

# Kardiyopulmoner resüsitasyona bağlı göğüs kafesi hasarlanmalarının sıklığı: Adli otopsi sonuçları

## Frequency of skeletal chest injuries associated with cardiopulmonary resuscitation: forensic autopsy

Bora BOZ,<sup>1</sup> Bülent ERDUR,<sup>2</sup> Kemalettin ACAR,<sup>1</sup>  
Ahmet ERGİN,<sup>3</sup> İbrahim TÜRKÇÜER,<sup>2</sup> Nesrin ERGİN<sup>4</sup>

### AMAÇ

Kot ve sternum kırıkları, erişkinlerde kardiyopulmoner resüsitasyona (KPR) bağlı sık rastlanan kas-iskelet sisteminin göğüs kafesi komplikasyonlarından. Çalışmada kardiyak arrest olgularının tedavisinde uygulanan klasik kapalı göğüs basısı nedeniyle oluşan kot ve sternum kırıklarının sıklığının saptanması amaçlandı.

### GEREÇ VE YÖNTEM

2004-2005 yıllarını içeren 12 aylık süre içerisinde Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı tarafından otopsi uygulanan 231 olgu geriye dönük olarak incelendi. Yapılan otopsilerden, KPR'ye bağlı kot-sternum kırıkları, ekimoz ve kostal bölge altı kanamayı içeren göğüs travması bulgusu olan 104 hasta çalışmaya dahil edildi.

### BULGULAR

Yüz dört olgunun 91'i (%87,5) erişkin, 13'ü (%12,5) çocuktü. Çocuk yaş grubunda ortalama yaş 5,48±5,96, kadın/erkek oranı 5/8; erişkin yaş grubunda ortalama yaş 44,88±18,31, kadın/erkek oranı 18/73 olarak bulundu. Yapılan 104 otopsinin 44'ünü (%42,3) travmatik nedenlerle, 60'mı (%57,7) ise travma dışı nedenlerle hayatını kaybeden kişiler oluşturmaktaydı. Erişkin olguların otopsisinde ekimoz 26 (%28,8), kostal bölge altında kanama 16 (%17,6) ve göğüs kafesinde kırık (kot, sternum) ise 12 (%13,2) olguda bulundu. Erişkin grupta KPR'ye bağlı göğüs travması açısından yaş, cinsiyet, travmatik-travma dışı grup arasında istatistiksel fark bulunmadı (p>0,05).

### SONUÇ

Yapılan otopsi sonuçlarına göre kardiyak arrestin tedavisi olarak uygulanan kapalı göğüs masajına bağlı kot ve sternum kırığı sıklığı düşük bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Göğüs travması; kardiyak arrest; kardiyopulmoner resüsitasyon; kırıklar/kot/sternum; otopsi.

### BACKGROUND

Fractured ribs and sternum are frequent complications of thoracic compression during CPR (cardiopulmonary resuscitation) in adults. This study was conducted to determine the incidence of rib and sternal fractures after conventional closed-chest compression in the treatment of cardiac arrest.

### METHODS

We reviewed the forensic autopsy findings of 231 deaths referred to the Pamukkale University Department of Forensic Medicine over a 12-month period, 2004-2005. CPR-related chest injuries comprising rib and sternum fractures, ecchymosis and subcostal hemorrhage were compared retrospectively in 104 patients.

### RESULTS

Ninety-one (87.5%) of the 104 patients were adults, and 13 patients (12.5%) were children. The mean (SD) age in the pediatric group (5F/8M) was 5.48 (±5.96) and in the adult group (18F/73M) was 44.88 (±18.31). Forty-four (42.3%) of the 104 patients died of traumatic cause and 60 (57.7%) of non-traumatic cause. Ecchymosis was present in 26 (28.8%) patients, subcostal hemorrhage in 16 (17.6%) patients and fractures (sternal and costal) in 12 (13.2%) patients in adults. There were no significant differences between groups according to age, sex and traumatic-nontraumatic cause in terms of skeletal chest injuries associated with CPR in adult patients (p>0.05).

### CONCLUSION

This study shows a low incidence of rib and sternal fracture after closed-chest compression in the treatment of cardiac arrest in forensic autopsy cases.

**Key Words:** Autopsy; cardiac arrest; cardiopulmonary resuscitation; chest injuries; fractures/rib/sternum.

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, <sup>1</sup>Adli Tıp Anabilim Dalı, <sup>2</sup>Acil Tıp Anabilim Dalı, <sup>3</sup>Halk Sağlığı Anabilim Dalı; <sup>4</sup>Servergazi Devlet Hastanesi Nöroloji Kliniği, Denizli.

Departments of <sup>1</sup>Forensic Medicine, <sup>2</sup>Emergency Medicine, <sup>3</sup>Public Health, Medicine Faculty of Pamukkale University, Denizli; <sup>4</sup>Department of Neurology, Servergazi State Hospital, Denizli, Turkey.

İletişim (Correspondence): Dr. İbrahim Türkçüer. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Acil Tıp Anabilim Dalı, Km14 20070 Denizli, Turkey.  
Tel: +90 - 258 - 211 85 85 Faks (Fax): +90 - 258 - 213 49 22 e-posta (e-mail): iturkcuer@yahoo.com

Göğüs kompresyonu, kardiyopulmoner resüsitasyonun (KPR) köşe taşlarından biridir, hava yolu açıklığının ve solunum desteğinin sağlanıp erken defibrilasyon uygulaması ile birlikte olduğunda kardiyak arestten sonra yaşam şansını artıran bir bütünü oluşturmaktadır. Bununla beraber, göğüs kompresyonu yeri geldiğinde temel yaşam desteğinde (TYD) tek başına da uygulanabilen bir prosedürdür. 2005 yılı aralık ayında yayınlanan KPR ile ilgili değişikliklerde kompresyon sayısı 30'a çıkarılmıştır.<sup>[1]</sup> Bu da göğüs kompresyonunun ne derece önemli olduğunun bir göstergesidir. Aslında göğüs kompresyonu travmatik bir prosedürdür. Durum böyle olunca komplikasyon olması kaçınılmaz olsa da, oluşan komplikasyonun yumuşak doku travmasından daha ileri (kot-sternum kırığı, iç organ yaralanması vb.) gitmemesi istenir.<sup>[2]</sup> Göğüs kompresyonu uygulaması farklı kişilerce (sağlık personeli, halktan insanlar gibi) ve farklı yerlerde (hastane, hastane dışı gibi) uygulandığı için alınan eğitimin derecesine göre değişik uygulamalar görülmekte, bunun sonucu olarak da komplikasyon derecesi değişebilmektedir.

Çalışmamızda, resüsitasyon uygulandıktan sonra postmortem otopsi yapılan adli vakalarda, göğüs kompresyonuna bağlı kas-iskelet sisteminin göğüs kafesi komplikasyonlarının sıklığı incelendi.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu geriye dönük çalışmada, arest sonrası KPR uygulanan hastalarda KPR nedeniyle gelişen göğüs komplikasyonları ölüm sonrası yapılan otopsi bulgularıyla değerlendirildi. Ocak 2004-Ocak 2005 tarihleri arasındaki bir yıllık süre içerisinde Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı'nda otopsi yapılan olgular çalışmaya alındı. Otopsi yapılanların hepsi hastane içinde herhangi bir nedenle kardiyopulmoner arest gelişen ve KPR uygulanan olgulardı. Her otopsi sonrasında sosyodemografik veriler, ölüm nedenleri, KPR uygulanıp uygulanmadığı, göğüs duvarında travmaya ait fiziksel otopsi bulguları (göğüs duvarındaki ekimoz, kostal bölge altındaki kanama, kot ve sternum kırık-çıkığı) kaydedildi. Travmatik nedenlerle kardiyak arest gelişen olgulardaki komplikasyonların, göğüs travmasının birincil travmaya ya da KPR'ye ait olup olmadığı antemortem-postmortem bulgulara göre anlaşıldı (Antemortem kırıklarda görülen kırık etrafında kanama, ekimoz gibi vital bulgular

postmortem kırıklarda görülmemektedir). Çalışmamızdaki tüm otopsiler Adli Tıp Anabilim Dalındaki iki öğretim üyesi tarafından yapıldı. Bütün otopsiler çoğunluğu ölüm sonrası ilk 4-8 saat içinde olmak üzere, genel olarak ilk 24 saat içinde yapıldı. Otopsi yöntemi olarak üç ana boşluğun (kafatası, göğüs kafesi ve karın) açılarak organların dışarı alındığı ve makroskopik yöntemle incelendiği Wirchow yöntemi kullanıldı. Özellikle adli olgularda (zehirlenme gibi) toksikolojik ve mikroskopik inceleme yapılmış olmakla birlikte, bizim bulgularımızı etkilemedi. Sonuçlar 16 yaş altı ve üstünde, travmatik ve travma dışı olarak sınıflama yapılarak değerlendirildi. KPR uygulanan olgulardan elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 10.0 programı kullanıldı. Kategorize değişkenler için yüzdeler ve devamlı değişkenler için ortalamalar standart şekilde hesaplandı. Karşılaştırmalar için ki-kare ve Fisher kesin testi kullanıldı.  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı olarak kabul edildi.

## BULGULAR

Bir yıllık çalışma süresinde Adli Tıp Anabilim Dalı'nda toplam 231 olguya otopsi uygulandı. Çalışmaya bu olgulardan KPR uygulanmış olan 104'ü (%45) dahil edildi. 104 olgunun 91'i (%87,5)  $\geq 16$  yaş (erişkin), 13'ü (%12,5) ise  $< 16$  yaş idi (çocuk). Çocuk yaş grubunda ortalama yaş  $5,48 \pm 5,96$ , kadın/erkek oranı 5/8; erişkin yaş grubunda ortalama yaş  $44,88 \pm 18,31$ , kadın/erkek oranı 18/73 bulundu. Yapılan otopsilerin 44'ünü (%42,3) travmatik nedenlerle, 60'ını (%57,7) ise travma dışı nedenlerle hayatını kaybeden kişiler oluşturmaktaydı. KPR uygulanan tüm erişkin olguların otopsisindeki bulgular sıklık sırasına göre; ekimoz 26 (%28,8), kostal bölge altında kanama 16 (%17,6) ve göğüs kafesindeki toplam (kot, sternum) kırık 12 (%13,2) bulundu. Çocuklarda ( $< 16$  yaş) travma grubundaki bir (%7,7) olguda ekimoz, kostal bölge altında kanama ve kot kırığı bulundu. KPR yapılmayan adli vakaların hiçbirinde göğüs kafesine ait bulgu saptanmadı. Travmatik-travma dışı erişkin yaş grubunda, travmanın etkisi göz önüne alınarak yapılan KPR'ye bağlı cinsiyetin kırık, ekimoz ve cilt altı kanama varlığı üzerine olan etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildi (Fisher kesin testi; sırasıyla  $p=0,09$ ,  $p=0,59$ ,  $p=0,09$ ). Bulgular, yaş, cinsiyet ve travma varlığına göre sınıflandırılarak, komplikasyonların dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Otopside saptanan bulguların erişkin yaş grubundaki dağılımı

			Otopsi bulguları (n, %)					Toplam
			Ekimoz	Cilt altı kanama	Kot kırığı	Sternum kırığı	Sternum+Kot kırığı	
KPR uygulanan ≥16 yaş hastalar	Travmatik (n=41)	Kadın (n=9)	3 (33,3)	1 (11,1)	0	2 (22,2)	0	2 (22,2)
		Erkek (n=32)	11 (34,4)	7 (17,1)	4 (12,5)	0	1 (3,1)	5 (15,6)
	Travma dışı (n=50)	Kadın (n=9)	1 (11,1)	1 (11,1)	0	1 (11,1)	0	1 (11,1)
		Erkek (n=41)	11 (26,8)	7 (17,1)	3 (7,3)	0	1 (2,4)	4 (9,8)
	Toplam (n=91)			26	16	7	3	2
KPR uygulanan <16 yaş hastalar	Travmatik (n=3)	Kadın (n=1)	0	0	0	0	0	0
		Erkek (n=2)	1 (50,0)	1 (50,0)	1 (50,0)	0	0	1 (50,0)
	Travma dışı (n=10)	Kadın (n=4)	0	0	0	0	0	0
		Erkek (n=6)	0	0	0	0	0	0
	Toplam (n=13)			1	1	1	0	0

## TARTIŞMA

Çalışmamızda KPR sonrası postmortem otopsi ile saptanan komplikasyonlar en sık ekimoz ve subkostal kanamalar, daha sonra ise çoklu kot ve sternum kırığı şeklinde bulunmuştur. Göğüs kafesi yaralanmalarının sıklığı açısından değerlendirildiğinde bizim çalışma sonuçlarımızdaki kot ve sternum kırığı şeklindeki komplikasyon oranlarımız diğer bildirilen birçok çalışma sonucuna göre oldukça düşüktür.<sup>[3]</sup> KPR kalitesi, uygulanan yer (hastane ve/veya hastane öncesi), yaş ve cinsiyet gibi birçok değişkenden etkilenen KPR'ye bağlı iskelet göğüs yaralanmaları komplikasyon oranları literatürde, sıklıkla kot kırığı %12,9-96,6 ve sternum kırığı %1,3-43,3 oranlarında olmak üzere geniş bir aralıkta bildirilmiştir.<sup>[3]</sup>

Kot ve sternum kırıkları erişkin hastalarda KPR sırasında uygulanan göğüs kompresyonuna bağlı en sık bildirilen iskeletin göğüs komplikasyonlarıdır.<sup>[4-7]</sup> Bizim çalışmamızda da en sık olarak kot kırıkları saptanmıştır. Ekimoz ve subkostal kanamalar direkt kompresyon etkisiyle yumuşak doku travmasına ikincil ortaya çıkabileceği gibi, oluşan kot ve sternum kırıklarıyla birlikte de görülebilmektedir. Göğüs kompresyonu yapılırken aktif kompresyon-dekompresyon fazı bu komplikasyonların oluşumu ile yakından ilgilidir. Oluşan kot kırıklarının nadiren komplikasyonlara neden olduğu bilinmektedir, özellikle çok sayıda oluşan ve serbestleşmiş kot kırıkları daha sıklıkla hasara yol açarlar. Kot ve sternum kırığı sonrası oluşan parçalar kalp ve akciğere hasar

vererek hemotoraks-pnömotoraksa, çok nadir de olsa kardiyak rüptür ve karaciğer yaralanmasına yol açtığı bildirilmiştir.<sup>[8-10]</sup> Bizim çalışmamızda oluşan kırık komplikasyonlarına bağlı herhangi bir hasar saptanmamıştır. Kardiyak arrest sonrasında yeniden canlanan hastalarda, KPR sırasında hastaların özellikle yaklaşık yarısında daha sonraki tedaviyi etkileyecek kot kırıkları beklenmelidir.<sup>[11]</sup> Kırıklar sadece altta yatan organların yaralanmasını değil, ayrıca ventilasyonu ve iyileşmeyi de bozmaktadır.

Arest kurbanının yaşı, göğüs kompresyonu sırasında kırık oluşumu açısından önemli faktörlerdendir. Yaygın dejeneratif göğüs kafesi değişiklikleri, yaralanma ve komplikasyon ihtimalini artırmaktadır. Krischer ve arkadaşları<sup>[12]</sup> ile Baubin ve arkadaşları,<sup>[13]</sup> yaş arttıkça kırık oranının da arttığını istatistiksel olarak göstermişlerdir. Yaşlı hastalarda komplikasyon riskinin arttığı (kırık oluşumu, kırılan kemik sayısı, ekimoz varlığı vb), kadınlarda sternum kırığının daha fazla olduğu gösterilmiştir.<sup>[13]</sup> Bu sonuçlar bizim çalışma sonuçlarımızla uyumludur, ancak bizim erişkin gruptaki yaş ortalamamız (44,88±18,31) diğer bildirilen yaş ortalamalarına göre oldukça düşüktür.<sup>[5,6,14-16]</sup> Bu da bizim çalışma grubumuzdaki komplikasyon oranlarının düşüklüğünün önemli bir nedeni olarak düşünülebilir.

Çocuklarda göğüs kompresyonuna bağlı kot kırığı ve diğer komplikasyon riskinin çok düşük olduğu bildirilmiştir.<sup>[4,17]</sup> Bizim sonuçlarımızda da komplikasyon oranları benzer şekilde düşük bulun-

muştur. Sadece bir çocukta trafik kazası sonucu olası travmaya ikincil multipl kot kırıkları saptanmış, diğer 12 olguda herhangi bir komplikasyon saptanmamıştır. Bu nedenle çocuklarda kot kırığının saptanması mutlaka olayın adli boyutunu düşündürmeli, önceden var olabilecek çocuk istismarı ihtimalini akla getirmelidir.<sup>[18,19]</sup> Böylelikle, çocuklarda kardiyak arrest koşulları ve diğer çocuk istismarı bulgularının varlığı araştırılmalıdır.

Komplikasyon oluşumu açısından cinsiyetin etkisi konusunda ise tam bir fikir birliği yoktur. Kadınlarda osteoporoz sıklığı daha fazladır, ayrıca genelde tipik olarak erkeklere göre daha ileri yaşlarda resüsitasyon uygulanmaktadır.<sup>[20]</sup> Bu ve diğer epidemiyolojik karakteristiklerden dolayı,<sup>[21]</sup> iskelete ait yan etkilerin kadınlarda erkeklere oranla daha fazla olması beklenebilir. Bununla beraber, bildirilen bazı çalışma sonuçlarına göre cinsiyetle kırık sıklığı açısından istatistiksel anlamlı korelasyon görünmemektedir.<sup>[6,12,22]</sup> Baubin ve arkadaşları<sup>[13]</sup> oluşan kırıkların cinsiyetle uyumlu olduğunu, kadınlarda sternum kırığı riskinin arttığını gözlemlemişlerdir. Bizim çalışma sonuçlarımızda kadınlarda sternum kırığı, erkeklerde ise kot kırığı ile sternum+kot kırığı oranlarının yüksek olduğu saptanmıştır, ama toplam kırık (kot, sternum, kot+sternum) ve diğer komplikasyonlar açısından yapılan değerlendirmede ise cinsiyet açısından istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır.

KPR sırasında uygulanan toplam göğüs kompresyonu süresi, komplikasyon sıklığını etkileyen diğer bir önemli faktördür. KPR süresi uzadıkça, kurtarıcının artan yorgunluğu ve azalan dikkati sonucunda göğüs kompresyon kalitesi kötüleşmekte, buna bağlı komplikasyon olasılığı artmaktadır.<sup>[23,24]</sup> Krischer ve arkadaşları<sup>[12]</sup> da uzun süreli KPR sonrasında komplikasyon oranlarının zamanla korale olarak anlamlı derecede arttığını belirtmişlerdir. Son değişikliklerle birlikte kompresyon/ventilasyon oranının 30/2'ye çıkarılması bu riskin artabileceğini düşündürse de, uygun el pozisyonu ve kompresyonun yapılma tekniğinin de önemli olduğu görülmüştür.<sup>[25]</sup> Göğüs kompresyonu sırasında uygun el pozisyonunun kullanılmasıyla komplikasyonları minimize olmakla beraber, tamamen engellenmemektedir.<sup>[16]</sup> Bizim çalışmamızın önemli sınırlılıklarından biri de, bu konudaki diğer bir çok çalışmada olduğu gibi<sup>[3]</sup> resüsitasyon sürelerine tam olarak ulaşamamasıdır. Hastane dışı tanıklı kardiyak

arrest durumlarında, uygunsuz basınç noktası seçimi ve uygunsuz güç kullanımına bağlı olarak KPR yapılan olgularda daha yüksek oranda göğüs kafesi kırığı saptanmıştır. Bunun yanında, başarısız KPR uygulaması kurtarıcıyı aşırı güç kullanımı konusunda provoke etmekte, sonuç olarak da göğüs kafesi yaralanma sıklığını artırmaktadır. Ayrıca kurtarıcının özellikleri (eğitim, tecrübe, sağlık çalışanı olup olmaması gibi), olay yerinin durumu ve ani gelişen olayın yarattığı stres de etki eden diğer unsurlardır.<sup>[16]</sup> Bizim çalışmaya aldığımız olgular sadece hastanede arrest olan hastaları içerdiği için resüsitasyonlar doktorlar tarafından yapılmıştır. Bu da komplikasyon oranlarımızın düşük bulunma nedenlerinden biri olarak düşünülebilir. Bununla beraber, KPR sırasında komplikasyon oluşturabilme çekişiyle etkin olmayan kompresyon uygulaması da komplikasyon oranlarımızın az çıkmasında bir neden olarak düşünülebilir, ayrıca toplumumuzda hastane dışı tanıklı arrest olgularına Acil Tıp Sistemi ulaşmadan kurtarıcılar tarafından KPR uygulanma oranı oldukça düşüktür. Denizli ilinde daha önce yapılan bir yıllık resüsitasyon çalışmasında, 222 arrest kurbanından tanıklı olanlardan yalnızca üçüne (%1,7) kurtarıcı tarafından KPR uygulanmış, bunun da ikisi sağlık çalışanı olan kişiler olarak bulunmuştu.<sup>[26]</sup> Bu da çalışma bölgemizdeki hastane dışı şahitli KPR'lerin çoğunluğunun Acil Tıp Sistemi tarafından ya da sağlık çalışanı olan şahitler tarafından uygulandığını, toplum tarafından KPR uygulama oranının oldukça düşük olduğunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak, birçok değişkenden etkilenen KPR'ye bağlı iskeletin göğüs yaralanmaları komplikasyon oranları, bizim çalışmamızda literatüre göre düşük oranlarda bulunmuştur. Bunda yaş ortalaması düşük adli olguların yer aldığı özellikli bir çalışma nüfusunun olması önemli bir faktör gibi görünmekle beraber, çalışmamızın değerlendirmesinin fiziksel inceleme veya direkt grafi yerine daha yüksek doğruluk oranına sahip otopsi sonuçlarına göre yapılmış olması önemlidir.

Bu konuda, daha geniş nüfusu içeren, arrest protokollerine yönelik kayıtların daha uygun tutulduğu ileriye dönük çalışmaların yapılması yararlı olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. American Heart Association 2005 Guidelines for CPR and ECC. Part 4: Adult Basic Life Support. Circulation 2005;112:IV-18-IV-34.

2. Jude JR, Kouwenhoven WB, Knickerbocker GG. Cardiac arrest. Report of application of external cardiac massage on 118 patients. *JAMA* 1961;178:1063-70.
3. Hoke RS, Chamberlain D. Skeletal chest injuries secondary to cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2004;63:327-38.
4. Lederer W, Mair D, Rabl W, Baubin M. Frequency of rib and sternum fractures associated with out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation is underestimated by conventional chest X-ray. *Resuscitation* 2004;60:157-62.
5. Bedell SE, Fulton EJ. Unexpected findings and complications at autopsy after cardiopulmonary resuscitation (CPR). *Arch Intern Med* 1986;146:1725-8.
6. Powner DJ, Holcombe PA, Mello LA. Cardiopulmonary resuscitation-related injuries. *Crit Care Med* 1984;12:54-5.
7. Nagel EL, Fine EG, Krischer JP, Davis JH. Complications of CPR. *Crit Care Med* 1981;9:424.
8. Rabl W, Baubin M, Broinger G, Scheithauer R. Serious complications from active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation. *Int J Legal Med* 1996;109:84-9.
9. Machii M, Inaba H, Nakae H, Suzuki I, Tanaka H. Cardiac rupture by penetration of fractured sternum: a rare complication of cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2000;43:151-3.
10. Pezzi A, Pasetti G, Lombardi F, Fiorentini C, Iapichino G. Liver rupture after cardiopulmonary resuscitation (CPR) and thrombolysis. *Intensive Care Med* 1999;25:1032.
11. DeLuca SA, Rhea JT, O'Malley TO. Radiographic evaluation of rib fractures. *AJR Am J Roentgenol* 1982;138:91-2.
12. Krischer JP, Fine EG, Davis JH, Nagel EL. Complications of cardiac resuscitation. *Chest* 1987;92:287-91.
13. Baubin M, Rabl W, Pfeiffer KP, Benzer A, Gilly H. Chest injuries after active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation (ACD-CPR) in cadavers. *Resuscitation* 1999;43:9-15.
14. Baubin M, Sumann G, Rabl W, Eibl G, Wenzel V, Mair P. Increased frequency of thorax injuries with ACD-CPR. *Resuscitation* 1999;41:33-8.
15. Bjork RJ, Snyder BD, Champion BC, Loewenson RB. Medical complications of cardiopulmonary arrest. *Arch Intern Med* 1982;142:500-3.
16. Oschatz E, Wunderbaldinger P, Sterz F, Holzer M, Kofler J, Slatin H, et al. Cardiopulmonary resuscitation performed by bystanders does not increase adverse effects as assessed by chest radiography. *Anesth Analg* 2001;93:128-33.
17. Bush CM, Jones JS, Cohle SD, Johnson H. Pediatric injuries from cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med* 1996;28:40-4.
18. Betz P, Liebhardt E. Rib fractures in children--resuscitation or child abuse? *Int J Legal Med* 1994;106:215-8.
19. Gunther WM, Symes SA, Berryman HE. Characteristics of child abuse by anteroposterior manual compression versus cardiopulmonary resuscitation: case reports. *Am J Forensic Med Pathol* 2000;21:5-10.
20. Perers E, Abrahamsson P, Bång A, Engdahl J, Lindqvist J, Karlson BW, et al. There is a difference in characteristics and outcome between women and men who suffer out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 1999;40:133-40.
21. Herlitz J, Rundqvist S, Bång A, Aune S, Lundström G, Ekström L, Lindkvist J. Is there a difference between women and men in characteristics and outcome after in hospital cardiac arrest? *Resuscitation* 2001;49:15-23.
22. Crandall J, Kent R, Patrie J, Fertile J, Martin P. Rib fracture patterns and radiologic detection--a restraint-based comparison. *Annu Proc Assoc Adv Automot Med* 2000;44:235-59.
23. Dean JM, Koehler RC, Schleien CL, Berkowitz I, Michael JR, Atchison D, et al. Age-related effects of compression rate and duration in cardiopulmonary resuscitation. *J Appl Physiol* 1990;68:554-60.
24. Hightower D, Thomas SH, Stone CK, Dunn K, March JA. Decay in quality of closed-chest compressions over time. *Ann Emerg Med* 1995;26:300-3.
25. Babbs CF, Voorhees WD, Fitzgerald KR, Holmes HR, Geddes LA. Relationship of blood pressure and flow during CPR to chest compression amplitude: evidence for an effective compression threshold. *Ann Emerg Med* 1983;12:527-32.
26. Erdur B, Ergin A, Turkcuier I, Ergin N, Parlak I, Serinken M, et al. Evaluation of the Outcome of Out-of-Hospital Cardiac Arrest Resuscitation Efforts in Denizli, Turkey. *J Emerg Med* 2008 Feb 13 [Epub ahead of print].