında geç primer tamir. *Turkiye Klinikleri J Cardiology* 1990;3:200-3.
7. Dasika UK, Trumble DR, Magovern JA. Lower sternal reinforcement improves the stability of sternal closure. *Ann Thorac Surg* 2003;75:1618-21.
8. Chavanon O, Thony F, Lebeau J, Blin D. Exposed prosthesis of a complex reconstruction of the ascending aorta and aortic arch in a sternal wound infection: Successful treatment by a pectoral muscle flap. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998;13:98-100.
9. Cheung EH, Craver JM, Jones EL, Murphy DA, Hatcher CR Jr, Guyton RA. Mediastinitis after cardiac valve operations. Impact upon survival. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985;90:517-22.
10. Robicsek F, Daugherty HK, Cook JW. The prevention and treatment of sternum separation following open-heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1977;73:267-8.
11. El Gamel A, Yonan NA, Hassan R, et al. Treatment of mediastinitis: Early modified Robicsek closure and pectoralis major advancement flaps. *Ann Thorac Surg* 1998;65:41-6.
12. Cheng W, Cameron DE, Warden KE, Forger JD, Gott VL. Biomechanical study of sternal closure techniques. *Ann Thorac Surg* 1993;55:737-40.