

# Geri bildirim cihazının kardiyopulmoner resüsitasyon performansı üzerindeki etkisi: Asistan hekimler ile yapılan bir pilot çalışma

Ahmet Ziya Birbilen<sup>1\*</sup>, Şükran Bayrak<sup>2</sup>, Burcu Akbaba<sup>2</sup>, Hande Yiğit<sup>2</sup>, Leman Akcan Yıldız<sup>3</sup>, Özlem Tekşam<sup>4</sup>

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, <sup>1</sup>Çocuk Acil Öğretim Görevlisi, <sup>2</sup>Pediyatri Uzmanı, <sup>3</sup>Pediyatri Doçenti, <sup>4</sup>Pediyatri Profesörü  
\*İletişim: ahmet.birbilen@hacettepe.edu.tr

**SUMMARY:** Birbilen AZ, Bayrak Ş, Akbaba B, Yiğit H, Akcan Yıldız L, Tekşam Ö. (Department of Pediatrics, Hacettepe University Faculty of Medicine, Ankara, Türkiye). The effect of a feedback device on cardiopulmonary resuscitation performance: A pilot study with resident physicians. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2024; 67: 6-11.

Pediatric cardiopulmonary resuscitation (CPR) differs from adult CPR because of anatomical and physiological differences in children. Feedback devices improve rescuer performance by monitoring compression depth and rate during CPR. The aim of this study was to evaluate the performance of pediatric CPR using feedback devices. In this pilot study conducted in November 2004 at Hacettepe University Pediatric Emergency Department with 18 resident physicians, participants first performed CPR without the feedback device and then with the device. Compression depth, rate and compliance were measured and analysed. Eighteen residents participated in the study. The mean age of the participants was 27.2 years, 60% were female and 40% were male. The target compression rate was  $15.8 \pm 4.8$  without the feedback device, whereas it increased to  $76.8 \pm 5.6$  with the device ( $p=0.001$ ). The compression depth was  $6.2 \pm 0.5$  cm without the device and  $4.6 \pm 0.4$  cm with the device ( $p=0.001$ ). There was no significant difference in compression rate between the two groups ( $p=0.068$ ). This study shows that feedback devices improve the performance of pediatric CPR. However, the effect of the devices on compression rate is limited. Incorporation of feedback devices into the training process may improve the technical skills of rescuers.

**Key words:** cardiopulmonary resuscitation, simulation, pediatric, cardiac arrest, education.

**ÖZET:** Çocuk kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR), çocuklardaki anatomik ve fizyolojik farklılıklar nedeniyle yetişkinlere uygulanan KPR'den farklıdır. Geri bildirim cihazları, KPR sırasında kompresyon derinliği ve hızını izleyerek uygulayıcı performansını artırır. Bu çalışmada, geri bildirim cihazı kullanılarak uygulanan çocuk KPR performansının değerlendirilmesi amaçlandı. Çocuk acil servisinde Kasım 2004 tarihinde çalışmakta olan 18 pediatri araştırma görevlisi ile gerçekleştirilen bu pilot çalışmada, katılımcılar önce geri bildirim cihazı olmadan, ardından geri bildirim cihazı ile KPR uyguladı. Kompresyon derinliği, hızı ve rehberine uygunluk oranları ölçülerek analiz edildi. Çocuk acilde çalışmakta olan 18 pediatri araştırma görevlisinin yaş ortalaması 27.2 yıl olup %60'ı kadın, %40'ı erkek idi. Geri bildirim cihazı kullanılmadan rehberine uygun kompresyon oranı  $15.8 \pm 4.8$  bulunurken, geri bildirim cihazıyla bu oran  $76.8 \pm 5.6$ 'ya yükseldiği görüldü ( $p=0.001$ ). Göğüs kompresyon derinliği cihaz olmadan  $6.2 \pm 0.5$  cm olarak bulunurken, geri bildirim cihazı ile  $4.6 \pm 0.4$  cm olarak ölçüldü ( $p=0.001$ ). Kompresyon hızı açısından iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmadı ( $p=0.068$ ). Bu çalışma, geri bildirim cihazlarının çocuk KPR performansını iyileştirdiğini göstermektedir. Ancak cihazların kompresyon hızı üzerindeki etkisi sınırlıdır. Geri bildirim cihazlarının eğitim süreçlerine entegrasyonu, uygulayıcıların teknik becerilerini artırabilir.

**Anahtar kelimeler:** kardiyopulmoner resüsitasyon, simülasyon, pediatri, kardiyak arrest, eğitim.

Kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR), kalp durması durumunda uygulanan hayat kurtarıcı acil bir müdahaledir ve bu nedenle kritik bir öneme sahiptir. Kardiyopulmoner resüsitasyonun etkinliği, uygulayıcıların teknik becerileri ve kullanılan ekipmanın kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Özellikle pediatrik popülasyonda, çocukların anatomik ve fizyolojik farklılıkları nedeniyle KPR uygulamaları, yetişkinlere göre belirli değişiklikler gerektirmektedir. Çocuklarda KPR sırasında göğüs kompresyonları, derinlik ve hız açısından özel dikkat gerektirir. Çocukların göğüs kafesinin esnekliği ve organlarının büyüklüğü, bu uygulamaların etkinliğini etkileyebilir.<sup>1</sup> Örneğin, bebeklerde göğüs kompresyon derinliği en az 4 cm iken, çocuklarda bu derinlik 5 cm olarak önerilmektedir. Bu farklılıklar, pediatrik hastalarda hayati organlara yeterli kan akışının sağlanması için kritik öneme sahiptir.

Literatürdeki çalışmalar, pediatrik KPR uygulamalarında geri bildirim cihazlarının kullanımının önemini vurgulamaktadır.<sup>2-4</sup> Geri bildirim cihazları, uygulayıcıların kompresyon derinliği ve hızını gerçek zamanlı olarak izlemelerine olanak tanıyarak, KPR kalitesini arttırmaktadır.<sup>5,6</sup> Özellikle çocuklarda asfiksiye bağlı gelişen kardiyak arrestin daha yaygın olduğu göz önüne alındığında, etkili ventilasyonun sağlanması ve yüksek kaliteli göğüs kompresyonlarının gerçekleştirilmesi hayati önem taşımaktadır.<sup>7</sup> Bu nedenle geri bildirim cihazlarının kullanımı, eğitim süreçlerinde ve acil müdahalelerde pediatrik hastalarda KPR performansını artırma potansiyeline sahiptir.

Kullanılan geri bildirim cihazlarının türleri, teknoloji düzeyleri (sadece görsel, sadece işitsel, hem görsel hem işitsel), uygulama protokolleri ve sonuç ölçütlerinde ciddi heterojenlik bulunur. Bu çeşitlilik, benzer çalışmalar arasında karşılaştırma yapmayı ve genellenebilir sonuçlara ulaşmayı güçleştirir.<sup>8</sup> Örneklem büyüklüklerinin küçük olması, randomizasyonun sınırlı ya da yetersiz uygulanması ve körlemenin nadiren yapılması geçerli ve genellenebilir sonuçlar elde edilmesini zorlaştırır.<sup>9</sup>

Bu çalışmanın amacı; Çocuk Acil Servisi'nde çalışmakta olan araştırma görevlilerinin KPR performansını geri bildirim cihazı kullanarak değerlendirmektir. Çalışma, katılımcıların KPR uygulamaları sırasında elde edilen verileri

analiz ederek, geri bildirim cihazlarının KPR performansı üzerindeki etkisini ortaya koymayı hedeflemektedir. Elde edilen bulguların, sağlık profesyonellerinin eğitim süreçlerinde geri bildirim cihazlarının entegrasyonuna yönelik stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

### Materyal ve Metot

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi İhsan Doğramacı Çocuk Hastanesi Çocuk Acil Servisi'nde Kasım 2024 ayı boyunca gerçekleştirilen bir pilot çalışmadır. Araştırma, çocuk KPR performansını değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır. Çalışmaya gönüllü olarak katılan araştırma görevlileri gönüllülük esasına göre seçilmiş olup, her katılımcının daha önce KPR deneyimi ve çocuk acil servis ortamında çalışma tecrübesi olan katılımcılar çalışmaya dahil edildi. Çalışmamız pilot bir çalışma niteliğinde olup, örneklem büyüklüğü, klinikte aktif olarak çalışan ve çalışmaya gönüllü katılan pediatrik araştırma görevlilerinin sayısına bağlı olarak belirlendi. Bu nedenle herhangi bir güç analizi yapılmamıştır. Çalışmamızda katılımcılar, önce geri bildirim cihazı olmadan, daha sonra geri bildirim cihazı kullanarak KPR uygulamıştır. Rastgele bir sıralama gerçekleştirilmemiştir. Bu durum, sıralama etkisine bağlı potansiyel öğrenme etkisi oluşturabileceğinden tercih edilmemiştir.

Deneyisel süreçte, her katılımcı önce geri bildirim cihazı olmadan bir dakikalık KPR uygulaması, ardından geri bildirim cihazı kullanarak yine bir dakika süreyle ikinci bir KPR uygulaması gerçekleştirdi. Uygulama sırasında ölçülen performans parametreleri üç ana başlık altında toplandı: kompresyon derinliği (mm), kompresyon hızı (kompresyon/dk) ve uygunluk oranı. Uygunluk oranı, kompresyon derinliği ve bası hızının aynı anda uygun KPR kriterlerine uygun olarak gerçekleştirilme oranını ifade etmektedir ve geribildirim cihazı bu uygunluğu kayıt edip uygulama sonrası yüzde olarak ifade etmektedir. Çalışmamızda kullanılan geri bildirim cihazı *Zoll R Series* monitör/defibrilatörü ile uyumlu çalışan çocuk KPR geri bildirim pedleridir (*Zoll CPR-D-padz* Pediatrik). Bu cihaz, göğüs kompresyonunun derinliği (cm), kompresyon hızı (kompresyon/dakika) ve KPR rehberlerine uygun kompresyon oranlarını gerçek zamanlı olarak ölçmekte ve

uygulayıcıya anlık geri bildirim sağlamaktadır. Cihaz sensörleri, göğüs kompresyonlarını üç boyutlu ivmeölçer (*accelerometer*) kullanarak kaydetmekte olup, ölçümler cihaz ekranından gerçek zamanlı olarak takip edilebilmekte ve uygulama sonunda veri olarak alınabilmektedir.

Geri bildirim cihazı kullanıldığında veriler cihaz tarafından otomatik olarak kaydedildi. Cihaz kullanılmadığında ise ölçümler manuel gözlemlerle gerçekleştirildi. Çalışma, gönüllü katılımcılar ile uygun etik ilkeler doğrultusunda yürütüldü. Elde edilen veriler, her iki uygulama arasında karşılaştırılarak geri bildirim cihazının KPR performansı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak analiz edildi. İstatistiksel analiz için bağımsız örneklem t-testi kullanıldı. Bu test, iki grup arasındaki ortalama farkların anlamlılığını belirlemek amacıyla uygulandı. Analizler SPSS yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi ve  $p < 0.05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### Bulgular

Bu çalışmada, Çocuk Acil Servisi'nde geri bildirim cihazı kullanarak KPR uygulamalarına katılan 18 pediatri araştırma görevlisinin yaş ortalaması 27.2 yıl idi. Katılımcıların ortalama boyu 165.2 cm ve ortalama kilosu 62 kg olarak kaydedildi. Cinsiyet dağılımı açısından katılımcıların %34'ü erkek ve %66'ı kadın olarak belirlendi.

Katılımcıların KPR deneyimlerine bakıldığında, %95'inin daha önce KPR tecrübesine sahip olduğu ve katılımcıların %85'inin son bir yıl içerisinde hastanemizde düzenli olarak yapılmakta olan Pediatrik Temel ve İleri Yaşam Desteği (PTİYD) eğitimi aldığı görüldü.

Katılımcıların araştırma görevlisi olarak çalıştığı yılların dağılımına bakıldığında, %45'inin 1. yıl ve %55'inin 2. yıl pediatri araştırma görevlisi olduğu belirlendi. Ayrıca katılımcıların %55'i düzenli egzersiz yaptığını ifade etti (Tablo I).

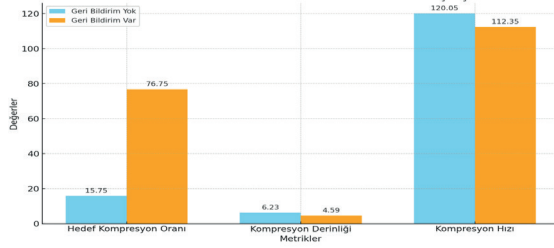
Geri bildirim cihazı kullanılmadan yapılan KPR uygulamalarında hedeflenen kompresyon oranına ulaşma ortalaması  $15.8 \pm 4.8$  olarak bulunurken, geri bildirim cihazı kullanılarak yapılan uygulamalarda bu oran  $76.8 \pm 5.6$  olarak bulundu ( $p=0.001$ ) (Şekil 1). Kompresyon derinliği açısından, geri bildirim cihazı olmadan ortalama derinlik  $6.2 \pm 0.5$  cm (en küçük: 5.8 cm, en büyük: 7.1 cm) iken, geri bildirim cihazı ile bu değer  $4.6 \pm 0.4$  cm (en küçük: 4.1cm, en büyük: 5.2 cm) olarak kaydedildi ( $p=0.001$ ). Kompresyon hızı değerlendirildiğinde ise geri bildirim cihazı olmadan kompresyon sayısının  $120.5 \pm 10.2$ /dk (en küçük: 105, en büyük: 135), geri bildirim cihazı ile kompresyon sayısının  $112.4 \pm 9.8$ /dk (en küçük: 100, en büyük: 128) olarak belirlendi. Bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü ( $p=0.068$ ) (Tablo II).

### Tartışma

Bu çalışmanın sonuçları, geri bildirim cihazlarının çocuk KPR performansı üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, geri bildirim cihazı kullanılarak yapılan KPR uygulamalarında kompresyon oranının %15.8'den %76.8'e yükseldiğini gösterdi. Bu sonuçlar, literatürdeki diğer çalışmalarla tutarlılık göstermektedir. Örneğin, Martin ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, geri bildirim cihazlarının çocuk KPR'deki etkinliği vurgulanmış ve bu

**Tablo I.** Katılımcıların demografik ve eğitim özellikleri.

Değişken	Değer
Yaş, yıl (ortalama)	27.2
Boy, cm (ortalama)	165.2
Kilo, kg (ortalama)	62
Cinsiyet, n (%)	Erkek 6 (34) Kadın 12 (66)
Daha önce KPR deneyimi, n (%)	17 (95)
Son bir yıl içinde PTİYD eğitimi alma, n (%)	15 (85)
Araştırma görevlisi yılı, n (%)	1. yıl 8 (45) 2. yıl 10 (55)
Düzenli egzersiz yapma, n (%)	10 (55)



Şekil 1. Kompresyon ile ilişkili parametrelerin geri bildirim cihazı ile ya da cihaz olmaksızın karşılaştırılması.

cihazların kullanımı ile kompresyon derinliği ve hızı açısından önemli iyileşmeler sağlandığı gösterilmiştir.<sup>10</sup> Bir başka çalışmada da geri bildirim cihazlarının eğitim sürecinde KPR kalitesini artırdığı gözlemlenmiştir.<sup>11</sup>

Çocuk KPR uygulamalarında göğüs kompresyonlarının derinliği ve hızı, çocukların anatomik ve fizyolojik özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle geri bildirim cihazlarının kullanımı, uygulayıcıların bu farklılıkları dikkate alarak daha etkili bir şekilde müdahale etmelerine yardımcı olmaktadır. Güncel Pediatrik Yaşam Desteği (PALS 2020) Rehberi de geri bildirim cihazlarının klinik uygulamalarda kullanılmasını teşvik etmektedir. Ancak bu cihazların tek başına yeterli olmadığını ve sistematik bir kalite iyileştirme programının bir parçası olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu nedenle geri bildirim cihazlarının çocuk KPR eğitimine entegrasyonu, sağlık profesyonellerinin teknik becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayabilir.

Çalışmamızda uygulayıcılar kompresyon hızı açısından değerlendirildiğinde, geri bildirim cihazı kullanımının istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı görüldü. Geri bildirim cihazı kullanılmadan yapılan KPR'de ortalama kompresyon hızı 120/dk iken, bu hız geri bildirim cihazı ile 112/dk olarak belirlendi. Benzer sonuçların elde edildiği başka çalışmalar da bulunmaktadır ve bu çalışmaların bir

kısımında geri bildirim cihazlarının kompresyon hızı üzerindeki etkilerinin her zaman belirgin olmadığı ifade edilmektedir.<sup>12</sup> Bu sonuçlar geri bildirim cihazlarının kompresyon derinliği üzerinde daha fazla etkili olduğunu, ancak kompresyon hızı üzerinde sınırlı bir etki yarattığını düşündürmektedir.

Son yıllarda KPR kalitesini artırmak için yeni teknolojiler geliştirildiği görülmektedir. Mekanik kompresyon cihazları, manuel kompresyonun yerini alarak sürekli ve etkili kompresyon sağlamaktadır. Örneğin, LUCAS gibi mekanik cihazların, hastane dışı kardiyak arrest durumlarında sağ kalım oranlarını önemli ölçüde artırdığı gösterilmiştir.<sup>13</sup> Mekanik kompresyonun avantajları arasında kesintisiz kompresyon sağlama yeteneği ve kullanıcı yorgunluğunu azaltma özellikleri bulunmaktadır. Bununla birlikte LUCAS cihazının erişkinlerdeki etkinliği üzerine yapılan çalışmalar mevcutken, çocuklarda bu tür mekanik cihazların kullanımı için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Literatürde kısıtlı bilgi olduğu görülmektedir.<sup>14</sup> Çocuk hastalarda anatomik farklılıklar nedeniyle LUCAS'ın etkinliği konusunda daha fazla veri toplanması gereklidir.

Geri bildirim sistemleri, uygulayıcıların doğru teknikleri öğrenmelerine yardımcı olurken, aynı zamanda acil durumlarda hızlı müdahale etmelerini sağlamaktadır. Bu sistemler sayesinde sağlık profesyonelleri anlık geri bildirim olarak performanslarını değerlendirebilirler.<sup>9</sup> Ayrıca, mobil uygulamalar ve akıllı cihazlar, KPR eğitimi ve uygulaması sırasında rehberlik sağlamak için kullanılmaktadır. Bu sayede kullanıcılar doğru teknikleri öğrenerek acil durumlarda etkili müdahaleler gerçekleştirebilirler. Ayrıca yapay zeka ve makine öğrenimi, acil çağrılarının tanınmasında daha yüksek duyarlılık sağlayarak müdahale sürelerini kısaltmaktadır. Akıllı telefonlar ve diğer teknolojiler üzerinden yapılan analizler, KPR uygulamalarının kalitesini değerlendirmek için veri analizi yaparak sağlık

Tablo II. Geri bildirim cihazı kullanımı ile KPR performansının karşılaştırılması.

Parametre	Geri bildirim cihazı olmadan	Geri bildirim cihazı ile	p değeri
Hedeflenen kompresyon oranına ulaşma (%) (Ortalama±SD)	15.75 ± 4.8	76.75 ± 5.6	p=0.001
Kompresyon derinliği (cm) (Ortalama±SD)	6.23 ± 0.5	4.59 ± 0.4	p=0.001
Kompresyon hızı (dk <sup>-1</sup> ) (Ortalama±SD)	120.5 ± 10.2	112.35 ± 9.8	p=0.068

profesyonellerine rehberlik edebilir. <sup>15,16</sup>

Çalışmamızın sınırlamaları arasında küçük örneklem büyüklüğü, tek merkezde yapılmış olması ve geri bildirim cihazı kullanımı sırasında uygulayıcıların cihazla uyum sağlama sürecinin tam olarak değerlendirilememiş olması yer almaktadır. Örneklem büyüklüğünün sınırlı olması, elde edilen bulguların genelleştirilebilirliğini kısıtlamaktadır. Ayrıca sadece tek bir merkezde yapılan bu çalışma, farklı merkezlerdeki uygulayıcılar ve farklı hasta popülasyonları üzerinde benzer sonuçların elde edilip edilemeyeceği konusunda belirsizlik yaratmaktadır. Geri bildirim cihazı kullanımındaki öğrenme eğrisi ve cihazın etkilerinin uygulayıcı deneyimine bağlı olarak değişip değişmediği de bu çalışmada değerlendirilememiştir. Gelecekte daha geniş katılımcı grupları ile yapılacak çalışmalar, geri bildirim cihazlarının farklı popülasyonlardaki etkinliğini daha net ortaya koyabilir. Ayrıca, farklı cihaz türlerinin karşılaştırılması ve bu cihazların eğitim süreçlerinde nasıl entegre edileceğinin incelenmesi de önemli araştırma alanları olarak öne çıkmaktadır. İleride yapılacak araştırmalarda randomize çapraz çalışma tasarımlarının kullanılması sonuçların genellenmesi için daha iyi olabilir.

Sonuç olarak bu çalışma çocuk KPR sırasında geri bildirim cihazlarının kullanılmasının önemini desteklemekte ve bu tür teknolojilerin eğitim süreçlerine entegrasyonunu teşvik etmektedir. Gelecekte farklı senaryolar sırasında kullanılan geri bildirim cihazlarının etkinliğinin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi ve bu teknolojilerin nasıl daha optimize edileceğine dair bilgiler sunması beklenmektedir. Ayrıca çocuk acil durumlarda yüksek kaliteli KPR uygulamalarını sağlamak için geri bildirim cihazlarının sistematik bir şekilde kullanılması önerilmektedir. Eğitim programlarında bu tür teknolojilerin yer alması, hem teorik hem de pratik bilgi düzeyini artırarak sağlık profesyonellerinin müdahale becerilerini geliştirebilir.

**Etik Kurul Onayı:** Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından SBA/24/1093 kayıt numarası ile 24/02/2025 tarihinde onaylanmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Çalışma tasarımı: AZB, LAY,

ÖT; veri toplama: AZB, ŞB, HY, BA, ÖT; veri analizi/yorumlama: AZB, ŞB, ÖT, LAY; yazı taslağı: AZB; kaynak taraması: AZB; içeriğin eleştirel incelemesi: AZB, LAY, ÖT.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar finansal destek bildirmemişlerdir.

#### KAYNAKLAR

1. Topjian AA, Raymond TT, Atkins D, et al. Part 4: Pediatric Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2020; 142(16\_suppl\_2): S469-S523.
2. Gugelmin-Almeida D, Tobase L, Polastri TF, Peres HHC, Timerman S. Do automated real-time feedback devices improve CPR quality? A systematic review of literature. *Resusc Plus* 2021; 6: 100108.
3. Hirakawa A, Hatakeyama T, Kobayashi D, et al. Real-time feedback, debriefing, and retraining system of cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrests: a study protocol for a cluster parallel-group randomized controlled trial. *Trials* 2018; 19: 510.
4. Chopra AS, Wong N, Ziegler CP, Morrison LJ. Systematic review and meta-analysis of hemodynamic-directed feedback during cardiopulmonary resuscitation in cardiac arrest. *Resuscitation* 2016; 101: 102-107.
5. Olasveengen TM, Mancini ME, Perkins GD, et al; Adult Basic Life Support Collaborators. Adult Basic Life Support: International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2020; 156: A35-A79.
6. Olasveengen TM, de Caen AR, Mancini ME, et al; ILCOR Collaborators. 2017 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations Summary. *Resuscitation* 2017; 121: 201-214.
7. Kleinman ME, Chameides L, Schexnayder SM, et al. Part 14: pediatric advanced life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010; 122(18 Suppl 3): S876-S908.
8. Nicolau A, Jorge I, Vieira-Marques P, Sa-Couto C. Influence of training with corrective feedback devices on cardiopulmonary resuscitation skills acquisition and retention: systematic review and meta-analysis. *JMIR Med Educ* 2024; 10: e59720.
9. Wagner M, Gröpel P, Eibensteiner F, et al. Visual attention during pediatric resuscitation with feedback devices: a randomized simulation study. *Pediatr Res* 2022; 91: 1762-1768.

10. Martin P, Theobald P, Kemp A, Maguire S, Maconochie I, Jones M. Real-time feedback can improve infant manikin cardiopulmonary resuscitation by up to 79%-a randomised controlled trial. *Resuscitation* 2013; 84: 1125-1130.
11. Lin Y, Cheng A, Grant VJ, Currie GR, Hecker KG. Improving CPR quality with distributed practice and real-time feedback in pediatric healthcare providers - a randomized controlled trial. *Resuscitation* 2018; 130: 6-12.
12. Wu C, You J, Liu S, et al. Effect of a feedback system on the quality of 2-minute chest compression-only cardiopulmonary resuscitation: a randomised crossover simulation study. *J Int Med Res* 2019; 48: 030006051989444.
13. Gyory RA, Buchle SE, Rodgers D, Lubin JS. The efficacy of LUCAS in prehospital cardiac arrest scenarios: across-over mannequin study. *West J Emerg Med* 2017; 18: 437-445.
14. Sugarman L, Hedley D, Crowe S. Mechanical CPR in a child: can one size fit all? *BMJ Case Rep* 2017; 2017.
15. Biondi-Zoccai G, Landoni G, Zangrillo A, Agostoni P, Sangiorgi G, Modena MG. Use of the LUCAS mechanical chest compression device for percutaneous coronary intervention during cardiac arrest: is it really a game changer? *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth* 2011; 3: 203-205.
16. Bender D, Nadkarni VM, Nataraj C. A machine learning algorithm to improve patient-centric pediatric cardiopulmonary resuscitation. *Inform Med Unlocked* 2020; 19: 100339.