

Özgün Araştırma: Original Article

Acil Serviste İleri Yaşam Desteği Uygulanan Çocuklarda Erken Mortalite Belirteçleri

Early Mortality Predictors for Children Receiving Advanced Life Support in Emergency Department

Murat Anıl, Engin Köse, Seda Köse, Ayşe Berna Anıl, Sema Yörükbay Kaplan, Mustafa Barış, Ali Yurtseven

Sağlık Bakanlığı İzmir Kuzey Bölgesi Hastaneler Birliği Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Çocuk Acil Kliniği, İzmir, Türkiye

ÖZET

Amaç: Acil serviste ileri yaşam desteği uygulanan çocukların özelliklerinin, prognostik faktörlerin ve erken dönem sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: 01.06.2011 ile 31.05.2012 tarihleri arasında acil serviste ileri yaşam desteği uygulanan çocuklar geriye dönük olarak değerlendirilmiştir. Hastaların klinik özellikleri, başvuru anında elde edilen laboratuvar değişkenleri ve ilk 24 saat içindeki mortalite belirteçleri analiz edilmiştir.

Bulgular: İleri yaşam desteği sıklığı %0,03'dür. Hastaların 16'sı travma hastası olup, 21'nde kronik hastalık mevcuttur. İleri yaşam desteği uygulanan 46 hastanın 15'i ilk 24 saat içinde ölmüştür. Ölen ve yaşayan hastaların ortanca yaşları sırasıyla 8 ve 30 aydır ($p<0,05$). İlk 24 saat içinde yaşayan ve ölen hastalar arasında, epinefrin enjeksiyon sayısı, kan glikoz, C-reaktif protein, bikarbonat, baz fazlalığı ve laktat düzeyleri anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$). Lojistik regresyon analizinde, yüksek epinefrin enjeksiyon sayısı ve yüksek kan laktat düzeyi erken dönem mortalitenin göstergesidir ($p<0,05$). ROC analizinde, epinefrin enjeksiyon sayısı ve kan laktat düzeyi için eğri altında kalan alanın büyüklüğü sırasıyla 0,900 ve 0,883'dür.

Sonuç: Epinefrin enjeksiyon sayısı ve acil servise başvuru sırasında elde edilen kan laktat düzeyi ilk 24 saat içindeki mortalite göstergeleridir (CAYD 2014; 1(1):17-24).

Anahtar Kelimeler: İleri yaşam desteği, çocuk acil servisi, epinefrin, laktat

SUMMARY

Introduction : The characteristics, prognostic factors and early outcomes were evaluated for children receiving advanced life support in emergency department.

Material and Methods : We retrospectively evaluated the medical records of 46 children who received advanced life support in emergency department between 06. 01.2011 –05. 31.2012. The clinical and laboratory variables that were available at admission and the predictors of mortality in first 24 hours were analyzed.

Results: The incidence of advanced life support was %0,03. Sixteen of them were trauma patients and 21 children had chronic disease. Among the 46 children who received advanced life support, 15 patients were died in first 24 hours. The median age of patients who died and survived were 8 and 30 months ($p<0,05$). The number of epinephrine injections, the blood levels of glucose, C-reactive protein, bicarbonate, base excess and lactate were significantly different between the survived and death patients in first 24 hours ($p<0,05$). In logistic regression analysis, the higher numbers of epinephrine injections and higher levels of blood lactate level were identified as predictors of early mortality ($p<0,05$). The areas under the curve of number of epinephrine injection and blood lactate level were 0.900 and 0.883 in ROC analysis.

Conclusions: The number of epinephrine injection and blood lactate level at arrival to the emergency department are the predictors of death in first 24 hours (CAYD 2014; 1(1):17-24).

Keywords: Advanced life support, pediatric emergency department, epinephrine, lactate

GİRİŞ

Çocuklarda kardiyak arrest genellikle solunum yetmezliği ve şok nedeniyle son aşamada ortaya çıkmaktadır. Hastane dışı pediatrik kardiyak arrestlerde yaşam oranı son 20 yılda hemen hiç değişmemiş olup yaklaşık %6 düzeyinde seyretmektedir. Buna karşın hastane içi kardiyak arrestlerde sağ kalım oranı %27'lere ulaşmıştır. Genelde hastanelerde riskli hastaların daha erken belirlenmesi, bu hastaların daha iyi yönetilmesi ve güncel canlandırma kılavuzlarının daha etkin uygulanmasının bu duruma yol açtığı düşünülmekle birlikte kesin nedeni açık değildir (1-7).

Çocuk acil servisine başvuran hastaların prognozlarını öngörmede kullanılan PRISA II ve RePEAT gibi ölçütler mevcuttur (8). Ancak çocuk acil servisinde ileri yaşam desteği uygulanan hastalarda prognozu tahmin etmeye yarayan standart ölçütler henüz bilinmemektedir. Bu çalışmada acil serviste ileri yaşam desteği uygulanan çocuk olguların demografik, klinik ve laboratuvar sonuçları araştırılmış ve bu verilerin ilk 24 saatlik prognoz üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda 01.06.2011-31.05.2012 tarihleri arasında İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Çocuk Acil Servisi'nde ileri yaşam desteği uygulanan 46 olgu geriye dönük olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede olguların demografik, klinik ve laboratuvar verileri ile mortalite arasındaki ilişki araştırılmıştır. Acil servis başvurularının ilk 15 dakikası içinde saptanan laboratuvar bulguları değerlendirmeye alınmıştır. Hasta bilgileri hastane otomasyon sisteminden elde edilmiştir. Çalışma süresi içinde toplam 177 021 hasta çocuk acil servisine başvurmuştur. Hastanemiz çocuk acil servisinde günün her saatinde 6 doktor ve 8 hemşire görev yapmaktadır.

Hasta verilerinin analizinde SPSS 16,0 ve MedCalc 12,4,00 istatistik programları kullanılmıştır. Rakamsal veriler aritmetik ortalama \pm standart sapma, ortanca, en az ve en fazla değerler olarak ifade edilirken, kategorik veriler sayı (n) ve yüzde (%) ile gösterilmiştir. Bağımsız iki grubun parametrik özellik göstermeyen rakamsal verileri karşılaştırılırken Mann-Whitney U Testi'nden yararlanılmıştır. Kategorik verilerin analizinde ise Ki-Kare Testi kullanılmıştır. Bu iki analiz sonunda anlamlı çıkan veriler yeniden lojistik regresyon testi ile değerlendirilmiştir. Lojistik regresyon analizi sonunda ortaya çıkan istatistiksel modelin uygunluğunu test etmek için "uyum iyiliği analizleri" kullanılmıştır (Hos-

mer- Lemeshow Testi, Nagelgerke R2, genel doğruluk oranı). Tek değişkenli analizler sonunda anlamlı oldukları belirlenen verilerin mortaliteyi öngörmede kesim noktaları, duyarlılıkları, özgüllükleri, pozitif (+) ve negatif (-) tahmin değerleri saptanmış olup her bir veri için ROC Analizi ile eğri altında kalan alan (EAA) büyüklüğü hesaplanmıştır. Analizler sonucunda $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

İleri yaşam desteği uygulanan çocukların ortalama yaşı $39,9 \pm 43,2$ ay (ortanca yaş: 25 ay; en az: 10 gün; en fazla: 160 ay) olup 24'ü kız (%51,2), 22'si erkekti (%46,8). Olguların 18'i (%38,3) saat 8.00-17.00, 17'si (%36,2) 17.00-24.00 ve 11'i (%23,4) 24.00-08.00 arasında başvurmuştur. Toplam 19 olgu (%40,4) ailesi/yakınları tarafından, 27 olgu (%57,6) ise 112 ambulansı ile acile getirilmiştir. İleri yaşam desteğine yol açan nedenler incelendiğinde 16 olguda travma (%34,8), 9'unda solunum yolu (%19,6), 7'sinde enfeksiyon (%15,2), 7'sinde nörolojik (%15,2), 2'sinde kalp-damar (%4,3), 1'inde sindirim sistemi hastalıkları saptanmış olup 4 olguda (%8,7) neden belirlenmemiştir. Olguların 21'inde (%45,7) daha önceden tanısı konmuş bir kronik hastalık mevcuttu (13 olguda nörolojik, 4 olguda genetik, 2 olguda sindirim sistemi, 1 olguda kalp-damar ve 1 olguda solunum sistemi hastalığı). Başvuran olguların 12'sine (%26,1) kemik içi yol açılmış olup, 2 olguya (%4,3) defibrilasyon uygulanmıştır. İleri yaşam desteği uygulanan olguların 15'i acil serviste (%32,6), 9'u (%19,5) ise hastaneye yattıktan 24 saat sonra kaybedilmiştir.

Çocuk acil servisinde ileri yaşam desteği uygulanan olguların demografik, klinik ve laboratuvar verileri tek değişkenli analizler ile karşılaştırılmıştır. Bu analizler sonunda ileri yaşam desteği sonunda ölen ve yaşayan olgular arasında hasta yaşı, epinefrin enjeksiyon sayısı ile kan glikoz, C-reaktif protein (CRP) düzeyi, bikarbonat düzeyi, baz fazlalılığı ve laktat düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,05$) (Tablo 1 ve 2).

Tek değişkenli analizler sonunda istatistiksel olarak anlamlı bulunan verilere lojistik regresyon testi uygulanmıştır. Bu test sonucunda epinefrin enjeksiyon sayısı ($p=0,0333$; olasılık oranı=8,7906; %95 güven aralığı=1,1874-65,0786) ve kan laktat düzeyi ($p=0,0410$; olasılık oranı=1,1849; %95 güven aralığı=1,0069-1,3943) ile mortalite arasında anlamlı ilişki saptanmıştır. Oluşturulan bu model, yaşayan 31 olgunun 30'unu ve kaybedilen 15 olgunun 13'ünü doğru tahmin etmekte olup genel doğruluk oranı %93,5'tir (Nagelgerke R2=0,854; Hosmer- Lemeshow Testi p değeri=0,693).

Tablo 1. Çocuk Acil Servisinde İleri Yaşam Desteği Uygulanan Hastaların İlk 24 Saat İçindeki Sonuçlarına Göre Demografik ve Klinik Özelliklerin Karşılaştırılması

	Canlı n=31	Ölü n=15	p
Yaş, ay Ortanca (en az-en fazla)	30 (2-160)	8 0,022	0,022
Cinsiyet, n (%)			
Kız	16 (51,6)	8 (53,3)	0,913
Erkek	15 (48,4)	7 (47,7)	
Başvuru saati, n (%)			
8.00-17.00	12 (38,7)	6 (40)	0,904
17.00-24.00	11 (35,5)	6 (40)	
24.00-8.00	8 (25,8)	3 (20)	
Başvuru zamanı, n (%)			
Mesai içi	14 (45,2)	6 (40)	0,741
Mesai dışı	17 (54,8)	9 (60)	
Başvuru şekli, n (%)			
112 ambulans	18 (58,1)	9 (60)	0,901
Ailesi /yakınları	13 (41,9)	6 (40)	
İYD etiyojisi, n (%)			
Travma dışı	19 (61,3)	11(73,3)	0,421
Travma	12 (38,7)	4 (26,7)	
Kronik hastalık (+), n (%)	15 (48,4)	6 (40)	0,592
Uygulanan epinefrin enjeksiyon sayısı, Ortanca (en az-en fazla)	0 (0-3)	3 (1-6)	<0,001

İYD: İleri yaşam desteği

Tek değişkenli analizler sonunda istatistiksel olarak anlamlı saptanan verilerin mortaliteyi öngörme güçleri değerlendirilmiştir. ROC analizinde en yüksek EAA değeri epinefrin enjeksiyon sayısı parametresine aittir. En yüksek duyarlılık laktat ve baz fazlalığında; en yüksek özgüllük epinefrin enjeksiyon sayısında; en yüksek pozitif tahmin değeri epinefrin enjeksiyon sayısında; en yüksek negatif tahmin değeri baz fazlalığında belirlenmiştir (Tablo 3).

TARTIŞMA

Hastanemiz çocuk acil servisi ülkemizin en yoğun çocuk acil servislerinden biri olup travma has-

talari dahil tüm acil çocuk hastalara hizmet vermektedir. Çalışma süresi içinde yaklaşık yüz seksen bin çocuk hasta başvurmuş olup bunların %0,03'üne ileri yaşam desteği uygulanmıştır. Çocuklarda yapılan canlandırma işlemi sonucunda solunum ve kalp fonksiyonlarının geriye dönme oranı ABD'de %42, Avustralya'da %73, Finlandiya'da %63, Pakistan'da %55 ve bizim çalışmamızda ise %67'dir (8-11).

Hasta yaşı ve cinsiyetinin kısa dönem prognoza etkisi olmadığı bildirilmektedir. Canlandırmaya yol açan tıbbi durumların etkisi ise tartışmalıdır. Kimi yayınlarda etiyojisi bir risk faktörü olarak saptanmazken, bazı çalışmalarda boğulma ve solunum durmasının iyi prognozu gösterdiği; hematolojik-onkolojik hastalıkların varlığının ölüm riskini arttır-

Tablo 2. Çocuk Acil Servisinde İleri Yaşam Desteği Uygulanan Hastaların İlk 24 Saat İçindeki Sonuçlarının Başvuru Sırasında Elde Edilen Laboratuvar Değerlerine Göre Karşılaştırılması

Parametre Ortanca (en az-an fazla)	Canlı n=31	Ölü n=15	p
Glikoz (mg/dl)	141 (16-522)	343 (34-561)	0,003
Üre (mg/dl)	30 (13-78)	31 (9-92)	0,888
Kreatinin (mg/dl)	0,6 (0,3-2,4)	0,5 (0,1-1,1)	0,282
Sodyum (mEq/L)	139 (115-162)	140 (110-178)	0,270
Potasyum (mEq/L)	3,9 (2,1-5,5)	4,3 (2,9-7,0)	0,078
Alanin aminotransferaz (IU/L)	35 (10-449)	54 (18-601)	0,062
Kalsiyum mg/dl)	9,2 (5,5-11)	8,6 (6,9-12)	0,589
Hemoglobin (g/dl)	10,8 (4,6-14,0)	9,9 (5,7-15,0)	0,419
Beyaz küre sayısı (/mm ³)	15300 (3400-32000)	16900 (1200-56500)	0,446
Trombosit sayısı (/mm ³)	287000 (32000-788800)	234000 (34000-780000)	0,851
CRP (mg/dl)	1,6 (0-70,0)	6,7 (0,3-90,0)	0,022
PZ (saniye)	13 (10-45)	21 (10,2-57)	0,128
aPTZ (saniye)	32,4 (10-78)	50 (13-97)	0,059
INR (n)	1,1 (0,7-20,4)	1,6 (0,7-21)	0,124
pH	7,2	7,0	0,051
Bikarbonat (mmol/L)	30 (6-43)	12 (4-46)	0,002
Baz fazlalığı (mmol/L)	(-3) [(-9) – (-0,5)]	(-7) [(-10)- (2)]	0,002
Laktat (mmol/L)	3 (0,2-20)	6,9 (3,9-12)	<0,001

CRP: C-reaktif protein; PZ: Protrombin zamanı; aPTZ: aktive parsiyel tromboplastin zamanı; INR: Uluslararası normalize edilmiş oran

Tablo 3. Tek Değişkenli Analizde Anlamlı Saptanan Verilerin ROC Analizi ile EAA Değerleri, Kesim Noktaları, Duyarlılıkları, Özgüllükleri, Pozitif ve Negatif Tahmin Değerleri

Parametre	Kesim değeri	EAA (birim ²)	Duyarlılık (%)	Özgüllük (%)	PTD (%)	NTD (%)
Yaş (ay)	≤ 13	0,710	73,3	77,4	61,1	85,7
Epinefrin enjeksiyon sayısı, n	>2	0,900	73,3	96,8	91,7	88,7
Glikoz (mg/dl)	>156	0,776	80	67,7	54,5	87,5
CRP (mg/dl)	4,9	0,711	66,7	77,4	58,8	82,8
Laktat (mmol/L)	>5,1	0,883	93,3	80,6	70	96,2
Baz fazlalığı (mmol/L)	≤ -3,9	0,784	93,3	61,3	53,8	95
Bikarbonat (mmol/L)	≤ 14,1	0,783	73,3	77,4	61,1	85,7

EAA: Eğri altında kalan alan; PTD: Pozitif tahmin değeri; NTD: Negatif tahmin değeri; CRP: C-reaktif protein; aPTZ: aktive parsiyel tromboplastin zamanı

diği rapor edilmektedir (12-15). Çalışmamızda ise cinsiyet bir risk faktörü olarak belirlenmemiş; fakat ilk 24 saatte ölen hastaların yaşlarının daha küçük olduğu görülmüştür. Ancak son değerlendirmede yaş bir risk faktörü olarak saptanmamıştır. Olgular etiyolojik açıdan değerlendirildiğinde travma ve travma dışı olguların mortalite oranları arasında bir fark bulunmamıştır. Hasta sayısı yetersiz olduğundan daha detaylı bir değerlendirmeye gidilememiştir. Olguların yaklaşık yarısında daha önceden tanısı konulmuş kronik bir hastalık mevcut olup, kronik hastalık varlığı ilk 24 saat içindeki mortalite için bir belirleyici olarak saptanmamıştır. Fakat ileri yaşam desteğine ihtiyaç duyan olgularda kronik hastalık sıklığının yüksek olması, çocuk acil servisinde bu hastaların taşıdıkları riski göstermesi açısından önemlidir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan çok merkezli bir çalışmada hafta sonu yapılan canlandırma işlemlerinin daha başarılı olduğu vurgulanmıştır. Bu durumun sebebi olarak hafta sonu trafiğinin daha az olması, ebeveynlerin hafta sonu evde olma oranlarının yüksek olması gibi nedenler ileri sürülmüştür (12). Erişkin hasta grubunda yapılan çalışmalarda ise hafta sonu ve gece nöbetlerinde yapılan canlandırma işlemlerinin mortaliteyle sonlanma oranı daha yüksek bulunmuştur (16). ABD'deki 778 hastanede canlandırma uygulanan yaşı 18'den

küçük 667 olgu değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede canlandırma sonrası ilk 24 saatlik mortalitenin pediatri asistanlarının çalıştığı hastanelerde çok daha az olduğu saptanmıştır (17). Çalışmamızda çocuk acilde yapılan ileri yaşam desteği uygulamalarının sonuçlarının zaman aralığı veya nöbet koşullarına göre değişmediği görülmüştür. Hastanemizin bir eğitim araştırma hastanesi olması; günün her saatinde belirli sayıda uzman ve asistan doktor ile yardımcı sağlık personelinin görev yapmasının bu duruma yol açtığı düşünülmektedir.

Yaşam desteği uygulanan çocuk hastalarda canlandırma işleminin 20 dakikadan uzun sürmesi ve epinefrin enjeksiyon sayısının üçten fazla olması durumunda hastanın yaşama şansı oldukça azalmaktadır. Ancak acil serviste canlandırma uygulaması yapılan hastalarda, laboratuvar tetkiklerinin mortaliteyi ön görme gücü ile ilgili çalışmaların sayısı sınırlıdır. Düşük kan pH'sı, yüksek laktat ve glikoz değerlerine sahip hastalarda mortalitenin daha sık görüldüğü rapor edilmektedir. Erişkin hastalarda, acil servise ilk başvuru sırasında elde edilen kan amonyak ve laktat düzeylerinin canlandırma işlemi sonucunu tahmin etmede faydalı olduğu belirtilmektedir. Tüm bu parametreler doku hipoksisini, asfiksiyi ve şiddetli stresi göstermekte olup uzamış canlandırma süresi ve yüksek epinefrin enjeksiyon sayısı ile uyumludur (11,12,13). Yaptığımız çalışma-

da, epinefrin enjeksiyon sayısındaki artışın; kan gli-kozu, CRP ve laktat düzeylerinde yüksekliğin; baz fazlalığı ve bikarbonat düzeylerinde düşüklüğün kaybedilen hastalarda daha sık görüldüğü saptanmıştır. Son değerlendirmede, epinefrin enjeksiyon sayısının ikiden fazla olması ve laktat düzeyinin 5,1 mmol/L'nin üzerinde saptanması en anlamlı veriler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmada hasta sayısının sınırlı olması, tek bir merkezin deneyimini yansıtmaması, hastane öncesi uygulamalar ile canlandırma süresinin değerlendirilmeye alınamamış olması ve uzun dönemli nörolojik sonuçların olmayışı araştırmamızın kısıtlayıcı yönleridir.

Sonuç olarak acil serviste ileri yaşam desteği uygulanan çocuk hastalarda artmış epinefrin enjeksiyon sayısı ve yüksek kan laktat düzeyinin ilk 24 saatteki mortaliteyi öngörmede etkin olduğu saptanmıştır. Çocuk acil servislerinde canlandırma uygulaması yapılan hastaların mortalite risklerini öngörmede kullanılacak bir skorlama sistemi faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Kleinman ME, Chameides L, Schexnayder SM, Samson RA, Hazinski MF, Atkins DL, Berg MD, de Caen AR, Fink EL, Freid EB, Hickey RW, Marino BS, Nadkarni VM, Proctor LT, Qureshi FA, Sartorelli K, Topjian A, van der Jagt EW, Zaritsky AL. Part 14: pediatric advanced life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010;122:876-908.
- Young KD, Seidel JS. Pediatric cardiopulmonary resuscitation: a collective review. *Ann Emerg Med* 1999;33:195-205.
- Hickey RW, Cohen DM, Strausbaugh S, Dietrich AM. Pediatric patients requiring CPR in the prehospital setting. *Ann Emerg Med* 1995;25:495-501.
- Donoghue AJ, Nadkarni V, Berg RA, Osmond MH, Wells G, Nesbitt L, Stiell IG. Out-of-hospital pediatric cardiac arrest: an epidemiologic review and assessment of current knowledge. *Ann Emerg Med* 2005;46:512-22.
- Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, Daya M, Osmond MH, Warden CR, Berg RA. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. *Circulation* 2009;119:1484-91.
- Nadkarni VM, Larkin GL, Peberdy MA, Carey SM, Kaye W, Mancini ME, Nichol G, Lane-Truitt T, Potts J, Ornato JP, Berg RA. First documented rhythm and clinical outcome from in-hospital cardiac arrest among children and adults. *JAMA* 2006;295:50-7.
- Alessandrini EA. Outcomes and Risk Adjustment. In: Kliegman RM, Stanton BF, St. Geme JW, Schor NF, Behrman RE eds. *Nelson Textbook of Pediatrics* 19th edition, 2011. Elsevier Saunders, Philadelphia;278.
- Nadkarni VM, Larkin GL, Peberdy MA, Carey SM, Kaye W, Mancini ME, Nichol G, Lane-Truitt T, Potts J, Ornato JP, Berg RA; National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation Investigators. First documented rhythm and clinical outcome from in-hospital cardiac arrest among children and adults. *JAMA* 2006;295:50-7.
- Tibballs J, Kinney S. A prospective study of outcome of in-patient paediatric cardiopulmonary arrest. *Resuscitation* 2006;71:310-8.
- 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.
- Haque A, Rizvi A, Bano S. Outcome of in-hospital pediatric cardiopulmonary arrest from a single center in Pakistan. *Indian J Pediatr* 2011;78:1356-60.
- Moler FW, Donaldson AE, Meert K, Brilli RJ, Nadkarni V, Shaffner DH, Schleien CL, Clark RS, Dalton HJ, Stalter K, Tieves KS, Hackbarth R, Pretzlaff R, van der Jagt EW, Pineda J, Hernan L, Dean JM; Pediatric Emergency Care Applied Research Network. Multicenter cohort study of out-of-hospital pediatric cardiac arrest. *Crit Care Med* 2011;39:141-9.
- Lin YR, Li CJ, Wu TK, Chang YJ, Lai SC, Liu TA, Hsiao MH, Chou CC, Chang CF. Post-resuscitative clinical features in the first hour after achieving sustained ROSC predict the duration of survival in children with non-traumatic out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2010;81:410-7.
- Li CJ, Kung CT, Liu BM, Chou CC, Chang CF, Wu TK, Liu TA, Lin YR. Factors associated with sustained return of spontaneous circulation in children after out-of-hospital cardiac arrest of noncardiac origin. *Am J Emerg Med* 2010;28:310-7.
- Wu ET, Li MJ, Huang SC, Wang CC, Liu YP, Lu FL, Ko WJ, Wang MJ, Wang JK, Wu MH. Survey of outcome of CPR in pediatric in-hospital cardiac arrest in a medical center in Taiwan. *Resuscitation* 2009;80:443-8.
- Peberdy MA, Ornato JP, Larkin GL, Braithwaite RS, Kashner TM, Carey SM, Meaney PA, Cen L, Nadkarni VM, Praestgaard AH, Berg RA; National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation Investigators. Survival from in-hospital cardiac arrest during nights and weekends. *JAMA* 2008;299:785-92.
- Donoghue AJ, Nadkarni VM, Elliott M, Durbin D; American Heart Association National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation Investigators. Effect of hospital characteristics on outcomes from pediatric cardiopulmonary resuscitation: a report from the national registry of cardiopulmonary resuscitation. *Pediatrics* 2006;118:995-1001.
- Topjian AA, Berg RA, Nadkarni VM. Pediatric cardiopulmonary resuscitation: advances in science, techniques, and outcomes. *Pediatrics* 2008;122:1086-98.

19. Shinozaki K, Oda S, Sadahiro T, Nakamura M, Hirayama Y, Watanabe E, Tateishi Y, Nakanishi K, Kitamura N, Sato Y, Hirasawa H. Blood ammonia and lactate levels on hospital arrival as a predictive biomarker in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2011;82:404-9.

