Yenidoğanda Pals Oksimetre Tarama Testi

Pulse Oximeter Screening Test in Newborn

Semiha TERLEMEZ[a]

[a]Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Kardiyolojisi BD,
Ankara, Türkiye

Yazışma Adresi/*Correspondence:*
Semiha TERLEMEZ
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Kardiyolojisi BD,
Ankara, Türkiye
semihaterlemez@yahoo.com

ÖZET Pals oksimetre arteriyel kandaki oksijen satuurasyonunu ölçmek için kullanılan, non invaziv bir değerlendirme metodudur. Yenidoğan bebeklerde kritik konjenital kalp hastalıklarının saptanması amacıyla uzun yıllardır kullanılmaktadır. Kullanılmaya başlandığı dönemden itibaren kullanım şekli, zamanlaması, sonucunun yorumlanması ile ilgili tartışmalar başlamış ve günümüzde hala sürmektedir. Pals oksimetre tarama testinin en doğru şekilde uygulanması için pals oksimetre cihazının çalışma prensiplerinin iyi bilinmesi önemlidir. Yapılan klinik çalışmaların verilerine dayanarak günümüzde tüm Dünya'da ve ülkemizde benimsenmiş protokoller bu yazıda sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Pals oksimetre tarama testi; bebek, yenidoğan; kritik konjenital kalp hastalıkları

ABSTRACT Pulse oximetry is a non-invasive evaluation method used to measure oxygen saturation in arterial blood. It has been used for many years to detect critical congenital heart diseases in newborn babies. Discussions about how to use, timing and interpretation of the results have started since the beginning of its use and it still continues today. It is important to know the working principles of the pulse oximetry device well for the most accurate application of the pulse oximetry screening test. Based on the data of clinical studies, the protocols adopted all over the world and in our country are presented in this article.

Keywords: Pulse oximetry screening test; infant, newborn; critical congenital heart diseases

PALS OKSİMETRE ÇALIŞMA PRENSİBİ

Pals oksimetreler fonksiyonel arteriyel hemoglobin oksijeninin spektrofotometrik olarak ölçülmesini sağlar. Pals oksimetrenin doğru yorumlanması için çalışma prensiplerinin bilinmesi önemlidir. Çünkü yanlış pozitif ve negatif sonuçlar doğru değerlendirilmezse gereksiz tetkiklere veya tanıların atlanmasına neden olabilir. Yanlış değerlendirmeleri anlamak için ise pals oksimetre çalışmasındaki iki temel ilkenin bilinmesi şarttır; birincisi oksihemoglobin ve deoksihemoglobinin nasıl ayırt edildiği, ikincisi ise oksijen saturasyonunun (SaO_2) yalnızca kanın arteriyel kısmından nasıl hesaplandığıdır.[1]

Pulse oksimetre sensörleri, ışık kaynağı olarak görev yapan kırmızı ve near-infrared ışık yayan diyotlara sahiptir. Yayılan ışık doku yoluyla iletilir, daha sonra fotodedektör tarafından algılanır ve nabız oksimetresinin mikroişlemcisine gönderilir. İnsan vücudunun tüm bileşenleri, venöz ve arteriyel kan ve doku ışığı emer. Pals oksimetre çalışma prensibi temelde oksihemoglobin ile deoksihemoglobinin ışığı (red ve near-infrared) farklı absorbe etmesine dayanır. Probun ucunda yer alan bir çift küçük diyot aracılığı ile 2 farklı dalga boyunda ışık yayılır. Bunlar 940 nm olan near- infrared ve 660 nm olan

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:
Terlemez S. Yenidoğanda pals oksimetre tarama testi. Oğuz AD, editör. Yenidoğan Kardiyolojik Sorunlarına Yaklaşım. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. p.17-21.

kırmızı ışıktır. Dokudan iletilen ışık karşı taraftaki prob ucu tarafından algılanır ve absorbe edilen kırmızı ve near-ınfrared ışık oranları kullanılarak oksihemoglobin oranı belirlenir.[2] Pals oksimetrenin yalnızca arteriyel yataktaki oksihemoglobini belirleme yeteneği ise; arteriyel yatağın sistol ve diastol sırasında değişen hacim ve basıncı yani nabız dalgası ile ilişkilidir.[1] Oysa venöz ve kapiller yatakta bu pulsalite bulunmaz. Arteriyel kanın pulsalitesi, probdan yayılan ışığın hem oksihemoglobin hem de deoksihemoglobin absorbsiyonlarının değişmesine neden olur. Bu değişen absorpsiyon, hem kırmızı hem de near-infrared dalga boylarında pletismografik dalga biçimlerine çevrilir. Kırmızı ve near-infrared pletismografik sinyal genliği arasındaki ilişki, doğrudan arteriyel oksijen satürasyonu ile ilişkilidir. Dolayısıyla güvenilir bir pals oksimetre ölçümü için pulsatil bir nabız dalgası olması önemlidir. Doku perfüzyonunun iyi olmadığı ve pulsatil bir nabzın bulunmadığı durumlarda pals oksimetre ölçüm yapamayabilir ya da doğru ölçümler elde edemeyebilir.[3]

TABLO 1: Güvenilmez pals oksimetre değerlerinin sebepleri.

1. Aralıklı kesintiler veya okunamayan SaO_2
• Hipovolemi, vazokonstriksiyon gibi nedenlerle zayıf perfüzyon
2. Yanlış olarak SaO_2 'nun normal ya da yüksek okunması
• Karbonmonoksit zehirlenmesi
• Orak hücreli anemide vazookliziv krizler (yüksek Fetal hemoglobin)
3. Yanlış olarak SaO_2'nun düşük okunması
• Venöz pulsasyon varlığı
• Hastanın aşırı hareketli olması
• Kalıtsal anormal hemoglobin formları
• Şiddetli anemi
4. SaO_2'nun yanlış olarak düşük ve/veya yüksek okunabileceği durumlar
• Methemoglobinemi
• Sulfhemoglobinemi
• Septik şok, sepsis
• Prob yerleşiminin uygun olmaması
• Şiddetli hiperbilirübinemi

PROB SEÇİMİ VE KULLANIMI

Pals oksimetre problarının parmak, kulak memesi, burun ve alın gibi alanlarda uygulanması önerilir. Çünkü bu bölgelerin derisi örneğin göğüs duvarındaki deriye göre çok daha yüksek vasküler yoğunluğa sahiptir.[3] Alın gibi daha akral bölgeler vazokonstriksiyona karşı daha duyarsızdır. Parmak gibi periferik bölgeler ise vozokonstriksiyona duyarlıdır ve perfüzyon etkilenir. Klipsli ve yapışkanlı olmak üzere iki temel pals oksimetre probu vardır. Klipsli probların küçük parmakları kavramadaki güçlüğü ve çocuğun hareketiyle sıklıkla etkilenmesi nedeniyle yenidoğan ve küçük çocuklarda yapışkan problar tercih edilir. Hipotansiyon, düşük kardiyak output, hipotermi gibi vazokonstriksiyonun belirgin olduğu hasta gruplarında probu alın bölgesine yerleştirmek daha uygun olacaktır.[2,4-6] Prob seçimi ve yerleşimi uygun olsa bile bazı durumlarda prob ölçümü güvenilir olmayabilir.[1] Bu durumlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

KRİTİK KONJENİTAL KALP HASTALIKLARININ TARANMASI

Kritik konjenital kalp hastalığının(KKKH) tanımı farklı kaynaklarda küçük farklılıklar göstersede genellikle; duktus bağımlı olup, duktus kapandığında şok ve ölüm ile sonuçlanabilecek veya duktus bağımlı olmasa da ölüme yol açabilecek kalp hastalıklarını ifade eder.[7] KKKH sıklığı 1000 canlı doğumda 1 ile 1.8 arasında değişmektedir.[8] Erken tanı bu hastalıklarda gerekli medikal ve invaziv girişimlerin yapılabilmesi ile hayat kurtarıcı olmaktadır.[8] Özellikle prenatal tanısı bulunmayan grupta bu hastalıkların saptanması çok daha yüksek önem arz etmektedir. KKKH'nın bir çoğunda siyanoz hafif olabilir ve belirgin bir oskültasyon bulgusu olmayabilir. Dolayısıyla kollaps gelişene kadar bu bebekler oldukça sağlıklı görünebilirler ve bu nedenle fizik muayene taraması zorluklarla doludur. KKKH'nın hemen hepsinde siyanoz bulunmaktadır ancak genellikle hafif bir siyanozdur ve deneyimli klinisyenlerin bile gözünden kaçabilir. Pals oksimetre ile SaO_2 taranması ucuz, kolay ve non invaziv bir yöntem olarak uygulamaya 20 yıl önce girmiştir. Yapılan çalışmalarda pals oksimetre taramasının faydaları açıkça kanıtlanmıştır.[9-11] 2018'de yapılan bir metaanalize göre pals oksimetre taramasının sensitivitesi %78.1, spesivitesi ise %99.8 bulunmuştur.[12]

Pals oksimetre taramasının yararlarına rağmen hala tartışılan bazı konular bulunmaktadır. Taramanın zamanlaması, uygulanma şekli, pozitif sonuç için kabul edilecek SaO_2 değeri ve hastane dışı doğumlarda taramanın nasıl yapılacağı bu konulardan bazılarıdır. Özellikle yalancı pozitif tarama sonuçları pediatrik kardiyologlar başta olmak üzere bir çok sağlık çalışanın iş yükünü arttırmaktadır. Ayrıca yapılan değerlendirme tetkikleri ile de sağlık giderlerinin artmasına neden olmaktadır. Bu gibi tartışmalı konular nedeniyle yenidoğanlarda pals oksimetre tarama uygulaması, yapılan araştırma sonuçları ile birlikte sürekli güncellenmektedir. Yine bu nedenle farklı ülkelerin, farklı merkezlerin kabul ettiği uygulama yöntem ve eşik değerleri de birbirinden farklı olabilmektedir. Ortak bir konsensus ise bulunmamaktadır ve her ülkenin kendi protokolünü oluşturduğu görülmektedir.

PALS OKSİMETRE TARAMASININ ZAMANLAMASI

Doğumdan sonra ortaya çıkan fizyolojik değişiklikler ve duktus arteriozusun kapanması göz önüne alındığında taramanın zamanlaması oldukça önemli görülmektedir. Genellikle duktus arteriozusun kapanma süresi ortalama, erkeklerde 27 saat kızlarda 45 saat olarak saptanmıştır.[13] Ancak duktus arteriozus kapanma zamanı yenidoğanın preterm olması, annenin kullandığı ilaçlar, yüksek rakımlarda doğmuş olması gibi çok çeşitli faktörlerden etkilenebilir.[14,15] Bununla birlikte çalışmalarda kabul edilen duktus arteriozus kapanma zamanı sınırı 24 saattir. Sağlıklı bir yenidoğanın ise taburculuk zamanı genellikle 24 saat dolduğunda yapılmaktadır.[16] Yapılan çalışmalar ve metaanalizler ilk 24 saat içinde yapılan taramaların 24 saatten sonra yapılan taramalara göre anlamlı derecede yüksek yalancı pozitif sonuçlar verdiğini göstermektedir.[12,17] Bu nedene dayanarak Amerikan Pediatri Akademisi (APA) 24 saatten sonra tarama yapmayı benimsemiştir.[18] 24 satten önce ve sonra yapılan taramalar ile ilgili farklı çalışmalarda farklı sonuçlar çıktığı görülmektedir. Sensitivitenin benzer, yalancı pozitifliğin yüksek olduğunu gösteren bir çalışmada yalancı pozitif çıkan hastaların %79'unda hipoksiye neden olan başka ciddi medikal problemler (akciğer sorunları, sepsis vs…) saptanmıştır.[20] Bununla birlikte erken yapılan çalışmalar ile geç yapılan çalışmaların verileri analiz edildiğinde erken taramalarda sensitivitenin daha yüksek olduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır.[9,20,21] Ayrıca 24 saatten geç yapılan taramalarda KKKH'na sahip hastaların şok tablosu gibi ağır klinik tablolarda başvurduğu görülmektedir.[21] Bu verilere dayanarak Avrupa ve İngiltere ise ilk 24 saatte yapılan pals oksimetre taramalarını benimsemiştir.[20,22]

Ülkemizde ise 2021 yılında Sağlık Bakanlığı'mız tarafından hazırlanan kritik neonatal doğumsal kalp hastalıkları tarama rehberi'nde ise; bebeğin 24-48 saatlik olduğu zaman diliminde yapılması, eğer bebek 24 saatten erken taburcu edilecekse taburcu edilmeden önce yapılması önerilmektedir.[23]

POZİTİF TEST SONUCU İÇİN EŞİK DEĞERİ

Pals oksimetre tarama testinde pozitif kabul edilmesi gereken eşik SaO_2 değerini belirlemek zordur. Çünkü yalancı pozitif değerlerin ve yalancı negatif değerlerin sonuçlarında ortaya çıkabilecek zararları karşılaştırmak gerekir. Ancak dünya genelinde bir çok merkezin bir pals oksimetre taramasından hastanın geçemediğini kabul ettiği bazı ortak değerler bulunmaktadır; 1. herhangi bir ölçümün %90 altında olması, 2. sağ el veya ayaklarda bir saat ara ile yapılan üç ölçümde SaO_2 değerinin %95 altında olması, 3. sağ el ve ayak arasında en az bir saat ara ile yapılan üç ölçümde SaO_2 değerleri arasında %3'ten fazla fark olması durumlarında test pozitif kabul edilmektedir.[18,20,24,25]

Sağlık Bakanlığı'mızın oluşturduğu rehberde ise pozitif test sonucu şu şekilde tanımlanmaktadır; SaO_2 el ve ayakta ≥%95 ve el-ayak arasındaki fark ≤3 ise tarama testi sonucu "negatif, geçti" olarak yorumlanır. SaO_2 el veya ayakta ≤%89 ya da 1 saat arayla yapılan 2 testte el veya ayakta ≤%94 ya da el-ayak arasındaki fark ≥4 ise tarama testi sonucu "pozitif, kaldı" olarak yorumlanır.[23]

Test sonucunu yorumlarken dikkat edilmesi gereken bazı faktörler vardır; pals oksimetre taramasında belirlenen eşik değerler, düşük rakımlarda yapılmış çalışmalara dayanmaktadır. Yüksek rakımlı bölgelerde yapılan taramalarda oksijen saturasyonu düşük olduğundan yalancı pozitif test sonucu daha yüksek saptanabilir. Test yapılırken bebeğin derin uykuda olmaması ve böylece hipoventilasyonun oluşturacağı yalancı pozitiflikten kaçınılması önerilmektedir.[25]

PALS OKSİMETRE TARAMASI NASIL VE NE ŞEKİLDE YAPILMALI?

Tarama testi bebek uyanık ve sakin iken yapılmalıdır.[16] Bebek ağlıyorken, aşırı hareketli iken ve üşümüşken yapılması uygun değildir. Bebeğin beslenmesi sırasında solunum hızı artacağından beslenme sırasında yapılmamalıdır.[23] Tarama nabız oksimetre cihazı kullanılarak yapılır. Mümkünse tek kullanımlık problar tercih edilmelidir. Probum takıldığı alanlar temiz ve kuru olmalıdır. Probun ışık yayıcı kısmı elin veya ayağın üst kısmına yerleştirilmelidir.[23]

Bir diğer soru da taramanın preduktal alandan mı yoksa postduktal alandan mı yapılacağıdır. Sağ ele yerleştirilen prob preduktal SaO_2 değerini, herhangi bir ayağa yerleştirilen prob ise postduktal SaO2 değerini göstermektedir. Yapılan bir metaanalizde sadece postduktal saturasyon değerlendiren 11 çalışma ile hem preduktal hem postduktal saturasyon değerlendiren 8 çalışmanın verileri karşılaştırıldığında sensitivite, spesivite ve yalancı pozitif sonuçlar arasında anlamlı bir fark olmadığı görüldü.[12]

Ülkemizde ise 2021 yılında yayınlanan rehberde pals oksimetre taramasının hem preduktal hem postduktal olarak değerlendirilmesi benimsenmiştir. Prob sağ ele ve eş zamanlı veya ardışık olarak ayağa takılmalıdır.[23]

PALS OKSİMETRE TARAMA TESTİ SONUCU İLE NASIL BİR ALGORİTMA İZLENMELİ?

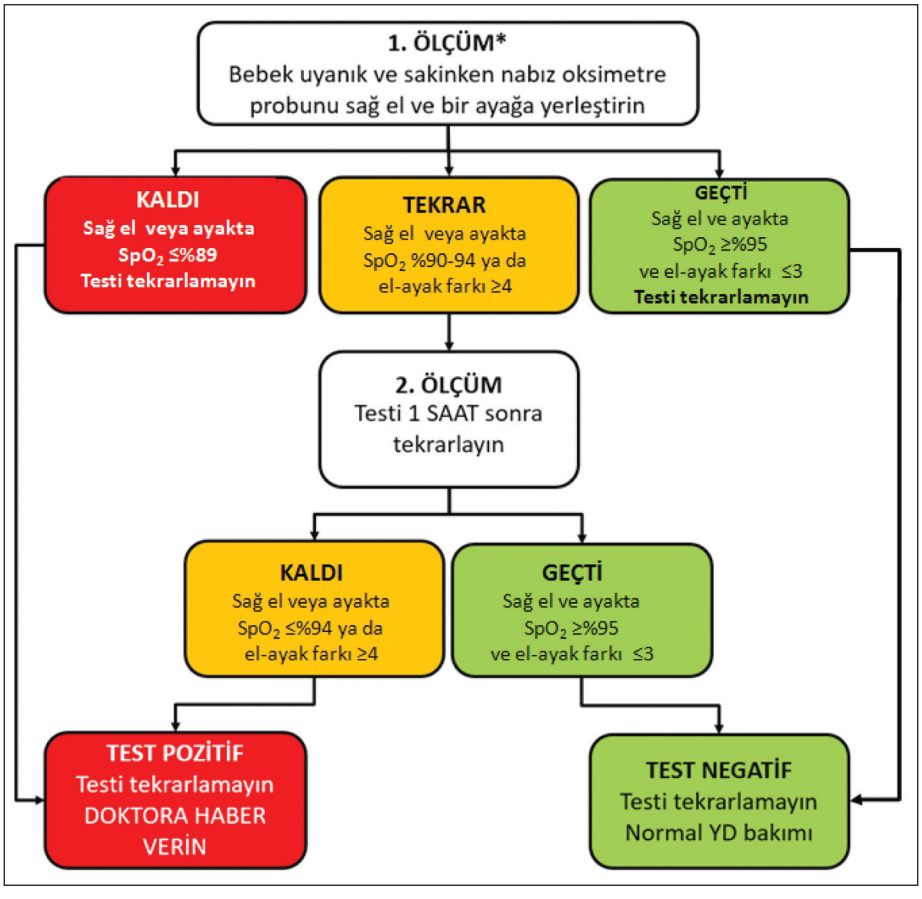
SaO_2 el ve ayakta ≥%95 ve el-ayak arasındaki fark ≤3 ise tarama testi sonucu "negatif, geçti" olarak yorumlanır. Test

negatif, doğumsal kalp hastalığına özgün ek belirti ve bulgular yoksa ileri inceleme önerilmez.[26] Prenatal tanı, klinik bulgular, dismorfik özellikler veya diğer nedenlerle endikasyon varsa kardiyolojik inceleme test negatif olsa bile yapılmalıdır.[23,26] SaO_2 el veya ayakta ≤%89 ya da 1 saat arayla yapılan 2 testte el veya ayakta ≤%94 ya da el-ayak arasındaki fark ≥4 ise tarama testi sonucu "pozitif, kaldı" olarak yorumlanır.[16,23,26] Bu durumlarda pediatrik kardiyoloji konsültasyonu istenmelidir. Bazı kaynaklar %89 ile %95 arasındaki saturasyon değerlerinde hastanın klinik değerlendirme bulgularına göre kardiyak dışı nedenlerin düşünüldüğü hastalarda kardiyolojik değerlendirme yapılmayabileceğini savunmaktadır.[21,22,27] Ülkemizde yayınlan kılavuzda belirlenmiş olan akış şeması Şekil 1'de sunulmuştur.[23]

YALANCI NEGATİF TEST SONUÇLARI

Tarama testi sonucunun yalancı pozitifliği, üzerinde çok tartışılmış bir konudur. Ancak tartışmaların sonucunda gelinen nokta yalancı pozitifliğin yararlarının zararları ile kıyaslanmayacak kadar fazla olduğudur.[12,16,19] Yalancı pozitif bebeklerin yapılan değerlendirmelerinde sepsis, akciğer sorunları gibi kalp dışı ciddi klinik sorunlar saptanmış ve hastaların erken tanı ve tedavisi mümkün olmuştur.[12,16] Ancak yalancı negatif sonuçlar doğumsal kalp hastalıklarının atlanmasına yol açabilir. Tarama testlerinin genel sensitivite oranlarının %75-80 arasında değiştiği görülmektedir. Bu da %25-30 oranında bebeğin testi geçtiği halde altta yatan bir doğumsal kalp hastalığı olduğunu gösterir.[26] Aort koarktasyonu ve kesintili arkus aortanın hipoksiye neden olma olasılığı düşüktür. Tarama testlerinde en çok atlanan tanılar bunlardır.[8,27] Ayrıca pulmoner kan akımının arttığı siyanotik doğumsal kalp hastalıklarında siyanozun belirsiz olabileceği de akılda tutulmalıdır.

Pals oksimetre tarama testi tek başına hiçbir değerlendirme yönteminin yerini almamalıdır. Klinik bulgular, fizik muayene bulguları ve diğer tarama testleri ile birleştirilerek sensitivite ve spesifite arttırılmalıdır.



ŞEKİL 1: T.C. Sağlık Bakanlığı neonatal kritik doğumsal kalp hastalığı tarama şeması.[24]
* Doğumun ardında 24 saat sonra ya da taburculuk öncesinde

KAYNAKLAR

1. Chan ED, Chan MM, Chan MM. Pulse oximetry: understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations. Respir Med. 2013;107(6):789-99. doi: 10.1016/j.rmed.2013.02.004.
2. Sinex JE. Pulse oximetry: principles and limitations. Am J Emerg Med. 1999;17(1):59-67. doi: 10.1016/s0735-6757(99)90019-0.
3. Mannheimer PD. The light-tissue interaction of pulse oximetry. Anesth Analg. 2007;105(6 Suppl):S10-S17. doi: 10.1213/01.ane.0000269522.84942.54.
4. Evans ML, Geddes LA. An assessment of blood vessel vasoactivity using photoplethysmography. Med Instrum. 1988;22(1):29-32.
5. Berkenbosch JW, Tobias JD. Comparison of a new forehead reflectance pulse oximeter sensor with a conventional digit sensor in pediatric patients. Respir Care. 2006;51(7):726-31.
6. MacLeod DB, Cortinez LI, Keifer JC, Cameron D, Wright DR, White WD, et al. The desaturation response time of finger pulse oximeters during mild hypothermia. Anaesthesia. 2005;60(1):65-71. doi: 10.1111/j.1365-2044.2004.04033.x.
7. Ewer AK, Furmston AT, Middleton LJ, Deeks JJ, Daniels JP, Pattison HM, et al. Pulse oximetry as a screening test for congenital heart defects in newborn infants: a test accuracy study with evaluation of acceptability and cost-effectiveness. Health Technol Assess. 2012;16(2):v-xiii, 1-184. doi: 10.3310/hta16020.
8. Ewer AK. Review of pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in newborn infants. Curr Opin Cardiol. 2013;28(2):92-6. doi: 10.1097/HCO.0b013e32835d7e42.
9. Riede FT, Wörner C, Dähnert I, Möckel A, Kostelka M, Schneider P. Effectiveness of neonatal pulse oximetry screening for detection of critical congenital heart disease in daily clinical routine--results from a prospective multicenter study. Eur J Pediatr. 2010;169(8):975-81. doi: 10.1007/s00431-010-1160-4.
10. Ewer AK, Middleton LJ, Furmston AT, Bhoyar A, Daniels JP, Thangaratinam S, et al; PulseOx Study Group. Pulse oximetry screening for congenital heart defects in newborn infants (PulseOx): a test accuracy study. Lancet. 2011;378(9793):785-94. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60753-8.
11. Turska Kmieć A, Borszewska Kornacka MK, Błaż W, Kawalec W, Zuk M. Early screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborns in Mazovia province: experience of the POLKARD pulse oximetry programme 2006-2008 in Poland. Kardiol Pol. 2012;70(4):370-6.
12. Plana MN, Zamora J, Suresh G, Fernandez-Pineda L, Thangaratinam S, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects. Cochrane Database Syst Rev. 2018;3(3):CD011912. doi: 10.1002/14651858.CD011912.pub2.
13. Emond A. Congenital heart disease. Health for all Children. 5th ed. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press; 2019. p.227-9.
14. Gillam-Krakauer M, Reese J. Diagnosis and management of patent ductus arteriosus. Neoreviews. 2018;19(7):e394-e402. doi: 10.1542/neo.19-7-e394.
15. de Klerk JCA, Engbers AGJ, van Beek F, Flint RB, Reiss IKM, Völler S, et al. Spontaneous closure of the ductus arteriosus in preterm infants: a systematic review. Front Pediatr. 2020;8:541. doi: 10.3389/fped.2020.00541.
16. Jullien S. Newborn pulse oximetry screening for critical congenital heart defects. BMC Pediatr. 2021;21(Suppl 1):305. doi: 10.1186/s12887-021-02520-7.
17. Thangaratinam S, Brown K, Zamora J, Khan KS, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborn babies: a systematic review and meta-analysis. Lancet. 2012;379(9835):2459-64. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60107-X.
18. American Academy of Pediatrics [Internet]. [Cited: August 13, 2019]. Newborn screening: critical congenital heart defects. 2019. Available from: https://www.aap.org/en-us/advocacyand-policy/aap-health-initiatives/pehdic/pages/newborn-screening-for-cchd.aspx
19. Ewer AK, Martin GR. Newborn pulse oximetry screening: which algorithm is best? Pediatrics. 2016;138(5):e20161206. doi: 10.1542/peds.2016-1206.
20. de-Wahl Granelli A, Wennergren M, Sandberg K, Mellander M, Bejlum C, Inganäs L, et al. Impact of pulse oximetry screening on the detection of duct dependent congenital heart disease: a Swedish prospective screening study in 39,821 newborns. BMJ. 2009;338:a3037. doi: 10.1136/bmj.a3037.
21. Narayen IC, Blom NA, Ewer AK, Vento M, Manzoni P, te Pas AB. Aspects of pulse oximetry screening for critical congenital heart defects: when, how and why? Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2016;101(2):F162-7. doi: 10.1136/archdischild-2015-309205.
22. Singh A, Rasiah SV, Ewer AK. The impact of routine predischarge pulse oximetry screening in a regional neonatal unit. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2014 Jul;99(4):F297-302. doi: 10.1136/archdischild-2013-305657.
23. T.C. Sağlık Bakanlığı. Neonatal Kritik Doğumsal Kalp Hastalıkları Tarama Rehberi. 1. Baskı. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayın; 2021.
24. Sánchez Luna M, Pérez Muñuzuri A, Sanz López E, Leante Castellanos JL, Benavente Fernández I, Ruiz Campillo CW, et al; en representación del Comité de Estándares de la Sociedad Española de Neonatología. Cribado de cardiopatías congénitas críticas en el periodo neonatal. Recomendación de la Sociedad Española de Neonatología [Pulse oximetry screening of critical congenital heart defects in the neonatal period. The Spanish National Neonatal Society recommendation]. An Pediatr (Engl Ed). 2018;88(2):112.e1-112.e6. Spanish. doi: 10.1016/j.anpedi.2017.06.011.
25. Kemper AR, Mahle WT, Martin GR, Cooley WC, Kumar P, Morrow WR, et al. Strategies for implementing screening for critical congenital heart disease. Pediatrics. 2011;128(5):e1259-67. doi: 10.1542/peds.2011-1317.
26. Ewer AK. Screening for critical congenital heart defects with pulse oximetry: medical aspects. Am J Perinatol. 2016;33(11):1062-6. doi: 10.1055/s-0036-1586110.
27. Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in newborn infants: should it be routine? Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2014;99(1):F93-5. doi: 10.1136/archdischild-2013-303968.