



ARTIGO DE REVISÃO

Epidemiology of pediatric cardiopulmonary resuscitation^{☆,☆☆}



Tania Miyuki Shimoda-Sakano ^{a,b,c,d,*}, Cláudio Schvartsman ^{a,b}
e Amélia Gorete Reis ^{a,b,e}

^a Universidade de São Paulo (USP), Pediatria, São Paulo, SP, Brasil

^b Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Medicina, Hospital das Clínicas, Pronto Socorro do Instituto da Criança, São Paulo, SP, Brasil

^c Sociedade de Pediatria de São Paulo (SPSP), Departamento de Emergência, Coordenação Ressuscitação Pediátrica, São Paulo, SP, Brasil

^d Sociedade de Cardiologia de São Paulo, Curso de PALS (Pediatric Advanced Life Support), São Paulo, SP, Brasil

^e International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR), Brasil

Recebido em 1 de julho de 2019; aceito em 31 de julho de 2019

KEYWORDS

Cardiopulmonary resuscitation;
Cardiopulmonary arrest;
Ventricular fibrillation;
Pulseless ventricular tachycardia;
Asystole;
Pulseless electrical activity

Abstract

Objective: To analyze the main epidemiological aspects of prehospital and hospital pediatric cardiopulmonary resuscitation and the impact of scientific evidence on survival.

Source of data: This was a narrative review of the literature published at PubMed/MEDLINE until January 2019 including original and review articles, systematic reviews, meta-analyses, annals of congresses, and manual search of selected articles.

Synthesis of data: The prehospital and hospital settings have different characteristics and prognoses. Pediatric prehospital cardiopulmonary arrest has a three-fold lower survival rate than cardiopulmonary arrest in the hospital setting, occurring mostly at home and in children under 1 year. Higher survival appears to be associated with age progression, shockable rhythm, emergency medical care, use of automatic external defibrillator, high-quality early life support, telephone dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation, and is strongly associated with witnessed cardiopulmonary arrest. In the hospital setting, a higher incidence was observed in children under 1 year of age, and mortality increased with age. Higher survival was observed with shorter cardiopulmonary resuscitation duration, occurrence on weekdays and during daytime, initial shockable rhythm, and previous monitoring. Despite the poor prognosis of pediatric cardiopulmonary resuscitation, an increase in survival has been observed in recent years, with good neurological prognosis in the hospital setting.

DOI se refere ao artigo:

<https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2019.08.004>

[☆] Como citar este artigo: Shimoda-Sakano TM, Schvartsman C, Reis AG. Epidemiology of pediatric cardiopulmonary resuscitation. J Pediatr (Rio J). 2020;96:409–21.

^{☆☆} Estudo vinculado à Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Medicina, Hospital das Clínicas, Instituto da Criança, São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: sakano@hotmail.com (T.M. Shimoda-Sakano).

PALAVRAS-CHAVE

Ressuscitação cardiopulmonar;
Parada cardiorrespiratória;
Fibrilação ventricular;
Taquicardia ventricular sem pulso;
Assistolia;
Atividade elétrica sem pulso

Conclusions: A great progress in the science of pediatric cardiopulmonary resuscitation has been observed, especially in developed countries. The recognition of the epidemiological aspects that influence cardiopulmonary resuscitation survival may direct efforts towards more effective actions; thus, studies in emerging and less favored countries remains a priority regarding the knowledge of local factors.

© 2019 Sociedade Brasileira de Pediatria. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Epidemiologia da ressuscitação cardiopulmonar pediátrica**Resumo**

Objetivo: Analisar os principais aspectos epidemiológicos da ressuscitação cardiopulmonar pediátrica pré-hospitalar e hospitalar e o impacto das evidências científicas na sobrevida.

Fonte de dados: Revisão narrativa da literatura publicada em Pubmed/Medline até janeiro de 2019, inclusive artigos originais e de revisão, revisões sistemáticas, metanálises, anais de Congresso, além de busca manual dos artigos selecionados.

Síntese dos dados: Os cenários pré-hospitalar e hospitalar apresentam características e prognósticos distintos. A parada cardiorrespiratória pré-hospitalar pediátrica apresenta sobrevida três vezes menor do que a hospitalar, ocorre em sua maioria nas residências e nos menores de um ano. A maior sobrevida parece estar associada a progressão da idade, ritmo chocável, atendimento por serviço médico de emergência, uso de desfibrilador externo automático, suporte básico de vida precoce de alta qualidade e orientação de ressuscitação cardiopulmonar via telefônica por atendente e está fortemente associada com parada cardiorrespiratória presenciada. No cenário hospitalar, observou-se maior incidência em menores de um ano e mortalidade crescente com a idade. Maior sobrevida foi observada quanto a menor duração da ressuscitação cardiopulmonar, ocorrência em dias da semana e período diurno, ritmo chocável inicial e monitoração prévia. Apesar do prognóstico reservado da ressuscitação cardiopulmonar pediátrica, observou-se nos últimos anos incremento da sobrevida com bom prognóstico neurológico no cenário hospitalar.

Conclusões: Houve grande avanço na ciência da ressuscitação cardiopulmonar pediátrica, especialmente em países desenvolvidos. O reconhecimento dos aspectos epidemiológicos que influenciam a sobrevida da ressuscitação cardiopulmonar pode direcionar esforços para ações mais efetivas. Assim, a pesquisa em países emergentes e menos favorecidos persiste como prioridade no conhecimento de fatores locais.

© 2019 Sociedade Brasileira de Pediatria. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

A ressuscitação cardiopulmonar (RCP) da forma como conhecemos hoje (compressão torácica e ventilação artificial) foi desenvolvida em 1960 e desde então entidades médicas trabalham no progresso da ciência da ressuscitação e em programas para disseminar esse procedimento, inclusive o treinamento de profissionais de saúde e leigos.

Apesar de grandes avanços, a parada cardiorrespiratória (PCR) pediátrica ainda apresenta um prognóstico reservado. Embora nos últimos anos tenha sido observada uma tendência de aumento da sobrevida da PCR pediátrica hospitalar em países desenvolvidos, o mesmo não tem sido observado na PCR pré-hospitalar, onde permanece elevada a taxa de morbimortalidade.^{1,2}

Os fatores associados à sobrevida da PCR permanecem como tema de grande interesse na literatura e envolvem principalmente adultos em países desenvolvidos.² Os aspectos epidemiológicos associados à PCR pediátrica são menos

esclarecidos e diferem dos adultos quanto a etiologia e prognóstico.^{3,4}

Os principais tópicos da RCP que necessitam de estudos foram destacados em publicação recente do *Internacional Liaison Committee on Resuscitation* (ILCOR), entidade que discute a ciência da RCP e reúne especialistas de vários países.⁵ Tal documento ressaltou a necessidade de estudos com enfoque na epidemiologia da PCR pediátrica com objetivo de detectar variáveis que possam influenciar na sobrevida e no prognóstico neurológico.

O estilo Utstein desenvolvido em 1990 pelo ILCOR visa a uniformizar termos e definições para a coleta de dados durante a PCR e RCP⁶ e desde então tornou-se o padrão internacional de coleta de dados em pesquisa nesse campo.

Em 2004, o estilo Utstein foi revisado com objetivo de diminuir sua complexidade, adaptar as variáveis à ciência da ressuscitação⁷ e unificar o registro hospitalar de PCR em adultos e crianças. Desde então houve aumento significativo de registros de ressuscitação e ensaios clínicos em

várias regiões, destacam-se EUA, Europa, Ásia, Austrália e Japão.⁸ O crescente aumento de dados permitiu comparar a epidemiologia de diversas regiões,² as terapêuticas e os desfechos da PCR,⁹ além de identificar lacunas de conhecimento e promover avanços na ciência da ressuscitação.⁵

Desse modo, a presente publicação visa a revisar a epidemiologia da RCP pediátrica, destacar os possíveis fatores associados ao prognóstico da PCR e as tendências de sobrevivência. Devido à heterogeneidade dos estudos, optamos por uma revisão narrativa para interpretação da literatura. O período pós-RCP foi excluído desta revisão por apresentar características peculiares.

Como a epidemiologia da PCR pré-hospitalar e hospitalar pediátrica é distinta, esta revisão apresentará os fatores associados a esses dois diferentes cenários.

Parada cardiorrespiratória pré-hospitalar

A PCR pré-hospitalar é rara em crianças e adolescentes, ocorre em 2,28 a 8,04/100.000, contrasta com a ocorrência em adultos de 50 a 126,57/100.000 e está associada à elevada mortalidade e grave sequela neurológica.¹⁰⁻¹² A PCR em pediatria corresponde a apenas 1,5 a 2,2% do total das PCR, de acordo com publicação recente de registro asiático¹³ e dos EUA,¹⁴ respectivamente.

A sobrevivência em PCR no ambiente pré-hospitalar e hospitalar é distinta e apresenta variabilidade de acordo com regiões e países.^{2,15-17} Registro europeu em adultos observou que 66% receberam RCP prévia ao atendimento pré-hospitalar e 10,3% apresentaram sobrevivência à alta hospitalar,¹⁸ foi semelhante ao encontrado em estudo multicêntrico da América do Norte que incluiu adultos e crianças.¹⁵

Revisão sistemática que incluiu adultos e crianças revelou grande variação na incidência e no desfecho da PCR entre os continentes, foi maior a incidência na América do Norte (54,6/100.000) e menor na Ásia (28,3/100.000). A menor sobrevivência à alta hospitalar foi relatada na Ásia (2%) quando comparada à Europa (9%), América do Norte (6%) e Austrália (11%).² Esse resultado pode ser atribuído à diversidade entre as populações com comorbidades distintas, sistema médico de emergência (SME), definições, metodologias de estudo, sistema local de telecomunicações, incidência de fibrilação ventricular (FV) como ritmo inicial, além de diferenças na forma de registro.

O prognóstico neurológico em PCR pré-hospitalar pediátrica é muito reservado. Estudo pediátrico dos EUA obteve sobrevivência geral à alta de 8,6%, 31% com bom prognóstico neurológico.¹⁹ No Japão, a sobrevivência geral após um mês foi de 8% e bom prognóstico neurológico após um mês foi observado em 1% dos lactentes, 2% das crianças e 11% dos adolescentes.¹⁰ Estudo pediátrico que envolveu vários países asiáticos, a sobrevivência geral com bom prognóstico foi 3,7%.¹³

Através da padronização da coleta de dados da PCR recomendada pelo estilo Utstein, foi possível identificar variações entre comunidades e países quanto ao sistema de saúde, qualidade da cadeia de sobrevivência, fatores relacionados ao paciente e à coleta de dados da PCR.

Os fatores associados à sobrevivência na PCR pediátrica pré-hospitalar têm sido alvo de muitos estudos e serão discutidos a seguir.

Idade

A maioria das PCR em crianças ocorre em menores um ano (44-64%),^{10,11,20} a incidência nessa faixa etária é próxima à de adultos.

Estudo prospectivo sueco que incluiu adultos e crianças (n=40.503) observou em ritmos chocáveis, taxas de sobrevivência após um mês maiores em menores de 18 anos (24,5%), intermediárias em adultos de 18 a 35 anos (21,2%) e menores em adultos maiores de 35 anos (13,6%) (p<0,003). Padrão semelhante foi observado em ritmos não chocáveis (3,8%, 3,2% e 1,6%, respectivamente, p<0,0001). A sobrevivência após um mês foi 2,6% em neonatos, 7,8% em crianças e 24,5% em adolescentes quando o ritmo inicial foi chocável. Já em ritmos não chocáveis, a sobrevivência após um mês foi 3,8% em crianças, 3,2% em adultos jovens, 1,6% em adultos (maiores 35 anos).²¹ Estudos pediátricos multicêntricos revelaram a mesma tendência com menor sobrevivência em lactentes (1,4-3,7%), seguido pelas crianças (3,6-9,8%) e adolescentes (8,9-16,3%).^{11,13,20,22}

No Japão, estudo prospectivo observacional revelou desfechos mais favoráveis em crianças quando comparadas aos adultos com sobrevivência de 8% *versus* 5% e boa função neurológica 2% *versus* 1%, respectivamente. No mesmo estudo, a sobrevivência com bom prognóstico neurológico foi observada em 1% dos lactentes, 4% das crianças e 11% nos adolescentes.¹⁰ A [tabela 1](#) apresenta as principais características da PCR pré-hospitalar nas diferentes faixas etárias.^{10,11,15,19,21-28} A melhor sobrevivência observada nos

Tabela 1 Características da PCR pré-hospitalar de acordo com a faixa etária

	Geral	Lactentes	Crianças	Adolescentes	Adultos
Incidência (100.000 casos/ano)	3,3-8,0	65,5-72	3,7	6,3	50-64,7
Sobrevivência em 30 dias (%)	8,1	1,4-2,6	7,8-16,1	7,7-9,3	9,3
Sobrevivência alta hospitalar (%)	1,1-20	3,3	9,1	8,9	1,1-10,6
Prognóstico neurológico favorável ^a (%)	1-12	1-2	4	11-16	2-10,7
Local público (%)	7-12	4	14	22-45	16
RCP pela comunidade (%)	6-48,8	37	40	28	19
Ritmo inicial assistolia (%)	82-95	84	83	77	60
Ritmo inicial FV (%)	5-11,7	4	5-22	15-51,2	23-33,7

^a Estudos avaliaram 1 a 18 meses após PCR.^{10,11,15,19,21}



Figura 1 Cadeia de Sobrevida Pediátrica da *American Heart Association*³³.

adolescentes pode ser atribuída a um conjunto de fatores, como sua maior ocorrência em locais públicos, maior possibilidade de ser presenciada, aumento da prevalência de ritmo inicial FV/taquicardia ventricular (TV) sem pulso, além da maior chance do uso do desfibrilador externo automático (DEA).

Embora a incidência e os desfechos da PCR pré-hospitalar sejam distintos de acordo com idade, as variáveis associadas a essa observação não estão totalmente esclarecidas.

Local de ocorrência

A sobrevida à alta hospitalar da PCR que ocorre em ambiente pré-hospitalar é cerca de três vezes menor quando comparada a PCR hospitalar em função do reconhecimento e tratamento mais tardio.^{17,29}

A maioria das PCR pré-hospitalares pediátricas ocorre na residência e sua ocorrência em locais públicos aumenta com a idade, varia de 22 a 45% em adolescentes.^{10,30}

Alguns locais podem apresentar uma sobrevida peculiar devido à disponibilidade de DEA e equipe treinada. Estudo em 40 aeroportos internacionais obteve 32% de sobrevida em adultos.³¹ Já o metrô de São Paulo, Brasil, obteve 43% de sobrevida à alta hospitalar em adultos, cifra expressiva se considerarmos o cenário pré-hospitalar.³²

A ocorrência da PCR em locais públicos, com maior possibilidade de ser presenciada, associada à disponibilidade de DEA e comunidade treinada em RCP, pode influenciar positivamente na sobrevida.

PCR presenciada e RCP precoce

Os elementos essenciais da cadeia de sobrevida pediátrica incluem uma sequência integrada de eventos: prevenção, RCP precoce, ativação do serviço médico de emergência (SME), suporte avançado de vida (SAV) e cuidados pós-RCP^{33,34} (fig. 1). Apesar da ênfase crescente à RCP precoce, apenas 15 a 40% das PCR pediátricas pré-hospitalares em países desenvolvidos recebem tais manobras pela comunidade, semelhantemente ao que ocorre com adultos.^{4,10,24,30}

A maioria das PCR pré-hospitalares pediátricas ocorre na própria residência,^{13,21,30} essa é uma oportunidade de início precoce da RCP quando há parentes treinados. A PCR pediátrica presenciada seguida pela RCP prévia à chegada do SME são fatores fortemente associados à sobrevida à alta hospitalar com bom prognóstico neurológico (OR 4,74; 95% IC 1,49-15,05).³⁵ A PCR pediátrica presenciada ocorre em 36 a 39,9% dos casos e a RCP prévia a chegada do SME em 49 a 49,2%.^{4,13,23,24,30,36,37}

O aumento da sobrevida de portadores de doenças crônicas pode representar uma oportunidade para sensibilizar e disseminar o treinamento em RCP na comunidade, com foco em indivíduos estratégicos, como parentes, com possível impacto no prognóstico da PCR pediátrica.

Etiologia

Diferentemente dos adultos, nos quais a causa cardíaca é frequente,³⁸ em crianças as principais etiologias da PCR pré-hospitalar são síndrome da morte súbita do lactente (20-60%), trauma (19-53%) e causas respiratórias (4-41%).^{4,19,35,39}

Em estudo que analisou as PCR pediátricas pré-hospitalares admitidas em UTI, observou-se que a etiologia cardíaca apresentou sobrevida com bom prognóstico neurológico em 65%, contrastou com 39% quando a etiologia foi não cardíaca (OR 6,40; 95% IC 1,65-24,76).³⁵

A morte súbita corresponde a uma das causas mais frequentes em lactentes⁴⁰ e nessas circunstâncias a causa cardíaca provavelmente é subestimada, pois a etiologia cardiovascular, como as canalopatias,⁴¹ doenças hereditárias caracterizadas por alteração em canais iônicos que ocasionam maior susceptibilidade a arritmias, pode estar presente e não diagnosticada.²¹

A sobrevida em vítimas pediátricas de trauma (n=2.299) é muito baixa, gira em torno de 1,1% à alta hospitalar, somente 0,3% com bom prognóstico neurológico.¹⁹ Por outro lado, em afogamentos, a sobrevida à alta hospitalar chega a 22,7%, 6% com bom prognóstico neurológico.^{4,11} Entre as variáveis que interferem no desfecho do afogamento destacam-se a duração da submersão, a temperatura da água e o início precoce da RCP. Sobrevida com função neurológica intacta já foi descrita em submersão prolongada em águas geladas.⁴²

Embora a etiologia possa influenciar o prognóstico, a determinação da causa na PCR pré-hospitalar é frequentemente presumida e difícil de ser confirmada.

Orientações de RCP via telefônica pelo atendente do SME

Apesar da importância da RCP precoce pela comunidade, apenas um terço a metade recebe RCP na PCR pré-hospitalar.⁴³ Desse modo, a participação do SME através de orientação da RCP via telefônica pode ser relevante.

Estudo observacional em PCR pediátricas pré-hospitalares no Japão observou que a orientação telefônica especializada comparada à ausência de orientação aumentou a taxa de RCP feitas pela comunidade (68,7% versus

27,8%), ventilação boca a boca (43,6% *versus* 18,4%) e sobrevida após um mês (19% *versus* 11,2%); porém sem efeito significativo no desfecho neurológico.⁴⁴ Estudo mais recente no mesmo país corroborou os achados anteriores. A orientação telefônica aumentou a feitura de RCP (OR 7,51; 95% IC, 6,60-8,57) e desfecho neurológico favorável após um mês quando comparada à não feitura RCP (OR 1,81; 95% IC, 1,24-2,67).⁴³

Assim, como a RCP pela comunidade constitui elo fundamental da cadeia de sobrevida pediátrica, a atuação via telefônica do atendente apresenta potencial para desencadear o início precoce da RCP e pode maximizar a sobrevida com bom prognóstico neurológico.

Atendimento por serviço médico de emergência

O atendimento da PCR pré-hospitalar por SME parece estar associado a maior sobrevida.^{13,45} Estudo pediátrico observou associação com maior sobrevida após intervenções em ambiente pré-hospitalar como a administração de fluidos (OR 1,73; 95% IC 1,07-2,80) e tentativas via intraóssea ou endovenosa (OR 2,40; 95% IC 1,20-4,81). Já a aquisição de via aérea avançada não foi associada à sobrevida (OR 0,69, 95% IC 0,43-1,10) e o uso de drogas foi relacionado a pior prognóstico (OR 0,24; 95% IC 0,15-0,39).²⁰ Por outro lado, em estudo pediátrico que envolveu países asiáticos, a obtenção de via aérea avançada foi positivamente associada a sobrevida à alta hospitalar em menores 13 anos (OR 3,35; 95% IC 1,23-9,13).¹³

Consequentemente, ainda não há consenso de quais manobras, além da compressão torácica de alta qualidade e emprego do DEA, devem fazer parte da RCP pré-hospitalar. Estudar cada uma das possíveis intervenções no pré-hospitalar que possam impactar na sobrevida é desejável, porém de difícil execução pela dificuldade de obter número de casos de PCR pediátrica com poder estatístico.

Ritmo

Os ritmos não chocáveis são os mais observados na PCR pediátrica pré-hospitalar,^{21,30,46} foram identificadas assistolia em 39 a 78% e atividade elétrica sem pulso (AESP) em 10 a 31% dos pacientes.^{4,13,23,35,44}

Os ritmos chocáveis estão presentes em cerca de 35% dos adultos,²¹ sua frequência é menor em pediatria e variável com a idade (5-11% em crianças e 19-21% em adolescentes).^{20,44} O ritmo chocável foi identificado como um dos fatores fortemente associados a sobrevida na PCR pré-hospitalar que envolve adultos e crianças.^{10,19,21,23,30,35} Estudo retrospectivo pediátrico pré-hospitalar pan-asiático que envolveu 974 crianças menores 17 anos também observou essa associação (OR 20,29; 95% IC, 9,45-43,57).¹³

Apesar de os ritmos chocáveis, associados a melhor sobrevida, serem pouco frequentes na faixa etária pediátrica, esse grupo etário apresenta maior sobrevida do que os adultos, os fatores que determinam esse desfecho são não esclarecidos.

Desfibrilação precoce

A desfibrilação rápida é fundamental para sobrevida de pacientes em FV. Assim, o uso rotineiro do DEA está indicado em todas as PCR pré-hospitalares pelas diretrizes de ressuscitação.^{8,33,47} Estudo que incluiu crianças entre um a 17 anos observou que os ritmos chocáveis foram menos frequentes em crianças menores de oito anos do que em adultos (11,6% *versus* 23,7%) e que o uso do DEA foi 16,3% em menores de oito anos *versus* 28,3% em adultos.²⁸ Outros estudos confirmam essa observação.^{13,22,30,45}

A disponibilidade de DEA em locais públicos associada ao treinamento de suporte básico de vida (SBV) apresentou forte associação à sobrevida com bom prognóstico neurológico em crianças em estudos japonês (OR 5,13; 95% IC 2,64-9,96)⁴⁴ e australiano (OR 4,74; 95% IC 1,49-15,05). Nesse estudo, o treinamento em SBV foi associado ao incremento de dez vezes na RCP e uso de DEA pela comunidade, além do aumento de sobrevida a alta com bom prognóstico neurológico de 42% para 64% no mesmo período.³⁵

Apesar do reconhecimento crescente da importância do SBV e da desfibrilação precoce, transpor a recomendação para a efetiva disseminação na comunidade persiste como um grande desafio.

Qualidade do suporte básico de vida

Os princípios do SBV de alta qualidade incluem: minimizar a interrupção das compressões, evitar a hiperventilação, manter frequência e profundidade adequadas de compressões e permitir o retorno completo do tórax.⁴⁷ A partir das diretrizes de ressuscitação de 2005,⁴⁸ há ênfase crescente na importância do SBV, pois a RCP de alta qualidade pode estar associada a maior sobrevida.^{45,49-52} Em ritmos chocáveis, a fração de compressão (proporção do tempo destinado a compressão torácica durante a RCP) elevada foi associada a maior sobrevida em adultos (OR 3,01; IC 95%, 1,37-6,58).⁴⁹ A profundidade das compressões (maior do que 38 mm) em adultos foi associada à sobrevida à alta (OR 1,45; IC 95%, 1,20-1,76).⁵¹ Entretanto, a maioria desses estudos foi feita em adultos e em PCR pediátrica hospitalar.

Vários aspectos do SBV têm sido avaliados. Estudo em PCR pré-hospitalar em adultos avaliou a taxa de compressão torácica e observou associação com retorno da circulação espontânea (RCE) (OR 0,78; 95% IC, 0,66-0,92, $p < 0,003$), mas não com a sobrevida a alta hospitalar (OR 0,82; 95% IC, 0,63-1,07, $p < 0,14$).⁴⁹

Estudo prospectivo multicêntrico encontrou diversas oportunidades de melhoria na RCP pediátrica pré-hospitalar, pois detectou baixa adesão (22 a 58%) aos parâmetros de qualidade de RCP.⁴⁵ Outro parâmetro relevante é a ventilação apropriada, pois a hiperventilação reduziu a perfusão coronariana ($p = 0,03$) e sobrevida ($p = 0,006$), mesmo em equipes treinadas em modelos animais.^{53,54}

Profundidade adequada de compressões foi observada em somente 58% das RCP em pacientes pediátricos, não foi detectada associação com RCE.⁴⁵ Estudos em animais sugerem que a interrupção das compressões torácicas resulta em queda abrupta da perfusão coronariana e são necessárias várias compressões torácicas para retomar a pressão de perfusão coronariana adequada.⁵⁵

O completo retorno do tórax no fim da compressão permite a diminuição da pressão intratorácica e favorece a pré-carga e perfusão coronariana, além de permitir a entrada passiva de ar, fatores fundamentais para se alcançar RCE.⁵⁶

Há evidências de que o SBV de alta qualidade está associado ao aumento da sobrevida. Assim, esforços para ampliar as oportunidades de melhorias em ambiente pré-hospitalar são essenciais.

PCR hospitalar

A padronização do estilo Utstein pediátrico ocorreu em 1995⁵⁷ e estimulou o registro e a criação de bancos de dados em RCP. Um exemplo é o *National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation* (NRCPR), iniciado em 2000, para coleta de dados prospectivos em diversos hospitais dos EUA,⁵⁸ com objetivo primário de melhoria da qualidade da RCP. Esse registro possibilitou uma base de informações robusta para desenvolvimento de diretrizes baseadas em evidências, além de permitir comparação de dados entre diversos hospitais e implantação de estratégias de melhoria. Em 2010, o NRCPR foi incorporado ao programa *Get With The Guidelines – Resuscitation Registry* (GWTG-R) para facilitar registro, análise, implantação e disseminação das diretrizes, além de prática baseada em evidências.⁸

Os estudos em PCR hospitalar pediátrica apresentam ampla variabilidade quanto ao prognóstico, o que pode ser explicado pelas diferenças regionais, desenho do estudo, população estudada, característica e setor do hospital, atuação do time de resposta rápida e cuidados pós-ressuscitação, entre outros (tabela 2).

A pesquisa em RCP pediátrica hospitalar foi estimulada a partir do Utstein, foi desenvolvido no Brasil o primeiro estudo pediátrico com aplicação dessa padronização.⁵⁹ Em estudo prospectivo observacional multicêntrico que incluiu adultos e crianças em serviços de emergência, observou-se que a maioria dos ritmos durante PCR foi não chocável e a sobrevida à alta foi maior em crianças do que adultos (27% versus 18%, OR 2,29; 95% IC 1,95-2,68).⁶⁰ Por outro lado, estudo mais recente, retrospectivo multicêntrico, que usou a mesma base de dados do estudo anterior, observou que a sobrevida à alta foi semelhante entre adultos e crianças (23% versus 20%).⁶¹

Considerando os diversos setores do hospital, a sobrevida à alta foi observada em 13,7 a 47% nos estudos feitos em UTI pediátrica,⁶²⁻⁶⁴ 12,8% em estudos multicêntricos em serviços de emergência pediátrico⁶⁵ e 37 a 39,2% considerando todos os setores do hospital.^{66,67}

Estudos que avaliam sobrevida à alta hospitalar em países menos favorecidos são escassos. Na Índia, a sobrevida à alta foi 14,5%, 77,1% com bom prognóstico neurológico.⁶⁸ No Brasil, a análise de banco de dados revelou 32,8% de sobrevida à alta em um hospital pediátrico terciário universitário.⁶⁹

Em hospital terciário universitário na África com recursos limitados, inclusive escassez de equipe treinada, equipamentos (desfibrilador), medicações e leitos de UTI, a mortalidade foi 100% em 24 h. Contribuiu para esse cenário a etiologia infecciosa (malária, sepse) associada a comorbidades peculiares (HIV e desnutrição), que comprometem todo o cuidado do paciente desde o período pré, durante e pós

RCP.⁷⁰ A tabela 2 descreve os desfechos da PCR pediátrica hospitalar.^{29,37,60,63,64,68-86} A sobrevida após um ano variou de 11,1 a 34,5% entre os estudos.^{59,68,71-74} Diversos fatores podem estar associados à sobrevida da PCR pediátrica hospitalar e serão discutidos a seguir.

Idade

O grupo etário parece influenciar a incidência da PCR hospitalar. Estudo retrospectivo coorte observou maior incidência em menores de um ano comparados a crianças e adolescentes (0,79/1000 versus 0,56/1000). Apesar da maior incidência nesse grupo etário, a mortalidade em lactentes (46,8%) foi significativamente menor do que nos demais grupos, um a dois anos, três a cinco anos, seis a 11 anos, 12 a 17 anos (58,8%, 57,7%, 64,8%, 70%, respectivamente).¹

Estudo multicêntrico feito em UTI pediátricas observou sobrevida à alta de 27% no período neonatal, 36% em lactentes, 19% em crianças de um a oito anos e 16% em maiores de oito anos.⁶³ Menor sobrevida foi obtida em centro terciário pediátrico, 17,8% nos lactentes, 7,5% em um a quatro anos e 3,4% em maiores de oito anos.⁶⁹ Ambos os estudos demonstram menor sobrevida com a progressão da idade.

A análise da sobrevida em longo prazo é escassa. Estudo multicêntrico obteve sobrevida após um ano de 52,4% em menores de um ano, 43,4% em um a quatro anos, 41,7% em cinco a 12 anos, 41% em maiores de 13 anos.⁸⁷

Desse modo, a idade parece ser fator determinante no prognóstico. Entretanto, os fatores associados a essa observação não são esclarecidos.

Duração da RCP

Alguns autores observaram que a duração da RCP hospitalar pediátrica foi inversamente relacionada à sobrevida.^{42,59,82,84,87-89} Observou-se uma relação negativa entre duração da RCP e sobrevida (OR 0,95; 95% CI 0,91-0,98) em trabalho prospectivo em hospital terciário pediátrico no Brasil com emprego do estilo Utstein.⁵⁹ Estudo prospectivo pediátrico em UTI observou sobrevida à alta hospitalar nas RCP com duração menor do que três minutos de 66% e com duração maior do que 30 minutos de 28%.⁸⁴ Registro multicêntrico obteve queda de 2,1% por minuto da sobrevida à alta em RCP menor do que 15 minutos e queda de 1,2% por minuto no desfecho neurológico favorável.⁸⁸ Por outro lado, estudos que incluíram PCR pediátrica prolongada (maior do que 30-35 minutos) apresentaram prognóstico neurológico favorável em 60 a 89%.^{84,88}

Quanto maior a duração da RCP, maior o período de baixo débito cardíaco com potencial lesão de órgãos. O incremento da sobrevida à alta hospitalar com prognóstico neurológico favorável a despeito da duração prolongada é de causa multifatorial, a melhor qualidade da RCP e os avanços nos cuidados pós-PCR são os prováveis fatores determinantes.

Horário e dia da semana

A influência do horário e dia da semana no desfecho da PCR foi avaliada por alguns autores. Estudo em adultos observou

Tabela 2 Caracterização de estudos em PCR pediátrica hospitalar

Autor	País	Ano	Tipo Estudo	Número pacientes	Local	RCE(%)	Sobrevida alta (%)	Sobrevida com bom prognóstico neurológico (%)	Sobrevida 1 ano (%)
Slonin ⁶²	EUA	1997	Prospectivo	205	UTI	ND	13,7	ND	ND
Suominen ⁷¹	Finlândia	2000	Retrospectivo	118	Hospitalar	62,7	19,5	12,7	17,8
Reis ⁵⁹	Brasil	2002	Prospectivo	129	Hospitalar	64	16,2	15	14,7
Guay ⁷²	Canadá	2004	Retrospectivo	203 ^a	Hospitalar	73,8	40,8	23,4	26
Rodríguez-Nuñez ³⁷	Espanha	2006	Prospectivo	116	UTI	59,5	35,3	31	34,5
Tibballs ⁷³	Austrália	2006	Prospectivo	111	Hospitalar	76	36	ND	34
Nadkarni ⁶⁰	EUA e Canadá	2006	Prospectivo	880	Hospitalar	52	27	18	ND
de Mos ⁷⁵	Canadá	2006	Retrospectivo	91	UTI	82	25	18	ND
Meaney ⁶³	EUA	2006	Prospectivo	411	UTI	48,9	21,4	14	ND
Wu ⁷⁶	Taiwan	2009	Retrospectivo	316	Hospitalar	72,2	20,9	15,5	ND
Meert ⁷⁷	EUA	2009	Retrospectivo	353 ^b	Hospitalar	ND	48 ^a	46 ^a	ND
Olotu ⁷⁸	Kenya	2009	Prospectivo	114 ^c	Hospitalar	ND	15,7% PCR	ND	ND
Berens ⁷⁹	EUA	2011	Retrospectivo	257	Hospitalar	56,8	31,1	19,8	ND
Girotra ²⁹	EUA	2013	Retrospectivo	1031	Hospitalar		34,8	61	ND
López-Herce ⁸⁰	Espanha	2014	Prospectivo	200	Hospitalar	74	41	77,9	ND
Berg ⁸¹	EUA	2013	Prospectivo	5870 eventos	Hospitalar	72	39	95	ND
Zeng ⁷⁴	China	2013	Prospectivo	174	Hospitalar	62,1	28,2	86	12,1
RIBEPCI ⁸²	Multinacional	2013	Prospectivo	502	Hospitalar	69,5	39,2	34,8	ND
Straney ⁸³	Austrália, Nova Zelândia	2015	Prospectivo	677	UTI	ND	63,7	ND	ND
Rathore ⁶⁸	Índia	2016	Prospectivo	314	Hospitalar	64,6	14	77	11,1
Berg ⁸⁴	EUA	2016	Prospectivo	139	UTI	65	45	89	ND
Gupta ⁸⁵	EUA	2017	Retrospectivo	154	UTI	100	66,6	94,3	ND
Andersen ⁸⁶	EUA	2017	Prospectivo	182	Hospitalar	ND	53,8	ND	ND
Sutton ⁶⁴	EUA	2018	Prospectivo	164	UTI	90	47	75,7	ND
Shimoda-Sakano, Annals ⁶⁹	Brasil	2018	Prospectivo	220	Hospitalar	70,1	28,7	ND	ND
Edward-Jackson ⁷⁰	Malawi (África)	2019	Prospectivo	135	Hospitalar	6	0	0	0

(Atualização e adaptação de Lopez Herce, sob autorização).

^a Inclui pacientes em apneia, 55 pacientes em PCR.

^b Não incluídos todos pacientes em PCR, somente com RCE sustentada.

^c Inclui neonatos e crianças em apneia e PCR.

maior sobrevida em períodos diurnos em dias de semana (20,6%; 95% IC, 20,3-21%) comparada ao período noturno e aos fins de semana (17,4%; 95% IC, 16,8-18%; OR 1,15; 95% IC, 1,09-1,22).⁹⁰ Estudo multicêntrico em pediatria também detectou menor sobrevida à alta hospitalar no período noturno quando comparado ao período diurno (OR 0,88, 95% IC, 0,80-0,97, $p < 0,007$).⁹¹

A diferença nos processos de cuidados aos pacientes entre os períodos diurno e noturno, como menor relação enfermeira/paciente, presença de profissionais menos experientes, maior possibilidade de erro e redução do desempenho de habilidades psicomotoras pode explicar esses resultados.⁹⁰

As unidades de internação hospitalar precisam desenvolver mecanismos que possibilitem a melhoria e uniformização do atendimento da RCP independentemente do horário e dia da semana.

Administração de drogas

Entre as drogas usadas durante a RCP, a epinefrina é a de maior destaque. Apesar de seu uso frequente, não é totalmente conhecida a sua efetividade, segurança e dose adequada.⁹² A epinefrina tem sido usada na RCP desde 1960 devido ao efeito de aumento da pressão perfusão coronariana e cerebral, além de aumentar a possibilidade de RCE e sobrevida à admissão hospitalar.⁹³ Entretanto, pode reduzir o fluxo na microcirculação e favorecer arritmias e redução de fluxo sanguíneo cerebral.⁹²

Estudos que compararam o uso da epinefrina *versus* placebo observaram que a epinefrina aumenta o RCE (RR 3,09; 95% IC 2,82-3,89, $n = 8469$) e sobrevida à alta (RR 1,44; 95% IC 1,11-1,86, $n = 8538$).^{92,94,95} Porém, ao considerar o prognóstico neurológico, não houve diferença entre dose convencional de epinefrina e placebo (RR 1,22; 95% IC 0,90-1,92).^{94,95}

Outro aspecto de interesse foi o uso de doses altas comparado a doses convencionais de epinefrina em PCR pediátrica.^{96,97} Trabalho prospectivo randomizado pediátrico feito no Brasil evidenciou que o uso de dose alta de epinefrina após a dose convencional reduziu a sobrevida em 24 horas (OR para óbito 7,9; 97,5% IC 0,9-72,5; $p = 0,08$).⁹⁶ Revisão da Cochrane que analisou o uso de epinefrina na PCR pediátrica, ao avaliar o uso da dose padrão de epinefrina comparada a altas doses em PCR pediátrica, não observou diferença significativa no RCE (RR 1,13; 95% IC 0,73-1,73) na sobrevida em 24 h (RR 1,04; 95% IC 0,76-1,43) e na sobrevida à alta (RR 1,54; 95% IC 0,17-13,66).⁹²

O momento da administração da primeira dose tem sido objeto de estudo recente e parece ter relevância nos desfechos.⁹⁸ Estudo pediátrico em PCR hospitalar observou que em ritmos não chocáveis o atraso na administração da epinefrina foi associado a menor chance de RCE [RR por minuto atraso 0,97 (95% IC, 0,96-0,99)], redução da sobrevida à alta hospitalar [(RR 0,95/minuto atraso (95% IC, 0,93-0,98)] e pioria do prognóstico neurológico [(RR 0,95/minuto atraso (95% IC 0,91-0,99)).⁹⁹

O intervalo entre as doses de epinefrina durante a RCP é outro aspecto importante. Estudo pediátrico¹⁰⁰ obteve maior sobrevida à alta em pacientes que receberam epinefrina em intervalos maiores do que três a cinco minutos

(maior do que cinco e menor do que oito minutos OR 1,81; 95% IC 1,26-2,59) e oito a dez minutos (OR 2,64; 95% IC 1,53-4,55), de três a cinco minutos é o intervalo recomendado pelas atuais diretrizes de ressuscitação de 2015.

Considerando o número de doses de epinefrina, esse foi inversamente associado a menor sobrevida em 12 meses. A administração de mais de quatro doses de epinefrina foi independentemente associada a menor sobrevida após um ano (OR 0,52; 95% IC 0,30-0,92).⁸⁷

A epinefrina permanece como a medicação mais usada na PCR por aumentar a taxa de RCE. Entretanto, sua influência na sobrevida em longo prazo e no prognóstico neurológico ainda necessita ser comprovada.

Monitoração no momento do evento

A monitoração prévia à RCP influencia a sobrevida da PCR em adultos e crianças. Estudo retrospectivo em adultos comparou sobrevida à alta em locais com e sem monitoração por telemetria (cardíaca) e obteve 20,8% *versus* 16,1%, respectivamente.⁹⁰ Estudo pediátrico também observou menor mortalidade quando a PCR ocorre em ambiente monitorado (OR 0,51; 95% IC 0,30-0,87, $p = 0,01$).⁸⁶

A ocorrência de PCR em serviço de emergência, ou seja, em locais com menor monitoração, é mais frequente em países menos favorecidos, provavelmente em função da escassez de leitos de UTI. A PCR pediátrica na UTI apresenta melhor sobrevida à alta comparada aos demais setores do hospital (OR 0,38; 95% IC 0,15-0,86),⁸² possivelmente em função da monitoração apropriada, resulta em detecção e intervenção precoce frente a sinais de deterioração clínica.

No Japão, observou-se maior ocorrência de PCR em enfermarias pediátricas quando comparado à base dados dos EUA (27% *versus* 14%), demonstrou escassez de leitos de UTI. Entretanto, não houve diferença significativa no desfecho.¹⁰¹

A monitoração permite o diagnóstico e início precoce da RCP com provável impacto favorável no desfecho da PCR pediátrica.

Monitoração da qualidade da RCP

A avaliação da qualidade e do desempenho da RCP tem permitido avanços na ciência e na prática clínica. Através de novas tecnologias é possível monitorar os parâmetros da RCP durante o atendimento, é recomendado seu uso na prática clínica, sempre que disponível.¹⁰² As categorias de monitoração de RCP podem ser classificadas em fisiológicas (dependente do paciente) e de desempenho da RCP (dependente do ressuscitador).

As diretrizes de RCP recomendam uniformização das compressões torácicas de acordo com a faixa etária, porém essa abordagem não avalia a resposta individual aos esforços de RCP.⁵² Assim, adequar a qualidade da RCP a parâmetros fisiológicos, através da avaliação invasiva hemodinâmica (pressão arterial invasiva e pressão venosa central), e do CO₂ expirado (EtCO₂), através da capnografia, pode aumentar a sobrevida.¹⁰²⁻¹⁰⁷ Dados pediátricos de qualidade de RCP são limitados até momento, as recomendações são baseadas em consenso de especialistas.¹⁰² O valor de EtCO₂ parece diretamente relacionado a fluxo pulmonar, débito cardíaco e sobrevida. O consenso em qualidade da RCP recomenda

titular o desempenho para atingir $\text{EtCO}_2 > 20$ mmHg, baseado em estudos experimentais e dados limitados em adultos.¹⁰² Revisão recente destacou que o valor evolutivo do EtCO_2 pode ser mais confiável do que o seu valor estático ao longo da RCP.¹⁰³ Dessa forma, apesar de todas as diretrizes de RCP pediátrica recomendarem o uso de capnografia durante a PCR como uma medida de qualidade das compressões, não há estudos pediátricos que permitam concluir o seu real papel.

Estudos observacionais que analisam a pressão arterial diastólica sugerem associação com a pressão de perfusão coronariana. Publicação pediátrica recente sugere que as compressões torácicas podem ter como alvo a pressão diastólica mínima e corresponder a uma medida de desempenho que pode determinar o desfecho da RCP.¹⁰⁴ Neste estudo, a sobrevida à alta hospitalar foi 70% mais frequente quando a pressão arterial diastólica foi maior do que ou igual a 25 mmHg em lactentes e maior do que ou igual a 30 mmHg em crianças maiores de um ano. Assim, baseado em estudos animais e dados limitados em adultos e crianças, é razoável o uso de parâmetros fisiológicos para monitorar e maximizar a qualidade de RCP.¹⁰⁵

A RCP de alta qualidade também é considerada um dos determinantes na sobrevida tanto em ambiente pré-hospitalar como hospitalar.¹⁰⁶ Estudo em adultos revelou que quando a compressão torácica foi menor do que 100/minuto, houve redução de 72% para 42% no RCE.¹⁰² Por outro lado, estudo pediátrico observou que taxas de compressão de 80-100/minuto (menor do que o recomendado pelas diretrizes atuais), comparadas a 100-120/minuto, apresentaram maior sobrevida à alta (RR 1,92; 95% IC 1,13-3,29, $p=0,017$) e melhor prognóstico neurológico (RR 2,12; 95% IC 1,09-4,13, $p=0,027$).⁶⁴

Titular os parâmetros fisiológicos e de qualidade da RCP parece promissor e podem representar uma mudança do atendimento convencional, no qual são recomendados parâmetros preestabelecidos de qualidade. São necessários mais estudos para esclarecer o real papel dos parâmetros de qualidade RCP e seus respectivos valores alvos.

Ritmo inicial

O ritmo inicial tem sido associado ao desfecho da PCR pré-hospitalar^{10,30} e hospitalar.^{60,74,87} A sobrevida à alta hospitalar nos ritmos chocáveis foi maior em crianças do que adultos, 24% *versus* 11% (OR 2,73; 95% IC 2,23-3,32), respectivamente em estudo que analisou o primeiro ritmo documentado.⁶⁰

Apesar de os ritmos chocáveis não serem frequentes em crianças, a presença de FV ou TV sem pulso, como ritmo inicial, representou maiores chances de RCE sustentada (mais de 20 minutos) (64,7% *versus* 39,1%, $p < 0,046$) e maior sobrevida à alta hospitalar (58,8% *versus* 21,7%, $p < 0,02$)⁸⁹ quando comparada a assistolia e Aesp. Na análise da sobrevida em um ano, ocorreram em 64,7% ritmos chocáveis, 56,5% Aesp, 16,7% em assistolia.⁸⁷

O melhor prognóstico dos ritmos chocáveis envolve seu maior potencial de reversibilidade. Dessa forma, concentrar esforços para a RCP precoce, reconhecimento do ritmo chocável e rápida desfibrilação deve persistir como prioridade.

Causa imediata e categoria da doença de base

A PCR pediátrica hospitalar ocorre em sua maioria em pacientes portadores de doenças crônicas, representa 71 a 90,9% dos casos.^{59,82,87,89} A categoria da doença crônica pode sofrer influência da região analisada e estar associada a maior ou menor mortalidade. Na Índia, por exemplo, a desnutrição foi encontrada em 65% das RCP pediátricas.⁶⁸

O prognóstico RCP parece sofrer influência da doença crônica associada. As doenças onco-hematológicas (OR 3,33 IC 95%, 1,60- 6,98) e neurológicas (OR 5,19 IC 95% 1,49-18,73) conferiram maior mortalidade em estudo pediátrico prospectivo multicêntrico internacional.⁸²

Crianças portadoras de cardiopatias congênitas ou adquiridas representam um grupo de maior risco de PCR.^{85,108} Em estudo multicêntrico em UTI pediátricas cardiológicas, a prevalência de PCR em cardiopatias não cirúrgicas comparadas às cirúrgicas foi 50% maior e a sobrevida foi menor (37,7% *versus* 62,5%, $p < 0,0001$, respectivamente).¹⁰⁸

Em relação às causas preexistentes mais frequentes da PCR pediátrica, registro dos EUA destacou as causas respiratórias (58%), choque (36%) e insuficiência cardíaca (31%) como as mais prevalentes.⁶⁰ Por outro lado, estudo na Índia identificou sepse (71%), doenças respiratórias (39,5%) e doenças neurológicas (31,5%).⁶⁸

Estudo brasileiro prospectivo feito em hospital pediátrico terciário observou entre as principais causas as doenças respiratórias (61%), seguida de choque (29%),⁵⁹ e estudo mais recente na mesma instituição detectou uma mudança dessa distribuição, com declínio da causa respiratória (56%) e incremento do choque (43%).⁶⁹

Alguns estudos demonstram que condições que precedem a PCR pediátrica foram associadas a aumento de mortalidade, como a hipotensão (OR 3,26; 95% IC, 1,89-5,92, $p < 0,001$) e sepse (OR 2,45; IC 95%, 1,52-3,97; $p < 0,001$).⁸⁶ Outros estudos reforçam esse achado ao observar que o uso de drogas vasoativas^{68,89} (OR 4,47; 95% IC, 1,72-9,37; $p < 0,001$)⁶⁸ e o choque que precede a PCR^{69,82,86} (OR 2,46; 95% IC, 1,52-3,97, $p < 0,001$)⁸⁵ conferiram um prognóstico reservado à RCP.

As variações da etiologia da PCR podem refletir melhorias na prevenção e assistência de doenças respiratórias e a associação de doenças crônicas, conferir maior mortalidade ao choque. Estudar o papel de cada categoria de doença crônica na incidência e no prognóstico da RCP não é tarefa fácil, pois necessita de grandes estudos multicêntricos com extenso número de pacientes.

Tendência e prognóstico da PCR pediátrica hospitalar

A PCR pediátrica hospitalar parece apresentar comportamento distinto ao longo do tempo. Ao analisar a tendência das PCR hospitalares pediátricas nos Estados Unidos, observou-se aumento na incidência de PCR 0,57/1.000 em 1997 para 1,1/1.000 em 2012 ($p < 0,05$) e declínio da mortalidade no mesmo período, de 51% para 40% ($p < 0,05$).¹ Considerando o ambiente de terapia intensiva, inclusive 32 serviços dos EUA, a sobrevida à alta hospitalar após PCR pediátrica era 13,7% na década 1990⁶² e 22% na década de 2000.⁶³ Tendência semelhante foi observada em outros

países, como na Espanha, onde houve melhoria significativa na sobrevida à alta hospitalar de 25,9 para 41%, em 10 anos, a maioria com bom prognóstico neurológico.^{25,89} Dados obtidos em hospital pediátrico terciário brasileiro observaram aumento da taxa de RCE (64 para 70%) e da sobrevida à alta hospitalar (19 para 32,8%) em 15 anos.^{59,69}

A tendência a aumento da sobrevida da PCR pediátrica em diversos serviços e países provavelmente é resultado de múltiplos esforços que envolvem melhoria da qualidade do SBV, SAV e cuidados pós-PCR, resultados do avanço da ciência da RCP.

Conclusão

A PCR pediátrica pré-hospitalar é rara, apresenta menor sobrevida quando comparada ao cenário hospitalar e ao prognóstico neurológico reservado.

Por outro lado, a PCR pediátrica hospitalar apresenta maior sobrevida do que a PCR pré-hospitalar, devido ao reconhecimento precoce associado ao SBV de alta qualidade, SAV apropriado e cuidados pós-RCP. Nos últimos anos, observamos uma tendência à melhoria da sobrevida da PCR pediátrica em algumas comunidades e hospitais, a sobrevida com bom prognóstico neurológico é mais frequente em crianças do que em adultos.

Os dados epidemiológicos de PCR pediátrica disponíveis estão especialmente concentrados em países da América do Norte, Europa, Ásia e na Austrália que participam de grandes registros internacionais. O aprimoramento dos desfechos da PCR pediátrica depende de esforços no esclarecimento dos fatores associados a melhor sobrevida com bom prognóstico neurológico. Para ampliar o conhecimento nessa área, estudos epidemiológicos em hospitais pediátricos localizados em áreas menos favorecidas persistem como prioridades de pesquisa, são fundamentais para implantação de estratégias de prevenção, melhorias no desempenho da RCP, além de permitir a análise de possíveis variações regionais da epidemiologia da RCP entre os diversos serviços e países.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Martinez PA, Totapally BR. The epidemiology and outcomes of pediatric in-hospital cardiopulmonary arrest in the United States during 1997 to 2012. *Resuscitation*. 2016;105:177–81.
- Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation*. 2010;81:1479–87.
- Young KD, Seidel JS. Pediatric cardiopulmonary resuscitation: a collective review. *Ann Emerg Med*. 1999;33:195–205.
- Donoghue AJ, Nadkarni V, Berg RA, Osmond MH, Wells G, Nesbitt L, et al. Out-of-hospital pediatric cardiac arrest: an epidemiologic review and assessment of current knowledge. *Ann Emerg Med*. 2005;46:512–22.
- Kleinman ME, Perkins GD, Bhanji F, Billi JE, Bray JE, Callaway CW, et al. ILCOR scientific knowledge gaps and clinical research priorities for cardiopulmonary resuscitation and

- emergency cardiovascular care: a consensus statement. *Resuscitation*. 2018;127:132–46.
- Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, Allen M, Basskett PJ, Becker L, et al. Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein style. A statement for health professionals from a task force of the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, and the Australian Resuscitation Council. *Circulation*. 1991;84:960–75.
- Jacobs I, Nadkarni V, Bahr J, Berg RA, Billi JE, Bossaert L, et al. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update and simplification of the Utstein templates for resuscitation registries. A statement for healthcare professionals from a task force of the international liaison committee on resuscitation (American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian Resuscitation Council, New Zealand Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, Inter American Heart Foundation, Resuscitation Council of Southern Africa). *Resuscitation*. 2004;63:233–49.
- Perkins GD, Jacobs IG, Nadkarni VM, Berg RA, Bhanji F, Biarent D, et al. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update of the Utstein Resuscitation Registry Templates for Out-of-Hospital Cardiac Arrest: a statement for healthcare professionals from a task force of the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, Heart and Stroke Foundation of Canada, Inter American Heart Foundation, Resuscitation Council of Southern Africa, Resuscitation Council of Asia); and the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee and the Council on Cardiopulmonary, Critical Care, Perioperative and Resuscitation. *Circulation*. 2015;132:1286–300.
- Glover BM, Brown SP, Morrison L, Davis D, Kudenchuk PJ, Van Ottingham L, et al. Wide variability in drug use in out-of-hospital cardiac arrest: a report from the resuscitation outcomes consortium. *Resuscitation*. 2012;83:1324–30.
- Nitta M, Iwami T, Kitamura T, Nadkarni VM, Berg RA, Shimizu N, et al. Age-specific differences in outcomes after out-of-hospital cardiac arrests. *Pediatrics*. 2011;128:e812–20.
- Atkins DL. Cardiac arrest in children and young adults: we are making progress. *Circulation*. 2012;126:1325–7.
- Meyer L, Stubbs B, Fahrenbruch C, Maeda C, Harmon K, Eisenberg M, et al. Incidence, causes, and survival trends from cardiovascular-related sudden cardiac arrest in children and young adults 0 to 35 years of age: a 30-year review. *Circulation*. 2012;126:1363–72.
- Tham LP, Wah W, Phillips R, Shahidah N, Ng YY, Shin SD, et al. Epidemiology and outcome of paediatric out-of-hospital cardiac arrests: a paediatric sub-study of the Pan-Asian resuscitation outcomes study (PAROS). *Resuscitation*. 2018;125:111–7.
- McNally B, Robb R, Mehta M, Vellano K, Valderrama AL, Yoon PW, et al. Out-of-hospital cardiac arrest surveillance –Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival (CARES), United States October 1, 2005–December 31 2010. *Morb Mortal Wkly Rep Surveill Summ Wash DC*. 2002;2011:1–19.
- Nichol G, Thomas E, Callaway CW, Hedges J, Powell JL, Aufderheide TP, et al. Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcome. *JAMA*. 2008;300:1423–31.
- Nishiyama C, Brown SP, May S, Iwami T, Koster RW, Beesems SG, et al. Apples to apples or apples to oranges? International variation in reporting of process and outcome of care for out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2014;85:1599–609.
- Kendirli T, Erkek N, Köroğlu T, Yıldızdaş D, Bayrakç B, Güzel A, et al. Cardiopulmonary resuscitation in children with in-hospital and out-of-hospital cardiopulmonary

- arrest: multicenter study from Turkey. *Pediatr Emerg Care*. 2015;31:748–52.
18. Gräsner J-T, Lefering R, Koster RW, Masterson S, Böttiger BW, Herlitz J, et al. EuReCa ONE-27 Nations, ONE Europe ONE Registry: a prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation*. 2016;105:188–95.
 19. Young KD, Gausche-Hill M, McClung CD, Lewis RJ. A prospective, population-based study of the epidemiology and outcome of out-of-hospital pediatric cardiopulmonary arrest. *Pediatrics*. 2004;114:157–64.
 20. Tijssen JA, Prince DK, Morrison LJ, Atkins DL, Austin MA, Berg R, et al. Time on the scene and interventions are associated with improved survival in pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2015;94:1–7.
 21. Herlitz J, Svensson L, Engdahl J, Gelberg J, Silfverstolpe J, Wisten A, et al. Characteristics of cardiac arrest and resuscitation by age group: an analysis from the Swedish Cardiac Arrest Registry. *Am J Emerg Med*. 2007;25:1025–31.
 22. Rajan S, Wissenberg M, Folke F, Hansen CM, Lippert FK, Weeke P, et al. Out-of-hospital cardiac arrests in children and adolescents: incidences, outcomes, and household socioeconomic status. *Resuscitation*. 2015;88:12–9.
 23. Deasy C, Bernard SA, Cameron P, Jaison A, Smith K, Harriss L, et al. Epidemiology of paediatric out-of-hospital cardiac arrest in Melbourne. Australia. *Resuscitation*. 2010;81:1095–100.
 24. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Nadkarni VM, et al. Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *Lancet*. 2010;375:1347–54.
 25. López-Herce J, García C, Domínguez P, Carrillo A, Rodríguez-Núñez A, Calvo C, et al. Characteristics and outcome of cardiorespiratory arrest in children. *Resuscitation*. 2004;63:311–20.
 26. López-Herce J, García C, Rodríguez-Núñez A, Domínguez P, Carrillo A, Calvo C, et al. Long-term outcome of paediatric cardiorespiratory arrest in Spain. *Resuscitation*. 2005;64:79–85.
 27. Rea TD, Eisenberg MS, Sinibaldi G, White RD. Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Resuscitation*. 2004;63:17–24.
 28. Johnson MA, Gahan BJH, Haukoos JS, McNally B, Campbell R, Sasson C, et al. Demographics, bystander CPR, and AED use in out-of-hospital pediatric arrests. *Resuscitation*. 2014;85:920–6.
 29. Girotra S, Spertus JA, Li Y, Berg RA, Nadkarni VM, Chan PS, et al. Survival trends in pediatric in-hospital cardiac arrests: an analysis from Get With the Guidelines-Resuscitation. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2013;6:42–9.
 30. Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, Daya M, Osmond MH, Warden CR, et al. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. *Circulation*. 2009;119:1484–91.
 31. Masterson S, McNally B, Cullinan J, Vellano K, Escutnaire J, Fitzpatrick D, et al. Out-of-hospital cardiac arrest survival in international airports. *Resuscitation*. 2018;127:58–62.
 32. Gianotto-Oliveira R, Gonzalez MM, Vianna CB, Monteiro Alves M, Timerman S, Kalil Filho R, et al. Survival after ventricular fibrillation cardiac arrest in the Sao Paulo metropolitan subway system: first successful targeted automated external defibrillator (AED) program in Latin America. *J Am Heart Assoc*. 2015;4:e002185.
 33. Berg MD, Schexnayder SM, Chameides L, Terry M, Donoghue A, Hickey RW, et al. Part 13: pediatric basic life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010;122:S862–75.
 34. Topjian AA, Berg RA. Pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2012;125:2374–8.
 35. Forrest A, Butt WW, Namachivayam SP. Outcomes of children admitted to intensive care after out-of-hospital cardiac arrest in Victoria. Australia. *Crit Care Resusc*. 2017;19:150–8.
 36. Akahane M, Tanabe S, Ogawa T, Koike S, Horiguchi H, Yasunaga H, et al. Characteristics and outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest by scholastic age category. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2013;14:130–6.
 37. Rodríguez-Núñez A, López-Herce J, García C, Domínguez P, Carrillo A, Bellón JM, et al. Pediatric defibrillation after cardiac arrest: initial response and outcome. *Crit Care Lond Engl*. 2006;10:R113.
 38. Chen N, Callaway CW, Guyette FX, Rittenberger JC, Doshi AA, Dezfulian C, et al. Arrest etiology among patients resuscitated from cardiac arrest. *Resuscitation*. 2018;130:33–40.
 39. Gerein RB, Osmond MH, Stiell IG, Nesbitt LP, Burns S. OPALS Study Group. What are the etiology and epidemiology of out-of-hospital pediatric cardiopulmonary arrest in Ontario, Canada? *Acad Emerg Med*. 2006;13:653–8.
 40. Heron M. Deaths: leading causes for 2016. *Natl Vital Stat Rep*. 2018;67:1–77.
 41. Wilders R. Cardiac ion channelopathies and the sudden infant death syndrome. *ISRN Cardiol*. 2012;2012:846171.
 42. Suominen P, Baillie C, Korpela R, Rautanen S, Ranta S, Olkkola KT. Impact of age, submersion time and water temperature on outcome in near-drowning. *Resuscitation*. 2002;52:247–54.
 43. Goto Y, Maeda T, Goto Y. Impact of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation on neurological outcomes in children with out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *J Am Heart Assoc*. 2014;3:e000499.
 44. Akahane M, Ogawa T, Tanabe S, Koike S, Horiguchi H, Yasunaga H, et al. Impact of telephone dispatcher assistance on the outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med*. 2012;40:1410–6.
 45. Sutton RM, Case E, Brown SP, Atkins DL, Nadkarni VM, Kaltman J, et al. A quantitative analysis of out-of-hospital pediatric and adolescent resuscitation quality – a report from the ROC epistry-cardiac arrest. *Resuscitation*. 2015;93:150–7.
 46. Hickey RW, Cohen DM, Strausbaugh S, Dietrich AM. Pediatric patients requiring CPR in the prehospital setting. *Ann Emerg Med*. 1995;25:495–501.
 47. de Caen AR, Berg MD, Chameides L, Gooden CK, Hickey RW, Scott HF, et al. Part 12: Pediatric Advanced Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015;132:S526–42.
 48. Part 12: Pediatric Advanced Life Support. *Circulation*. 2005;112(24.supplement):IV–167.
 49. Christenson J, Andrusiek D, Everson-Stewart S, Kudenchuk P, Hostler D, Powell J, et al. Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Circulation*. 2009;120:1241–7.
 50. Idris AH, Guffey D, Aufderheide TP, Brown S, Morrison LJ, Nichols P, et al. Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest. *Circulation*. 2012;125:3004–12.
 51. Stiell IG, Brown SP, Nichol G, Cheskes S, Vaillancourt C, Callaway CW, et al. What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? *Circulation*. 2014;25:1962–70.
 52. Sutton RM, French B, Niles DE, Donoghue A, Topjian AA, Nishisaki A, et al. 2010 American Heart Association recommended

- compression depths during pediatric in-hospital resuscitations are associated with survival. *Resuscitation*. 2014;85:1179–84.
53. Aufderheide TP, Lurie KG. Death by hyperventilation: a common and life-threatening problem during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med*. 2004;32:S345–51.
 54. Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirralo RG, Yannopoulos D, McKnite S, von Briesen C, et al. Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2004;109:1960–5.
 55. Ewy GA. Cardiocerebral resuscitation: the new cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2005;111:2134–42.
 56. Yannopoulos D, McKnite S, Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirralo RG, Benditt D, et al. Effects of incomplete chest wall decompression during cardiopulmonary resuscitation on coronary and cerebral perfusion pressures in a porcine model of cardiac arrest. *Resuscitation*. 2005;64:363–72.
 57. Zaritsky A, Nadkarni V, Hazinski MF, Foltin G, Quan L, Wright J, et al. Recommended guidelines for uniform reporting of pediatric advanced life support: the pediatric Utstein Style. A statement for healthcare professionals from a task force of the American Academy of Pediatrics, the American Heart Association, and the European Resuscitation Council. Writing Group. *Circulation*. 1995;92:2006–20.
 58. Peberdy MA, Kaye W, Ornato JP, Larkin GL, Nadkarni V, Mancini ME, et al. Cardiopulmonary resuscitation of adults in the hospital: a report of 14720 cardiac arrests from the National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation. *Resuscitation*. 2003;58:297–308.
 59. Reis AG, Nadkarni V, Perondi MB, Grisi S, Berg RA. A prospective investigation into the epidemiology of in-hospital pediatric cardiopulmonary resuscitation using the international Utstein reporting style. *Pediatrics*. 2002;109:200–9.
 60. Nadkarni VM, Larkin GL, Peberdy MA, Carey SM, Kaye W, Mancini ME, et al. First documented rhythm and clinical outcome from in-hospital cardiac arrest among children and adults. *JAMA*. 2006;295:50–7.
 61. Donoghue AJ, Abella BS, Merchant R, Praetgaard A, Topjian A, Berg R, et al. Cardiopulmonary resuscitation for in-hospital events in the emergency department: a comparison of adult and pediatric outcomes and care processes. *Resuscitation*. 2015;92:94–100.
 62. Slonim AD, Patel KM, Ruttimann UE, Pollack MM. Cardiopulmonary resuscitation in pediatric intensive care units. *Crit Care Med*. 1997;25:1951–5.
 63. Meaney PA, Nadkarni VM, Cook EF, Testa M, Helfaer M, Kaye W, et al. Higher survival rates among younger patients after pediatric intensive care unit cardiac arrests. *Pediatrics*. 2006;118:2424–33.
 64. Sutton RM, Reeder RW, Landis W, Meert KL, Yates AR, Berger JT, et al. Chest compression rates and pediatric in-hospital cardiac arrest survival outcomes. *Resuscitation*. 2018;130:159–66.
 65. Ahn JY, Lee MJ, Kim H, Yoon HD, Jang HY. Epidemiological and survival trends of pediatric cardiac arrests in emergency departments in Korea: a cross-sectional, nationwide report. *J Korean Med Sci*. 2015;30:1354–60.
 66. Jayaram N, Spertus JA, Nadkarni V, Berg RA, Tang F, Raymond T, et al. Hospital variation in survival after pediatric in-hospital cardiac arrest. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2014;7:517–23.
 67. Del Castillo J, López-Herce J, Matamoros M, Cañadas S, Rodríguez-Calvo A, Cecchetti C, et al. Long-term evolution after in-hospital cardiac arrest in children: prospective multicenter multinational study. *Resuscitation*. 2015;96:126–34.
 68. Rathore V, Bansal A, Singhi SC, Singhi P, Muralidharan J. Survival and neurological outcome following in-hospital paediatric cardiopulmonary resuscitation in North India. *Paediatr Int Child Health*. 2016;36:141–7.
 69. Shimoda-Sakano TM, Paiva EF, Bello FPS, Schwartsman C, Reis AG. Análise descritiva da ressuscitação cardiopulmonar pediátrica em hospital terciário: estudo piloto. 2018.
 70. Edwards-Jackson N, North K, Chieme M, Nakanga W, Schubert C, Hathcock A, et al. Outcomes of in-hospital paediatric cardiac arrest from a tertiary hospital in a low-income African country. *Paediatr Int Child Health*. 2019:1–5.
 71. Suominen P, Olkkola KT, Voipio V, Korpela R, Palo R, Räsänen J. Utstein style reporting of in-hospital paediatric cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2000;45:17–25.
 72. Guay J, Lortie L. An evaluation of pediatric in-hospital advanced life support interventions using the pediatric Utstein guidelines: a review of 203 cardiorespiratory arrests. *Can J Anaesth J Can Anesth*. 2004;51:373–8.
 73. Tibballs J, Kinney S. A prospective study of outcome of in-patient paediatric cardiopulmonary arrest. *Resuscitation*. 2006;71:310–8.
 74. Zeng J, Qian S, Zheng M, Wang Y, Zhou G, Wang H. The epidemiology and resuscitation effects of cardiopulmonary arrest among hospitalized children and adolescents in Beijing: an observational study. *Resuscitation*. 2013;84:1685–90.
 75. de Mos N, van Litsenburg RRL, McCrindle B, Bohn DJ, Parshuram CS. Pediatric in-intensive-care-unit cardiac arrest: incidence, survival, and predictive factors. *Crit Care Med*. 2006;34:1209–15.
 76. Wu ET, Li MJ, Huang SC, Wang CC, Liu YP, Lu FL, et al. Survey of outcome of CPR in pediatric in-hospital cardiac arrest in a medical center in Taiwan. *Resuscitation*. 2009;80:443–8.
 77. Meert KL, Donaldson A, Nadkarni V, Tieves KS, Schlieen CL, Brill RJ, et al. Multicenter cohort study of in-hospital pediatric cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med*. 2009;10:544–53.
 78. Olotu A, Ndiritu M, Ismael M, Mohammed S, Mithwani S, Maitland K, et al. Characteristics and outcome of cardiopulmonary resuscitation in hospitalised African children. *Resuscitation*. 2009;80:69–72.
 79. Berens RJ, Cassidy LD, Matchey J, Campbell D, Colpaert KD, Welch T, et al. Probability of survival based on etiology of cardiopulmonary arrest in pediatric patients. *Paediatr Anaesth*. 2011;21:834–40.
 80. López-Herce J, del Castillo J, Cañadas S, Rodríguez-Núñez A, Carrillo A. Spanish Study Group of Cardiopulmonary Arrest in Children In-hospital pediatric cardiac arrest in Spain. *Rev Española Cardiol Engl Ed*. 2014;67:189–95.
 81. Berg RA, Sutton RM, Holubkov R, Nicholson CE, Dean JM, Harrison R, et al. Ratio of PICU *versus* ward cardiopulmonary resuscitation events is increasing. *Crit Care Med*. 2013;41:2292–7.
 82. López-Herce J, Del Castillo J, Matamoros M, Cañadas S, Rodríguez-Calvo A, Cecchetti C, et al. Factors associated with mortality in pediatric in-hospital cardiac arrest: a prospective multicenter multinational observational study. *Intensive Care Med*. 2013;39:309–18.
 83. Straney LD, Schlapbach LJ, Yong G, Bray JE, Millar J, Slater A, et al. Trends in PICU admission and survival rates in children in Australia and New Zealand following cardiac arrest. *Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2015;16:613–20.
 84. Berg RA, Nadkarni VM, Clark AE, Moler F, Meert K, Harrison RE, et al. Incidence and outcomes of cardiopulmonary resuscitation in PICUs. *Crit Care Med*. 2016;44:798–808.
 85. Gupta P, Wilcox A, Noel TR, Gossett JM, Rockett SR, Eble BK, et al. Characterizing cardiac arrest in children undergoing cardiac surgery: a single-center study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017;153:450–8, e1.
 86. Andersen LW, Vognsen M, Topjian A, Brown L, Berg RA, Nadkarni VM, et al. Pediatric in-hospital acute respiratory compromise: a report from the American Heart Association's get with the

- Guidelines-Resuscitation Registry. *Pediatr Intensive Crit Care Soc.* 2017;18:838–49.
87. Meert K, Telford R, Holubkov R, Slomine BS, Christensen JR, Berger J, et al. Paediatric in-hospital cardiac arrest: factors associated with survival and neurobehavioural outcome one year later. *Resuscitation.* 2018;124:96–105.
 88. Matos RI, Watson RS, Nadkarni VM, Huang HH, Berg RA, Meaney PA, et al. Duration of cardiopulmonary resuscitation and illness category impact survival and neurologic outcomes for in-hospital pediatric cardiac arrests. *Circulation.* 2013;127:442–51.
 89. Rodríguez-Núñez A, López-Herce J, del Castillo J, Bellón JM. Iberian-American Paediatric Cardiac Arrest Study Network RIBEPICI Shockable rhythms and defibrillation during in-hospital pediatric cardiac arrest. *Resuscitation.* 2014;85:387–91.
 90. Peberdy MA, Ornato JP, Larkin GL, Braithwaite RS, Kashner TM, Carey SM, et al. Survival from in-hospital cardiac arrest during nights and weekends. *JAMA.* 2008;299:785–92.
 91. Bhanji F, Topjian AA, Nadkarni VM, Praestgaard AH, Hunt EA, Cheng A, et al. Survival rates following pediatric in-hospital cardiac arrests during nights and weekends. *JAMA Pediatr.* 2017;171:39–45.
 92. Finn J, Jacobs I, Williams TA, Gates S, Perkins GD. Adrenaline and vasopressin for cardiac arrest. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;1:CD003179.
 93. Gough CJR, Nolan JP. The role of adrenaline in cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Lond Engl.* 2018;22:139.
 94. Jacobs IG, Finn JC, Jelinek GA, Ozer HF, Thompson PL. Effect of adrenaline on survival in out-of-hospital cardiac arrest: a randomised double-blind placebo-controlled trial. *Resuscitation.* 2011;82:1138–43.
 95. Perkins GD, Ji C, Deakin CD, Quinn T, Nolan JP, Scomparin C, et al. A randomized trial of epinephrine in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med.* 2018;379:711–21.
 96. Perondi MBM, Reis AG, Paiva EF, Nadkarni VM, Berg RA. A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. *N Engl J Med.* 2004;350:1722–30.
 97. Patterson MD, Boenning DA, Klein BL, Fuchs S, Smith KM, Hegenbarth MA, et al. The use of high-dose epinephrine for patients with out-of-hospital cardiopulmonary arrest refractory to prehospital interventions. *Pediatr Emerg Care.* 2005;21:227–37.
 98. Donnino MW, Saliccioli JD, Howell MD, Cocchi MN, Giberson B, Berg K, et al. Time to administration of epinephrine and outcome after in-hospital cardiac arrest with non-shockable rhythms: retrospective analysis of large in-hospital data registry. *BMJ.* 2014;348:g3028.
 99. Andersen LW, Berg KM, Saindon BZ, Massaro JM, Raymond TT, Berg RA, et al. Time to epinephrine and survival after pediatric in-hospital cardiac arrest. *JAMA.* 2015;314:802–10.
 100. Hoyme DB, Patel SS, Samson RA, Raymond TT, Nadkarni VM, Gaies MG, et al. Epinephrine dosing interval and survival outcomes during pediatric in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation.* 2017;117:18–23.
 101. Kurosawa S, Shimizu N, Honma J, Marukawa S, Yonemoto N, Yokoyama H, et al. Abstract 155: International comparison of pediatric in-hospital cardiac arrest: impact of critical care settings for hospital safety and outcome. from the Japanese registry of CPR for in-hospital cardiac arrest *Circulation.* 2011;124:155.
 102. Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, Christenson J, de Caen AR, Bhanji F, et al. Cardiopulmonary resuscitation quality: improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2013;128:417–35.
 103. Paiva EF, Paxton JH, O’Neil BJ. Data supporting the use of end-tidal carbon dioxide (ETCO₂) measurement to guide management of cardiac arrest: a systematic review. *Data Brief.* 2018;18:1497–508.
 104. Berg RA, Sutton RM, Reeder RW, Berger JT, Newth CJ, Carrillo JA, et al. Association between diastolic blood pressure during pediatric in-hospital cardiopulmonary resuscitation and survival. *Circulation.* 2018;137:1784–95.
 105. Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, Halperin HR, Hess EP, Moitra VK, et al. Part 7: Adult Advanced Cardiovascular Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation.* 2015;132:S444–64.
 106. Sutton RM, French B, Nishisaki A, Niles DE, Maltese MR, Boyle L, et al. American Heart Association cardiopulmonary resuscitation quality targets are associated with improved arterial blood pressure during pediatric cardiac arrest. *Resuscitation.* 2013;84:168–72.
 107. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, Edelson DP, Barry A, O’Hearn N, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA.* 2005;293:305–10.
 108. Alten JA, Klugman D, Raymond TT, Cooper DS, Donohue JE, Zhang W, et al. Epidemiology and outcomes of cardiac arrest in pediatric cardiac ICUs. *Pediatr Crit Care Med.* 2017;18:935–43.