

KARDİYOPULMONER RESÜSİTASYON VE TEKNOLOJİ

CARDIOPULMONARY RESUSCITATION AND TECHNOLOGY

Öznur TİRYAKİ^a, Özlem DOĞU^b

ÖZ Kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR) rehberi 2000 yılından bu yana her beş yılda bir yapılan araştırma sonuçları doğrultusunda yenilenmekte olup en son 2015 yılında güncellenmiştir. Rehber sağlık çalışanları için belirli standartları oluşturmak, fikir ve uygulama birliğini sağlayabilmek için ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından yayınlanmaktadır. Yayınlanan bilgiler de sağlık çalışanları için kesin kural değil öneriler olarak verilmektedir. 2015 yılında rehber göğüs kompresyonunun kalitesinin sağkalım üzerine büyük etkisi olduğunu vurgulamış olup kompresyonun yeterli derinlikte (5-6 cm) ve hızda (100-120/dk) yapıldığından emin olunması gerektiği vurgulanmıştır. Tüm çaba kardiyak arrest vakalarında spontan dolaşımın geri dönüşünü nörolojik sekel bırakmadan en hızlı şekilde idame ettirmektir. Yapılan çalışmalarda CPR'nin ilk dakikalarında sağlık profesyonellerinin belirgin olarak yorgunluk yaşadıkları ve bu nedenle yüzeysel kompresyonlar yapıldığı belirtilmiştir. Bu nedenle uygulayıcının yorgunluğu kompresyon oranı veya derinliğinde yetersizliğe neden olmaktadır. CPR esnasında etkili göğüs kompresyonu yüksek düzeyde efor gerektiren bir aktivite olması nedeniyle son yıllarda teknolojik cihazların (ayarlanan modda kompresyon/dekompresyon cihazı, feedback cihazı) desteği konusunda araştırmalar yapılmıştır. Bu süreçte mekanik göğüs kompresyonları ve yapılan kompresyonun istenilen düzeyde yapılmasını ölçen cihazlar karşımıza çıkmaktadır. Çalışmamızda literatür doğrultusunda CPR da kullanılan mekanik kompresyon ve feedback cihazlarının kullanımı ele alındı.

Anahtar kelimeler: Feedback, kardiyopulmoner resüsitasyon, kompresyon\dekompresyon cihazı, teknoloji

ABSTRACT The guideline for cardiopulmonary resuscitation (CPR) have been revised every 5 years since 2000 and last update was made in 2015. The guideline is published by national and international organizations to establish certain standards for healthcare professionals, and to build consensus in theory and practice. Published information is not a definite rule for health workers but it is published as a recommendation. In 2015 guideline, it was emphasized that the quality of chest compression has an important effect on survival and it was also emphasized that compression should be made at a sufficient depth (5-6 cm) and a speed (100-120/min). All the effort are made to continue return of spontaneous circulation with the possible fastest way without any permanent neurological sequelae in cardiac arrest cases. It was reported that health professionals experience significant fatigue in the first few minutes of the CPR, therefore superficial compressions are made. For this reason, the fatigue of the practitioner causes insufficient compression rate or depth. The effective chest compression during CPR is an activity which requires a high level of effort, therefore the studies has been conducted in recent years on the support of technological devices (compression/decompression device, feedback device). The mechanical chest compressions and the devices that measure the level of compression are seen in this process. In this study, the use of mechanical compression and feedback devices which are used in CPR was discussed in the light of the literature.

Key words: Feedback, cardiopulmonary resuscitation, compression\decompression device, technology

GİRİŞ

Kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR); çeşitli nedenlere bağlı olarak spontan solunum ve dolaşımın aniden durması halinde hastanın hava yolu açıklığının, solunum ve dolaşımının devam ettirilmesi amacıyla gerçekleştirilen uygulama adımları olarak tanımlanır.^{1,2,3} KPR işlemi; arrest durumlarında ilaç ve/veya cihaz kullanılarak yapılan tedavi girişimleri uygulaması olarak adlandırılmakla birlikte, temel bir beceri gerektiren, hızlı ve acil müdahale ile kalbi duran hastaya hayati organların beslenmesini sağlamak için yapılan tüm girişimlerdir.³

Canlandırmada ilk hedef spontan dolaşımın geri dönüşünü sağlamak olup, dolaşım sağlandıktan sonraki dönemde sistemik ve kardiyopulmoner işlevlerin

optimizasyonu, arreste neden olan faktörlerin ortaya çıkarılıp giderilmesi, arrestin tekrarının önlenmesi, uzun dönem sağkalımı sağlamaya yönelik tedavilerin başlanması da diğer hedefler arasında yer almaktadır.^{1,4,5}

Son revizyon 2015 yılında yayınlanmış olup göğüs kompresyonunun hızı ve derinliğine vurgu yapılmıştır. Uygulayıcı hekim ve hemşirelerin 100-120/dk kalp hızını, 5-6cm göğüs basısını sağlaması ve kesinti sıklığının en aza indirilmesi (5saniye) hayati önem arz etmektedir. Bazı çalışmalarda uygulayıcının belirli fiziki özellikte olan kişilerden seçilmesi dahi önerilmekte ancak birçok ülkede bu şekilde bir seçim kriteri çalışan sayısı ve niteliği açısından uygulanamamaktadır.^{4,6,7} Kompresyonun hız ve derinliği istenilen nitelikte yapılamaması, artan

ve uzayan kesinti sıklıkları, uygulayıcının 2 dakika sonra aynı gücü devam ettirememesi nedeniyle uygulanan KPR'nin niteliğinde kalitesinin olumsuz etkilendiği ve sağkalım oranının düştüğü bilinmektedir. Son on yılda, kardiyak arrest sırasında uygulayıcılara kolaylık sağlayan, KPR için istenilen oran, hız ve derinlikte uygulama yapan ve sağkalım oranlarını etkileyen mekanik göğüs kompresyon/dekompresyon cihazları ve KPR performansını değerlendirmek için bazı otomatik feed-back cihazları geliştirilmiştir.^{4,6,8,9}

Bu doğrultuda çalışmanın amacı 2015'de yayınlanan KPR rehberi doğrultusunda etkili ve efektif KPR uygulamasının yapılması için geliştirilen kompresyon, dekompresyon ve feedback cihazlarının etkisini literatür doğrultusunda incelemektir.

2015 Kardiyopulmoner Resüsitasyonda Öne Çıkan Konular

Resüsitasyon Uluslararası İrtibat Komitesi (ILCOR, www.ilcor.org); Amerikan Kalp Derneği (AHA), Avrupa Resüsitasyon Konseyi (ERC), Kanada Kalp ve İnme Vakfı (HSFC), Avustralya ve Yeni Zelanda Temsilcileri Resüsitasyon Komitesi (ANZCOR), Güney Afrika Resüsitasyon Konseyi (RCSA), İnter Amerikan Kalp Vakfı (IAHF) ve Asya Resüsitasyon Konseyi (RCA) konseylerinden oluşmaktadır. Her beş yılda bir 200 yılından bu yana yapılan araştırma sonuçları doğrultusunda KPR rehberi yayınlanır. En son Şubat 2015'te Dallas'da yapılan toplantı sonrası elde edilen sonuçlar doğrultusunda ERC 2015 rehberi oluşturulmuştur.^{4,10}

KPR kılavuzundaki en yeni gelişmelerden biri 2010 yılında yetişkinler için "A-B-C" (Havayolu, Solunum, Göğüs kompresyonu) iken mevcut kanıtlar doğrultusunda kompresyonun önemi vurgulanarak "C-A-B" (Göğüs Kompresyonları, Havayolu, Solunum) adımları olarak değiştirilmiştir. 2015 yılında ise sürekli ifade edilmiştir.^{4,11} Yüksek kaliteli KPR; dokulara yeterli miktarda oksijen ulaşımını sağlayarak organların yetersiz reperfüzyon riskini en aza indirmek için göğüs kompresyonu yeterli hız ve derinlikte yapılması gerektiği belirtilmiştir. Göğüs kompresyonunda altın standart olarak hız ve derinliğe vurgu yapılmış, kompresyon hızı dakikada 100 bası iken 100-120 arasında

olması ve derinliği 5cm iken 5-6cm olması gerektiği vurgulanmıştır.^{4,12} Ancak etkili manuel göğüs kompresyonu normal kardiyak-outputun yaklaşık %30'unu karşılayabildiği de bilinmektedir. Abella¹³ ve ark. (2005) çalışmalarında manuel uygulanan kompresyonun istenilen hızın %30'unu, derinliğin ise %40'ını karşılamadığını belirtmiştir.^{12,13} KPR esnasında etkili göğüs kompresyonu yüksek düzeyde efor gerektiren bir aktivite olması nedeniyle uygulayan hekim yada hemşirenin fiziksel olarak yeterli güç sağlayabilmesi önemlidir. Ancak uygulama süresinin artması sonucu yorgunluğunun göğüs kompresyon kalitesini etkilediği, yeterli güç ve beceriye fiziksel olarak sahip olmayan bireylerin uygulamakta zorlandığı bildirilmiştir. Bu süreçte kaliteli KPR uygulaması için teknolojinin kullanımı konusunda araştırma sonuçları göz önüne alınmaya başlanmıştır.^{1,7,10}

Kardiyopulmoner Resüsitasyonda Kompresyon\Dekompresyon ve Feedback Cihazının Yeri

AHA ve ERC rehberlerinde 2015'de göğüs kompresyon derinliği en az 5, en fazla 6cm, kalp hızı 100-120/dk olması, temas ve kesintilerin en aza indirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu doğrultuda derinliğin sığ ve elin göğüsle temasının sık kesintiye uğradığı manuel uygulanan kompresyonun uygunluğu tartışılmaya başlanmıştır.^{4,6}

KPR 2010 ve 2015 rehberlerinde kompresyon uygulayan sağlık personelinin yeterli derinliği ve hızı sağlayabilmesi için her 2 dakikada bir değişmesi gerektiği önerilmekte fakat yeterli personelin olmaması nedeniyle uygulamaya aktarılamadığı da bilinmektedir. Bu nedenle son yıllarda ayarlanan modda kompresyon/dekompresyon uygulamasını etkili bir şekilde gerçekleştirecek olan teknik araçlar önem kazanmıştır.^{6,14}

Literatürde, KPR kalitesiyle ilgili birkaç değiştirilebilir faktörün kardiyak sorunlarda kısa ve uzun vadeli sonuçları iyileştirdiği ve sağkalımı önemli derecede etkilediği (arteriyel basıncın yeterince yükselmemesi) belirtilmiştir. Bu faktörler; erken defibrilasyon, daha yüksek sıkıştırma fraksiyon (kompresyonların resüsitasyona yerleştirildiği zaman yüzdesi) oranı (kompresyon-dekompresyon aralığı), yeterli kompresyon derinliği ve en az sıklıkla duraklama olarak sayılabilir.^{4,15,16}

Mekanik kompresyonlarda ise kesinti söz konusu olmaması, istenilen oranda hız ve derinlik sağlanması nedeniyle olumlu sonuçlar elde edilebileceği düşünülmüştür. Pnömatik ve basıncı pompalama özelliği, kendisine tanımlanmış hız ve derinlikte duraklamadan kesintisiz göğüs kompresyonu yapan cihazlar hayvan çalışmalarında koroner ve sistemik perfüzyon basıncını etkili sağladığını göstermiştir. AHA tarafından yayınlanan KPR rehberinde kanıt seviyesi IIB (zayıf) olarak (yarar-risk) bildirilen cihazlar insan çalışmalarında yetersiz sonuçlar sunması nedeniyle belirsizlik oluşturmaktadır.^{6,17,18}

Kılavuzda cihazların rutin kullanımı önerilmemekte fakat kaliteli göğüs kompresyonunun manuel uygulamada zor olduğu ya da uygulayıcı için uygun olmayan ortamların olduğu durumlarda alternatif olabileceği belirtilmektedir. Anjiyografi işlemi esnasında kaliteli göğüs kompresyonu uygulamak zor olduğu gibi, kurtarıcıların radyasyon maruziyetinin de olması nedeniyle mekanik göğüs kompresyonu önerilmesi örnek olarak verilmektedir.^{4,19}

Son on yıldır uygulanan KPR'nin etkinliğini belirleyen ve geliştirilmesini araştıran çalışmalar artmıştır. Göğüs kompresyonu etkinliği, kardiyak ve serebral beslenme, nörolojik bulgular, sağ kalım ve taburculuk gibi uzun vadeli değişkenlerle belirlenirken, uygulama esnasında kaliteli KPR için uygulayıcıya yön gösteren geribildirim cihazları geliştirilmiştir.^{9,20} Cihaz eğitimlerde değerlendirme aracı olarak kullanılabilirliği gibi, sağlık profesyonelleri tarafından KPR uygulaması esnasında bireyin kendi uygulamasının etkinliğini görmesine ve etkili uygulamasına da katkı sağlamaktadır. ILCOR tarafından 2015 yılında yayınlanan KPR rehberinde feedback cihazlarının kullanımı güçlü kanıt düzeyi (Class IIB) ile önerilmiştir.^{4,21}

Kompresyon\Dekompresyon ve Feedback Cihaz İle İlgili Literatür Taraması

Ani kardiyak arrest sonrası hızlı bir şekilde başlanan göğüs kompresyonu ve ventilasyon sağkalım için çok önemlidir, ancak bir dakika sonra kurtarıcı yorgunluğunun başladığı da belirtilmektedir. Doğru uygulanan göğüs kompresyon başarısı ilk dakikada % 92, ikinci dakikada % 67.1, üçüncü dakikada % 39.2 oranındadır. KPR'in etkinliği uygulayıcının yorgunluğu artıkça daha fazla azalmaktadır.¹⁷

Cihazların birçok farklı türü bulunmakla birlikte kullanım önerisinde genel olarak çalışma sonuçları farklılıklar göstermektedir. Çalışmalarda hayati organların perfüzyonunu sağladığı ortaya çıkartılmış olsa da manuel resüsitasyona kıyasla anlamlı bir sağkalım göstermediği ve daha geniş klinik çalışmalar ile desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır.^{13,19,22}

Mekanik kompresyon cihazı ile manuel kompresyonu karşılaştıran deneysel çalışmalarda organ perfüzyonu, serebral dolaşım, end-tidal CO₂ (ekspiryum sonunda elde edilen maksimum karbondioksit)²³ değerleri incelenmiş ancak klinik veriler ile desteklenen sonuçların anlamlı farklılık göstermediği görülmüştür. Özellikle perkütan koroner girişim ve hipotermi vakalarında kullanımı önerilmekle birlikte uzun süreli ve randomize çalışmalara ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.^{1,24}

Yapılan deneysel bir çalışmada hastane içi kardiyak arrest vakalarına 2 yöntem ile (standart/manuel KPR ile Active Compression-Decompression (ACD)-KPR) KPR uygulaması yapılmış, hayatta kalma ve hayatta kalanların hastaneden taburculuk oranları ACD-KPR da önemli artış olduğu tespit edilmiştir.²⁵

Li¹⁷ tarafından yapılan çalışmada manuel göğüs kompresyonlarına kıyasla mekanik göğüs kompresyon cihazlarının hastane dışı ve hastane içi kardiyak arrestte serebral kan akımı, sağkalım ve erken taburculukta iyi sonuçlar verdiği fakat mekanik göğüs kompresyonunun manuel göğüs kompresyonunun yerini alması olarak değil, tamamlayıcı bir destek tedavisi olarak kullanılması gerektiğini önermiştir.

Benzer şekilde Gates ve ark.²² (2017) hastane içi kardiyak arrest sonrası mekanik göğüs kompresyon cihazlarının manuel göğüs kompresyonundan üstün olmadığını bildirmiştir. Başka bir çalışmada ise; hastane dışı kardiyak arrest durumunda mekanik göğüs kompresyonu LUCAS-2 (Lund Üniversitesi Kardiyak Destek Sistemi) ile manuel göğüs kompresyonu karşılaştırılmış, LUCAS cihazı ile sağlanan kompresyonun ve KPR'nin kalitesinin önemli ölçüde arttırdığı da belirtilmektedir.²⁶

Mekanik göğüs kompresyonu cihazlarını kullanıcı açısından değerlendiren bir simülasyon çalışmasında, helikopterde mekanik (LUCAS) ve manuel göğüs kompresyonu karşılaştırılması yapılmış ve

benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma sırasında kompresyonun derinliği, hızı, sıkıştırma süresi, ilaçların uygulanması ve defibrilasyon uygulamaları kaydedilmiş, katılımcılar helikopterde mekanik göğüs kompresyon cihazını KPR daha etkili, fiziksel olarak daha konforlu ve daha iyi bilişsel performans gösterdiği, hızlı ve etkili karar verilebildiği ifade edilmiştir.²⁷

Ong²⁸ tarafından (2012) yapılan bir çalışmada acil serviste uzamış, travmatik olmayan kardiyak arrest olan 1011 vakada mekanik göğüs kompresyonu (552) ile manuel kompresyon uygulanmış (459). Mekanik kompresyonun taburculuk sırasında nörolojik bulgular ve sağkalıma olumlu etkisi olduğunu göstermiştir.

Çalışma sonuçlarında hastane öncesi kardiyak arrest durumunda ve hasta transferi sırasında mekanik bir cihaz ile uygulanan kompresyon ile göğüs sıkıştırma kalitesi arttırmakta ve elin kesintiye uğrama süresinin kısalmasını sağlamaktadır. Ancak daha fazla çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.^{19,29,30}

KPR uygulamasında son yıllarda öne çıkan diğer bir araç ise feedback cihazıdır. Cihaz uygulama esnasında sağlık personelinin uygun derinlik ve hız oranında kompresyon uygulamasını ve dolayısıyla KPR kalitesinin ölçümünü sağlarken, eğitimlerde de değerlendirme aracı olarak kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır.^{9,31}

Pozner ve ark.³² (2011) randomize bir çalışma ile kompresyon süresince feedback cihazı kullanımının uygulayıcının yorgunluğu ve kompresyon kalitesine etkisini incelemiştir. Doğru uygulama için yönlendiren cihazın kullanımının yorgunluğa etkisi olmaz iken, kompresyon kalitesine olumlu etki sağladığını belirtmiştir. Benzer şekilde Banville ve ark.²⁰ (2011) ise cihaz karşılaştırması yaptıkları çalışmada kompresyon derinliği ve hızını sağlamada feedback cihazlarının kullanımını önermiş ve bu amaçla birçok feedback cihazı geliştirildiğini bildirmiştir. Yoğun bakımda kardiyak arrest sonrası KPR esnasında feedback kullanılan ve kullanılmayan rastgele seçilen 80 hasta incelendiğinde; feedback cihazı kullanılan vakalarda daha erken spontan dolaşımının başladığı ve kosta fraktürlerinin az olduğu görülmüştür.³³ Morrison ve ark.³⁴ (2015) çalışmasında, KPR feedback cihazlarının kompresyon ve dekompresyon oranını, hızı, derinliği ve el pozisyonunu iyileştirmek için sağlık personeli değerlendirme

kabiliyeti kazanması amacıyla kullanılması gerektiğini belirtmiştir.^{34,35} Sarma ve ark.³⁵ (2016) ise çalışma sonucunda kayıt sağlayan feedback cihazları ile resüsitasyon sonrası verileri bir araya toplayabilmesi ve güvenli bir ağ sunucusu tarafından depolanarak kurum olarak kaliteli KPR değerlendirmesi için de veri oluşturabileceğini belirtmiştir.

SONUÇ

Çalışma sonuçları doğrultusunda mekanik göğüs kompresyonlarının manuel göğüs kompresyonlarına göre klinik yararlığını gösteren çalışma sayısı yeterli değildir. Ancak manuel göğüs basısının yetersiz kaldığı ambulansda nakil esnasında, cerrahi işlem sırasında gelişebilen arrest vakalarında ve sağlık personelinin yorgunluğu, yetersiz sayıda olması gibi durumlar göz önüne alındığında mekanik göğüs kompresyonu göz ardı edilemez olduğu düşünülebilir.

KAYNAKLAR

1. Rubertsson S et al. Mechanical Chest Compressions and Simultaneous Defibrillation vs Conventional Cardiopulmonary Resuscitation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest The LINC Randomized Trial. JAMA 2014; 311(1): 53-61.
2. Kara F, Yurdakul A, Erdoğan B, Polat E. Bir Devlet Hastanesinde Görev Yapan Hemşirelerin Güncel Temel Yaşam Desteği Bilgilerinin Değerlendirilmesi MAKÜ Sag. Bil.Enst. Derg 2015; 3 (1): 17-26.
3. Shahrakivahed A, Masinaienezhad N, Shahdadi H, Arbabisarjou A, Asadibidmeshki E, Heydari M. The Effect of CPR Workshop on the Nurses' Level of Knowledge and Skill. International Archives of Medicine Section: Global Health & Health Policy 2015; 8: 1-10.
4. Monsieurs KG et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 1. Executive summary. Resuscitation 2015; 95: 1-80.
5. Söğütlü Y, Biçer S. Çocuklarda İleri Yaşam Desteği Konusundaki Son Öneriler: Amerikan Kalp Cemiyeti 2015 Rehberindeki Güncellemelerin

- İncelenmesi. *J Pediatr Emerg Intensive Care Med* 2016; 3: 110-20.
6. Koster RW et al. Safety of mechanical chest compression devices AutoPulse and LUCAS in cardiac arrest: a randomized clinical trial for non-inferiority. *European Heart Journal* 2017; 0: 1-8.
 7. Bucki B et al. Depth and rate of chest compression in CPR simulation during 10-minute continuous external cardiac compression. *Ann. Acad. Med. Siles (online)* 2017; 71: 1-6.
 8. Ahn C et al. Effectiveness of feedback with a smartwatch for high-quality chest compressions during adult cardiac arrest: A randomized controlled simulation study. *PLoS ONE* 2017; 12(4): 1-9.
 9. Cortegiani A, Russotto V, Baldi E, Contri E, Raineri SM, Giarratano A. Is it time to consider visual feedback systems the gold standard for chest compression skill acquisition? *Critical Care* 2017; 21: 166.
 10. Chucta SM. Utilization of a Feedback Device during Cardiopulmonary Resuscitation. Final Project Doctor of Nursing Practice in the Graduate School of The Ohio State University, 2016
 11. Lee K. Cardiopulmonary Resuscitation: New Concept. *Tuberc Respir Dis* 2012; 72: 401-408.
 12. Prinzing A, Eichhorn S, Deutsch MA, Lange R, Krane M. Cardiopulmonary resuscitation using electrically driven devices: a review. *J Thorac Dis* 2015;7(10): 459-467.
 13. Abella BS, Alvarado JP, Beng HY, et al. Quality of Cardiopulmonary Resuscitation During In-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA* 2005;293(3):305-310.
 14. Gryaznov NA, Senchik KY, Kharlamov VV, Kireeva GS. Mechatronic Hardware Tools for External Chest Compression in Cardiopulmonary Resuscitation. *Indian Journal of Science and Technology* 2015; 8(29): 1-7.
 15. Weston BW, Jasti J, Lerner EB, Szabo A, Aufderheide TP, Colella MR. Does an individualized feedback mechanism improve quality of out-of-hospital CPR? *Resuscitation* 2017; 113: 96-100.
 16. Hwang SO et al. A Randomized Controlled Trial of Compression Rates during Cardiopulmonary Resuscitation. *J Korean Med Sci* 2016; 31: 1491-1498.
 17. Li H, Wang D, Yu Y, Zhao X, Jing X. Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2016; 24: 1-10.
 18. Brooks SC, Hassan N, Bigham BL, Morrison LJ. Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;2:CD007260.
 19. Gates S, Quinn T, Deakin CD, Blair L, Couper K, Perkins GD. Mechanical chest compression for out of hospital cardiac arrest: Systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2015; 94: 91-97.
 20. Banville I, Rose L, O'Hearn P, Campbell T, Nova R, Chapman F. Quality of CPR Performed on a Mattress Can Be Improved with a Novel CPR Feedback Device. *Circulation* 2011; 124 (Suppl 21): A217.
 21. Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, Swor RA, Terry M, Bobrow BJ, et al. Part 5: Adult Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*. 2015; 132 Suppl:414-35.
 22. Gates S et al. Prehospital randomised assessment of a mechanical compression device in out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised trial and economic evaluation. *Health Technology Assessment* 2017; 21 (11): 9-10.
 23. Çınar O. Acil Serviste Kapnografi Kullanımı. *Türkiye Acil Tıp Dergisi* 2011;11(2): 80-89.
 24. Wagner H, Terkelsen CJ, Friberg H, et al. Cardiac arrest in the catheterisation laboratory: a 5-year experience of

- using mechanical chest compressions to facilitate PCI during prolonged resuscitation efforts. *Resuscitation*. 2010; 81(4): 383-387.
25. Shuster M et al. 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation*. 2010 Oct; 122(16 Suppl 2): 338-344.
 26. Tranberg T. Quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest before and after introduction of a mechanical chest compression device, LUCAS-2; a prospective, observational study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2015; 23 (37): 1-8.
 27. REHATSCHEK G. Mechanical LUCAS resuscitation is effective, reduces physical workload and improves mental performance of helicopter teams. *Minerva Anestesiologica* 2016; 82: 429-437.
 28. Ong MEH et al. Improved neurologically intact survival with the use of an automated, load-distributing band chest compression device for cardiac arrest presenting to the emergency department. *Critical Care* 2012; 16: 1-10.
 29. Wee JCP et al. Effect of Using an Audiovisual CPR Feedback Device on Chest Compression Rate and Depth. *Ann Acad Med Singapore* 2014; 43: 33-38.
 30. Gyory RA, Buchle SE, Rodgers D, Lubin JS. The Efficacy of LUCAS in Prehospital Cardiac Arrest Scenarios: A Crossover Mannequin Study. *West J Emerg Med* 2017; 18 (3): 437-445.
 31. Smart JM, Kranz K, Carmona F, Lindner TW, Newton A. Does real-time objective feedback and competition improve performance and quality in manikin CPR training – a prospective observational study from several European EMS. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2015; 23:79.
 32. Pozner, A. Almozlino, J. Elmer, S. Poole, D. McNamara, and D. Barash, “Cardiopulmonary resuscitation feedback improves the quality of chest compression provided by hospital health care professionals,” *The American Journal of Emergency Medicine* 2011, 29(6): 618–625.
 33. Vahedian-Azimi A et al. Effect of the Cardio First Angel™ device on CPR indices: a randomized controlled clinical trial. *Critical Care* 2016; 20:147.
 34. Morrison LJ et al. Part 2: Evidence Evaluation and Management of Conflicts of Interest 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2015;132[suppl 2]: 368–382.
 35. Sarma S, Bucuti H, Chitnis A, Klacman, A, Dantu, R. Real-Time Mobile Device Assisted Chest Compression During Cardiopulmonary Resuscitation. *Am J Cardiol* 2017;120:196-200.