

Yelken Göğüste Toraks Duvarı Stabilizasyonu Ameliyatlarının Sağ Kalıma Olumlu Etkisi

Positive Effect of Thoracic Wall Stabilisation Surgeries on The Survival of The Flail Chest

Oktay Aslaner 

Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Alanya Alâeddin Keykubat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Alanya, Antalya/Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Künt toraks travmaları sonrasında gelişen yelken göğüs patolojisinin cerrahi yöntemlerle tedavi edilmesinin sağ kalıma olumlu etkisini göstermek istedik.

GEREÇ VE YÖNTEM: 2010-2020 yılları arasında Alâeddin Keykubat Üniversitesi Alanya Eğitim Araştırma hastanesi göğüs cerrahisi kliniğinde takip ve tedavisi yapılan yelken göğüs vakaları retrospektif olarak incelendi. Cerrahi yöntem olarak; metal plaklarla kırık kostaların ve sternumun stabilizasyonu ile Judet Struts isimli titanyum plaklar kullanıldı.

BULGULAR: Vakaların 17 (%43,6) sına toraks duvarı stabilizasyonu ameliyatı yapıldı, 22 (%56,4) vaka ise konservatif yaklaşımlarla tedavi edilmeye çalışıldı. Konservatif yaklaşımda bulunulan hastaların hem yoğun bakımda hem de serviste kalış süreleri anlamlı şekilde düşüktü. Stabilizasyon ameliyatı yapılan 17 hastamızdan 1 hastamız (%5,8) mortaliteyle sonuçlanırken, konservatif yaklaşılın 22 hastadan 6(%27,2) tanesi mortalite ile sonuçlandı. Stabilizasyon ameliyatının sağ kalıma olumlu katkısı anlamlı bulundu. Pnömoni gelişen vakaların 1(%7,7) tanesi stabilizasyon ameliyatı yapılan vaka iken, 12 (%92,3) tanesi konservatif yaklaşılın vakalardı. Pnömoni gelişme oranı açısından ise konservatif yaklaşılın vakalar istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek tespit edildi.

SONUÇ: Yelken göğüs patolojisi gelişen künt toraks travmalı vakalarda toraks duvarı stabilizasyonu ameliyatlarının akciğer kontüzyonu ve pnömoni insidansını, ventilatörde ve yoğun bakımda kalma sürelerini önemli ölçüde azaltarak sağ kalıma önemli ölçüde katkı sağladığını düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: yelken göğüs, kaburga kırığı, stabilizasyon ameliyatı

ABSTRACT

OBJECTIVE: We aimed to show the positive effect of surgical treatment of flail chest pathology depending on blunt thoracic traumas on survival.

MATERIALS AND METHODS: The cases of flail chest who were followed up and treated in the thoracic surgery clinic of Alaaddin Keykubat University Alanya Education and Research Hospital between 2010 and 2020 were retrospectively analyzed. As a surgical method; With the stabilization of the broken ribs and sternum with metal plates, titanium plates named Judet Struts were used.

RESULTS: Thoracic wall stabilization surgery was performed in 17 (43.6%) cases, and 22 (56.4%) cases were treated conservatively. Hospitalization of intensive care unit and service room was significantly less in the patients conservative approach applied. One (5.8%) of 17 patients who underwent stabilization surgery died. Six (27.2%) of 22 patients who were conservatively treated died. The positive contribution of stabilization surgery to survival was found statistically significant. One (7.7%) patient applied stabilization surgery became pneumonia. 12(92.3%) conservatively treated patients became pneumonia. Pneumonia development rate was found statistically significantly higher in conservatively treated patients.

CONCLUSION: We think that in flail chested patients, thoracic stabilization surgeries significantly reduce the incidence of lung contusion, pneumonia, and duration of stay in the ventilator and intensive care unit and provide significantly increasing in survival.

Keywords: flail chest, rib fracture, stabilization surgery

GİRİŞ

Yelken göğüs patolojisi; toraks duvarında bir alanın instabil hale gelerek nefes alıp vermekle paradoks hareket etmesiyle karakterize bir patolojidir. Toraks duvarında instabil bir alanın oluşabilmesi için en az iki kaburganın

kırılması ve her kaburganın da en az iki yerinden kırılması gerekmektedir. Yelken göğüs patolojisi künt toraks travmalarının %10-15'inde gelişmektedir. Yelken göğüs patolojisi akciğer kontüzyonu, mediastinal flatter gibi

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Oktay Aslaner, MD, ALKÜ Alanya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göğüs Cerrahisi AD Alanya, Antalya/Türkiye

E-Posta/E-Mail: oktay.aslaner@alanya.edu.tr || Tel: +90 541 974 0207

Received/Geliş Tarihi: 18.09.2020 || **Accepted/Kabul Tarihi:** 16.10.2020

Bu Eser Creative Commons Atıf-Gayriticari 4.0 Uluslararası Lisansı İle Lisanslanmıştır. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).



durumların gelişmesine yol açarak hayatı tehdit eden solunumsal ve dolaşım patolojilere neden olur (1-3).

Yelken göğüs tedavisinde iki ana yaklaşım tarzı mevcuttur. Bunlardan birisi; hastanın entübe edilip mekanik ventilatöre bağlanarak uzun süre kendi spontan solunumu olmadan bu halde kalarak kosta kırıklarının iyileşmesinin beklenmesi ve böylece yelken göğüs patolojisinin ortadan kalkmasının sağlanmasıdır. Son yıllarda daha çok tercih edilen diğer tedavi yöntemi ise toraks duvarında instabil hale gelen alanın kosta stabilizasyonu, gerekiyorsa sternum fiksasyonu gibi yöntemlerle stabil hale getirilerek yelken göğüs patolojisinin cerrahi olarak ortadan kaldırılmasıdır (2). Bu tedavi yöntemlerinden hangisinin uygulanacağı ve cerrahi tedaviye ne zaman karar verileceği hala tartışmalıdır (3, 4).

Biz bu çalışmamızda kliniğimizde toraks duvarı stabilizasyonu yaptığımız hastalarla mekanik ventilasyonda spontan iyileşmeye bırakılan hastaları takip ve tedavi esnasında gelişen komplikasyonlar ki bunlar genelde pnömoni , sepsis ve barotravadır (2) , hastanede kalış süreleri ve mortalite oranları açısından karşılaştırılarak toraks duvarı stabilizasyonu ameliyatlarının sağ kalıma olumlu katkısını incelemeye çalıştık.

GEREÇ VE YÖNTEM

2010-2020 yılları arasında Alaaddin Keykubat Üniversitesi Alanya Eğitim Araştırma hastanesi göğüs cerrahisi kliniğinde takip ve tedavisi yapılan yelken göğüs vakaları retrospektif olarak incelendi. Bu süre zarfında ek travmasına bakılmaksızın konservatif ve cerrahi tedavi uygulanan tüm yelken göğüs vakaları çalışmaya dahil edildi. Yelken göğüs gelişmeyen toraks travmaları çalışma dışı tutuldu. Yelken göğüs patolojisi nedeniyle çalışmamıza dahil ettiğimiz vakalarımızın özelliklerini tablo 1’de gösterdik.

Cerrahi tedavi uyguladığımız vakalarımızın 2 tanesinde metal plaklar kullandık. Bu vakalarda fikse etmek istediğimiz kırıkların distal ve proksimleri matkapla delindi ve metal plaklar vidalalarla fikse edildi. Diğer vakalarımızın tamamında özel aparatlarla kırık kostaların distal ve proksimallerinden sıkıştırmak yöntemiyle fikse edebildiğimiz, matkapla delmek ve vida kullanmak zorunda kalmadığımız bükülebilir Judet’s Struts (Judet kilidi) isimli oldukça hafif ağırlıkta olan titanyum plakları kullandık. Cerrahi insizyon olarak; tek taraflı yelken göğüste o tarafa yönelik cilde torakotomi insizyonu yapıldı. Cilt, cilt altı ve kas

insizyonları yapılarak toraks duvarına ulaşıldı. Mümkün olduğunca kas koruyucu girişimler tercih edildi. İki taraflı yelken göğüs vakalarında cilde sternotomi insizyonu yapılarak sternuma ulaşıldı. Kesinin üst tarafından klavikulara paralel kesi yapılarak cilt, cilt altı ve kas tabakaları kesilerek sternuma ve her iki toraks kesimine ulaşım sağlandı.

Çalışmamıza Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 22-11 karar numarası ile etik kurul onayı alınmıştır.

Tablo 1: Yelken göğüs vakalarının özellikleri

		n	%
Stabilizasyon Ameliyatı	yapıldı	17	43,6
	yapılmadı	22	56,4
Sternum Kırığı	var	8	20,5
	yok	31	79,5
Yelken Göğüs	tek taraflı	31	79,5
	çift taraflı	8	20,5
Ek Travma	var	15	38,5
	yok	24	61,5
Mortalite	var	7	18,4
	yok	31	81,6
Pnömoni	gelişti	13	33,3
	gelişmedi	26	66,7
Akciğer Kontüzyonu	minimal	26	66,7
	yaygın	10	25,6
Pnömotoraks	yok	3	7,7
	minimal	9	23,1
Hemotoraks	total	14	35,9
	yok	16	41
Tüp Torakostomi	minimal	14	35,9
	yaygın	10	25,6
Tüp Torakostomi	yok	15	38,5
	uygulandı	18	46,2
	uygulanmadı	21	53,8

İstatistiksel Yöntem:

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik paket programı kullanılmıştır. Değişkenler Medyan (IQR) yüzde ve frekans değerleri kullanılmıştır Kategorik veriler Fisher’s Exact Test ve Ki Kare testi ile analiz edilmiştir. Beklenen frekansların % 20’den küçük olduğu durumlarda bu frekansların analize dahil edilmesi için “Monte Carlo Simülasyon Yöntemi” ile değerlendirme yapılmıştır. Testlerin anlamlılık düzeyi için $p < 0,05$ ve $p < 0,01$ değeri kabul edilmiştir. Çalışmamızın istatistiksel analizini tablo 3’de gösterdik.

Tablo 3. Cerrahi ve konservatif tedavi uygulamalarının istatistiksel analizi

			Stabilizasyon Ameliyatı		Total	p
			Yapıldı	Yapılmadı		
Sternum Kırığı	var	n	4 _a	4 _a	8	0,682
		%	50,00%	50,00%	100,00%	
	yok	n	13 _a	18 _a	31	
		%	41,90%	58,10%	100,00%	
Yelken Göğüs	tek taraflı	n	13 _a	18 _a	31	0,709
		%	41,90%	58,10%	100,00%	
	çift taraflı	n	4 _a	4 _a	8	
		%	50,00%	50,00%	100,00%	
Ek Travma	var	n	8 _a	7 _a	15	0,508
		%	53,30%	46,70%	100,00%	
	yok	n	9 _a	15 _a	24	
		%	37,50%	62,50%	100,00%	
Mortalite	var	n	1 _a	6 _b	7	0,037*
		%	14,30%	85,70%	100,00%	
	yok	n	16 _a	15 _a	31	
		%	51,60%	48,40%	100,00%	
Pnömoni	gelişti	n	1 _a	12 _b	13	0,002**
		%	7,70%	92,30%	100,00%	
	gelişmedi	n	16 _a	10 _b	26	
		%	61,50%	38,50%	100,00%	
Akciğer Kontüzyonu	minimal	n	14 _a	12 _a	26	0,040*
		%	53,80%	46,20%	100,00%	
	yaygın	n	1 _a	9 _b	10	
		%	10,00%	90,00%	100,00%	
	yok	n	2 _a	1 _a	3	
		%	66,70%	33,30%	100,00%	
Pnömotoraks	minimal	n	2 _a	7 _a	9	0,032*
		%	22,20%	77,80%	100,00%	
	total	n	4 _a	10 _a	14	
		%	28,60%	71,40%	100,00%	
	yok	n	11 _a	5 _b	16	
		%	68,80%	31,30%	100,00%	
Hemotoraks	minimal	n	5 _a	9 _a	14	0,300
		%	35,70%	64,30%	100,00%	
	yaygın	n	3 _a	7 _a	10	
		%	30,00%	70,00%	100,00%	
	yok	n	9 _a	6 _a	15	
		%	60,00%	40,00%	100,00%	
Tüp Torakostomi	uygulandı	n	6 _a	12 _a	18	0,334
		%	33,30%	66,70%	100,00%	
	uygulanmadı	n	11 _a	10 _a	21	
		%	52,40%	47,60%	100,00%	

*p<0,05 **p<0,01

BULGULAR

Vakaların 17 (%43,6) sına toraks duvarı stabilizasyonu ameliyatı yapıldı, 22 (%56,4) vaka ise konservatif yaklaşımlarla tedavi edilmeye çalışıldı. Vakaların 8 (%20,5) tanesinde yelken göğüs kliniğine yol açan patolojilerden birisi de sternum kırığıydı. 8(%20,5) vakada yelken göğüs çift taraflı iken 31 (%79,5) vakada tek taraflı idi. 15 (%38,5) vakada yelken göğüsle sonuçlanan toraks travmasına eşlik

eden başkaca vücut travmaları da mevcuttu. Stabilizasyon sonrası yoğun bakımda kalış süreleri minimum 1 gün maksimum 8 gün olarak tespit edildi. Stabilizasyon sonrası serviste kalış süreleri ise minimum 2 gün maksimum 11 gün olarak tespit edildi. Bu süreler konservatif yaklaşımda bulunulan hastaların hem yoğun bakımda hem de serviste kalış sürelerine göre anlamlı şekilde düşüktü. Stabilizasyon ameliyatı yapılan 17 hastamızdan 1 tanesi (%5,8)

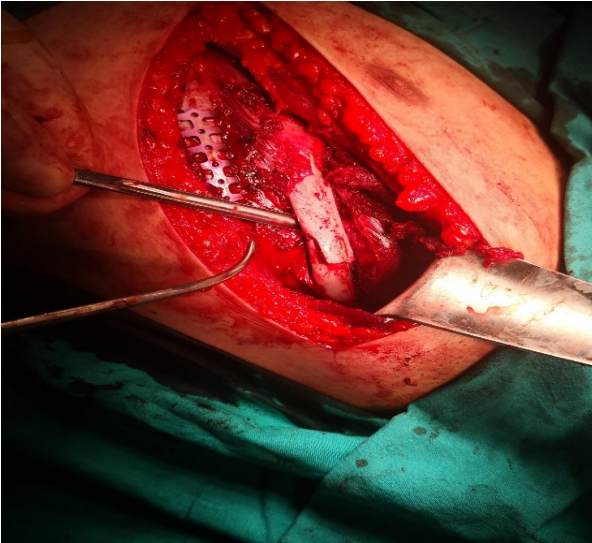
mortaliteyle sonuçlanırken, konservatif yaklaşılan 22 hastadan 6 tanesi (%27,2) mortalite ile sonuçlandı. Stabilizasyon ameliyatının sağ kalıma olumlu katkısı anlamlı bulundu. Pnömoni gelişen vakaların 1(%7,7) tanesi stabilizasyon ameliyatı yapılan vaka iken, 12 (%92,3) tanesi konservatif yaklaşılan vakalardı. Pnömoni gelişme oranı açısından ise konservatif yaklaşılan vakalar istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek tespit edildi. cerrahi uyguladığımız vakalarımızın servis ve yoğun bakımda kalma sürelerini tablo 2'de gösterdik.

Tablo 2. Cerrahi uygulanan vakaların servis ve yoğun bakımda kalış süreleri

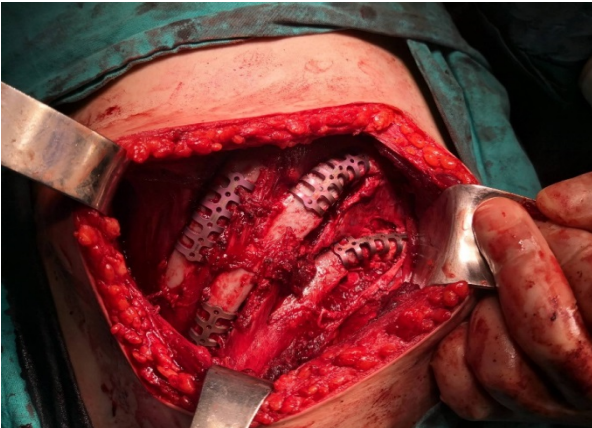
	N	Min.	Maks.	\bar{x}	SD
Stabilizasyon öncesi YB kalış	39	1	26	11,00	6,909
Stabilizasyon sonrası YB kalış	17	1	8	2,24	1,821
Serviste kalış	31	2	11	6,10	2,688

YB: yoğun bakım, Min.: minimum, Maks.: maksimum, SD: standart sapma

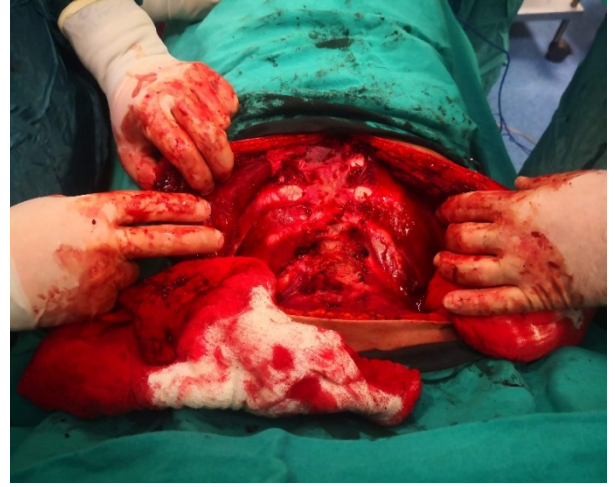
Resim 1. Kırık kosta görüntüsü



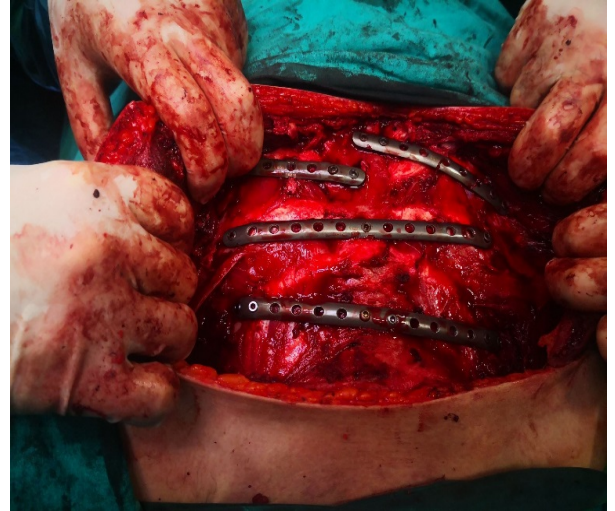
Resim 2. Plaklarla stabilize edilmiş kostaların görüntüsü



Resim 3. Sternum, ayrılmış kostokondral bileşkeler ve kırık kostaların görüntüsü



Resim 4. Sternum, kostokondral bileşkeler ve kırık kostaların plaklar yardımıyla fiksasyonu



Resim 5. Sternum kırığının ve kostaların fiksasyonunun birlikte gösterimi



Resim 6. Yelken göğüste kosta kırıklarının 3 boyutlu gösterimi



TARTIŞMA

Bu çalışmanın ana ve çarpıcı sonucu; künt toraks travması sonrası yelken göğüs patolojisi gelişen hastalarda, yelken göğüs patolojisinin toraks duvarı stabilizasyonu ameliyatları ile giderilmesinin sağ kalıma %94,2 oranında istatistiksel olarak anlamlı katkıda bulunduğudır.

Genel literatür taramasında toraks duvarı stabilizasyonu uygulanan vakaların mortalite ve morbidite oranları konservatif yaklaşıma göre çok daha düşük bulunmuştur (5-7).

Yelken göğüs vakalarında erken toraks duvarı stabilizasyonu ameliyatları yoğun bakım kalış sürelerini, ventilatör gerekliliğini, hastanede kalış sürelerini ve pnömoni gelişme oranlarını anlamlı şekilde düşürmektedir. Althause ve arkadaşları 2005-2010 yılları arasında yaptıkları 50 serilik retrospektif çalışmalarında 22 tane toraks duvarı stabilizasyonu uygulanan vaka ile 28 tane konservatif yaklaşımla tedavi edilen vakalarını karşılaştırmışlar. Opere edilen vakaların yoğun bakımda kalma sürelerini (7.59 vs. 9.68 gün, $P = 0.018$), ventilatör gerekliliğini (4.14 vs. 9.68 gün, $P = 0.007$), hastanede kalış sürelerini (11.9 vs. 19.0 gün, $P = 0.006$), trakeostomi gerekliliğini (4.55% vs. 39.29%, $P = 0.042$), pnömoni gelişme oranlarını (4.55% vs. 25%, $P = 0.047$), tekrar entübe olma ihtiyacını (4.55% vs. 17.86%, $P = 0.34$), ve post op evde oksijen gereklilik oranlarını (4.55% vs. 17.86%, $P = 0.034$) istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük bulmuşlar (5).

Balcı ve arkadaşları 1991-2000 yılları arasındaki toraks duvarı stabilizasyonu ameliyatı yaptıkları 27 vaka ile aralıklı pozitif basınçlı ventilasyon (IPPV) yaptıkları 19 hastayı ve senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon (SIMV) yaptıkları 18 hastayı retrospektif olarak incelemişler. Mortalite oranları cerrahi uygulanan grupta % 11,1, konservatif tedavi yaklaşımı ile ventilatörde takip edilen grupta ise %27 olarak

bulmuşlar. Cerrahi uygulanan grubun mortalite oranlarının konservatif tedavi uygulanan gruba göre anlamlı düşük olduğunu tespit etmişler. Hastaların ventilatörde kalış süreleri, hastanede kalış süreleri açısından da cerrahi grubun istatistiksel olarak düşük olduğu tespit edilmiş. Balcı ve arkadaşları toraks duvarı stabilizasyon ameliyatlarının yelken göğüste mortalite ve morbidite oranlarının istatistiksel olarak anlamlı düşük olduğunu ve konservatif tedaviye göre üstün olduğunu tespit etmişlerdir (6).

Slobogean ve arkadaşları 753 hasta içeren 11 yayın üzerinden yaptıkları meta-analizde yine hastanede kalış sürelerini, yoğun bakımda kalış sürelerini, ventilatöre bağlı kalma sürelerini, pnömoni gelişme oranlarını ve sepsis gelişme oranlarını cerrahi uygulanan hastalarda istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük bulmuşlardır (7).

Marasco ve arkadaşları 230 yelken göğüs hastasını prospektif olarak incelemişler ve cerrahi yapılan grupta hastanede kalış sürelerini, yoğun bakım kalış sürelerini, mekanik ventilatöre bağlı kalma sürelerini istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde az bulmuşlardır (8).

Yine Tanaka ve arkadaşları 18 tane stabilizasyon uyguladıkları vakalarıyla, 19 tane konservatif tedavi uyguladıkları vakalarını karşılaştırdıkları çalışmalarında stabilizasyon uygulanan vakalarda akciğer kontüzyonu görülme oranlarını, pnömoni görülme oranlarını, ventilatöre bağlı kalma sürelerini, yoğun bakımda kalma sürelerini, trakeostomi açılma oranlarını ve total tedavi masraflarını istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük bulmuşlardır (9).

Yelken göğüs vakalarının konservatif tedavilerinde karşılaşılan en önemli problem pnömoni ve pnömoninin takip ettiği sepsistir. Ventilatörde kalma süreleri uzadıkça bu ihtimal artmaktadır. Freedlan ve arkadaşları, konservatif yöntemlerle tedavi ettikleri vakalardan 14 günün altında ventilatöre bağlı kalan 17 hastadan 10 tanesinde pnömoni gelişirken, 14 günün üzerinde ventilatöre bağlı kalan 9 vakanın tamamında pnömoni gelişmiş ve bu vakaların 6 tanesi sepsisten kaybedilmiştir (10).

Toraks duvarı stabilizasyonu uygulanan vakalarda cerrahi sonrası en sık görülen komplikasyonlar; yara yeri enfeksiyonları, hematoma, migrasyon, ağrı, rijidite ve kot osteomyelitidir (11).

Yelken göğüs vakalarının cerrahi yöntemle stabilize edilmesinin erken dönemde olduğu gibi uzun dönemde de

istatistiksel olarak anlamlı faydaları tespit edilmiştir. Granetzny ve arkadaşları cerrahi uyguladıkları 20 vaka ile konservatif tedavi uyguladıkları 20 hastanın akciğer fonksiyonlarını solunum fonksiyon testiyle 2 ay sonra karşılaştırmışlar ve cerrahi uygulanan hastaların zorlu vital kapasitelerini (FVC) ve ilk saniyedeki zorlu ekspirasyon kapasitelerini (FEV1) anlamlı ölçüde yüksek bulmuşlardır (12). Lardionis ve arkadaşları ise cerrahi uygulanan 50 hastanın 6 ay sonraki solunum fonksiyon testlerinde ise %52 oranında tamamen normal değerler elde etmişlerdir. %22 oranında hafif obstrüksiyon paterni elde ederken %8 olguda da hem obstrüksiyon hem de restriksiyon paterni tespit etmişlerdir (13).

Yelken göğüste konservatif tedavi yaklaşımını benimseyen hekimler; enfeksiyon riski, cerrahi esnasında akciğere hasar verme ihtimali, interkostal nörovasküler yapılar zarar verebilme ihtimali ve implantların tekrar çıkarılmasının gerekli olduğu tekrarlayan cerrahiler gibi sebeplerle cerrahi yaklaşımı eleştirmekte ve konservatif tedavinin ana tedavi yöntemi olduğunu savunmaktadırlar (14).

Toraks duvarı stabilizasyonunda birçok plak ve teknik kullanılmaktadır. Bunlardan bir kaç; anterior plak ve serklaj teli, intramedüller fiksasyon, U-plak, absorbabl plak ve Judet kilididir (11). Biz stabilizasyon ameliyatlarımızda genellikle Judet kilidini tercih ettik.

Çalışmamızın en önemli kısıtlılık durumu retrospektif bir çalışma olmasıydı. Çalışmamızda toraks duvarı stabilizasyonunda kullanılan farklı stabilizatörleri kendi içinde kıyaslama imkanımızın olmaması bir diğer kısıtlılık durumuydu. Diğer bir kısıtlılık durumu ise her iki yöntemle tedavi ettiğimiz vakalarımızın uzun süre takip parametrelerine ulaşmamamızdı.

SONUÇ

Yelken göğüs patolojisi gelişen künt toraks travmalı vakalarda toraks stabilizasyonu ameliyatlarının akciğer kontüzyonu ve pnömoni insidansını, ventilatörde ve yoğun bakımda kalma sürelerini önemli ölçüde azaltarak sağ kalıma önemli ölçüde katkı sağladığını düşünüyoruz.

Etik: Bu çalışmanın etik kurulu alınmıştır.

Ethics committee approval had been taken.

Yazar katkı durumu; Çalışmanın konsepti; OA, dizaynı; OA, Literatür taraması; OA, verilerin toplanması ve işlenmesi; OA,

istatistik; OA, yazım aşaması; OA

Author contribution status; The concept of the study; OA, design; OA, literature review; OA, collecting and processing data; OA, statistics; OA, writing phase; OA

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

The author declares no conflict of interest.

Finansal Destek: yoktur / Funding: none

doi: *** ** ** ** ** ** ** ** ** ** **

KAYNAKLAR

1. Bastos R, Calhoun JH, Baisden CE, editors. Flail chest and pulmonary contusion. Seminars in thoracic and cardiovascular surgery; 2008: Elsevier.
2. Dehghan N, De Mestral C, McKee MD, Schemitsch EH, Nathens A. Flail chest injuries: a review of outcomes and treatment practices from the National Trauma Data Bank. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2014;76(2):462-8.
3. Pettiford BL, Luketich JD, Landreneau RJ. The management of flail chest. Thoracic surgery clinics. 2007;17(1):25-33.
4. Simon B, Ebert J, Bokhari F, Capella J, Emhoff T, Hayward III T, et al. Management of pulmonary contusion and flail chest: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2012;73(5):S351-S61.
5. Althausen PL, Shannon S, Watts C, Thomas K, Bain MA, Coll D, et al. Early surgical stabilization of flail chest with locked plate fixation. Journal of orthopaedic trauma. 2011;25(11):641-7.
6. Balci AE, Eren Ş, Çakir Ö, Eren MN. Open fixation in flail chest: review of 64 patients. Asian Cardiovascular and Thoracic Annals. 2004;12(1):11-5.
7. Slobogean GP, MacPherson CA, Sun T, Pelletier M-E, Hameed SM. Surgical fixation vs nonoperative management of flail chest: a meta-analysis. Journal of the American College of Surgeons. 2013;216(2):302-11. e1.
8. Marasco SF, Davies AR, Cooper J, Varma D, Bennett V, Nevill R, et al. Prospective randomized controlled trial of operative rib fixation in traumatic flail chest. Journal of the American College of Surgeons. 2013;216(5):924-32.
9. Tanaka H, Yukioka T, Yamaguti Y, Shimizu S, Goto H, Matsuda H, et al. Surgical stabilization of internal pneumatic stabilization? A prospective randomized study of management of severe flail chest patients. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2002;52(4):727-32.
10. Freedland M, Wilson RF, Bender JS, Levison MA. The management of flail chest injury: factors affecting outcome. J Trauma. 1990;30(12):1460-8.
11. Nirula R, Diaz JJ, Trunkey DD, Mayberry JC. Rib fracture repair: indications, technical issues, and future directions. World journal of surgery. 2009;33(1):14-22.
12. Granetzny A, Abd El-Aal M, Emam E, Shalaby A, Boseila A. Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary status. Interactive cardiovascular and thoracic

surgery. 2005;4(6):583-7.

13. Lardinois D, Krueger T, Dusmet M, Ghisletta N, Gugger M, Ris H-B. Pulmonary function testing after operative stabilisation of the chest wall for flail chest. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2001;20(3):496-501.

14. Lafferty PM, Anavian J, Will RE, Cole PA. Operative treatment of chest wall injuries: indications, technique, and outcomes. *JBJS*. 2011;93(1):97-110.