



GÖĞÜS DUVARI MALİGN TÜMÖRLERİNİN REZEKSİYONU SONRASI UYGULANAN REKONSTRÜKSİYON YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI COMPARISON OF RECONSTRUCTION METHODS APPLIED AFTER RESECTION OF CHEST WALL MALIGNANT TUMORS

Hıdır ESME

0000-0002-0184-5377

Health Sciences University, Konya training and research hospital, Department of Thoracic Surgery Konya, Turkey

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hıdır Esme E-mail: drhesme@hotmail.com

Geliş Tarihi/Received: 16.03.2020 Kabul Tarihi-Accepted: 06.04.2020 Available Online Date/Çevrimiçi Yayın Tarihi: 30.04.2020

Cite this article as: Esme H. Göğüs Duvarı Malign Tümörlerinin Rezeksiyonu Sonrası Uygulanan Rekonstrüksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması

J Cukurova Anesth Surg. 2020;3(1),34-41. Doi: 10.36516/jocass.2020.30

Öz

Giriş: Malign göğüs duvarı tümörlerinin rezeksiyonu sonrası hangi hastalarda rekonstrüksiyon yapılması gerekliliği, hangi rekonstrüksiyon tekniğinin ve materyalinin kullanılacağı konusunda tartışmalar mevcuttur. Bu çalışmada rekonstrüksiyon için kullandığımız 2 ayrı materyalin klinik sonuçları ve maliyetlerini karşılaştırmayı amaçladık.

Materyal ve metod: 2010 ocak ile 2019 aralık arası malign göğüs duvarı tümörü tanısı ile göğüs duvarı rezeksiyonu uygulanan 15 hastaya prolen meş ve metilmetakrilattan oluşan sandaviç greft ile rekonstrüksiyon uygulanırken, 11 hastaya defekti kapatmak için titanyum plak ve prolen meş kullanıldı. İskelet rekonstrüksiyonu için metilmetakrilat kullanılan hastalar MM grubu, titanyum plak kullanılan hastalar ise TP grubu olarak adlandırıldı. Tanı 8 hastada kondrosarkoma, 8 hastada memenin duktal karsinomunun lokal nüksü, 5 hastada küçük hücreli dışı akciğer karsinomunun göğüs duvarı invazyonu, 2 hastada ewing sarkomu, birer hastada osteosarkoma, plazmositoma ve kolon karsinomu metastazı idi.

Bulgular: 26 hastanın 13'ü bayan, 13'ü erkek idi. Ortalama yaş $59\pm 6,4$ idi. Ortalama rezeke edilen kaburga sayısı $3,74\pm 1,26$ (3-6) idi. Kaburga rezeksiyonu dışında 5 hastada akciğer, 5 hastada parsiyel sternum ve 1 hastada diyafragma rezeksiyonu uygulandı. Toplam 12 hastada yumuşak doku rekonstrüksiyonu uygulandı. MM grubu ile TP grubu arasında yoğun bakım yatış ($p<0,05$) ve hastane yatış süresi ($p<0,05$) açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanırken, yaş, cinsiyet, rezeke edilen kaburga sayısı, postoperatif komplikasyon ve nüks açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Maliyet analizi yapıldığında TP grubunun daha yüksek maliyete sahip olduğu saptandı. TP grubunda ortalama fatura miktarı: 17765 ± 6784 lira, MM grubunda 15650 ± 4306 lira idi. Ancak her iki grup arasında maliyet açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.

Sonuç: Göğüs duvarının malign tümörlerinin rezeksiyonu sonrası rekonstrüksiyon için metilmetakrilat ile prolen meş ya da titanyum plak ile prolen meş kombinasyonları mortalite ve morbiditesi düşük, güvenli yöntemlerdir. Titanyum plak grubunda yoğun bakım ve hastane yatış süresi daha kısa olmakla birlikte maliyetin daha fazla olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rekonstrüksiyon, metilmetakrilat, titanyum plak

Abstract

Background: There are discussions about which patients should be reconstructed after the resection of malignant chest wall tumors, which reconstruction technique and material will be used. In this study, we aimed to compare the clinical results and costs of 2 separate materials we use for reconstruction.

Material and Method: Between 15 January 2010 and December 2019, 15 patients who underwent chest wall resection with the diagnosis of malignant chest wall tumor were reconstructed with graft consisting of prolene mesh and methylmethacrylate. 11 patients used titanium plaque and prolene mesh to close the defect. Patients who used methylmethacrylate for skeletal reconstruction were called the MM group, and patients who used titanium plaque were called the TP group. The diagnosis was chondrosarcoma in 8, local recurrence of ductal carcinoma of the breast in 8, chest wall invasion of non-small cell lung carcinoma in 5, ewing sarcoma in 2, osteosarcoma, plasmacytoma and colon carcinoma metastasis in one patient.

Results: 13 of 26 patients were female and 13 were male. The mean age was $59 \pm 6,4$. The mean number of resected ribs was 3.74 ± 1.26 (3-6). Apart from rib resection, lungs in 5, partial sternum in 5, and diaphragmatic resection in 1 patient were performed. Soft tissue reconstruction was performed in 12 patients. While there was a statistically significant difference between MM group and TP group in terms of intensive care unit stay ($p<0.05$) and hospital stay ($p<0.05$), there was no statistically significant difference in terms of age, sex, number of resected ribs, postoperative complications and recurrence. When cost analysis was made, it was determined that TP group had higher cost. Average invoice amount in TP group: 17765 ± 6784 lira, and 15650 ± 4306 lira in MM group. However, no statistically significant difference was found between the two groups in terms of cost.

Conclusion: For reconstruction after resection of the malignant tumors of the chest wall, combinations of methymetacrylate and prolene mesh or titanium plaque and prolene mesh are safe methods with low mortality and morbidity. In the titanium plaque group, intensive care unit and hospital stay were shorter, but the cost was higher.
Key words: Reconstruction, methymetacrylate, titanium plaque

Giriş

Primer veya sekonder göğüs duvarı tümörleri ve göğüs duvarını direk invaze eden akciğer ve meme kanserleri göğüs duvarı rezeksiyonunun en sık endikasyonlarıdır^{1,2}. Göğüs duvarı rekonstrüksiyonu ile çevre yumuşak doku ile protezin örtülmesi major rezeksiyon sonrası göğüs duvarı defektlerinin yaklaşımında temel prensiptir³. Sınırlı rezeksiyon sonrası küçük göğüs duvarı defektleri veya posterior lokalizasyonlu apikal ve küçük defektler, rijit protez gerektirmez. Absorbabl meş veya tek başına yumuşak dokunun kullanımıyla tedavi edilebilir. Ancak geniş, anterior ve

anterolateral defektler rijit protezlerin kullanılacağı rekonstrüksiyon metodlarıyla kapatılabilir. Birçok sentetik protez göğüs duvarı rezeksiyonu sonrası stabilizasyon için kullanılabilir. İdeal bir materyal alttaki yapıları koruyacak kadar rijit, şekil verilebilecek sertlikte ve radyolojik olarak görünebilirlik özelliklerine sahip olmalıdır⁴. Birçok sentetik materyal major rezeksiyon sonrası göğüs duvarı stabilizasyonunda kullanılmaktadır. Burada cerrahların kişisel deneyimleri materyal ve teknik seçiminde önemli rol oynar. Bu çalışmada son 10 yıl içerisinde kliniğimizde göğüs

duvarının malign tümörlerinin rezeksiyonu sonrası rekonstrüksiyon için kullanılan metilmetakrilat ile prolen meş ya da titanyum plak ile prolen meş kombinasyonlarının klinik sonuçlarını ve maliyetlerini karşılaştırmayı amaçladık.

Materyal ve Metod

2010 ocak ile 2019 aralık arası malign göğüs duvarı tümörü tanısı ile göğüs duvarı rezeksiyonu uygulanan 15 hastaya prolen meş ve metilmetakrilattan oluşan sandaviç greft ile rekonstrüksiyon uygulanırken, 11 hastaya defekti kapatmak için titanyum plak ve prolen meş kombinasyonu kullanıldı. Tüm hastalarda preoperif rutin kan testleri ve solunum fonksiyon testleri yapıldı. Tüm hastalarda kemik, yumuşak doku, plevra ve mediasten tutulumunun saptanması için direk grafi ve torax bilgisayarlı tomografi (BT) kullanıldı. Gerekliğinde spinal kord, mediasten veya torasik outletin şüpheli invazyonlarını görüntülemek amaçlı Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) kullanıldı. Uzak metastaz varlığını saptama veya evreleme (Göğüs duvarına invaze küçük hücreli dışı akciğer kanseri) için hastalarda PET/CT çekildi.

Tüm ameliyatlar genel anestezi altında yapıldı. Akciğer kanserinin göğüs duvarına invazyonu nedeniyle göğüs duvarı rezeksiyonu yapılan hastalarda çift lümenli endotrakeal tüp ile entübasyon sağlanırken, diğer hastalarda tek lümenli endotrakeal tüp ile entübasyon yapıldı. Uygun pozisyon verildikten sonra insizyon lezyonun üzerinden uygulandı. İnsizyon sonrası göğüs duvarı kasları tümör ile iştirakli değilse postoperatif yumuşak doku rekonstrüksiyonunda

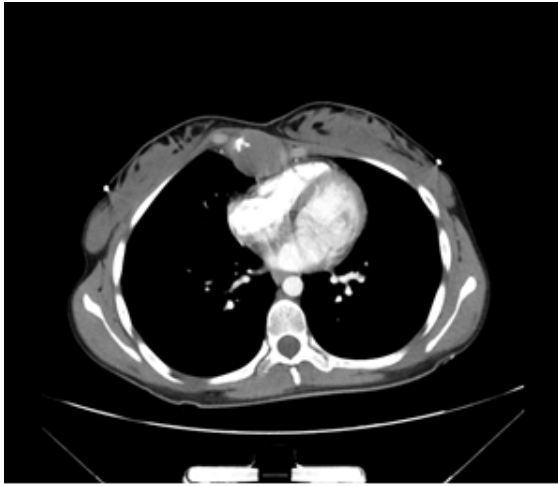
yararlı olacağı için dikkatli diseke edildi. Kaslar tümör tarafından invaze edilmiş ise kaslar kemikler ile bir bütün halinde (anblok) rezeke edildi. İnterkostal alana ulaşıldığında interkostal kesi bir üst ve bir alt sağlam kaburgayı içine alacak şekilde yapıldı. Medial ve lateral sınırlarada ise göğüs duvarını invaze eden akciğer kanserlerinde ve metastaz olgularında 2 cm normal çevre doku ile, primer göğüs duvarı tümörlerinde ise 4 cm normal çevre doku ile rezeke edildi. Tümörün çevre dokulara (akciğer, diyafragma, vb.) invaze olduğu durumlarda invaze dokularla birlikte anblok olarak çıkarıldı. Peroperatif frozen section kemik cerrahi sınır için çalışılmadığından 4 yöndeki cerrahi sınırdaki yumuşak dokudan frozen gönderildi. Frozen sonucunda cerrahi sınırın pozitif olduğu olgularda rezeksiyon sınırları genişletildi.

Hastaların dosyaları yaş, cinsiyet, tümörün tanısı, rezeke edilen alanda defektin büyüklüğü, rezeke edilen kot, sternum, akciğer ve diğer yapılar, postoperatif komplikasyonlar, yoğun bakım ve hastane kalış süresi, postoperatif takip ve maliyet açısından incelendi. İskelet rekonstrüksiyonu için metilmetakrilat kullanılan hastalar MM grubu, titanyum plak kullanılan hastalar ise TP grubu olarak adlandırıldı. Her 2 grup arasında postoperatif komplikasyonlar, yoğun bakım ve hastane kalış süresi, postoperatif takip, lokal nüks ve maliyet açısından ilişki istatistiksel olarak incelendi. İstatistiksel analizlerde SPSS 22.0 programı kullanıldı. Kategorik değişkenler karşılaştırılırken Fisher's Exact testi, non-parametrik sürekli değişken veriler için Mann-Whitney U testi kullanıldı. 0.05'ten küçük olan p

değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

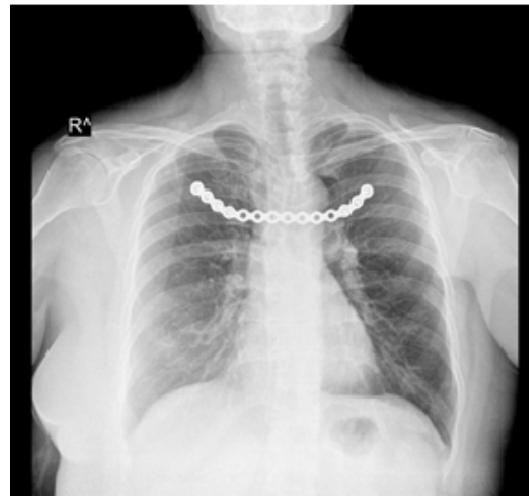
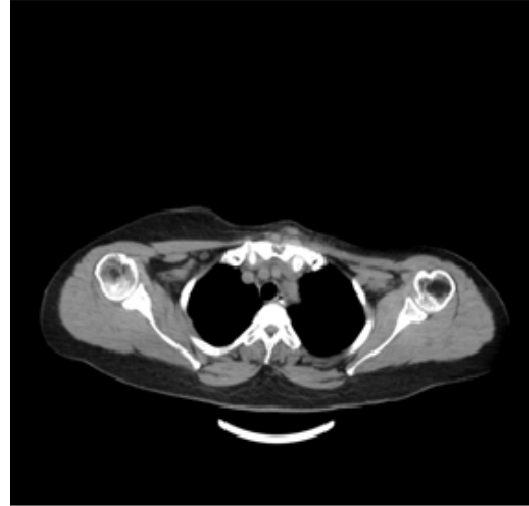
Bulgular

26 hastanın 13'ü bayan, 13'ü erkek idi. Ortalama yaş $59\pm 6,4$ idi. Tanı 8 hastada kondrosarkoma, 8 hastada memenin duktal karsinomunun lokal nüksü, 5 hastada küçük hücreli dışı akciğer karsinomunun göğüs duvarı invazyonu, 2 hastada ewing sarkomu, birer hastada osteosarkoma, plazmositoma ve kolon karsinomu metastazı idi.



Resim 1-2. Kondrosarkom tanısı alan ve sternum korpusunda destrüksiyon yapan kitle lezyonu. Rezeksiyon sonrası metilmetakrilat ve prolen meş ile yapılan sandaviç greftin radyolojik görüntüsü

Rezeksiyon sonrası göğüs duvarı defektinin genişliği 6,4 cm ile 11,8 cm arasında idi. Ortalama rezeke edilen kaburga sayısı $3,74\pm 1,26$ (3-6) idi. Kaburga rezeksiyonu dışında 5 hastada akciğer, 5 hastada parsiyel sternum (Resim 1-4) ve 1 hastada diyafragma rezeksiyonu uygulandı.



Resim 3-4 Daha önce meme duktal karsinomu nedeniyle opere edilen olguda manibrium sterniyi destrükte eden kitle lezyonu. Rezeksiyon sonrası titanyum plak ve prolen meş ile rekonstrüksiyon

Toplam 12 hastada yumuşak doku rekonstrüksiyonu uygulandı. Yumuşak doku rekonstrüksiyonunda 6 hastada latisimus dorsi kas flebi, 4 hastada pektoralis major kas flebi, diğer 2 hastada ise lokal flep kullanıldı. Her iki grupta peroperatif ve postoperatif 30 gün mortalite görülmedi. MM grubunda hastaların 6'sında postoperatif komplikasyon görüldü. Bir hastada Akut Respiratuar Distres Sendromu gelişmesi sonucu hasta entübe edildi ve 5 gün yoğun bakımda takip edildi. 2 hastada akciğer atelektazisi gelişti, 2 defa derin trakeal aspirasyon ve bronkoskopik aspirasyon, pulmoner fizyoterapi ile 4 günlük yoğun bakım takip ve tedavi sonrası servise alınabildi. Pnömoni gelişen 2 hastada antibyoterapi ve pulmoner fizyoterapi sonrası taburcu edildi. Bir hastada yara enfeksiyonu sonrası günlük yara pansumanı, antibyoterapi ve yara debridmanı ve primer satürasyonu sonrası taburcu edildi. Yoğun bakım yatış süresi 2,83±2,13 (2-7), hastanede kalış süresi 7,34 ±3,13 (6-18) idi. Hastalar ortalama 29±6,5 (10-37) ay takip edildi. Takipte 2 hastada uzak metastaz, 1 hastada lokal rekürrens saptandı. TP grubunda ise hastaların 4'ünde postoperatif komplikasyon görüldü. 2 hastada yara yeri enfeksiyonu, 1 hastada pnömoni, diğer bir hastada atelektazi gelişti. Yoğun bakım yatış süresi 1,83±1,13 (2-5), hastanede yatış süresi 6,34 ±2,13 (5-16) idi. Hastalar ortalama 25±4,5 (12-38) ay takip edildi. Takipte 1 hastada lokal rekürrens saptandı. MM grubu ile TP grubu arasında yoğun bakım yatış ($p<0.05$) ve hastane yatış süresi ($p<0.05$) açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanırken, komplikasyon ve nüks açısından istatistiksel olarak anlamlı fark

saptanmadı. Maliyet analizi yapıldığında TP grubunun daha yüksek maliyete sahip olduğu saptandı. TP grubunda ortalama fatura miktarı: 17 765±6784 lira, MM grubunda 15 650±4306 lira, ancak her iki grup arasında maliyet açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Tablo 1).

Tablo 1 Gruplar arası klinik ve maliyet karşılaştırılması

	MM grubu (n:15)	TP grubu (n:11)	p
Cinsiyet (Kadın/Erkek)	9/6	4/7	0.120
Yaş	57±12,3	62±3,4	0.096
Kaburga sayısı	3.6±1,1	3.8±1,3	0.890
Postoperatif komplikasyon	6	4	0.080
Yoğun bakım yatış süresi	2,83±2,13 (2-7)	1,83±1,13 (2-5)	0.002
Hastane yatış süresi	7,34 ±3,13 (6-18)	6,34 ±2,13 (5-16)	0.017
Takip	29±6,5 (10-37)	25±4,5 (12-38)	0.085
Lokal nüks	1	1	0.432
Maliyet	15650±4306	17765±6784	0.031

Tartışma

İlk göğüs duvarı rekonstrüksiyonu 1906 yılında Tensini tarafından anterior göğüs duvarı defektinin pediküllü latisimus dorsi flebi kullanılarak kapatılması olarak tanımlanmıştır⁵. O zamandan bu yana göğüs duvarı rekonstrüksiyonunda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Tüm göğüs duvarı rekonstrüksiyonlarının temel hedefleri ölü alanı yok etmek, göğüs duvarı sertliğini geri kazanmak, pulmoner mekaniği muhafaza etmek, intratorasik organları korumak ve yumuşak doku ile protezin örtülmesini sağlamaktır^{6,7}. Bundan dolayı göğüs cerrahisi, plastik cerrahisi, beyin cerrahisinin yanı sıra tıbbi ve radyasyon onkolojisini içeren multidisipliner yaklaşım esastır. Birçok sentetik, biyolojik metalik materyal göğüs duvarı defektlerini rekonstrükte etmek

için kullanılabilir, fakat her bir prostetik materyalin avantajları ve dezavantajları vardır. Hiçbirinin diğerlerinden açıkça üstün olduğu kanıtlanmamıştır^{8,9}. Hangi materyalin kullanılacağı konusunda en önemli kriter cerrahın tercihi ve tecrübesidir. Bu çalışmamızda son 10 yıl içerisinde kliniğimizde rekonstrüksiyon için kullandığımız metilmetakrilat ve prolen meş ile titanyum plak ve prolen meş kombinasyonlarını klinik ve maliyet açısından karşılaştırmayı amaçladık.

Le Roux ve Sherma⁴ ideal bir prostetik materyelin özelliklerini şöyle belirlemişlerdir: (1) paradoksal hareketi önleyecek kadar rijit; (2) enfeksiyon riskini azaltan ve fibröz dokunun gelişimine izin veren yapıda; (3) operasyon sırasında uygun şekline verilebileceği esneklik ve (4) daha iyi bir takip yapabilmek için radyolüsent olması. Bu özellikler açısından baktığımızda metilmetakrilat ve prolen meşten yapılan sandaviç greftler yeterince rijidite sağlayabilen, radyolüsent ve donma anına kadar şekil verilebilen protezlerdir. Bu greftlerin en önemli komplikasyonu %20 oranında metilmetakrilat kırılmaları ve enfeksiyonlardır^{10,11}. Bu sentetik materyaller %5 oranında çıkarılmak zorunda kalınmaktadır. Yaygın görüş enfeksiyon riskininin sandaviç greftin yumuşak doku ile örtülmesi ile azaltılabileceğidir^{7,11-13}. Metilmetakrilat ve prolen meş kullandığımız 15 hastanın 9'unda (%60) çevre doku kas fleplerini sandaviç grefti örtmek için kullandık. Postoperatif erken dönemde 1 (%6) hastamızda yara yeri enfeksiyonu gelişti. Günlük yara pansumanı, antibyoterapi ve yara yeri debridmanı ile protezin çıkarılmasına ihtiyaç kalmadan

enfeksiyon giderildi. Çalışmamızda hiçbir hastada takip sırasında kırılma saptamadık. Metilmetakrilat sandaviç greftler hazırlanırken sertleşmeden önce göğüs duvarına uygun olan şekil verilmelidir. Ayrıca sertleşme oluşuncaya kadar ekzotermik reaksiyon nedeniyle ciddi ısı artışı olabilmektedir. Önemli bir nokta çevre doku termal hasarını engellemek amaçlı şekil verilme işlemi masada yapılmalı ve protez tam soğumadan defekt yerine dikilmemelidir.

Son yıllarda göğüs duvarı rekonstrüksiyonunda titanyum plaklar sıklıkla kullanılmaktadır. Titanyum düşük dansitesi ile yüksek biyolojik uyuma sahip, korezyona dirençli, eğilebilir ve manyetik rezonans görüntüleme ile uyumludur¹⁴⁻¹⁷. Titanyum çelik kadar dayanıklı fakat %40 daha hafiftir, alüminyumdan %60 daha fazla ağırdır ancak iki katı daha mukavemetlidir¹⁸. Sternum ve geniş kosta defektlerinde kullanılabilir ancak maliyet olarak pahalı protezlerdir. Titanyum plak fraktürleri, dislokasyonları ve göğüs ağrısı en sık komplikasyonlardır¹¹. Plak fraktürleri oranı bazı çalışmalarda %0 ile 11 arasında verilmiştir. Titanyum plak dislokasyonu genellikle kaburga kalınlığı ile plağı kaburgaya tespit eden vidaların uzunluğu arasındaki uyumsuzluğa bağlıdır¹¹. Titanyum plak ve prolen meş kombinasyonu kullanılan hastalarımızda komplikasyon olarak 2 (%18) hastada yara yeri enfeksiyonu, 1 hastada pnömoni, diğer bir hastada atelektazi gelişti. Yara yeri enfeksiyonu gelişen hastalarda kültür sonuçlarına göre antibyotik tedavisi ve günlük pansuman ile iyileşme sağlandı. Titanyum plak ve prolen meşin çıkarılmasına gerek kalmadı. TP grubunda yara yeri

enfeksiyonunun MM grubuna göre daha fazla olmasını; titanyum plak altındaki prolen meşin sıvıya geçirgen olması nedeniyle, postoperatif plevral aralıktaki sıvının prolen meş ile çevre doku arasına birikmesiyle seroma oluşmasına bağladık. Ayrıca TP grubunda postoperatif göğüs ağrısı nedeniyle analjezik ihtiyacının fazla olduğunu gözlemledik. Bunun Titanyum plak veya plakların kaburgalara vida ile tespit edilmesi ve her solunum hareketinde titanyum plağın hareketlenmesine bağlı olduğunu düşünüyoruz.

Sonuç

Göğüs duvarının malign tümörlerinin rezeksiyonu sonrası rekonstrüksiyon için metilmetakrilat ile prolen meş veya titanyum plak ile prolen meş kombinasyonları mortalite ve morbiditesi düşük, güvenli yöntemlerdir. Titanyum plak grubunda yoğun bakım ve hastane yatış süresi daha kısa olmakla birlikte maliyetin daha fazla olduğu saptanmıştır.

Finansal destek: Bu makalede açıklanan çalışma için herhangi bir finansman alınmadı.

Çıkar Çatışması: Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

1. Mansour KA, Thourani VH, Losken A, et al. Chest wall resections and reconstruction: a 25-year experience. *Ann Thorac Surg* 2002;73:1720-5; discussion 1725-6.
2. Petrella F, Casiraghi M, Mariolo AV et al. Rigid prosthesis removal following chest wall

resection and reconstruction for cancer. *Shanghai Chest* 2018;2:64.

3. Petrella F, Radice D, Borri A, et al. Chest wall resection and reconstruction for locally recurrent breast cancer: From technical aspects to biological assessment. *Surgeon* 2016;14:26-32.

4. le Roux BT, Shama DM. Resection of tumors of the chest wall. *Curr Probl Surg* 1983;20:345-86.

5. Tensini I. Sopra il mio nuovo processo di amputazione della mammella. *Gazzetta Med Ital* 1906;57:141-2.

6. Seder CW, Rocco G. Chest wall reconstruction after extended resection. *J Thorac Dis* 2016;8:S863-S871.

7. Tukiainen E, Popov P, Asko-Seljavaara S. Microvascular reconstructions of full-thickness oncological chest wall defects. *Ann Surg* 2003;238:794-801.

8. Weyant MJ, Bains MS, Venkatraman E, et al. Results of chest wall resection and reconstruction with and without rigid prosthesis. *Ann Thorac Surg* 2006;81:279-85.

9. Deschamps C, Tirnaksiz BM, Darbandi R, et al. Early and long-term results of prosthetic chest wall reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:588-91.

10. Ng CS. Recent and Future Developments in Chest Wall Reconstruction. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2015;27(2):234-9.

11. Chapelier AR, Missana MC, Couturaud B, Fadel E, Fabre D, Mussot S, et al. Sternal resection and reconstruction for primary malignant tumors. *Ann Thorac Surg* 2004;77(3):1001-6.

12. Ferraro P, Cugno S, Liberman M, et al. Principles of chest wall resection and reconstruction. *Thorac Surg Clin* 2010;20:465-73.

13. Thomas PA, Brouchet L. Prosthetic reconstruction of the chest wall. *Thorac Surg Clin* 2010;20:551-8.

14. Sanna S, Brandolini J, Pardolesi A, et al. Materials and techniques in chest wall reconstruction: a review. *J Vis Surg* 2017;3:95.

15. Dell'Amore A, Cassanelli N, Dolci G, et al. An alternative technique for anterior chest wall reconstruction: the sternal allograft transplantation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2012;15:944-7.

16. Marulli G, Dell'amore A, Calabrese F, et al. Safety and Effectiveness of Cadaveric Allograft Sternochondral Replacement After Sternectomy: A New Tool for the Reconstruction of Anterior Chest Wall. *Ann Thorac Surg* 2017;103:898-905.

17. Iarussi T, Pardolesi A, Camplese P, et al. Composite chest wall reconstruction using titanium plates and mesh preserves chest wall function. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;140:476-7.

18. Tamburini N, Grossi W, Sanna S, Campisi A, Londero F, Maniscalco P, Dolci G, Quarantotto F, Daddi N, Morelli A, Cavallesco G, Dell'Amore A. Chest wall reconstruction using a new titanium mesh: a multicenters experience. J Thorac Dis. 2019 Aug;11(8):3459-3466.