



Çocuklarda Kardiyojenik Şoka Güncel Yaklaşım

Current Approach to Cardiogenic Shock in Children

Çağlasu Esatoğlu¹, Ahmet Sert²

¹Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Konya, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Pediatrik Kardiyoloji Bilim Dalı, Konya, Türkiye

ÖZ

Miyokardiyal kasılmanın bozulmasına bağlı gelişen bir akut dolaşım yetmezliği olarak tanımlanan kardiyojenik şok; yetişkinlerde daha sık iken çocuklarda çok nadir görülmektedir. Şokun erken belirtilerini tanıma, yönetim prensipleri ve tedavi hedefleri, hemodinamik ve biyolojik değişkenleri izleme ve takip etme ve dolaşım desteği pediatrik kardiyojenik şok vakalarında yapılacak uygulamaların ana basamaklarıdır. Kardiyojenik şok nedeniyle yatırılarak tedavi edilen hastalar mutlaka çocuk yoğun bakım şartlarında uzman ekip kontrolünde takip edilmelidir. Bu ekipte pediatrik kardiyoloji, pediatrik acil, kalp damar cerrahisi ve radyoloji branşları yer almaktadır. Bu derleme ile güncel pediatrik kardiyojenik şoka yaklaşım gözden geçirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kardiyojenik şok, çocukluk çağı, tedavi

ABSTRACT

Cardiogenic shock which corresponds to an acute state of circulatory failure due to impairment of myocardial contractility is a very rare disease in children, even more than in adults. Recognition of early signs of shock, management principles and therapeutic goals, monitoring hemodynamic and biological variables, circulatory support are the main steps of applications to be made in children with cardiogenic shock. Hospitalized children with cardiogenic shock should be followed in an intensive care unit by an expert team. Pediatric cardiology, pediatric emergency, cardiac surgery and radiology departments should be included in this team. The aim of this study is to review current approach to pediatric cardiogenic shock.

Keywords: Cardiogenic shock, childhood, therapy

GİRİŞ

Kardiyojenik şok, miyokard kasılmasının ani bozulmasına bağlı gelişen dolaşım bozukluğu olarak tanımlanabilir.

Kardiyojenik şok pediatrik acillerde tanı konulmuş şokların %5-13'ünü oluşturmaktadır.^[1,2] Kardiyojenik şok hastaneye yatırılarak izlenen çocuk olgularda %5-10 oranında ölümcül olup bu oran erişkinlerdekine benzerlik gösterir.^[3,4]

Kardiyojenik şoktaki çocuklarda genel klinik belirtiler kardiyak outputun azalmasına bağlı gelişen taşikardi, dispne ve hepatomegalidir. Sepsis, akut böbrek hastalığı, akciğer hastalığı gibi şoka eşlik eden kalp dışı durumlar ölüm oranının 5 kat artmasına yol açabilir.^[3,4]

Primerveyasekonderkardiyomiyopati, akut veya fulminan miyokardit, aritmi, cerrahi ile onarılmış veya onarılmamış konjenital kalp hastalıkları, kardiyak cerrahilerin erken postoperatif dönem komplikasyonları ve seyrek olarak da endokarditler, akut romatizmal ateş, ölümcül Kawasaki hastalığı, Tako-Tsubo kardiyomiyopatisi, kapak korda rüptürü, intoksikasyon gibi durumlar kardiyojenik şoka neden olmaktadır. Ayrıca akciğer embolisi, pnömotoraks ve kalp tamponadı ile de bu durum tetiklenebilir.^[5-8] Çocuklarda kardiyojenik şok nedenleri **Tablo 1**'de gösterilmiştir.^[9]

Corresponding Author: Çağlasu Esatoğlu

Address: Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Konya, Türkiye

E-mail: caglasuesatoglu@hotmail.com

Başvuru Tarihi/Received: 11.06.2020

Kabul Tarihi/Accepted: 23.06.2020



Tablo 1. Çocuklarda Kardiyojenik Şokun Nedenleri(9)

1. Konjenital kalp hastalıkları: Hipoplastik sol kalp sendromu, triküspit kapak atrezisi, mitral kapak atrezisi, aort koarktasyonu, ventriküler septal defekt, mitral kapak darlığı, büyük arterlerin transpozisyonu, atriyal septal defekt, aort darlığı
2. Ritim bozuklukları: Supraventriküler taşikardi, ventriküler taşikardi, AV bloklar
3. Metabolik nedenler: Asidoz, hiperkalemi, hiperkalsemi, glikojen depo hastalıkları
4. Sonradan kazanılan/iskemik nedenler: Kawasaki hastalığı, miyokarditler, anormal sol koroner arter, ilaç toksisitesi, akrep sokması, anemi, kalsiyum kanal blokörlerinin yan etkisi, miyokard infarktüsü
5. Travma: Tansiyon pnömotoraks, hemoperikardiyum, miyokard kontüzyonu, kardiyak anevrizmalar

Kardiyojenik şoklu çocuklarda ölüm oranları konjenital kalp hastalıklarında %4,7, ritim bozukluklarında %23, edinsel kalp hastalıklarında %8,7 ve kardiyomiyopatilerde %25 olup altta yatan bu nedenlerle doğrudan ilişkili bulunmuştur.^[5-8]

Çocukluklarda kardiyojenik şokun yönetimi anatomik olarak normal kalbe sahip olanlarla konjenital kalp hastalıkları olanlar kıyaslandığında birbirinden farklılık gösterir. Genel tedavi protokolleri, konjenital kalp hastalığı olmayan çocuklar esas alınarak oluşturulmuştur.

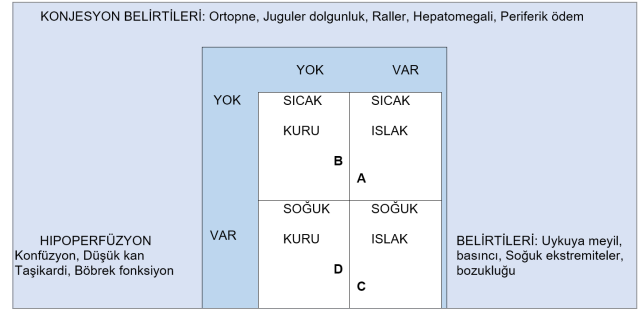
Kardiyojenik şok, kalp ve dolaşımın nihayet daha fazla uyum sağlayamadığı durumda ortaya çıkar ve aşırı bozulmuş miyokard kasılması, artmış ön-yük, aşırı bozulmuş miyokard kompliyansı, artmış ard-yük ve taşikardi ile karakterizedir. Dekompanzasyon meydana gelirse, kan basıncında düşme ve/veya kardiyak debide azalmaya bağlı oluşan yetersiz doku perfüzyonu ortaya çıkar. Yetersiz miktarda oksijen dağılmasının neticesinde anaerobik metabolizmaya doğru bir kayma olur ve bunun sonucunda laktik asidoz gelişir. Kardiyojenik şok tedavi edilmezse çoklu organ hasarına yol olabileceği gibi ani ölümlerle de sonuçlanabilir.^[10-12] Dekompanze kalp yetmezliği olan çocukların tedavisinin pediatrik kardiyologlarla birlikte yürütülmesi önem arz etmektedir.

Kardiyojenik şokun Patofizyolojisi:

Patofizyolojik olarak kardiyojenik şokun tanımlanmasında üç durum vardır:

1. Soğuk ve ıslak: Azalmış miyokard kasılması ve düşük sol ventrikül dolum basıncı (sistolik disfonksiyon)
2. Soğuk ve kuru: Normal miyokard kasılması ve yüksek sol ventrikül dolum basıncı (diyastolik disfonksiyon)
3. Sıcak ve ıslak: Azalmış miyokard kasılması ve artmış sol ventrikül dolum basıncı (sistolik ve diyastolik disfonksiyon)

Şekil 1'de Kardiyojenik şokun patofizyolojisi özet olarak gösterilmiştir.^[9]



Şekil 1. Kardiyojenik şokun patofizyolojisi(9)

Kardiyojenik Şokun Klinik Bulguları

Dekompanze kalp hastalığının ve kardiyojenik şokun erken belirtileri bilinçte bozulma, arteryel hipotansiyon ve oksijen satürasyonundaki düşmeye bağlı solunum sıkıntısıdır. Miyokard fonksiyonlarının etkilenmesine bağlı olarak gelişen en sık konjestif bulgular ortopne, juguler venöz dolgunluk, hepatomegali, akciğerde raller ve belirgin ödemdir. Hipoperfüzyona bağlı ise uykuya meyil, konfüzyon, düşük kan basıncı, ekstremitelerde soğukluk, taşikardi ve renal fonksiyon bozuklukları gelişebilir.^[10-13]

Çocuklarda kardiyojenik şokun klinik belirtileri **Tablo 2'de** gösterilmiştir.^[9]

Tablo 1. Çocuklarda Kardiyojenik Şokun Klinik Belirtileri

1. Genel: Halsizlik, kilo kaybı, solukluk, terleme, dolaşım bozukluğuna bağlı cilt bulguları
2. Hemodinamik: Ödem, taşikardi, azalmış periferik nabızlar, gallop ritmi, bradikardi, aritmi, juguler venöz dolgunluk
3. Solunum sistemi: Takipne veya bradipne, raller, ekstremitelerde veya perioral bölgede siyanoz
4. Sinir sistemi: Huzursuzluk, anksiyete, konfüzyon, uykuya meyil, konvülsiyon, koma
5. Sindirim sistemi: Hepatomegali, azalmış geçiş
6. Boşaltım sistemi: Oligüri, anüri

Laboratuvar Bulguları

Kardiyojenik şok düşünülen hastalarda arteryal pH ve kan laktat seviyesi gidişatı belirlemek ve tedavinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla ölçülmelidir. Ayrıca bu hastalarda organ disfonksiyonunu belirlemek için plazma elektrolitleri, üre, kreatinin, glukoz, transaminaz düzeyleri belirli aralıklarla ölçülmelidir. Mortalite düzeyini öngörmek için kullanılan kan laktat seviyesi, çocuklarda ve yetişkinlerde sepsis yönetiminin tedavi hedeflerinden biridir. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar hedef değerin 2-3 mmol aralığında olduğunu göstermiştir.^[14-16]

Kardiyojenik şok hastalarında kreatinin kinazın (CPK-MB) yükselmesi miyokardiyal tutulumun şiddetiyle bağlantılı değildir.^[17] Kardiyojenik şoktaki hastanın troponin seviyesi ise miyokard tutulumun düzeyini belirlemek amacıyla, hasta tedaviye yanıt verene kadar düzenli aralıklarla ölçülmelidir. Değişik troponin izoformları akut miyokardiyal tutulumda CPK-MB'den daha spesifik ve hassas belirteçlerdir.^[17] Yetişkinlerdekinin aksine, troponinin prognostik değeri kardiyojenik şok tanısı konulan çocuklarda açık bir şekilde belirtilmemiştir.^[18]

NT-proBNP (N-terminal pro b-tipi natriüretik peptit) veya BNP düzeyleri konjestif kalp yetmezliğinin şiddetinin belirlenmesinde rol almakla beraber 21. yüzyılın başlarından itibaren solunum sıkıntısı olan çocuk hastalarda kardiyolojik ve pulmoner sebepler arasında ayırım yapmak amacıyla da kullanılan belirteçler olmuştur.^[19-20] Bu belirteçler; kardiyojenik şoktaki hastalarda ise kalp hastalığının şiddetini belirleyebilmek amacıyla ölçülmelidir. Kardiyak operasyonların öncesinde bakılan NT-proBNP seviyelerindeki yükseklik postoperatif dönemde artmış inotrop ihtiyacı ile ilişkilendirilmiştir.^[21]

Kardiyojenik şokta elektrokardiyografide aritmi, miyokard iskemi bulguları, iletim bozukluğu ve QT mesafesinde değişiklikler görülebilir.^[22,23]

Görüntüleme

Kardiyojenik şokta akciğer grafisinde kardiyomegali ve pulmoner ödem bulguları saptanabilir. Telekardiyografi kardiyomegaliyi (kardiyotorasik oran yenidoğanlarda >0,6, infantlarda >0,55 ve çocuklarda >0,5) genellikle gösterir. Akciğer grafisi parankim ve akciğer damarlarının durumunu belirlemek için kullanılır. Bunlar kelebek-yarasa kanadı paterni (kalp kökenli akciğer ödemi) ile perihiler kabarıklık opasiteleri su şişesi görüntüsü (perikardiyal efüzyon) şekillerini gösterebilir.^[22-25]

Ekokardiyografi tanı koymada ve prognostik açıdan fikir vermesi yönüyle faydalıdır.^[9]

Tedavi

Kardiyojenik şok nedeniyle yatırılarak tedavi edilen hastalar mutlaka çocuk yoğun bakım şartlarında uzman ekip kontrolünde takip edilmelidir. Bu ekipte pediatrik kardiyoloji, pediatrik acil, kalp damar cerrahisi ve radyoloji branşları yer almalıdır.^[9]

Hasta tedavisinin ilk basamağındaki amaç periferik dokulara yeterli oksijen dağıtımının sağlanmasıdır. Bu noktada acil destek (erken tanı, izlem ve girişim), ventilasyon / gaz değişimini optimize etmek (siyanotik kalp hastalığı geçiren hastalar hariç satürasyon değerinin oksijen tedavisi ve/veya invazif olmayan ve invazif ventilasyon desteğiyle %95'in üzerinde olması), ön-yük ve ard-yük değerlerinin optimizasyonu (hacim ekspansiyonu veya diüretik ve sıvı kısıtlaması, inotropikler, medikasyonun düzenlenmesi), düzeltilebilir durumların tedavisi (sıvı ve elektrolit dengesi, ritim veya tromboembolik bozukluklar, pnömotoraks, kalp tamponadı ve enfeksiyon) tedavinin en önemli kısımlarını oluşturur.^[10,11,26-28]

Amaca yönelik erken tedavi ekokardiyografik değerlendirme ile birlikte klinik bulgular (diürez, ön-yük, kan basıncı) ve laboratuvar değerleri (kan pH, laktat seviyesi, devamlı oksijen satürasyonu) esas alınarak yapılır.^[9]

Kardiyojenik şokun akut dönemi atlatıldığında hasta kalp yetmezliğinin ağızdan tedavisi için yeniden değerlendirilmeli ve yakından izlenmelidir.^[9]

Sıvı desteği kardiyojenik şoktaki hastalarda ön-yük yetmezliği gibi bulguların klinik değerlendirmesi sonrasında uygulanmalıdır. Bu değerlendirme için ekokardiyografik takip tavsiye edilmektedir.

Ekokardiyografik değerlendirmede aşırı sıvı yüklenmesi ve ventrikül disfoksiyonu saptanan çocuklarda diüretik tedavinin (örneğin furosemid) övolemik duruma geri dönüşü sağlamak amacıyla kullanılması tavsiye edilir.

Kardiyojenik şoktaki çocuklarda oral yolla verilen arginin vazopressin reseptörü selektif antagonisti olan tolvaaptan kullanımı da çok uygun görülmez.^[9]

Yapılan çalışmalarda kalp yetmezliği olan bir veya daha fazla inotrop ile tedavi edilmiş çocuklarda ve bir döngü diüretik ile sürekli (0,005-0,02 µg/kg/dk) nesiritid infüzyonu sıvı dengesini iyileştirdiği ve 24 saat sonra sağ atriyumdaki basıncı azalttığı gözlenmiştir.^[29] Diğer çalışmalarda ise nesiritide i.v. infüzyon (0,01-0,03 µg/kg/dk) tedavisinin; 72 saat sonra kalp hızında, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu gibi ekokardiyografik parametreler yanında azalmış kreatinin, BNP ve aldosteron düzeylerini arttırdığını göstermiştir.^[30]

Dobutamin kardiyak debiyi tekrar düzenleyebilmek için kan basıncının korunduğu kardiyojenik şok vakalarında 5-20 µg/kg/dk dozunda kullanılmalıdır. Kardiyojenik şoktaki çocuklarda dobutamine alternatif olarak milrinon (0,5-0,75 µg/kg/dk sürekli i.v. infüzyon) kullanılması özellikle kalp cerrahisi sonrası hastalarda ve pulmoner hipertansiyonu ve/veya bozulmuş sağ ventrikül fonksiyonu olması durumlarında tavsiye edilir. Pratikte milrinonun tedavi başlangıcında yükleme dozu vazopleji riskinden dolayı terkedilmiştir.

Levosimendan (0,1-0,2 µg/kg/dk sürekli i.v. infüzyon) klasik tedaviye (dobutamin veya diüretikli veya diüretiksiz milrinon tedavisi) cevap vermeyen kardiyojenik şok hastalarında özellikle kalp cerrahisi sonrası postoperatif dönem için 2. basamak tedavi olarak kullanılabilir.^[9]

Dobutamin hala kardiyovasküler sistemin dinamik değerlendirmesi için altın standart inotrop ve karşılaştırmalı çalışmalarda referans inotrop olarak kullanılmaktadır.^[31] Kardiyak cerrahiden sonra düşük dozlarda (2,5 µg/kg/dk) dobutamin kardiyak indeksi artırır.^[32,33] Hemodinamik etkileri dopamininkilerle aynıdır ancak pulmoner vasküler direncin artmasına neden olmaz.^[34]

Çalışmalar levosimendanın kardiyak indeks ve kardiyak debi üzerinde milrinona göre etkisinin daha fazla olduğunu göstermiştir. Akut kalp yetmezliği hastalarında yapılan çalışmalarda levosimendanın düzelmiş sol ventrikül sistol sonu fraksiyonu ile bağlantılı olduğu ve hastalara birlikte düşük doz katekolamin ile birlikte de verilebileceği gözlemlenmiştir.^[9]

Vazopressörler uygun perfüzyon basıncına ulaşmak için inotropikler ile kombine edilecekse özellikle düşük kardiyak debi, düşük vasküler direnç ve persistan hipotansiyonun görüldüğü hastalarda ilk basamak

tedavi olarak nöradrenalin seçilmesi uygundur. İnotrop dirençli kardiyojenik şok hastalarında nöradrenalin yerine adrenalin tercih edilmelidir. Vazopressör tedaviye (adrenalin, nöradrenalin gibi) dirençli kardiyojenik şok vakalarında son basamak tedavi olarak terlipressin/arginin vazopressin kullanmak uygundur.^[9]

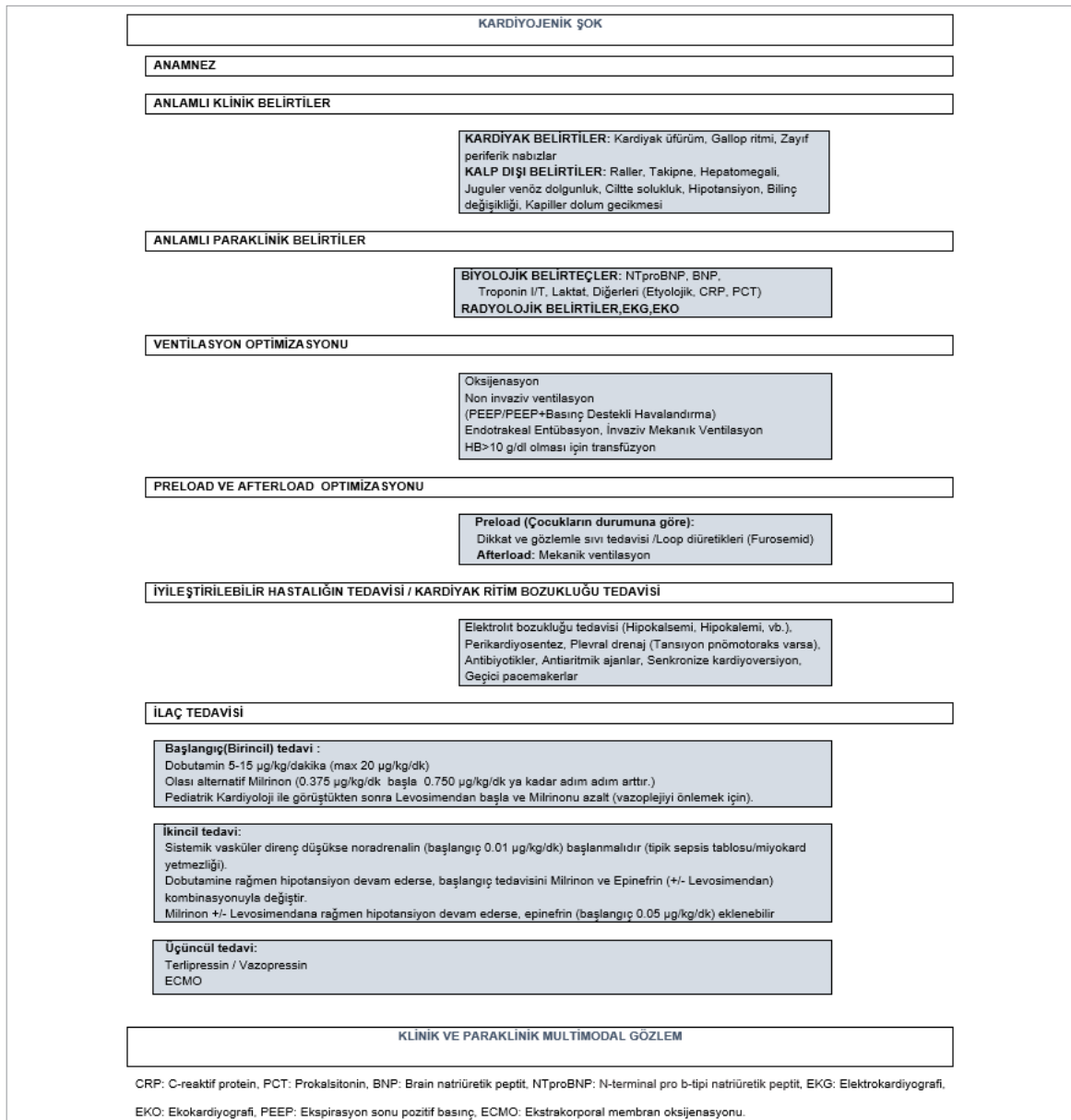
Yapılan çalışmalarda altta yatan nedenleri dışında vazodilatörlerin, antiaritmiklerin, sedasyon ve analjezi için kullanılan ilaçların, antikoagülanların, antiagreganların ve immunglobulinlerin kardiyojenik şok tedavisinde yeri kanıtlanmamıştır.^[9]

Akut kalp yetmezliği olan çocuklarda non-invaziv ve invaziv mekanik ventilasyonun kullanımının karşılaştırıldığı hiçbir çalışma yoktur. İnvaziv olmayan mekanik ventilasyon tedavisinin (devamlı pozitif hava yolu basıncı) çocuk hastalarda özellikle kardiyak

cerrahilerin postoperatif döneminde akciğerlerde ateletazi ve ödem gelişmiş ise %66-80 oranında etkili olduğu görülmüştür.^[35,36]

Kardiyojenik şok nedeniyle takip edilen hastalar tedavinin etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla nabız-dolaşım kontrolü, kalp tepe atımı sayısı, ön-yük, hepatomegali, oskültasyon, raller, juguler venöz dolgunluğu, ödem açısından klinik olarak gün içerisinde birçok kez muayene edilmelidir.^[9]

Ekstrakorporeal membran oksijenizasyonu (ECMO), akciğer ve/veya kalp yetmezliği olan hastalarda mevcut tedavilere cevap alınmadığında ve diğer acil durumlarda organ hasarının önlenmesinde geçici bir destek ünitesi olarak kullanılabilir.^[37] Kötü prognoza sahip hastalar ECMO'ya uygun değildir.^[9]



Şekil 2. Kardiyojenik şokta tedavi yönetimi(9)

ETİK BEYANLAR

Hakem Değerlendirme Süreci: Harici çift kör hakem değerlendirmesi.

Çıkar Çatışması Durumu: Yazarlar bu çalışmada herhangi bir çıkarı dayalı ilişki olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışmada finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Yazar Katkıları: Yazarların tümü; makalenin tasarımına, yürütülmesine, analizine katıldığını ve son sürümünü onayladıklarını beyan etmişlerdir.

Kısaltmalar:

AV BLOK: Atrioventriküler Blok,

BNP: Brain Natriüretik Peptid,

NT-proBNP: N-terminal pro b-tipi natriüretik peptid,

CRP: C Reaktif Protein,

CPK-MB: Kreatinin Kinaz,

ECMO: Ektrakorporyal membran oksijenizasyonu,

EKG: Elektrokardiyografi,

EKO: Ekokardiyografi,

HB: Hemogloblin,

PCT: Prokalsitonin,

PEEP: Continue Positive Airway Pressure (Ekspirasyon sonu pozitif basınç)

KAYNAKLAR

- Fisher JD, Nelson DG, Beyersdorf H, Satkowiak LJ. Clinical spectrum of shock in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 2010;26:622-5.
- Singh D, Chopra A, Pooni PA, Bhatia RC. A clinical profile of shock in children in Punjab, India. *Indian Pediatr* 2006;43:619-23.
- Rossano JW, Kim JJ, Decker JA, et al. Prevalence, morbidity, and mortality of heart failure-related hospitalizations in children in the United States: a population-based study. *J Card Fail* 2012;18:459-70.
- Webster G, Zhang J, Rosenthal D. Comparison of the epidemiology and co-morbidities of heart failure in the pediatric and adult populations: a retrospective, cross-sectional study. *BMC Cardiovasc Disord* 2006;6:23.
- Saji T, Matsuura H, Hasegawa K, et al. Comparison of the clinical presentation, treatment, and outcome of fulminant and acute myocarditis in children. *Circ J* 2012;76:1222-8.
- Massin MM, Astadicko I, Dessy H. Epidemiology of heart failure in a tertiary pediatric center. *Clin Cardiol* 2008;31:388-91.
- Sommers C, Nagel BH, Neudorf U, Schmaltz AA. [Congestive heart failure in childhood. An epidemiologic study]. *Herz* 2005;30:652-62.
- Biarent D, Bingham R, Eich C, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 2010;81:1364-88.
- Brissaud O, Botte A, Cambonie G, et al. Experts' recommendations for the management of cardiogenic shock in children. *Ann Intensive Care* 2016;6:14.
- Chaturvedi V, Saxena A. Heart failure in children: clinical aspect and management. *Indian J Pediatr* 2009;76:195-205.
- Kantor PF, Loughheed J, Dancea A, et al. Presentation, diagnosis, and medical management of heart failure in children: Canadian Cardiovascular Society guidelines. *Can J Cardiol* 2013;29:1535-52.
- Wilkinson JD, Landy DC, Colan SD, et al. The pediatric cardiomyopathy registry and heart failure: key results from the first 15 years. *Heart Fail Clin* 2010;6:401-13, vii.
- Price JF, Mott AR, Dickerson HA, et al. Worsening renal function in children hospitalized with decompensated heart failure: evidence for a pediatric cardiorenal syndrome? *Pediatr Crit Care Med* 2008;9:279-84.
- Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008. *Crit Care Med* 2008;36:296-327.
- Duke TD, Butt W, South M. Predictors of mortality and multiple organ failure in children with sepsis. *Intensive Care Med* 1997;23:684-92.
- Hatherill M, McIntyre AG, Wattie M, Murdoch IA. Early hyperlactataemia in critically ill children. *Intensive Care Med* 2000;26:314-8.
- Babuín L, Jaffe AS. Troponin: the biomarker of choice for the detection of cardiac injury. *Cmaj* 2005;173:1191-202.
- Checchia PA, Moynihan JA, Brown L. Cardiac troponin I as a predictor of mortality for pediatric submersion injuries requiring out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Pediatr Emerg Care* 2006;22:222-5.
- Kantor PF, Rusconi P, Lipshultz S, Mital S, Wilkinson JD, Burch M. Current applications and Future Needs for Biomarkers in Pediatric Cardiomyopathy and Heart Failure: Summary From The Second International Conference On Pediatric Cardiomyopathy. *Prog Pediatr Cardiol* 2011;32:11-4.
- Cohen S, Springer C, Avital A, et al. Amino-terminal pro-brain-type natriuretic peptide: heart or lung disease in pediatric respiratory distress? *Pediatrics* 2005;115:1347-50.
- Nir A, Lindinger A, Rauh M, et al. NT-pro-B-type natriuretic peptide in infants and children: reference values based on combined data from four studies. *Pediatr Cardiol* 2009;30:3-8.
- Biarent D, Bourdages M, Berner M, Miro J, Doesburg N, Toledano B. Urgences et soins intensifs pédiatriques. 2007.
- Rogers MC. Textbook of pediatric intensive care: Williams & Wilkins; 1987.
- Kantor PF, Mertens LL. Clinical practice: heart failure in children. Part II: current maintenance therapy and new therapeutic approaches. *Eur J Pediatr* 2010;169:403-10.
- Zingarelli B. Roger's textbook of pediatric intensive care. 2008.
- James N, Smith M. Treatment of heart failure in children. *Current Paediatrics* 2005;15:539-48.
- Sandroni C, Nolan J. ERC 2010 guidelines for adult and pediatric resuscitation: summary of major changes. *Minerva Anestesiol* 2011;77:220-6.
- Rosenthal D, Chrisant MR, Edens E, et al. International Society for Heart and Lung Transplantation: Practice guidelines for management of heart failure in children. *J Heart Lung Transplant* 2004;23:1313-33.
- Mahle WT, Cuadrado AR, Kirshbom PM, Kanter KR, Simsic JM. Nesiritide in infants and children with congestive heart failure. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:543-6.
- Jefferies JL, Price JF, Denfield SW, et al. Safety and efficacy of nesiritide in pediatric heart failure. *J Card Fail* 2007;13:541-8.
- Strigl S, Beroukhim R, Valente AM, et al. Feasibility of dobutamine stress cardiovascular magnetic resonance imaging in children. *J Magn Reson Imaging* 2009;29:313-9.
- Kwapisz MM, Neuhäuser C, Scholz S, et al. Hemodynamic effects of dobutamine and dopexamine after cardiopulmonary bypass in pediatric cardiac surgery. *Paediatr Anaesth* 2009;19:862-71.
- Razavi RS, Baker A, Qureshi SA, et al. Hemodynamic response to continuous infusion of dobutamine in Alagille's syndrome. *Transplantation* 2001;72:823-8.
- Booker PD, Evans C, Franks R. Comparison of the haemodynamic effects of dopamine and dobutamine in young children undergoing cardiac surgery. *Br J Anaesth* 1995;74:419-23.
- Gupta P, Kuperstock JE, Hashmi S, et al. Efficacy and predictors of success of noninvasive ventilation for prevention of extubation failure in critically ill children with heart disease. *Pediatr Cardiol* 2013;34:964-77.
- Pons Odena M, Piqueras Marimbaldo I, Segura Matute S, Balaguer Argallo M, Palomeque Rico A. [Non-invasive ventilation after cardiac surgery. A prospective study]. *An Pediatr (Barc)* 2009;71:13-9.
- Kleinman ME, de Caen AR, Chameides L, et al. Part 10: Pediatric basic and advanced life support: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation* 2010;122:S466-515.