

Indications of Collecting Blood Culture and Necessity of Educations [Kan Kültürü Alma Nedenleri ve Eğitimin Gerekliği]

İrfan Oğuz Şahin¹, Ayşegül Elbir Şahin², Atilla Çayır³, Deniz Ökdemir¹, Fatih Gürbüz¹,
Nurdan Dinlen Fettah⁴, Esra Döğer⁵

¹ Ankara Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hematoloji Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Pediatri Bölümü, Ankara, Turkey

² Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anestezi Bölümü, Ankara, Turkey

³ Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Pediatri Bölümü, Erzurum, Turkey

⁴ Dr. Sami Ulus Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Neonatoloji Bölümü, Ankara, Turkey

⁵ Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Endokrinoloji Bölümü, Ankara, Turkey

Abstract

Blood culture is the most usefull test for the diagnosis of bacteremia and infectious diseases either it provides optimising the treatment to microorganism. For the treatment and management of bacteremia in child patient's group, it is obligated to be more carefull. Therefore, blood culture is used more often in child patients group. Although, collecting blood culture without indication results cost increase due to unnecessary testing and treatments. This study is performed by investigating the results of blood cultures obtained from the patients that are hospitalized at Dışkapı Children's Hospital in 2007 and 2008. The practitioners have been educated for blood culture obtaining techniques and indications. Number of blood culture testing and changes in indications are analysed at all departments seperately and also whole of the hospital. Blood culture collecting rates were 26.2% before and 21.9% after educations. After educations, despite increase for bacteremia related reasons, collecting blood cultures for bacteremia unrelated reasons such as indirect hyperbilirubinemia, acute bronchiolitis, acute gastroenteritis, routine procedure was decreased. After educations, number of blood culture testing was decreased. It is also observed that blood cultures are more often obtained with indication. Rate of collecting blood culture due to bacteremia independent reasons was decreased. It's seen that routine blood culture collecting is not less and could not be eliminated completely with educations. This study emphasizes the need of routine education programs about blood cultures for medical and financial gains.

Key words: Blood culture, indications, education

(Rec.Date: Mar 10, 2014 Accept Date: Apr 17, 2014)

Corresponding Author: Atilla Çayır, Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Pediatri Bölümü, Palandöken, Erzurum, Turkey

Phone: +905331382744 +904422325365 **Fax:** +904422325090

E-mail: dratillacayir@gmail.com

Indications of Collecting Blood Culture and Necessity of Educations [Kan Kültürü Alma Nedenleri ve Eğitimin Gerekliği]

İrfan Oğuz Şahin¹, Ayşegül Elbir Şahin², Atilla Çayır³, Deniz Ökdemir¹, Fatih Gürbüz¹,
Nurdan Dinlen Fettah⁴, Esra Döğer⁵

¹ Ankara Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hematoloji Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Pediatri Bölümü, Ankara, Turkey

² Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anestezi Bölümü, Ankara, Turkey

³ Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Pediatri Bölümü, Erzurum, Turkey

⁴ Dr. Sami Ulus Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Neonatoloji Bölümü, Ankara, Turkey

⁵ Gazi Üniveristesi Tıp Fakültesi, Çocuk Endokrinoloji Bölümü, Ankara, Turkey

Özet

Kan kültürü bakteriyemi ve enfeksiyöz hastalıkların tanısı için sıkça kullanılan testlerdendir. Pozitif sonuçlanması durumunda tanı koydurucu bir test olmasının yanında tedavinin etkene uygun olarak düzenlenmesini de sağlamaktadır. Çocuk hastalar, takip ve tedavileri için azami dikkat gerektiren bir hasta grubunu oluşturmaktadır. Bu nedenle çocuk hastalarda kan kültürü daha sık kullanılmaktadır. Kan kültürünün endikasyon yeterince gözetilmeksizin alınması gereksiz tahlil yapılması, yalancı negatif sonuçlanması durumunda ise gereksiz tetkik ve tedavilere yol açması nedeniyle maliyet artışına yol açar. Bu çalışma Ankara Dışkapı Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde yatarak tedavi gören hastaların kan kültürü sonuçları incelenerek yapıldı. Kan örneği alan hekimlere kontaminasyonlar, kan kültürü alma endikasyonları ve teknikleri hakkında periyodik eğitimler verilerek yıllık kan kültürü alınma sayısı, kan kültürü alma endikasyonları ve nedenleri konularında sağlanan değişiklikler incelendi. Eğitim öncesi dönemde %26,2 olan kan kültürü alma sıklığı eğitim sonrası dönemde %21,9'a geriledi. Eğitim sonrası dönemde, bakteriyemi düşündüren nedenler için kan kültürü alım sıklığı artarken; indirekt hiperbilirubinemi, akut bronşiolit, akut gastroenterit, rutin alım gibi bakteriyemi ilişkisiz nedenler için azalma görüldü. Eğitim sonrası dönemde kan kültürlerine daha az başvurulduğu, endikasyon varlığının daha fazla gözetildiği, bakteriyemi ilişkisiz nedenlerle kan kültürü alınma sıklığının azaldığı tespit edildi. Tamamen bakteriyemi ilişkisiz bir durum olan rutin kan kültürü alımlarının hiç de az olmadığı ve eğitimlerle tamamen engellenemediği görüldü. Çalışmamız, mali ve tıbbi getirileri düşünüldüğünde kan kültürü alınan her sağlık biriminde bu tür eğitimlerin sıklıkla yapılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Kan kültürü, endikasyon, eğitim

(Rec.Date: Mar 10, 2014 Accept Date: Apr 17, 2014)

Corresponding Author: Atilla Çayır, Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Pediatri Bölümü, Palandöken, Erzurum, Turkey

Phone: +905331382744 +904422325365 **Fax:** +904422325090

E-mail: dratillacayir@gmail.com

Giriş

Bakteriyemi ve sepsis hastaneye yatış ve hastanede tedavi edilme nedenleri arasında önemli yer tutan, merkezden merkeze değişmekle beraber % 12-80 arasında mortalite ile seyreden, erken tanı konularak uygun tedavi edildiğinde morbidite ve mortalite oranları azalan klinik durumlardır [1]. Bakteriyemiye neden olan mikroorganizmanın hızlı ve doğru olarak tanımlanması, antimikrobiyallere olan duyarlılığının saptanarak gerekli tedavinin düzenlenmesi; hastanede yatma süresi, morbidite ve sağ kalım açısından önem taşır [2]. Bakteriyemi tanısı için en objektif laboratuvar testi kan kültürüdür [3]. Bununla beraber pozitif kan kültürleri içinde yalancı pozitiflik oranı (%35-50) yüksektir [2,3].

Kontamine kan kültürleri gereksiz tetkik, hastanede kalış ve antimikrobiyal tedavi başlanması ile maliyet artışı, antimikrobiyal direnç gelişimi ve antimikrobiyallerin komplikasyonları gibi istenmeyen sonuçlara neden olabilir [4].

Kontaminasyonun en sık nedenleri yetersiz deri dezenfeksiyonu ve sağlıksız kan alma teknikleridir. Bakteriyemi tanısı için düşük riskli hastalardan kan kültürü almak, gereğinden fazla kan kültürü istemek kontaminasyon riskini arttıran diğer bazı faktörlerdir [2]. Bu konuda dünyada özellikle son 5 yılda bildirilen yayınlar olmakla birlikte ülkemizde henüz çocuk hastalarda bu konu ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmamız, kan kültürü alan klinisyenlerin eğitime tabi tutulmaları sonucunda kan kültürü alma sıklığı ve kan kültürü alma nedenlerinin ne şekilde etkileneceğini göstermeyi amaçlamaktadır.

Materyal ve Metod

Bu çalışma Sağlık Bakanlığı Ankara Dışkapı Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesinde yatarak tedavi gören çocuklardan alınan kan kültür sonuçları, kan kültürü ve kan kültürü alma teknikleri konulu eğitimlerin etkisini görmek amacıyla yapıldı. Lokal etik kuruldan onay alındı.

Çalışma kapsamında kan kültürü alan servis doktorlarına kan kültürü alma endikasyonları ve alım teknikleri konusunda eğitim verildi. Bu eğitimler yıl içerisinde 3 ay aralıklarla tekrar

edildi ve prospektif olarak 1 yıllık veriler toplandı. Verilen eğitimlerin etkisini saptamak için bir önceki yıla ait sonuçlar da retrospektif olarak değerlendirildi.

Eğitimlerde kan kültürünün alınması için uygulanması gereken teknik kurallar anlatılarak hastane içinde standart bir uygulama oluşturulmasına çalışıldı. Teknik konular dışında kan kültürünün rutin alınmaması, endikasyon varlığında alınmasına yönelik bilgiler verildi.

- Bakteriyemi düşünülmeyen hastalarda kan kültürü alınmamalıdır.
- Bakteriyemi düşünülen hastalarda her septik epizotta kan kültürü alınmalıdır.
- Ateş piki tahmin edilemeyen çocuklarda kan kültürü semptomlar başlar başlamaz (ateş, üşüme vb) alınmalıdır.
- Hasta antibiyotik tedavisi alıyorsa kan kültürü bir sonraki dozdan hemen önce alınmalıdır.
- 24 saat içerisinde rutin olarak üç kan kültüründen fazla alınmamalıdır.

İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi SPSS for Windows 18.0 paket programında yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler sınıflanabilir değişkenler için olgu sayısı ve (%) olarak gösterildi. Servisler içerisinde eğitim öncesi ve eğitim sonrası kan kültürü alma nedenleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı farkın olup olmadığı Pearson'un Ki-Kare veya Fisher'in Tam Sonuçlu Olasılık testi ile araştırıldı. $P < 0.05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışmada eğitim öncesi bir yıl (2007) ve eğitim sonrası bir yıl (2008) olacak şekilde yatan hastalardan alınan 5008 kan kültürü sonucu incelendi (Tablo 1).

Tablo 1. Eğitim öncesinde ve sonrasında yatan hasta ve alınan kan kültürü sayıları

	Eğitim Öncesi n (%)	Eğitim Sonrası n (%)
Yatan Hasta Sayısı	9871	11002
Alınan Kan Kültürü Sayısı	2588 (26,2)	2420 (21,9)

Eğitim öncesi ve sonrası dönemlerde servislerin kan kültürü alma sıklığı değerlendirildiğinde iki dönem arasında anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 2.).

Tablo 2. Eğitim öncesinde ve sonrasında servislerde kan kültürü alma sayıları

Servisler	Eğitim Öncesi n (%)	Eğitim Sonrası n (%)	p
Yenidoğan	567 (5,74)	555 (5,04)	0,879
Süt Çocuğu	736 (7,45)	660 (5,99)	0,582
Yoğun Bakım	111 (1,12)	114 (1,03)	1,000
İntaniye	539 (5,46)	510 (4,63)	0,755
Genel Pediatri	635 (6,43)	581 (5,28)	0,658

Kan kültürü alınan hastaların tanıları incelendiğinde eğitim öncesinde ve sonrasında pnömoni, odağı bilinmeyen ateş-bakteriyemi ve akut üriner enfeksiyonların çoğunluğu oluşturduğu görüldü (Tablo 3).

Tablo 3. Eğitim öncesi ve sonrasında hastane genelinde kan kültürü alınan hastaların tanıları

	Eğitim Öncesi n (%)	Eğitim Sonrası n (%)	p
Pnömoni	465 (25,4)	511 (28,7)	0,890
Odağı Bilinmeyen Ateş Bakteriyemi	281 (15,3)	384 (21,6)	0,041
Akut Üriner Enfeksiyon	145 (7,9)	131 (7,3)	0,932

Kan kültürü alınan hastaların tanıları anlamlı değişiklik görülmesi yönünden servis düzeyinde incelendiğinde; yenidoğan servisinde indirek hiperbilirubinemi, süt çocuğu servisinde akut bronşiolit, intaniye servisinde akut gastroenterit tanısı olan hastalardan kan kültürü alınma sıklığının anlamlı düzeyde azaldığı saptandı (Tablo 4).

Tablo 4. Eğitim öncesi ve sonrasında servis düzeyinde kan kültürü alınan hastaların tanılarında değişiklikler

Servis	Tanı	Eğitim Öncesi n (%)	Eğitim Sonrası n (%)	p
Yenidoğan	İndirekt Hiperbilirubinemi	104 (18,3)	73 (13,2)	0,042
Süt Çocuğu	Akut Bronşiolit	124 (16,8)	99 (13,5)	0,655
İntaniye	Akut Gastroenterit	60 (12,6)	30 (6,0)	0,022

Ateş dışında kan kültürü alma nedenleri hastane genelinde incelendiğinde eğitim öncesinde ve sonrasında rutin, genel durum bozukluğu ve solunum sıkıntısının en sık kan kültürü alma nedeni olduğu görüldü (Tablo 5).

Tablo 5. Eğitim öncesi ve sonrasında hastane genelinde ateş dışı kan kültürü alma nedenleri

	Eğitim Öncesi n (%)	Eğitim Sonrası n (%)	p
Rutin	474 (18,3)	424 (17,5)	0,083
Genel Durum Bozukluğu	136 (5,25)	214 (8,84)	0,046
Solunum Sıkıntısı	109 (4,2)	124 (5,12)	0,062

Rutin kan kültürü alınması yönünden servisler incelendiğinde; eğitim sonrası dönemde yenidoğan, genel pediatri ve intaniye servislerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma mevcuttu (Tablo 6).

Tablo 6. Eğitim öncesi ve sonrasında servislerin rutin kan kültürü alma sayıları

Servis	Eğitim Öncesi n (%)	Eğitim Sonrası n (%)	p
Yenidoğan	113 (19,9)	49 (8,8)	<0,001
Süt Çocuğu	149 (20,2)	107 (16,2)	0,052
Yoğun Bakım	14 (12,7)	22 (19,5)	0,171
Genel Pediatri	125 (19,6)	87 (14,9)	0,007
İntaniye	73 (13,5)	50 (9,8)	0,004

Tartışma

Tıpta tedavinin en önemli basamağı etiolojinin tesbit edilmesidir. Bu durum bakteriyeminin tedavisi konusunda da geçerlidir. Bakteriyeminin erken tanısı, etkenin tespiti ve tedavisi hayat kurtarıcıdır. Kan kültürü özellikle çocuk hastalarda çok sık ihtiyaç duyulan, kolaylıkla uygulanabilen bir testtir ve yıllardır bakteriyemi tanısını koymada altın standarttır [5].

Kan kültürünün uygun olmayan tekniklerle, gereksiz fazlalıkta alınması yalancı pozitif sonuçlara neden olmaktadır [3]. Kan kültürü yalancı pozitif sonuçlandığında klinisyeni gereksiz tetkik ve tedaviye yönlendirebilmektedir [6]. Eğitimlerde kan kültürünün rutin bir test olarak kullanılmaması, endikasyon varlığında alınması gerektiği vurguladı. İstatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmamakla birlikte eğitim öncesi dönemde %26,2 olan kan kültürü alma oranı eğitim sonrasında %21,9'a geriledi. Bu azalma bakteriyemi ilişkili hastalıklar için kan kültürü alınma sıklığının azalması ile sağlanmadı. En sık kan kültürü alınan hastalıklar bakteriyemi ilişkili tanılar olan pnömoni, odağı bilinmeyen ateş-bakteriyemi, ve akut üriner enfeksiyon olup eğitim sonrasında ki oranlarında azalma görülmedi.

Yenidoğan servisinde sık görülen bir durum olan indirekt hiperbilirubinemi nadiren enfeksiyon ile de ilişkili olabilmektedir. Ancak kan kültürünün ilk etapta alınacağı hastalıklar arasında bulunmamaktadır. Eğitim sonrası dönemde bu durum için kan kültürü alınma oranı %18,3'ten %13,2'e geriledi. Akut gastroenterit için kan kültürü alınma oranı intaniye servisinde %12,6'dan eğitim sonrası dönemde %6,0'a; akut bronşiolit için kan kültürü alınma oranı süt çocuğu servisinde %16,8'den eğitim sonrası dönemde %13,5'e azaldı. Bu sonuçlar,

eğitim sonrası dönemde endikasyon olmayan durumlarda kan kültürü alınmasından kaçınıldığını düşündürmektedir.

Kan kültürü alınmadan önce tespit edilebilir bakteriyemi ihtimali mutlaka hesaba katılmalıdır. Bakteriyemi tespit edilebilir ihtimali selülit için %2, septik şok için %69'dur. Artmış vücut ısısı ve beyaz küre yüksekliği tek başına kuvvetli bakteriyemi şüphesi uyandırmamaktadır [7]. Bu nedenle çalışmamızın hedeflerinden birisi de kan kültürü alma nedenleri olmuştur ve eğitimlerde kan kültürü alma endikasyonunun hastanın tanısına göre değil bakteriyemi şüphesine göre belirlenmesi gerektiği vurgulandı.

Kan kültürü alınma nedenlerinden ateş dışında en sık görülenler rutin uygulama, genel durum bozukluğu ve solunum sıkıntısıdır. Hasta takibinde temkinli ve dikkatli olmak istenmesi ve testin kolay olması rutin alımlara neden olmaktadır. Rutin uygulama, testin negatif sonuçlanması durumunda sadece gereksiz bir tetkik yapılmış olması nedeniyle maliyeti artırır. Ancak yalancı pozitif sonuçlanması durumunda ilave gereksiz tetkikler, tedaviler, hastanede kalış süresi, antibiyotik direnci gelişmesi, antibiyotik komplikasyonları gibi tıbbi ve mali kayıplar silsilesine neden olabilir. Eğitim verilmesinin mali etkilerinin incelendiği bir çalışmada %3,9 (212/5402) olan yalancı pozitif sonuçların eğitim sonrasında %1,6'a (35/2153) gerilediği ve hastanenin bu gelişmeden yılda yaklaşık 250 bin dolar kazancının olduğu hesaplanmıştır [4]. Komplike olmayan selülitli çocuklar için kan kültürü alınmaması gerektiğinin belirtildiği diğer bir çalışmada, selülitin kan kültürü görülmeksizin kolaylıkla tedavi edilebileceği ve az sayıda bakteriyeminin tespit edilmemesi karşılığında ciddi bir mali kayıptan (tahminen yıllık 213 hasta için \$42.850 dolar) kurtulunabileceği belirtilmiştir [8]. Amerika'da yapılan diğer bir çalışmada yalancı pozitif sonuçların engellenmesi ile yıllık kazancın 378 bin dolar olduğu saptanmış, kontamine kan kültürü başına ortalama maliyet artışının yaklaşık \$3,000 dolar olduğu tahmin edilmiştir [6]. Bu nedenle bakteriyemi şüphesi olmadıkça kan kültürünün alınmaması eğitimlerimizde belirtilmiştir.

Stoll ve Rubin'in çalışmasında, 2-36 ay arasında iyi görünen, yüksek ateşi olan çocuklarda gizli bakteriyemi oranı %0,91 bulunmuş ve ateşi olan ama iyi görünen çocuklarda kan kültürünün rutin alınmaması önerilmiştir [9]. Çalışmamızda süt çocuğu servisinde rutin kan kültürü alımı %20,2'den eğitim sonrasında %16,2'e geriledi ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı değildi. Genel pediatri ve intaniye servislerinde eğitimler sonrasında rutin kan

kültürü alım oranında anlamlı düzeyde azalma saptandı. Zayıf ve/veya baskılanmış bağışıklığı olan hastaların izlendiği yenidoğan ve yoğun bakım ünitesinde rutin kan kültürü alınması konusunda anlamlı bir değişiklik sağlanmadı. Bu durum eğitim sonrasında hekimlerin yaklaşımlarında bir takım değişiklikler sağlamakla birlikte özellikle mortalite ve morbiditesi yüksek hastaların izlendiği servislerdeki alışkanlıklarını değiştirememiştir.

Tanzanya, Malawi ve A.B.D.'de üç üniversite hastanesinin acil departmanlarında alınan kan kültürü sonuçlarını retrospektif olarak incelendiği bir çalışmada yalancı pozitif sonuçların Tanzanya ve Malawi'de, A.B.D.'e göre çok daha düşük olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda, az gelişmiş ülkelerde tıbbi malzemenin daha dikkatli kullanılması yalancı pozitif sonuçların artmasını engellediği düşünülmüştür [10]. Kan kültürü alım tekniği eğitimi verilerek yapılan bir çalışmada, eğitim öncesinde %5 olan kontaminasyon oranlarının eğitim sonrasında da %4,9 olarak devam ettiği ancak daha sık kan kültürü almakta olan uygulayıcıların tekniklere daha dikkatli olduğu ve bu grupta kontaminasyon oranlarının %4,1'den %2,7'e gerilediği görülmüştür [11]. Bu durum kan kültürü alım tekniklerinin uygulanması ve bu konudaki tecrübenin artırılmasının önemini göstermektedir. Kan kültürünün uygun tekniklerle alınması ile kontaminasyon oranları kabul edilebilir düzeye indirilebilir. Yapılan bir çalışmada eğitim öncesi %4,3 olan acil servis kan kültürü kontaminasyon oranlarını %3'ün altına indirmek amacıyla verilen eğitimlerle bu oranın %1,7'e gerilediği saptanmıştır [12]. Aynı yazarların, kan kültürünün steril tekniklerle alınması için eğitim (kan alımının steril eldiven ve iğne ile, yüksek volüm klorheksidin ile cilt antisepsisi sağlanarak ve delikli steril bez kullanılarak) vererek farklı iki acil serviste yaptıkları başka bir çalışmalarında servislerin birinde kontaminasyon oranları %4,8'den %2,7'e gerilemiştir. Eğitim sonrasında diğer servisin %2,51 olan kontaminasyon oranları 8 aylık süreçte %2,73'e yükselmiş, servis doktorları delikli steril bez kullanımındaki zorluk nedeniyle teknik kurallara istenen uyumu gösteremediklerini belirtmiştir. Bunun üzerine delikli steril bez kullanımı olmaksızın steril tekniklerle devam edilmesi planlanmıştır. Takip eden 8 aylık dönemde kontaminasyon oranlarının %0,91'e gerilediği görülmüştür [13]. Bu durum eğitimlerin önemi yanında uygulayıcı uyumunun sağlanmasının önemini göstermektedir. Çalışmamızda rutin kan kültürü alınması azalmakla birlikte tamamen engellenememiştir. Eğitimlere ilaveten devam ettiği görülen aksaklıkların düzeltilmesinde uygulayıcılardan geri dönüş alınması yardımcı olabilir. Bu nedenle eğitimler uygulayıcılarla işbirliği içinde sürdürülmelidir.

Sonuç olarak, kan kültürü kolay uygulanabilmesi nedeniyle azımsanmayacak oranlarda yeterli endikasyon gözetilmeksizin alınabilmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kan kültürü alım teknikleri ile ilgili eğitimlerin düzenli yapılması ve uygulayıcı uyumunun gözetilmesi gereksiz kan kültürü alımlarını, böylece yalancı pozitif sonuçları, gereksiz takip, tetkik ve tedavileri önleyecektir.

Kaynaklar

1. Pittet D. Nosocomial bloodstream infection In: Wensel RP, ed, Prevention and Control of Nosocomial Infection. Baltimore: Wilkins, 1997;711-69.
2. Russel L, Ellen T, Victoria F. High frequency of pseudobacteremia at a university hospital. Infect Control Hosp Epidemiol. 1997;18(3):200-2.
3. Mylotte JM, Tayara A. Blood cultures: Clinical aspects and controversies. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2000;19(3):157-63.
4. Hall RT, Domenico HJ, Self WH, Hain PD. Reducing the blood culture contamination rate in a pediatric emergency department and subsequent cost savings. Pediatrics. 2013;131(1):292-7.
5. Snyder SR, Favoretto AM, Baetz RA, Derzon JH, Madison BM, Mass D, Shaw CS, Layfield CD, Christenson RH, Liebow EB. Effectiveness of practices to reduce blood culture contamination: a Laboratory Medicine Best Practices systematic review and meta-analysis. Clin Biochem. 2012;45(13-14):999-1011.
6. Boyce JM, Nadeau J, Dumigan D, Miller D, Dubowsky C, Reilly L, Hannon CV. Obtaining blood cultures by venipuncture versus from central lines: impact on blood culture contamination rates and potential effect on central line-associated bloodstream infection reporting. Infect Control Hosp Epidemiol. 2013;34(10):1042-7.
7. Coburn B, Morris AM, Tomlinson G, Detsky AS. Does this adult patient with suspected bacteremia require blood cultures? JAMA. 2012;308(5):502-11.
8. Sadow KB, Chamberlain JM. Blood cultures in the evaluation of children with cellulitis. Pediatrics. 1998;101(3):E4.
9. Stoll ML, Rubin LG. Incidence of occult bacteremia among highly febrile young children in the era of the pneumococcal conjugate vaccine: a study from a Children's Hospital Emergency Department and Urgent Care Center. Arch Pediatr Adolesc Med. 2004;158(7):671-5.
10. Archibald LK, Pallangyo K, Kazembe P, Reler LB. Blood Culture Contamination in Tanzania, Malawi, and the United States; a Microbiological Tale of Three Cities. J Clin Microbiol. 2006;44(12):4425-9.
11. Murillo TA, Beavers-May TK, English D, Plummer V, Stovall SH. Reducing contamination of peripheral blood cultures in a pediatric emergency department. Pediatr Emerg Care. 2011;27(10):918-21.

12. Self WH, Speroff T, Grijalva CG, McNaughton CD, Ashburn J, Liu D, Arbogast PG, Russ S, Storrow AB, Talbot TR. Reducing blood culture contamination in the emergency department: an interrupted time series quality improvement study. *Acad Emerg Med.* 2013;20(1):89-97.
13. Self WH, Mickanin J, Grijalva CG, Grant FH, Henderson MC, Corley G, Blaschke Li DG, McNaughton CD, Barrett TW, Talbot TR, Paul BR. Reducing blood culture contamination in community hospital emergency departments: a multicenter evaluation of a quality improvement intervention. *Acad Emerg Med.* 2014;21(3):274-82.