



Çocuklarda Kalp Ameliyatı Sonrası Gram-Pozitif Kan Dolaşım Enfeksiyonu

Gram-Positive Blood Stream Infections in Children After Cardiac Surgery

Sibel Laçinel Gürlevik¹(iD), Meral Barış²(iD), Berivan Subaşı³(iD), Fatih Tomrukçu⁴(iD)

¹ Cengiz Gökçek Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi, Çocuk Enfeksiyon Hastalıkları Kliniği, Gaziantep, Türkiye

² Cengiz Gökçek Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Kliniği, Gaziantep, Türkiye

³ Cengiz Gökçek Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi, Çocuk Kardiyolojisi Kliniği, Gaziantep, Türkiye

⁴ Cengiz Gökçek Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi, Çocuk Kalp Damar Cerrahisi Kliniği, Gaziantep, Türkiye

Makale atfı: Laçinel Gürlevik S, Barış M, Subaşı B, Tomrukçu F. Çocuklarda kalp ameliyatı sonrası gram-pozitif kan dolaşım enfeksiyonu. J Pediatr Inf 2024;18(1):7-11.

Öz

Giriş: Konjenital kalp hastalığı (KKH) nedeniyle ameliyat olup yoğun bakımda izlenen hastalarda kan dolaşım enfeksiyonuna (KDE) yatkınlık yapan önemli riskler bulunmaktadır. Bu hastalardaki gram-pozitif KDE'lerin gösterildiği az sayıda çalışma vardır. Bu nedenle kardiyak cerrahi geçirmiş ve çocuk kalp damar cerrahisi yoğun bakım ünitesi (YBÜ)'nde yatan gram-pozitif KDE olan hastaları değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmaya 1 Mart 2022 ile Nisan 2023 tarihleri arasında Gaziantep Cengiz Gökçek Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi, Çocuk Kalp Damar Cerrahisi Yoğun Bakım Servisinde yatarak tedavi gören, KKH nedeniyle ameliyat edilmiş 1 ay-18 yaş arası çocuk hastalar dahil edilmiştir. Çalışma retrospektif bir çalışmadır.

Bulgular: Ameliyat olmuş KKH tanılı 126 hastanın 19'unda (%15) gram-pozitif KDE geliştiği görüldü. Gram-pozitif KDE olan hastalar hiç üremesi olmayan hastalar ile karşılaştırıldığında bu hastalar daha küçük yaşta idi [medyan (IQR)= 3 ay (63)]. Hastaların yedisi (%15.9) siyanotik KKH tanılı idi. Gram-pozitif KDE olanların hastanede yatış süreleri daha uzundu [medyan (IQR)= 3 ay (63)].

Sonuç: Ameliyat sonrası yoğun bakımda yatan ve KKH olan çocuklarda gram-pozitif KDE olması hastanede yatış süresini, YBÜ'de yatış süresini ve entübe kalış süresini olumsuz etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Konjenital kalp hastalığı, koroner yoğun bakım, kalp cerrahisi, kan dolaşım enfeksiyonu, pediatri

Abstract

Objective: There are significant risk factors that predispose patients with congenital heart disease (CHD) to bloodstream infections (BSI) following surgery while staying in the pediatric cardiac intensive care unit (PCICU). It's worth noting that there are relatively few studies that have specifically examined gram-positive BSIs in these patients. Therefore, we aimed to evaluate patients with gram-positive BSI who had undergone cardiac surgery and were hospitalized in PCICU.

Material and Methods: We performed a retrospective study of children undergoing cardiac surgery from March 1, 2022, to 31 March 2023 who were admitted to PCIUC postoperatively. The study was conducted at Gaziantep Cengiz Gökçek Pediatrics Hospital.

Results: During the study period, gram-positive BSI was observed in 19 (15%) of 126 patients, who were diagnosed with CHD and underwent surgery. Patients with gram-positive BSI were younger than patients with no growth [median (IQR)= 3 months (63)]. Seven patients (15.9%) were diagnosed with cyanotic CHD. Those with gram-positive BSI had longer hospital stays [median (IQR)= 3 months (63)].

Conclusion: The presence of gram-positive BSI in children with CHD, who were hospitalized in PICU after cardiac surgery adversely affects the length of stay in the hospital, the length of stay in the ICU, and the duration of intubation.

Keywords: Congenital heart disease, coronary intensive care unit, heart surgery, bloodstream infection, pediatrics

Yazışma Adresi/Correspondence Address

Sibel Laçinel Gürlevik

Cengiz Gökçek Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi,
Çocuk Enfeksiyon Hastalıkları Kliniği
Gaziantep-Türkiye

E-mail: sibellacinel@gmail.com

Geliş Tarihi: 16.08.2023

Kabul Tarihi: 14.09.2023

Çevrim içi Yayın Tarihi: 22.09.2023

©Telif Hakkı 2024 Çocuk Enfeksiyon Hastalıkları ve Bağışıklama Derneği.
Makale metnine www.cocukenfeksiyon.org web sayfasından ulaşılabilir.

Giriş

Konjenital kalp hastalığı (KKH) olan çocuklar gerek mevcut hastalıkları nedeniyle gerekse geçirdikleri cerrahi işlemler nedeniyle özel bakım gerektiren hasta gruplarındandır. Bu çocuklar sıklıkla büyük cerrahi işlemlere, kardiyopulmoner bypass ameliyatına, ekstrakorporeal membran oksijenasyonuna, çoklu transfüzyonlara, uzun süreli santral venöz/arteriyel erişime ve uzun süreli hastane yatışlarına sahip olmaları nedeniyle enfeksiyona hassas haldelerdir. Bu nedenle konjenital kalp ameliyatı sonrası çocuklarda laboratuvar kanıtlı kan dolaşım enfeksiyonları (KDE)'nin sıklıkla görülmesi beklenmektedir ancak bu konudaki yayımlanmış çalışmalar sınırlı sayıdadır (1-4). Birçoğu cerrahi alan enfeksiyonları olarak değerlendirilse de hastane ilişkili kan dolaşım enfeksiyonları sıklığı da fazladır. Ascher ve arkadaşlarının (5) KKH olan 11.638 infantı değerlendirdiği çalışmada hastaların %6'sında sepsis geliştiği bildirilmiştir. Bu hastalarda gram-pozitif organizmalar en sık nedendi (%64) ve koagülaz negatif stafylokoklar ile *Staphylococcus aureus* en sık izole edilen etkenlerdi (5). Tek merkezli 87 KKH tanılı cerrahi işlem geçiren hastayı içeren bir çalışmada en sık mikroorganizmalar, *Enterococcus faecalis* ve *Staphylococcus epidermidis* dahil olmak üzere gram-pozitif bakterilerdi (6).

Ülkemizde bu hastaların cerrahi işlemlerinin gerçekleştiği ve ameliyat sonrası bakımının verilebildiği merkezler sınırlı sayıda bulunmaktadır. Bu hastaların erken tanısı ile birlikte uzman kardiyovasküler cerrahi yapan merkezlerin varlığı ile prognozların geçmişe göre daha iyi olduğu düşünülmektedir. Enfeksiyonlar hastanede kalım süresini uzatma, cerrahi işlem başarısızlığı, ventilatöre bağlı kalma süresini uzatma ve artan hastane masrafları gibi olumsuz sonuçlara neden olmaktadır (2-8). Hastanelerin ve hatta ülkelerin kalp cerrahisi geçiren hasta sayısını, enfeksiyona zemin hazırlayan riskleri belirlemesi ve gerekli önlemleri alması gerekmektedir. Özellikle ve enfeksiyon gelişme riski yüksek olan KKH tanılı çocuklarda KDE düşünüldüğünde ampirik tedaviyi belirlemek ve gereksiz antibiyotik kullanımını da azaltmak için en sık görülen bakterilerin değerlendirildiği çalışmaların yapılması önem taşımaktadır. Bu nedenle çocuk kalp damar cerrahi merkezi olan Gaziantep Cengiz Gökçek Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesinde ameliyat olup kalp damar cerrahisi yoğun bakım ünitesinde yatmakta iken gram-pozitif bakteri ile KDE gelişen hastaları geriye dönük değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntemler

Çalışma Tasarımı ve Çalışma Popülasyonu

Çalışmaya 1 Mart 2022 ile Nisan 2023 tarihleri arasında Gaziantep Cengiz Gökçek Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesinde, Çocuk Kalp Damar Cerrahisi Yoğun Bakım Servisinde yatırılarak tedavi gören 1 ay-18 yaş arası KKH nedeniyle ameliyat edilmiş çocuk hastalar dahil edilmiştir. Çalışma retrospektif bir çalışmadır. Çalışmaya dahil edilen hastaların klinik ve laboratu-

var verileri tıbbi kayıtlarından geriye dönük olarak değerlendirildi. Tüm hastalar kan dolaşım enfeksiyonu açısından değerlendirildi. Kan ve/veya kateter kültürlerinde gram-pozitif üremesi olan hastalar ile hiçbir üremesi olmayan hastalar çalışmaya dahil edildi. Çalışmada hastaların KKH tipi, geçirdiği ameliyat tipi ve kompleks olması [RACHS-1 skor (Risk Adjusted Classification for Congenital Heart Surgery)] değerlendirmeye dahil edildi (8). Hastaların demografik, klinik ve laboratuvar verileri değerlendirildi. Yaş, cinsiyet, sosyoekonomik durum, fizik muayene bulguları, laboratuvar sonuçları, uygulanan tedavileri ve hastanın son durumunu içeren veriler veri değerlendirme formuna not edildi.

Tanımlar

Enfeksiyon varlığı klinik ve laboratuvar değerlendirmeleriyle ortak değerlendirilmiştir. Kan dolaşım enfeksiyonu santral ve/veya periferik bir venden (veya başka bir damar yolundan) alınan bir veya daha fazla kan kültür örneğinden gram-pozitif bakterinin izole edilmesi ve hastada enfeksiyonla uyumlu klinik bulguların bulunması durumu olarak tanımlanmıştır (9). Kateterle ilişkili enfeksiyonlar gibi spesifik enfeksiyonların tespiti, Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezlerinin kriterleri temelinde yapılmıştır (10).

Hastaların hepsi majör kalp damar cerrahisi işlemi geçirmiş olmaları nedeniyle ameliyat sonrası santral venöz ve/veya arteriyel kateteri mevcuttu. Klinik olarak sepsis bulguları olan kan ve/veya kateterinde tekrarlı koagülaz negatif stafylokok üremesi olan hastalardaki üremeler anlamlı kabul edildi (11). Kontaminasyonu düşündürecek tekli üremeler ve klinikle uyumlu olmayan üremeler anlamlı kabul edilmedi ve çalışmaya dahil edilmedi.

Mikrobiyolojik Değerlendirmeler

Kültürlerden izole edilen gram-pozitif bakteriler, hem konvansiyonel yöntemlerle (Gram boyama, oksidaz ve katalaz testi) hem de Matris Destekli Lazer Desorpsiyon iyonizasyon süresi Uçuş Kütle Spektrometresi (MALDI-TOF MS, Bruker, Almanya) ile tanımlandı. Mikrobiyal duyarlılık testinin gerçekleştirilmesi için EUCAST sınır değerleri kullanılarak AST sonucunun yorumlanmasına uygun yazılımla donatılmış Phoenix otomatik mikrobiyoloji sistemi (Becton-Dickinson Diagnostic Systems, Sparks, MD, ABD) kullanıldı.

İstatistiksel Analiz

Tanımlayıcı istatistiksel analiz, SPSS istatistik yazılımı (sürüm 20; SPSS, IBM) kullanılarak yapıldı. Veriler, sürekli değişkenler için ortalama $\pm$ standart sapma (SS) veya medyan (çeyrekler arası aralık) veya kategorik değişkenler için yüzdelere olarak ifade edildi. Kategorik değişkenler için grupların karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi uygulandı.

Çalışma Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylandı (Onay Numarası 2023/133).

Bulgular

Hastanemiz pediyatrik kalp damar cerrahisinde ameliyat olmuş ve sonrasında pediyatrik kardiyovasküler cerrahi yoğun bakıma yatmış toplamda 126 hasta çalışmaya alındı. Bu hastaların 19'unun (%15) kan ve/veya kateter kültürlerinde gram-pozitif üreme saptandı. Üremesi olan hastaların 10'u (%52.6) kız hastaydı. Hastaların demografik ve klinik verileri Tablo 1'de verilmiştir. Üremesi olan hastaların üreme anında santral venöz kateterleri de mevcuttu. Üç hastanın hem kateterinde hem de kanında eş zamanlı gram-pozitif bakteri üremesi oldu. Kateter kültürlerinde anlamlı üremesi olan hastaların kateterleri üreme olduğu anda çekildi.

Gram-pozitif üremesi olan hastaların yaşı hiç üremesi olmayan hastalardan küçüktü ($p=0.03$). Gram-pozitif üremesi olan hastaların %15.9'u ($n=7$) siyanotik KKH idi. Kalp hastalığı dışında altta yatan hastalıklar değerlendirildiğinde gram-pozitif üremesi olan üç hasta aynı zamanda Down sendromu tanılı idi.

Açık kalp ameliyatı uygulanan sekiz (%8.5) hastada gram-pozitif üreme vardı, çoğunluğunda (%91.5) üreme yoktu. Gram-pozitif üremesi olanların %68.4 gibi çoğunluğu RACHS kategori 3'te iken üremesi olmayanların %29'u bu kategorideydi ($p=0.05$).

Gram-pozitif üremelerin bakteriyel etkenler değerlendirildiğinde 19 hastanın yalnızca üçünde eş zamanlı kan-kateter

kültür üremesi vardı. Yedi hastada *Staphylococcus hominis*, beşinde (%26.3) *Staphylococcus epidermidis*, üçünde (%15.7) metisilin dirençli *Staphylococcus aureus*, üçünde (%15.7) *Staphylococcus haemolyticus* üremesi saptandı. Yalnızca bir hastada vankomisin dirençli *Enterococcus faecalis* üremesi oldu. Hastalara mevcut geçirdikleri operasyonlar ve kateter varlıkları göz önünde bulundurularak klinik sepsis tablosu gelişmesi durumunda üreme olmadan ampirik vankomisin ya da teikoplanin tedavisi başlanmıştı. Yalnızca bir hastada VRE üremesi olması nedeniyle tedavisi linezolid ile değiştirilmişti.

Gram-pozitif üremesi olanların preop hastane yatış süresi (HYS), toplam HYS, yoğun bakımda yatış süresi ve entübe kalma süresi hiç üremesi olmayanlardan anlamlı bir şekilde yüksekti (sırasıyla $p=0.04$; 0.001; 0.001; 0.001). Üremesi olan hastaların hiçbirinde enfeksiyon ilişkili mortalite gözlenmedi.

Tartışma

Konjenital kalp hastalığı nedeniyle ameliyat olan ve sonrasında çocuk kardiyoloji yoğun bakımda kalan çocuklar özel yoğun bakım hastası grubudur. Bu hastalar geçirdikleri ağır cerrahi işlemler haricinde büyüme gelişmelerinin geri olması, malnütrüsyonlarının olması ve açık kalp ameliyatı sonrası bağışıklık sistemi yanıtının değişmesi nedeniyle çeşitli enfeksiyonlara yatkın duruma gelmekteledir. Kan dolaşım enfeksiyonları bu enfeksiyonlar arasında önemli yere sahiptir (2-6,12). Çalışmamızda bir yıllık süreçte 126 hastanın 19'unda gram-po-

Tablo 1. Hastaların demografik ve klinik özellikleri

	Gram-pozitif üremesi olanlar	Hiç üremesi olmayanlar	Toplam	p
Hasta sayısı, n (%)	19 (15.07)	107 (84.93)	126 (100)	
Cinsiyet (K/E), n (%)	10 (52.6)/9 (47.4)	49 (45)/58 (56)	59 (46.8)/67 (53.2)	
Yaş, ay, medyan (IQR)	3 (63)	15 (130)	130 (130)	0.03
Konjenital Kalp Hastalığı Tipi				
Siyanotik, n (%)	7 (15.9)	37 (84.1)	44 (100)	
Asiyanotik, n (%)	12 (14.6)	70 (85.4)	82 (100)	
Diğer komorbiditeler				
Down sendromu	3	10	13	
Akondroplazi	1	0	1	
Multipl anomali	3	8	11	
RACHS, n (%)				
Kategori 1-2	6 (31.6)	72 (67.1)	78 (61.9)	
Kategori 3	13 (68.4)	31 (29)	44 (34.9)	
Kategori 4	0	2	2 (1.6)	
Kategori 6	0	2	2 (1.6)	
Açık kalp ameliyatı (sternum açılmış)	8 (8.5)	86 (91.5)	94 (100)	
Preop HYS, gün, medyan (min-maks)	3.84 (0-19)	1.17 (0-18)	1.57 (0-19)	0.04
Toplam HYS, gün, medyan (IQR)	33 (206)	9 (203)	9 (208)	0.001
YBÜ yatış süresi, gün, medyan (IQR)	26.5 (187)	5 (188)	8 (188)	0.001
Entübe kalış süresi, gün, medyan (IQR)	8.5 (68)	2 (69)	2(69)	0.001

E: Erkek, HYS: Hastanede yatış süresi, K: Kız, n: Sayı, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi.

zitif KDE gelişmiştir. Bu hasta grubunun yaşı üremesi olmayanlardan belirgin düşüktür. Geçirilen ameliyat dışında hastaların yaşının yenidoğan yaş grubuna yakın olması da gram-pozitif KDE gelişmesini etkileyen nedenlerden biri olabilir (5,13). Murray ve arkadaşları (13) bu hastalarda KDE gelişimi için yenidoğan yaş grubunda olmayı önemli risk faktörü olarak bildirmiştir.

Literatürde geçirilmiş ameliyatın kompleks olmasını değerlendiren RACHS-1 skoru kategori 3 ve üstündekilerde KDE riski arttığı gösterilmiştir (3,9,13). Benzer şekilde çalışmamızda gram-pozitif üremesi olan hastaların çoğunluğunun RACHS-1 skoru kategori 3 idi.

Üremesi olan hastalarda konjenital kalp hastalığı tipi (siyanotik/asiyanotik) arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Çalışmalara benzer şekilde gram-pozitif etkenler arasında en sık koagülaz negatif stafilocoklar yer almaktadır (5,12-16). Ward ve arkadaşları (6) merkezlerinde yedi yıllık süreçte ameliyat sonrası KDE gelişen 87 KKH tanılı hastayı geriye dönük değerlendirmişler ve en sık etken gram-pozitif mikroorganizma olduğunu bildirmişlerdir. Bunlar içinde de *Enterococcus faecalis* ve *Staphylococcus epidermidis* türleri en sıktır (6). Kültürde izole edilen koagülaz negatif stafilocokların klinik öneminin belirlenmesi zor olsa da bu türün üyeleri artan sayıda hastane kaynaklı enfeksiyonlarla ilişkilendirilmiştir (11). İnvaziv majör kardiyak cerrahi geçirilmesi, kateter gibi invaziv cihazların kullanımı ve hastanın immün sisteminin cerrahi işleme bağlı bozulmuş olması koagülaz negatif stafilocok enfeksiyon oranının artmasına katkıda bulunmuştur.

Ameliyat öncesi hastanede yatış süresi gram-pozitif üremesi olanlarda anlamlı olarak üremesi olmayanlardan daha yüksekti. Bu da ameliyat öncesi hazırlık için dahi olsa hastaneye yatış yapılan hastalarda hastane kaynaklı enfeksiyonlara yakınlık artabileceğinden mümkünse bu hastaların ameliyat öncesi klinik durumlarının daha kısa sürede değerlendirilip erken opere edilmesinin enfeksiyona yakınlığı azaltabileceğini düşündürmektedir.

Kan dolaşım enfeksiyonu olan opere KKH hastalarının hastane yatış süreleri ve yoğun bakımda kalış süreleri olumsuz olarak etkilenmektedir. Yapılan birçok çalışmada bu hastaların daha uzun süre hastanede ve yoğun bakımda kaldığı bildirilmiştir (13-16). Benzer şekilde üremesi olan hastalarımızın toplam hastane yatış süreleri, yoğun bakım yatış süreleri ve hatta entübe mekanik ventilatöre bağlı kalma süreleri üremesi olmayan gruptan daha uzundur. Bu da yeni enfeksiyonlara yakınlık yaratması, ameliyat başarısızlığına yol açmasının yanı sıra hastane harcamalarında önemli artışlara neden olabilir. Bu nedenle bu hastaların enfeksiyon geliştirmemesi için gereken her türlü önlemin alınması, ameliyat öncesinde risk faktörlerin değerlendirilerek ampirik tedavilerin daha erken başlanması planlanabilir.

Yavuz ve arkadaşları (17) 289 KKH tanılı hastada cerrahi işlem sonrası sepsis için risk faktörlerini değerlendirdiği çalışmada yalnızca dört (%1.38) gram-pozitif üreme bildirmiştir. Ülkemizde ciddi KKH tanılı hastalarda ameliyat sonrası KDE değerlendiren çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır bu anlamda çalışmamız bu hasta grubunda önem taşımaktadır.

Çalışmamızdaki önemli kısıtlamalardan biri tek merkezli ve az sayıda hasta içermesidir. Bu nedenle heterojen yapıya sahiptir. İkincisi ayrıntılı bilgileri değerlendiremediğimiz retrospektif bir çalışma olmasıdır. Ancak KKH ameliyatı sonrası KDE değerlendiren az sayıda çalışma olması nedeniyle bu çalışma sonuçlarının önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Sonuç

Sonuç olarak bu çalışma ile KKH nedeniyle ameliyat olup YBÜ'de kalan çocuklarda küçük yaş grubunda olma, yüksek RACHS kategorisinde olmanın ve ameliyat öncesi hastanede kalış süresinin uzun olmasının gram-pozitif KDE'ye yakınlık yapabileceğini görmüş olduk.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan onay alınmıştır (Karar no: 2023/133, Tarih: 26.04.2023).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir - SLG; Tasarım - SLG; Denetleme - SLG; Kaynaklar - SLG, MB; Veri toplanması ve/veya işlemesi - Tüm yazarlar; Analiz ve/veya yorum - SLG; Literatür taraması - SLG, MB; Yazıyı yazan - SLG; Eleştirel inceleme - SLG.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Kaynaklar

1. Jacobs JP, He X, Mayer JE Jr, Austin EH 3rd, Quintessenza JA, Karl TR, et al. Mortality trends in pediatric and congenital heart surgery: An analysis of the Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Surgery Database. *Ann Thorac Surg* 2016;102(4):1345-52. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.01.071>
2. Barker GM, O'Brien SM, Welke KF, Jacobs ML, Jacobs JP, Benjamin DK Jr, et al. Major infection after pediatric cardiac surgery: A risk estimation model. *Ann Thorac Surg* 2010;89(3):843-50. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2009.11.048>
3. Tweddell S, Loomba RS, Cooper DS, Benschoter AL. Health care-associated infections are associated with increased length of stay and cost but not mortality in children undergoing cardiac surgery. *Congenit Heart Dis* 2019;14(5):785-90. <https://doi.org/10.1111/chd.12779>
4. García H, Cervantes-Luna B, González-Cabello H, Miranda-Novales G. Risk factors for nosocomial infections after cardiac surgery in newborns with congenital heart disease. *Pediatr Neonatol* 2018;59(4):404-9. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2017.11.014>

5. Ascher SB, Smith PB, Clark RH, Cohen-Wolkowicz M, Li JS, Watt K, et al. Sepsis in young infants with congenital heart disease. *Early Hum Dev* 2012;88(Suppl 2):S92-S7. [https://doi.org/10.1016/S0378-3782\(12\)70025-7](https://doi.org/10.1016/S0378-3782(12)70025-7)
6. Ward J, Herrera-Eguizabal J, Andersen K, Ryan K, Guerrero M, Glucoft M, et al. Bloodstream infections in infants and children with congenital heart disease undergoing cardiac surgery. *Am J Crit Care* 2023;32(3):157-65. <https://doi.org/10.4037/ajcc2023155>
7. Tesfaye E, Tadele H. Bacterial sepsis among children with congenital heart disease in Tikur Anbessa Specialized Hospital, Addis Ababa, Ethiopia. *Ethiop J Health Sci* 2022;32(3):523-32.
8. Jenkins KJ, Gauvreau K, Newburger JW, Spray TL, Moller JH, Iezzoni LI. Consensus-based method for risk adjustment for surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123(1):110-18. <https://doi.org/10.1067/mtc.2002.119064>
9. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Bloodstream Infection Event (Central Line-Associated Bloodstream Infection and Non-central Line Associated Bloodstream Infection). Available from: https://www.cdc.gov/nhsn/pdfs/pscmanual/17pscnosinfdef_current.pdf
10. Garner JS, Jarvis WR, Emori TG, Horan TC, Hughes JM. CDC definitions for nosocomial infections, 1988 [published correction appears in *Am J Infect Control* 1988 Aug;16(4):177]. *Am J Infect Control* 1988;16(3):128-40. [https://doi.org/10.1016/0196-6553\(88\)90053-3](https://doi.org/10.1016/0196-6553(88)90053-3)
11. Mermel LA, Allon M, Bouza E, Craven DE, Flynn P, O'Grady NP, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 Update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 2009;49(1):1-45. <https://doi.org/10.1086/599376>
12. Prasad PA, Dominguez TE, Zaoutis TE, Shah SS, Teszner E, Gaynor J, et al. Risk factors for catheter-associated bloodstream infections in a Pediatric Cardiac Intensive Care Unit. *Pediatr Infect Dis J* 2010;29(9):812-5. <https://doi.org/10.1097/INF.0b013e3181df6c54>
13. Murray MT, Krishnamurthy G, Corda R, Turcotte RF, Jia H, Bacha E, et al. Surgical site infections and bloodstream infections in infants after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;148(1):259-65. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.08.048>
14. Hatachi T, Tachibana K, Inata Y, Tominaga Y, Hirano A, Kyogoku M, et al. Risk factors for healthcare-associated infections after pediatric cardiac surgery. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19(3):237-44. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000001445>
15. Costello JM, Graham DA, Morrow DF, Potter-Bynoe G, Sandora TJ, Laussen PC. Risk factors for central line-associated bloodstream infection in a pediatric cardiac intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 2009;10(4):453-9. <https://doi.org/10.1097/PCC.0b013e318198b19a>
16. Abou Elella R, Najm HK, Balkhy H, Bullard L, Kabbani MS. Impact of bloodstream infection on the outcome of children undergoing cardiac surgery. *Pediatr Cardiol* 2010;31(4):483-9. <https://doi.org/10.1007/s00246-009-9624-x>
17. Yavuz Y, Yurtseven N, Aydemir NA, Korun O, Şimşek Yavuz S. Risk factors for sepsis following congenital heart surgery. *GKD Anest Yoğ Bak Dern Derg* 2019;25(2):85-95. <https://doi.org/10.5222/GKDAD.2019.99815>