



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Tıp.Derg.
2022; 36 (1): 56 - 59
http://www.fusabil.org

Ertuğrul GÖK^{1, a}
Recep FEDAKAR^{2, b}
Süleyman SİVRİ^{3, c}

¹ Dicle Üniversitesi,
Tıp Fakültesi,
Adli Tıp Anabilim Dalı,
Diyarbakır, TÜRKİYE

² Bursa Uludağ Üniversitesi,
Tıp Fakültesi,
Adli Tıp Anabilim Dalı,
Bursa, TÜRKİYE

³ Kahramanmaraş Sütçü
İmam Üniversitesi,
Tıp Fakültesi,
Adli Tıp Anabilim Dalı,
Kahramanmaraş, TÜRKİYE

^a ORCID: 0000-0003-1573-283X

^b ORCID: 0000-0002-2029-9674

^c ORCID: 0000-0003-0929-3420

Geliş Tarihi : 06.06.2021
Kabul Tarihi : 14.01.2022

Yazışma Adresi Correspondence

Ertuğrul GÖK
Dicle Üniversitesi,
Tıp Fakültesi,
Adli Tıp Anabilim Dalı,
Diyarbakır - TÜRKİYE

ertugrulgk@gmail.com

Kardiyopulmoner Resüsitasyon İlişkili Kot ve Sternum Kırıklarının İncelenmesi

Amaç: Özellikle travma sonrası otopsi olgularında tespit edilen bazı bulguların primer travmaya bağlı veya kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR) ile ilişkili olduğu konusunda adli hekimler yanılabilir. Bu nedenle KPR ilişkili olabilecek komplikasyonlar iyi tanımlanmalı ve adli otopsi esnasında akılda tutulmalıdır. Bu çalışmada non-travmatik adli otopsi olgularında, KPR ile ilişkili olabilecek komplikasyonların ortaya konulması amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Mevcut çalışmada Adli Tıp Kurumu Diyarbakır Grup Başkanlığı tarafından 2005-2014 yılları arasında 10 yıllık periyotta adli otopsi veya sadece ölü muayenesi yapılmış olan 9174 adet adli ölüm vakasının dosyası taranarak veriler elde edildi. Bu adli ölüm vakalarından 6309 adetine adli otopsi yapılmış olup adli otopsi yapılanlar arasında non-travmatik nedenlerle öldüğü kesinleşmiş ve KPR uygulanmış olan 403 vaka incelendi.

Bulgular: Mevcut çalışmada KPR uygulanan vakalar incelendiğinde 92 hastada ekimoz ve cilt altı kanama (%22.82), 16 olguda 1-3 arası sayıda kot kırığı (%3.97), 49 hastada 4 veya 4'ten fazla kotta kırık (%12.15), 78 olguda sternum kırığı (%19.35), 13 olguda iç organ hasarı (%3.22) tespit edildi.

Sonuç: Çalışmanın sonucuna göre tespit edilen komplikasyon oranları literatüre göre düşük bulunmakla beraber, bu düşüklüğün bazı hastalarda oluşan komplikasyonların gözden kaçabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Adli otopsi, kardiyopulmoner resüsitasyon, komplikasyon, kot kırığı, sternum kırığı

The Investigation of Cardiopulmonary Resuscitation Related Rib and Sternum Fractures

Objectives: Forensic physicians may be mistaken about whether some findings especially in post-traumatic autopsy cases are related to primary trauma or cardiopulmonary resuscitation (CPR). Therefore, complications that may be CPR should be well recognized and kept in mind during forensic autopsy. In this study, it is aimed to reveal the complications that can be related to CPR in non-traumatic death cases.

Material and Methods: In the present study, the data were obtained by scanning the files of 9174 forensic death cases who had forensic autopsy or only corpse examination in a 10-year-long period between 2005 and 2014 by the Council of Forensic Medicine, Diyarbakir Group Chairmanship. Of these forensic death cases, forensic autopsy was performed on 6309 and among those who had forensic autopsy, 403 cases who were confirmed to die due to non-traumatic causes and to have undergone CPR were examined.

Results: In the study, when the cases where CPR was applied, were examined, ecchymosis and subcutaneous haemorrhage was found in 92 (22.82%) cases, 1-3 rib fractures were found in 16 (3.97%) cases, fractures in 4 or more than 4 ribs were found in 49 (12.15%) cases, sternal fracture was found in 78 (19.35%) and internal organ damage was found in 13 (3.22%) cases.

Conclusion: Although the complication rates according to the results of the study were found to be low compared to the literature, this low rate may be interpreted as that the complications occurring in some patients could have been overlooked.

Key Words: Forensic autopsy, cardiopulmonary resuscitation, complication, rib fracture, sternum fracture

Giriş

Kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR) arrest olmuş kişinin yaşam ile ölüm arasında bulunduğu yerdir ve en acil tıbbi durumlardan biridir. KPR herhangi bir nedenle kardiyopulmoner arrest gelişen kurbanların hayata dönme şansını artıran en önemli prosedürdür. Göğüs kompresyonu hem temel yaşam desteğinde hem de ileri yaşam desteğinde KPR'nin önemli bir parçasıdır. Göğüs kompresyonları ilk tanımlandığı 19. yüzyıldan itibaren KPR'nin köşe taşıdır. Şimdiye kadar yayınlanan KPR kılavuzlarında etkili göğüs kompresyonunun önemi her zaman vurgulanmıştır (1). Göğüs kompresyonunun etkili ve güvenli olması için kompresyon/ventilasyon oranları kılavuzlar yenilendiğinde güncellenmiştir. Amerikan Kalp Cemiyetinin en son KPR kılavuzlarında etkili bir KPR için hemen göğüs kompresyonuna başlanması önerilmektedir (2). Her ne kadar göğüs kompresyonu KPR'de hayati bir rol oynasa da, uygulamada meydana gelen teknik hatalar nedeniyle bir takım travmatik komplikasyonlara neden olabilmektedir. Bu nedenle kılavuzlar hastaya zarar vermeden en etkili göğüs kompresyonu uygulaması için devamlı güncellenmektedir. Bununla beraber kardiyopulmoner resüsitasyon ilişkili komplikasyonlar 1960'lı yıllardan beri bilinmektedir (3). Literatürde KPR ilişkili komplikasyon oranı, değişik çalışmalarda %20-80 arasında

bildirilmiştir (4-6). Literatürde KPR ilişkili komplikasyonların tanısında görüntüleme çalışmaları yer alsa da, şüphesiz en kesin bilgi otopsi neticesinde elde edilendir.

Arrest sonrası hayata tutunamayan vakalarda, özellikle de travma nedenli ölümlerde, yapılan otopsielerde kurbanlardaki bazı patolojiler primer neden kaynaklı ya da KPR ilişkili komplikasyon kaynaklı olabileceği konusunda adli hekimi yanıltabilmektedir. Adli hekim kurbanda tespit edilen travma bulgularının adli olaydan mı kaynaklı yoksa KPR ilişkili mi olduğunu aydınlatmakla yükümlüdür. Fakat pratikte her zaman otopside tespit edilen bulguların nedenini bulmak kolay olmayabilir. Yapılan çalışmalarda görüntüleme yöntemleri ile tespit edilen bazı komplikasyonların otopsi çalışmalarında gözden kaçtığı bildirilmiştir (7). Bu nedenle adli otopside rol alan adli hekimlerin KPR ile ilişkili olabilecek komplikasyonları iyi tanıması ve otopsi yapılırken bu hususları akılda tutması gerekmektedir.

Mevcut çalışmada, başarısız KPR uygulaması sonrası vefat eden adli vakalar içinden adli otopsi yapılmış olan non-travmatik vakalarda KPR ilişkili kasiskelet sistemi ve iç organ komplikasyonlarının sıklığı araştırılarak literatür eşliğinde tartışılması ve adli tıp uzmanlarının bu konudaki farkındalığının artırılması amaçlandı.

Gereç ve Yöntem

Araştırma ve Yayın Etiği: Mevcut çalışmada Adli Tıp Kurumu Diyarbakır Grup Başkanlığı tarafından 2005-2014 yılları arasında 10 yıllık periyotta adli otopsi veya sadece adli ölü muayenesi yapılmış olan 9174 adet adli ölüm vakasının dosyası taranarak veriler elde edildi. Bu çalışmanın etik kurul izni Adli Tıp Kurumu Başkanlığı Eğitim ve Bilimsel Araştırma Komisyonu'ndan 17/09/2019 tarih ve 21589509/2019/747 sayılı yazı ile alınmıştır.

Çalışmada vaka dosyası geriye dönük taranan toplam 9174 adli ölüm vakasından 6309 adetine otopsi yapılmış olup, otopsi yapılan vakalar içinden non-travmatik nedenlerle ölen ve KPR uygulanmış olan toplam 403 adet vaka incelendi. Çalışmada ilk değerlendirmede non-travmatik 452 vaka tespit edilirken, 49 hastanın dosyasında eksik veri olduğu için bu vakalar çalışma dışı bırakıldı. Vakalar yaş, cinsiyet, ölüm nedeni ve komplikasyon varlığı açısından değerlendirildi. Travmatik nedenlerle ölmediği kesin olan ve dosyasında çalışma için eksik veri bulunmayan 403 vaka, KPR ile ilişkili olduğu düşünülen sadece ekimoz/cilt altı kanama, kot kırığı, sternum kırığı ve iç organ hasarlarının varlığı açısından incelenmiştir. Vakaların yaşları ortalaması±standart sapma; dosya kayıtlarına göre komplikasyon varlığı tespit edilen vakalar sayı (n) ve yüzde (%) olarak belirtilmiştir. Vakalar 18 yaş altı (çocuk) ve 18 yaş ve üstü (yetişkin) olarak gruplandırılmış ve yaş gruplarına göre komplikasyonlar arası farklılık istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

İstatistiksel analiz için (Statistical Package for the Social Sciences) SPSS 13.0 programı kullanılarak

komplikasyon sayıları ve oranları tespit edilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmada ki-kare testi kullanılmış ve p<0.05 değeri istatistiksel anlamlılık için kullanılmıştır.

Bulgular

Bu çalışmada retrospektif olarak incelenen toplam 9174 dosyadan otopsi yapılmış olan 6309 adet vaka içerisinde non-travmatik nedenlerle öldüğü kesin olarak anlaşılan 403 adli ölüm vakası çalışmaya alınmıştır. Çalışmaya alınan 403 vakanın 159 (%39.45) tanesi 18 yaş altı, 244 (%60.55) tanesi ise 18 yaş ve üstü idi. 18 yaş altı vakalar çocuk olarak değerlendirilirken, 18 yaş ve üstü vakalar yetişkin olarak değerlendirildi. Çocuk yaş grubunda yaş ortalaması 4.79±5.06 yıl; yetişkin yaş grubunda yaş ortalaması 40.09±16.95 yıl idi. 403 vakanın 146 tanesi kadın (%36.23), 257 tanesi erkek (%63.77) idi. Erkeklerin yaş ortalaması 28.34±22.97 yıl, kadınların yaş ortalaması 22.32±19.53 yıl idi. Çalışmaya alınan en genç vaka 3 günlük iken, en yaşlı vaka ise 90 yaşında idi. Vakaların ölüm nedenleri incelendiğinde; 145 vakada kendisinde var olan doğal hastalıklar (%35.98), 61 vakada intoksikasyon (%15.14), 52 vakada kardiyak ve pulmoner nedenler (%12.90), 25 vakada suda boğulma (%6.20), 23 vakada ası (%5.71), 19 vakada elektrik çarpması (%4.71), 17 vakada yabancı cisim aspirasyonu (%4.22), 9 vakada serebrovasküler olay (SVO) (%2.23), 4 vakada malignite (%1.00), 48 (%11.91) vakada ise diğer nedenlere bağlı ölüm olduğu tespit edildi. Vakaların ölüm nedenlerine göre dağılımı Tablo-1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Vakaların ölüm nedenlerine göre dağılımı

Ölüm Nedeni	Vaka Sayısı (n)	Yüzdesi (%)
Kendisinde var olan doğal hastalıklar	145	35.98
İntoksikasyon	61	15.14
Kardiyak-pulmoner nedenler	52	12.90
Suda boğulma	25	6.20
Ası	23	5.71
Elektrik çarpması	19	4.71
Yabancı cisim aspirasyonu	17	4.22
Serebrovasküler olay	9	2.23
Malignite	4	1.00
Diğer nedenler	48	11.91
Toplam	403	100.00

KPR uygulanan vakalar yaş ayrımı yapılmadan incelendiğinde; 92 olguda ekimoz veya cilt altı kanama (%22.83), 16 olguda 1-3 arası sayıda kot kırığı (%3.97), 49 olguda 4 veya 4'ten fazla kotta kırık (%12.16), 78 olguda sternum kırığı (%19.35), 13 olguda iç organ hasarı (%3.23) tespit edildi. Çocuk vakalar yetişkin vakalarla komplikasyon açısından karşılaştırıldığında çocuk olguların sadece 1 tanesinde kot kırığı (%0.63) varken, yetişkin olguların 64 tanesinde (%26.23) kot kırığı tespit edilmiştir ve bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlıdır (p<0.001). Sternum kırığı açısından vakalar incelendiğinde; çocuk olguların sadece 2 tanesinde (%1.26) sternum kırığı mevcutken, yetişkin vakaların 76 tanesinde (%31.15) sternum kırığı mevcut olup bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı idi (p<0.001). Cilt altı

ekimoz veya kanama açısından vakalar değerlendirildiğinde çocuk olguların 5 tanesinde (%3.14) cilt altı kanama/ekimoz mevcut iken, yetişkin olguların 87 tanesinde (%35.66) cilt altı ekimoz/kanama mevcut olup bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı idi ($p < 0.001$). Vakalar iç organ hasarı açısından değerlendirildiğinde çocuk olguların 1 tanesinde (%0.63) iç organ hasarı varken, yetişkin olguların 12 tanesinde (%4.92) iç organ hasarı mevcut olup bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı idi ($p < 0.017$) (Tablo-2). Çocuk vakada görülen iç organ hasarı akciğer laserasyonu idi. Yetişkin vakalarda görülen iç organ hasarı incelendiğinde; 5 vakada karaciğer laserasyonu, 1 vakada akciğer laserasyonu, 3 vakada perikard kontüzyonu, 2 vakada sağ ventrikülde ekimoz, 1 vakada sol atriyumda ekimoz tespit edilmiştir.

Tablo 2. Çocuk ve erişkin yaş gruplarında kardiyopulmoner resüsitasyona bağlı komplikasyonlar

Komplikasyonlar	Çocuk n (%)	Erişkin n (%)	p
Kot kırığı	1 (%0.63)	64 (%26.23)	< 0.001
Sternum kırığı	2 (%1.26)	76 (%31.15)	< 0.001
Cilt altı kanama, ekimoz	5 (%3.14)	87 (35.66)	< 0.001
İç organ hasarı	1 (%0.63)	12 (%4.92)	<0.017

Tartışma

Çalışmadan çıkan en önemli sonuç KPR uygulanan hastalarda yüksek oranda kot ve sternum kırığı mevcudiyeti idi. Çalışmanın sonuçlarına göre KPR uygulanan hastalarda en sık görülen komplikasyon kot ve sternum kırığı idi. Kot ve sternum kırıklarının özellikle yetişkin yaş grubu hastalarda çok daha fazla olduğu görülmekte idi. Mevcut KPR kılavuzları kardiyopulmoner arrest vakalarında her ne kadar hemen göğüs kompresyonu önerse de resüsitasyon ilişkili komplikasyonların akılda tutulması gerekmektedir. Resüsitasyon kılavuzlarının değişmesiyle birlikte göğüs kompresyon sayısı yıllar boyunca değişmiştir. İlk yıllardan itibaren KPR ilişkili kot ve sternum kırığı ile ilgili çalışmalarda kırık oranı farklılık göstermektedir (8, 9). Kılavuzdaki değişiklikler, uygulayıcı tecrübesinden kaynaklanan farklılıklar hasta yaşı gibi faktörler nedeniyle KPR ilişkili komplikasyon oranlarında değişiklik olmaktadır (3-6). Beom ve ark. (6)'nın yaptığı bir çalışmaya göre 2010 KPR kılavuzu öncesinde KPR ilişkili kot kırığı oranı %62 iken, 2010 yılındaki değişikliklerle beraber kot kırığı oranında artış olmuş ve çalışmalarında KPR sonrası kot kırığı oranı %78.9 olarak bulunmuştur. Kralj ve ark. (10)'nın yaptığı bir çalışmada KPR ilişkili kot kırığı oranı erkeklerde %86, kadınlarda ise %92 oranında bulunmuştur. Ülkemizde yapılan bir çalışmaya göre, Özer ve ark. (11) 602 adet non-travmatik nedenlerle vefat eden ve CPR uygulanan adli vakaların %16.1'inde kot ve/veya sternum fraktürü olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada yetişkin hastaların %26.23'ünde kot kırığı, %31.15'inde ise sternum kırığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada literatüre göre daha düşük oranda komplikasyon oranı saptanması, otopsiyi yapan hekimlerin bazı olgularda komplikasyonu gözden kaçırmış olabileceği gerçeğiyle açıklanmaktadır. Hamanaka ve ark. (12) yaptığı 62

hastanın kotlarını incelediği bir çalışmaya göre adli otopsi ile bilgisayarlı tomografi arasında yüksek düzeyde uyumluluk olmasına rağmen bilgisayarlı tomografi tarafından tespit edilen 69 kot kırığı otopsi ile tespit edilememiştir. Bu çalışmada çıkan sonuca göre bazı hastalarda meydana gelen KPR ilişkili komplikasyonların gözden kaçmış olabileceğini düşünmekteyiz. Gözden kaçan kot kırıklarının özellikle non-deplase minimal kırık olduğunu düşünmekteyiz.

KPR'nin efektif ve en az komplikasyonla yapılması için bir takım otomatik cihazlar geliştirilmiş ve bu cihazların bazı durumlarda kullanım önerisi kılavuzlarda yerini almıştır (13). Mekanik kompresyon cihazlarının yaygınlaşmasıyla beraber zamanla, ellerle kompresyon ve cihaz yardımı ile kompresyon yöntemleri komplikasyonlar açısından değerlendirilmiştir. Smekal ve arkadaşları, elle yapılan göğüs kompresyonu ile LUCAS isimli mekanik kompresyon cihazıyla göğüs kompresyonu yapılan KPR'de ortaya çıkan komplikasyon oranlarını karşılaştırmış ve komplikasyon oranları arasında anlamlı farklılık olmadığını tespit etmiştir (14). Dupont ve ark. (15), otomatik kompresyon cihazı ile KPR yapılan bir vakada sol diyafragma laserasyonu ve sol taraf retroperitoneal alanda kanama tespit etmişlerdir. Fanton ve ark. (16) ise, iki ayrı cihaz kullanılan iki ayrı vakada sağ karaciğer lobunun alt sınırında kontüzyon ve aşırı hemoperiton tespit etmişlerdir. Otomatik cihazlarla yapılan kompresyonda oluşan batin organları ile ilgili komplikasyonlarda cihazın hastaya bağlanan bandının yanlış konumlandırılması ile ilgili komplikasyon olabileceği belirtilmektedir. Yapılan çalışmada da 5 vakada karaciğer laserasyonu mevcuttu ama vakaların hiçbirinde otomatik kompresyon cihazı kullanılmadığı için mevcut komplikasyonlar uygulayıcı kaynaklı idi. Bu noktada karaciğer laserasyonunda, en sık sebebin uygulayıcının KPR esnasında hastanın karnına dizini dayamasından dolayı oluşan basınç olduğunu düşünmekteyiz.

Mevcut çalışmadan çıkan önemli bir sonuç da özellikle ileri yaş hastalarda çocuk yaş grubuna göre çok daha yüksek oranda KPR ilişkili komplikasyon gelişmesidir. Literatürde çocuk vakalarda KPR ilişkili kot veya sternum kırığı oranı %0-2 civarında belirtilmiştir (17). Boz ve ark. (18)'nin adli otopsi sonuçlarını incelediği bir çalışmada çocuk olgu grubunda KPR ilişkili komplikasyon oranı erişkin olgulara göre istatistiksel açıdan anlamlı olacak şekilde düşük bulunmuştur. Yapılan çalışmada da literatüre benzer şekilde çocuk vakaların %0.63'ünde kot kırığı, %1.26'sinde sternum kırığı tespit edilmiştir. Bunun muhtemel sebeplerinden biri ileri yaşla kemik yoğunluğunun azalması ve kemik esnekliğinin azalması olabilir. İlerleyen yaşla beraber osteoporoz riskinin ve kemik kırıklarının arttığı bilinen tıbbi bir gerçektir (19). Bundan başka arrest olan çocuk hastalarda uygulayıcıların daha dikkatli davranmaları ve KPR kompresyon metodunun daha az basınçla uygulanmasından kaynaklanan bir durum olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmada tespit ettiğimiz KPR ilişkili komplikasyonlardan bir diğeri ise iç organ

yaralanmalarındır. Her ne kadar iç organ yaralanmaları çok nadir olsa da bizim çalışmamızda da literatüre benzer şekilde karaciğer, akciğer, kalp ve perikardla ilgili komplikasyonlara rastlanmıştır (4, 15, 20, 21).

Sonuç olarak, otopside saptanan göğüs kafesindeki ekimozun; kaburga ve sternum kırıkları gibi yaralanmaların; akciğer ve kalp gibi göğüs boşluğundaki organ yaralanmalarının; karaciğer, dalak gibi batin organlarındaki yaralanmaların kardiyopulmoner resüsitasyon ilişkili olabileceği akılda tutulmalıdır. Adli tıp

uzmanının görevi adli olaylarda gerçeğin ortaya çıkmasında önemli bir adım olan arrest olmuş hastadaki patolojilerin KPR ilişkili olup olmadığını ortaya çıkarmaktır. Bu nedenle oluşan hasarların yanlış yorumlanmasının önüne geçmek için KPR ilişkili olabilecek komplikasyonlar tanınmalı ve otopside tespit edilen bulguların acil müdahale uygulaması sonucu mu yoksa travma nedenli mi olduğu konusunda doğru karar verilmelidir.

Kaynaklar

1. Hurt R. Modern cardiopulmonary resuscitation--not so new after all. *J R Soc Med* 2005; 98: 327-331.
2. Merchant RM, Topjian AA, Panchal AR, et al. Part 1: Executive Summary: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020; 142: S337-S357.
3. Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG. Closed-chest cardiac massage. *JAMA* 1960; 173: 1064-1067.
4. Champigneulle B, Haruel PA, Pirracchio R, et al. Major traumatic complications after out-of-hospital cardiac arrest: Insights from the Parisian registry. *Resuscitation* 2018; 128: 70-75.
5. Krischer JP, Fine EG, Davis JH, et al. Complications of cardiac resuscitation. *Chest* 1987; 92: 287-291.
6. Beom JH, You JS, Kim MJ, et al. Investigation of complications secondary to chest compressions before and after the 2010 cardiopulmonary resuscitation guideline changes by using multi-detector computed tomography: A retrospective study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2017; 25: 8.
7. Smekal D, Hansen T, Sandler H, et al. Comparison of computed tomography and autopsy in detection of injuries after unsuccessful cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2013; 84: 357-360.
8. Hellevo H, Sainio M, Nevalainen R, et al. Deeper chest compression - more complications for cardiac arrest patients? *Resuscitation* 2013; 84: 760-765.
9. Rutty GN, Morgan B. Frequency and number of resuscitation related rib and sternum fractures are higher than generally considered. *Resuscitation* 2015; 93: A1-2.
10. Kralj E, Podbregar M, Kejzar N, et al. Frequency and number of resuscitation related rib and sternum fractures are higher than generally considered. *Resuscitation* 2015; 93: 136-341.
11. Özer E, Sam B, Tokdemir MB, et al. Complications of cardiopulmonary resuscitation. *Cumhuriyet Med J* 2010; 32: 315-322.
12. Hamanaka K, Nishiyama K, Nakamura M, et al. Both Autopsy and Computed Tomography Are Necessary for Accurately Detecting Rib Fractures Due to Cardiopulmonary Resuscitation. *Diagnostics (Basel)* 2020; 10: 697.
13. Poole K, Couper K, Smyth MA, et al. Mechanical CPR: Who? When? How? *Crit Care* 2018; 22: 140.
14. Smekal D, Johansson J, Huzevka T, et al. No difference in autopsy detected injuries in cardiac arrest patients treated with manual chest compressions compared with mechanical compressions with the LUCAS device--a pilot study. *Resuscitation* 2009; 80: 1104-1107.
15. Dupont V, Rouge-Maillart C, Gaudin A, et al. Left Diaphragm Laceration Due to Cardiopulmonary Resuscitation. *J Forensic Sci*. 2016; 61: 1135-1138.
16. Fanton L, David JS, Gueugniaud PY, et al. Forensic aspects of automated chest compression. *Resuscitation* 2008; 77: 273-274.
17. Hoke RS, Chamberlain D. Skeletal chest injuries secondary to cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2004; 63: 327-338.
18. Boz B, Erdur B, Acar K, et al. Frequency of skeletal chest injuries associated with cardiopulmonary resuscitation: forensic autopsy. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2008; 14: 216-220.
19. Clark D, Nakamura M, Miclau T, et al. Effects of aging on fracture healing. *Curr Osteoporos Rep* 2017; 15: 601-608.
20. Beydilli H, Balci Y, Erbas M, et al. Liver laceration related to cardiopulmonary resuscitation. *Turk J Emerg Med* 2016; 16: 77-79.
21. Deliliga A, Chatzinikolaou F, Koutsoukis D, et al. Cardiopulmonary resuscitation (CPR) complications encountered in forensic autopsy cases. *BMC Emerg Med* 2019; 19: 23.