

Çocuk Acil Serviste Nabız Oksimetre Kullanımı

The Use of Pulse Oximetry in Pediatric Emergency Department: Review

Okşan DERİNÖZ,^a
Tuğba ŞİŞMANLAR^b

^aÇocuk Acil BD,
^bÇocuk Göğüs Hastalıkları BD,
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 02.02.2016
Kabul Tarihi/Accepted: 28.04.2016

Yazışma Adresi/Correspondence:
Okşan DERİNÖZ
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Acil BD, Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
oksan197@yahoo.com

ÖZET Oksijen saturasyonu günümüzde, özellikle kritik hastaların değerlendirilmesinde beşinci vital bulgu olarak kabul edilmektedir. İnsan gözü, hipoksiyi değerlendirme ve erken tanımda yetersizdir. Bu amaçla kullanılan nabız oksimetre cihazları 1900'lü yıllarda geliştirilmiş, günümüzde güncelliğini koruyan, kritik hastada hastanın oksijen saturasyonu değerini hızlı, girişim gerektirmeden ve ağrısız bir şekilde belirlememizi sağlayan cihazlardır. Çocukluk yaş grubunda ağırlı işlemler, özellikle solunum sıkıntısı olan çocuklarda solunum çabasının daha da artmasına ve hipokseminin derinleşmesine neden olabilmektedir. Günümüzde, yenidoğanlarda kardiyak tarama amaçlı da kullanım alanı bulan nabız oksimetre cihazları kolay ulaşılabilir, ucuz, farklı boyutlarda ve taşınabilir özelliktedir. Aynı zamanda, kritik hasta takibinin yapıldığı acil servis gibi bölümlerde hastaların sürekli monitörizasyonunu sağlayabilmektedir. Çeşitli tipleri bulunan nabız oksimetre cihazları temelde aynı prensiple; oksijen taşıyan hemoglobin ile oksijen taşımayan hemoglobinin iki farklı dalga boyundaki ışık emiliminin ölçümüyle çalışmaktadır. Ancak, probun yanlış yerleştirilmesi, hareket artefaktı ve ortam aydınlığı gibi cihaza ait nedenler ya da hemoglobino patiler, cilt pigmentasyonu ya da tırnakta oje olması gibi hastaya ait nedenler ölçüm hatalarına neden olabilmektedir. Tüm sağlık çalışanlarının, nabız oksimetre cihazlarını etkin bir şekilde kullanabilmesi için, nabız oksimetre cihazlarının hangi amaçla, nasıl kullanıldığını ve kullanırken nelere dikkat etmesi gerektiğini bilmeleri gerekmektedir. Bu çalışmada, nabız oksimetre cihazlarının kullanımı, tarihçesi, kullanım alanları, kullanımda dikkat edilmesi gereken durumlar ve kullanımındaki kısıtlılıklar ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Acil servis, hastane; çocuk; anoksi; oksimetre

ABSTRACT Oxygen saturation is considered as the fifth vital sign especially in critically ill patients. The human eye is inadequate to assess and diagnose early hypoxia. Pulse oximetry devices were developed in 1900, still keeping actuality, permit to determine the oxygen saturation quickly without interference and pain in critically ill patients. Painful procedures, especially in children with respiratory distress, could lead to increase in respiratory effort and deepening in hypoxia. Recently, pulse oximetry devices are also used for cardiac screening in newborns. The devices are cheap, portable, readily available, and in different sizes. They also provide continuous monitoring of patients in departments where clinically ill patients are followed such as pediatric emergency department. Various types of pulse oximetry devices work in the same working principle; calculation of absorption of oxyhemoglobin and deoxyhemoglobin in different wavelength. Reasons due to the devices such as incorrect insertion of the probe, movement artifacts, ambient light and also reasons due to the patient such as hemoglobinopathies, skin pigmentation or nail polish, could cause measurement errors. All health providers should know the aim of pulse oximetry use, how to use these devices and for what they should pay attention to when using them. In this review, the use of pulse oximetry, its history, using areas, and the points in the use were discussed in detail.

Key Words: Emergency service, hospital; child; anoxia; oximetry

doi: 10.5336/pediatr.2016-50615

Copyright © 2016 by Türkiye Klinikleri

Türkiye Klinikleri J Pediatr 2016;25(2):110-8

Nabız oksimetre cihazları, oksijen satürasyonunu hızlı, girişim gerektirmeden ve ağrısız bir şekilde ölçmemizi sağlayan cihazlardır. Başlıca kritik hastalarda kullanılmakla birlikte, hastaların hastaneler arası veya hastane içi nakillerinde, sedasyon uygulamaları sırasında oksijen satürasyonu (SO₂)'nun yakın izlemi için gereklidir.¹ Çocukluk yaş grubunda ağırlı işlemler, özellikle solunum sıkıntısı olan çocuklarda solunum çabasının daha da artmasına ve hipokseminin derinleşmesine neden olabilmektedir. İşte bu noktada nabız oksimetre cihazları, hastaya ağırlı bir işlem yapmadan SO₂'yi belirlememizi sağlamaktadır.² İşlemin ağrısız olması, ağırlı ve girişim gerektiren bir işlem olan kan gazı analizini ikinci plana atmıştır. Ancak, nabız oksimetre cihazlarının olmadığı veya etkin kullanılmadığı durumlarda hem asit-baz durumunun hem de oksijenizasyonun değerlendirilmesinde kan gazı analizinin altın standart yöntem olduğu unutulmalıdır.

Çocuk acil servise herhangi bir yakınma ile başvuran hastalarda, tek başına fizik muayene ve klinik bulgular ile hipoksinin varlığını saptamak oldukça güçtür. İnsan gözü, hipoksiyi değerlendirme ve erken tanımda yetersizdir. Hipoksinin hızla ve erken bir şekilde tanınması ciddi komplikasyonların gelişmesini önleyecektir. Bu nedenle, özellikle kritik hastaların hızlı ve doğru bir şekilde değerlendirilmesi gereken acil servislerde, hipoksinin varlığını saptamak için hızlı, etkin sonuç verebilecek yöntemler kullanılmalıdır. Nabız oksimetre cihazları ile bunu belirlemek mümkündür. SO₂'nin ölçümü, günümüzde beşinci vital bulgu olarak değerlendirilmektedir.³ Acil serviste klinik durumu ne olursa olsun her hasta için mutlaka bakılmalı ve kaydedilmelidir.

Günümüzde nabız oksimetre cihazları, birçok klinikte hastaların monitörizasyonunda sıkça kullanılmaktadır. Ancak, birçok hekim, bu teknolojinin kullanımına ait kısıtlılıkların farkında değildir.

Bu çalışma, günlük hasta pratiğinde sıkça kullanılan nabız oksimetre cihazlarının hangi amaçla, nasıl kullanıldığını ve kullanırken nelere

dikkat etmemiz gerektiğini vurgulamak amacıyla sunulmuştur.

TANIMLAMALAR

Nabız oksimetre cihazlarından elde edilen sonucun ne olduğunu tam olarak kavrayabilmek için bazı tanımlamaların bilinmesinde fayda vardır. Oksijen dolaşımında, çözünmüş hâlde ya da hemoglobin (Hb)'e bağlı olarak bulunur. Hb ise oksijen bağlama ve taşıma kapasitesine göre fonksiyonel veya non-fonksiyonel Hb olarak tanımlanabilir. Fonksiyonel Hb; oksijen taşıma kapasitesine göre oksihemoglobin (O₂ taşıyan hemoglobin-oksi-Hb) ya da deoksihemoglobin (O₂ taşımayan hemoglobin-deoksi-Hb) olarak sınıflandırılabilir. Nonfonksiyonel Hb ise O₂ taşıma ve bağlama kapasitesi olmayan Hb'dir. Bu Hb türü, karboksihemoglobin (COHb) ve methemoglobin (metHb) olarak bilinir.⁴

Nabız oksimetre cihazları, bize parsiyel arteriyel oksijen basıncından (PaO₂) ziyade, SO₂ sonucunu verir. PaO₂, arteriyel kanda çözünen oksijenin parsiyel basıncıdır. Bu değer, nabız oksimetre cihazları ile ölçülemez. SO₂ ise arteriyel kanda Hb'ye bağlı oksijenin doyumluk yüzdesidir. Yani, bizim nabız oksimetre cihazları ile belirlediğimiz SO₂'dir. Bu değer ayrıca, kan gazı analizi ile de elde edilebilir. Bu noktada, hastanın değerlendirilmesi sırasında sıklıkla eş anlamlı olarak kullanılan "hipoksi" ve "hipoksemi" kavramlarının aynı olmadığını da vurgulamak gerekir. "Hipoksi", dokulara oksijen sunumundaki yetersizlik iken; "hipoksemi", yetersiz oksijenizasyon demektir. Sonuç olarak; hipoksi, SO₂ ölçülerek belirlenirken; hipoksemi, PaO₂ değeri ile belirlenir.⁴

NORMAL DEĞERLER

Nabız oksimetre sonuçları yaşla ve rakımla değişiklik gösterebilir.^{5,6} Sağlıklı bebek ve çocuklarda deniz seviyesinde ortalama SO₂ değeri %97-99 (-2SD %95-96) iken bu değer yenidoğan ve daha küçük bebeklerde daha düşük (%93-100) olabilir.⁷⁻⁹ Orta rakımlı yerlerde SO₂ biraz daha düşüktür (ortalama %97-98, -2SD %93-96) ve yüksek rakımlara çıkıldıkça daha da azalır (>3.000 m; ortalama %86-91, -2SD %74-82).^{5,6,10-12}

Çocukların çoğunun SO_2 değerleri, 24 saat içinde ilerleyici bir dalgalanma gösterir. En düşük değerler sabah erken saatlerde görülürken; en yüksek değerler akşamüstü saatlerinde görülür. Bu değerler uyku ya da uyanıklıkla ilişkili değildir.¹³

TARİHÇE

Matthes, 1935 yılında bir kulak probu kullanarak ilk noninvaziv nabız oksimetreyi icat etmiştir.¹⁴ Bu cihaz, ışığın iki dalga boyu arasındaki farkını kullanarak, doku kalınlığı ve kan içeriği arasındaki değişkenliği belirleyebilmesine rağmen nabız akışını ölçememekte idi. Oksimetreyi geliştirme çalışmaları, İkinci Dünya Savaşı sırasında yüksek irtifada basınçlı kokpitlerde uçan pilotların oksijenizasyonlarını monitörize etmek için yoğunlaşmıştır.¹⁴ Bu ilk pulsatil olmayan cihazlar kapiller ve venöz kan arasındaki etkileşim nedeni ile arteriyel saturasyonu doğru ölçememiştir. Ayrıca, bu cihazlar kullanım ve taşıma için çok büyüktü.¹⁷ 1970 yılında "Hewlett Packard"lı bilim adamları ilk yaygın kullanılan, ticari kulak oksimetrelerini geliştirmişlerdir. Bu cihazla dokular $41^{\circ}C$ 'ye kadar ısıtılarak, bölgesel kan akımı artırılarak arteriyel saturasyon ölçülmekte idi.¹⁶ 1974 yılında Aoyagi, arteriyel SO_2 'nin dokulardan gelen ışık sinyallerinin pulsasyon miktarıyla ölçülebildiğini bulmuştur. Böylece dokuların ısıtılması ihtiyacı ortadan kalkmış ve bu cihaz günümüzde kullanılan nabız oksimetre cihazlarının öncüsü olmuştur.¹⁴

ENDİKASYONLARI VE KONTRENDİKASYONLAR

Nabız oksimetre cihazları, hipoksinin meydana gelebileceği tüm klinik alanlarda kullanılabilir. Bu cihazların kullanılması, arteriyel kan gazı örneklemelerini azaltabilir. Ayrıca, yenidoğan döneminde kardiyak hastalıkların varlığını saptamak için tarama amaçlı kullanılmaktadır. Cihazın kullanımı ile ilgili bilinen kesin bir kontrendikasyon yoktur.⁴

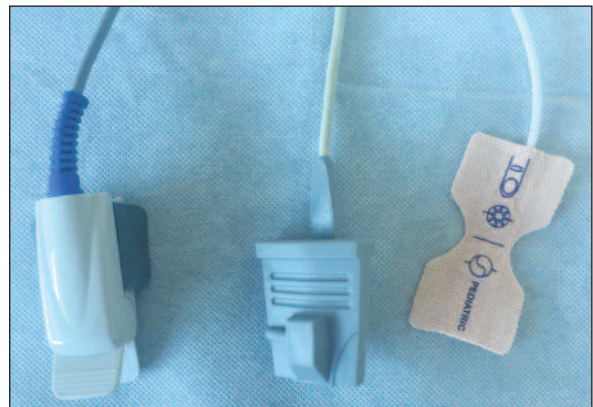
NABIZ OKSİMETRE CİHAZI NASIL ÇALIŞIR?

Nabız oksimetre cihazı, bir periferel prob ve bir mikroişlemci ünitesinden oluşur. Geleneksel ola-

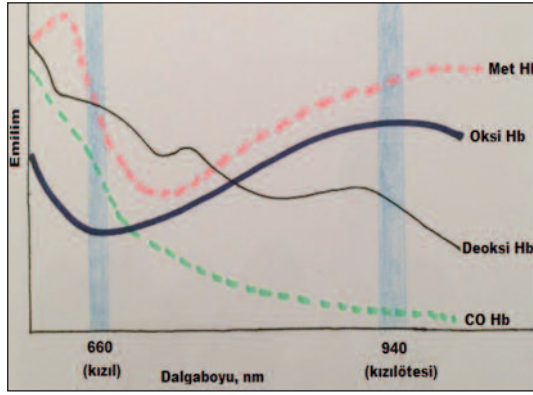
rak, periferel prob, bir fotodedektör ve ışığı yayan iki dioddan oluşur. Işığı yayan diodlardan her biri, farklı dalga boyunda ışığı yayar. Diodlar tarafından yayılan ışık, doku tarafından emilir ve emilen miktar da fotodedektör tarafından belirlenir. Bu bilgi sayesinde, mikroişlemciler, oksijen ve deoksi-Hb konsantrasyonunu belirler. Daha sonra oksijen-Hb yüzdesini hesaplar, arteriyel kanda Hb SO_2 'yi, arteriyel damarlardaki pulsatil kan akımına karşılık gelen dalga biçimini ve kalp hızını gösterir. Nabız oksimetre cihazı çalışma prensibi değerlendirildiğinde, farklı şekillerde oksijen ve deoksi-Hb'yi absorbe eder. Işık yayan diodlardan biri, dalga boyu 660 nm olan kızıl ışık yayarken, diğeri dalga boyu 940 nm'de olan kızılötesi (infrared) ışık yayar. 660 nm'de deoksi-Hb'nin ışığı absorpsiyonu oksijen-Hb'den fazla iken; 940 nm'de oksijen-Hb ışığı daha fazla absorbe eder.

Mikroişlemciler, sırasıyla oksijen ve deoksi-Hb konsantrasyonunu saptamak için, her bir dalga boyunda dokunun ışık absorpsiyonunu analiz eder. Daha sonra SO_2 'yi hesaplamak için; oksijen-Hb konsantrasyonunu, oksijen ve deoksi-Hb konsantrasyonunun toplamına böler (yani; $SO_2 = \text{oksi-Hb} / (\text{oksi-Hb} + \text{deoksi-Hb})$) (Resim 1a-c, Şekil 1).^{4,18}

Cihazın doğru ölçüm yapabilmesi için, fotodedektör ile ışığı yayan diodların karşılıklı olması, dokunun bu iki prob arasında birbirine paralel uzanması gerekmektedir. Fotodiodlar, pulsatil veya nonpulsatil kan akımı sırasında, ışığın emilimini kaydetmek için saniyede birkaç yüz defa açılıp ka-



RESİM 1: a, b. Yeniden kullanılabilen nabız oksimetre probları; c. Tek kullanımlık nabız oksimetre probu.



ŞEKİL 1: Farklı dalga boylarında farklı hemoglobinlerin ışığı emme özellikleri gösterilmiştir. Vertikal hatlar, nabız oksimetre cihazının gördüğü kızıl ve kızıl ötesi dalga boyunu göstermektedir (Uzm. Dr. Tuğba Şişmanlar tarafından çizilmiştir).

panmaktadır. Pulsatil kan akımı sırasında, arteriyel kan akımı, çevre dokular ve venöz kanın ışığı absorpsiyonu saptanabilir. Pulsatil olmayan kan akımı sırasında ise venöz kan ve çevre dokuların ışığı emilimi saptanabilir. Mikroişlemciler, arteriyel kanın ışığı emilimini izole edebilmek için hem pulsatil hem de nonpulsatil kan akışı sırasındaki ışık emilimini karşılaştırır ve böylece SO_2 hesaplanır.⁴

Nabız oksimetre cihazları, hem kalitatif hem de kantitatif veriler sağlar. Kalitatif veriler, nabız oksimetre cihazının yaydığı sesler aracılığı ile elde edilir. Cihazın çalışırken çıkardığı “bip bip” sesleridir. Bu sesler SO_2 seviyesi ile ilişkilidir. Yüksek perdeli sesler, yüksek SO_2 'yi, düşük perdeli sesler düşük SO_2 'yi gösterir. Kantitatif veriler ise arteriyel kan akımına karşılık gelen pulsatil dalganın ekrana yansması ile elde edilir, ekrana yansıyan rakamlar, SO_2 ve kalp hızı verileridir.⁴

NABIZ OKSİMETRE ÇEŞİTLERİ

Pille veya batarya ile çalışan modeller olduğu gibi, parmak tipi veya konsol tipi nabız oksimetre cihazları da mevcuttur (Resim 2, 3). Hepsinin kullanım amacı aynıdır. Cihazlarda alarm sınırları vardır. Hasta için kritik olan sınırlar cihazlara kayıt edilir ve bu sınırların dışında ölçüm yaptığında, cihaz sesli ve görsel şekilde alarm verir. Tüm nabız oksimetreler benzer metotlarla ölçüm yaparlar. Cihazlardaki fark, sensör kalitesi, batarya, alarmlar gibi özelliklerden kaynaklanır. Bu cihazların kullanımını etkileyen bazı dış koşullar vardır. Bu dış

koşullardan en az şekilde etkilenmek için kaliteli bir nabız oksimetre cihazı tercih edilmelidir. Aksi hâlde ölçümler yanlış olabilmektedir.

ÖLÇÜM HATALARI VE KISITLILIKLAR

Nabız oksimetre cihazlarının kullanımını sırasında ölçüm hataları ortaya çıkabilir. Zayıf perfüzyon, hasta hareketi, yanlış prob kullanımı nedeni ile ortaya çıkan sinyal bozuklukları, takipne, metHb, COHb ve siyanotik kalp hastalıkları, nabız oksimetre sonuçlarını yanıltabilir.^{4,18,19}

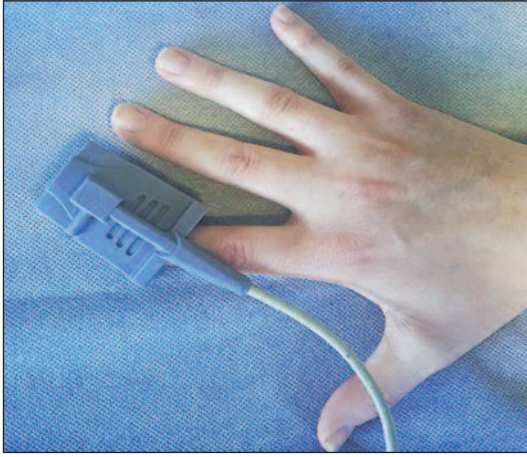
Nabız oksimetre okumaları sırasında, ölçüm hatalarını ortadan kaldırmak için en önemli yol; şüpheci olmaktır. Yanlış veya hatalı okuma demeden önce, hastanın klinik durumu mutlaka değer-



RESİM 2: Parmak probu nabız oksimetre.



RESİM 3: Doğru şekilde yerleştirilmiş parmak probu ile nabız oksimetre ekranındaki nabız trasesinin masa tipi nabız oksimetre cihazındaki görünümü.



RESİM 4: Parmak probunun yanlış yerleştirilmesi.

lendirilmelidir. Hekim, hastanın klinik olarak stabil olduğu kanaatine vardığında alete ait sorunlar değerlendirilmelidir. Önce bağlantı kablosunun takılı olup olmadığına bakılmalıdır. Kablo ile ilgili sorun yok ise prob içindeki kırmızı ışığın yanıp yanmadığı kontrol edilmelidir. Kırmızı ışık yanmıyorsa yeniden kablo kontrol edilmelidir. Kırmızı ışık yanmıyorsa probu önce kendi parmağımıza takarak ölçüm elde edilmeli, buna rağmen elde edilen sonuç güvenilir değilse kan gazı analizi yapılmalıdır.^{4,20}

Ölçüm hataları, cihaza ve hastaya ait sorunlar olarak sınıflandırılabilir.

1) Cihaza ait ölçüm hataları: En sık saptanan ve ortaya çıkan yanlış okuma nedenleri, probun uygunsuz bir şekilde yerleştirilmesi, hareket artefaktı, ortamın aydınlığı ve elektromanyetik radyasyon varlığıdır.

A. Probu uygunsuz şekilde yerleştirilmesi; bu sorun, sıklıkla bebeklerde ve küçük çocuklarda ortaya çıkmaktadır. Parmaklarının küçük olmasından dolayı, uygun probu bulmak ve hareket artefaktını engellemek çok güçtür. Bu problem, ışık kaynağı ile dedektör birbirine paralel denk getirildiğinde azaltılabilir.²¹ Acil serviste, özellikle kritik hastada yapılan girişim sayısının fazla olması nedeni ile, cihazın probunu yerleştirecek uygun ekstremitayı bulmak zordur. Örneğin; sensör, kan basıncı manşonu veya arteriyel line ile aynı ekstremiteye yerleştirildiğinde yanlış okumalar olabilir, bu durumdan kaçınılmalıdır.²² Yine acil serviste, perfüzyon bozukluğu olan hastalarda probun takılacağı alan da ölçümün doğruluğunu etkileyebilir. Bu nedenle, düşük perfüzyon durumunda parmak problemlerini alıp, burun veya kulak memesinden uygulamak daha doğrudur.²³ Transözofageal problemler de geliştirilmiştir ve bu problemlerin, hasta ısısı, ortalama arteriyel kan basıncı değişikliklerinden veya probun yerleştirildiği alandaki periferik vazokonstriksiyondan daha az etkilendiği gösterilmiştir.^{24,25} Kardiyopulmoner baypas sırasında, periferik perfüzyonun bozulduğu durumlarda, prob bölgelerini karşılaştıran bir çalışmada, parmağa yerleştirilen problemlerin daha güvenilir olduğu bulunmuştur. Ayrıca, kulağa yerleştirilen problemlerin hipoksiyi algılama süresi parmak problemlerinden daha hızlıdır. Bradikardi durumunda yanıt zamanının uzayabileceği de unutulmamalıdır (Resim 3-5a,b).²⁶

B. Hareket artefaktı; Sıklıkla titreme, nöbet, sensör üzerine bası uygulanması veya hastanın am-



RESİM 5: a. Oje olmayan parmakta, parmağın dorsoventral yüzüne yerleştirilmiş prob görüntüsü; b. Oje olan parmakta parmağın yan taraflarına yerleştirilmiş probun görüntüsü.

bulans veya helikopter ile taşınması sırasında hareket artefaktı ortaya çıkabilir. Bu nedenle, hareket artefaktından daha az etkilenecek yeni nesil nabız oksimetre cihazları geliştirilmektedir.^{27,28} Birçok nabız oksimetre cihazı, arteriyel nabız sinyali olarak ekrana dalga formunu aktarır. Artefakt değişiklikleri veya azalmış arteriyel nabız, bu dalga için belirgin olabilir ve proba yeniden pozisyon verilmesi sinyali düzeltir.

C. Ortamın aydınlığı; Yoğun gün ışığı, floresan, parlak akkor lambalar, ksenon, fototerapi ve infrared ışık kaynaklarının nabızın okunması sırasında artefakta neden oldukları bildirilmiştir.^{18,29} Sensörün fazla ışık almasını engelleyecek bir madde ile sarılması bu ölçüm hatasını azaltabilir.

D. Elektromanyetik radyasyon; Hastanede kullanılan birçok cihaz ve cep telefonları bir elektromanyetik alan oluşturmaktadır. Özellikle manyetik rezonans (MR) çekimi sırasında nabız oksimetre cihazları ile transportu sağlanan hastaların saturasyon ölçümlerinde yanlışlıklar olabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, kullanılacak olan nabız oksimetre cihazlarının MR ile uyumlu olmasına dikkat edilmelidir.⁴ Ayrıca, MR çalışmalarına giden hastalarda, nabız oksimetre problemleri altında ikinci ve üçüncü derece yanıklar bildirilmiştir.³⁰

2) Hastaya ait ölçüm hataları: Nabız oksimetre cihazları ile ölçüm sırasında her ne kadar cihaz ile ilgili teknik sorunların olmadığı, uygun cihazın ve uygun probun kullanıldığı varsayıldığında, hastaya ait bazı klinik durumlar ve ek sağlık sorunları ölçüm hatalarına neden olabilir. Oksimetre sonuçları, anormal Hb varlığından, oje, cilt rengi, hipoperfüzyon, anemi, venöz konjesyon gibi durumlarda yanlış sonuçlar verebilir. Standart nabız oksimetre cihazları, iki dalga boyunda (660-940 nm) doku geçişini total Hb'ninoksi-Hb'e oranını belirleyerek arteriyel SO₂'yi belirler. Ancak, COHb, metHb ve diğer Hb varlığında güvenilir değildir.³¹

A. Anormal hemoglobinler; nabız oksimetre ile değerlendirilebilirler. Onların emilim özellikleri,oksi- veya deoksi-Hb özelliklerine benzerdir.

1) Çocuk acil serviste en sık karşılaşılan, anormal hemoglobinopati nedeni karbonmonok-

sit (CO) zehirlenmesidir. Acilde, özellikle kış aylarında sıklıkla karşımıza çıkan CO zehirlenmelerinde, Hb üzerinde oksijen bağlanma bölgesine CO daha yüksek bir afinite ile bağlanarak, dokulara oksijen sunumunun bozulmasına ve böylece hipoksi gelişimine neden olmaktadır. Örneğin; CO zehirlenmesinde, COHb,oksi-Hb olarak aynı (kırmızı) dalga boyunda ışığı absorbe eder, SO₂'nin fazla ölçülmesine yol açar.¹ CO zehirlenmesindeki yüksek COHb seviyeleri, yanlış güvenirlilikle, yaşamı tehdit eden arteriyel desaturasyonu maskeleyebilir. Standart nabız oksimetre cihazları,oksi-Hb'den COHb ayırt edemediği için, CO zehirlenmesinde tarama amaçlı kullanılmamalıdır.^{32,33} COHb fotospektroskopik olarak ölçülebilen noninvaziv nabız ko-oksometreler (Rad-57) geliştirilmiştir. Ancak, bununla ilgili ön çalışmalarda sonucun doğruluğu sorgulanmaktadır.³⁴⁻³⁷ COHb, yanlış yüksek SO₂ ölçümlerine neden olabilir.⁴ Bu aletlerin geçerliliği kabul edilene kadar, CO zehirlenmesi olan hastalarda standart laboratuvar tetkikleri, yani kan gazında COHb düzeyinin saptanması önerilmektedir. CO zehirlenmesinde tanı, öykü, fizik muayene ve arteriyel kan gazında ko-oksimetre cihazı ile ölçülen yükselmiş COHb seviyesi ile konur. Hemodinamik olarak stabil hastalarda, venöz örnekler doğru sonuç verebilir ve kullanımı uygundur.^{38,39}

2) Çocuk acil serviste daha nadir olarak karşılaşılan anormal hemoglobinopatilerden biri olan metHb, 600-900 nm'de ışığı absorbe eder.²³ metHb seviyesi %20'nin üzerine çıktığında, arteriyel SO₂ metHb yüzdesinin yaklaşık yarısı kadar düşer. metHb yüksek seviyelere çıktığında, SO₂,oksi-Hb gerçek yüzdesine bakılmaksızın %85'e doğru iner.^{30,40-42} metHb,oksi-Hb'nin gerçek konsantrasyonuna bağlı olarak yanlış yüksek veya düşük okumalara neden olabilir.⁴ Bu nedenle, rutin nabız oksimetre, metHb varlığında SO₂'yi monitörize etmek için genellikle uygun değildir ve metHb tanısında kullanılmamalıdır.³¹

3) Nabız oksimetre cihazları, normal Hb yapısına sahip bireylerde nasıl ölçüm yapıyorsa, "orak hücre anemisi" olan hastalarda da aynı şekilde ölçüm yapar. Ancak, yanlış yüksek veya düşük çıkan hastalar olduğu da bildirilmektedir.^{43,44} Bu

hastalar, hastalığa bağlı pulmoner komplikasyonlar nedeni ile hipoksi için risk altındadır. Bu nedenle cihaza ait ölçümler dikkate alınmalı, klinik ile uyumsuz bir veri elde edildiğinde mutlaka kan gazı analizi yapılmalıdır.

4) Fetal hemoglobin: Fetal Hb, erişkin Hb ile aynı değerleri verir.⁴⁵

B. Dolaşım Bozukluğu: Hemodinamik instabilite/şok, vazokonstriksiyon, ekstremitelerde elestasyonu veya hipotermi nedeni ile ekstremitenin zayıf perfüzyonu nedeni ile, nabız oksimetre cihazları pulsatil ve nonpulsatil akımlar arasındaki ayrımı yeterince yapamaz ve meydana gelen sinyal yetersizliği nedeni ile, yanlış değerlerin ölçülmesine neden olurlar.^{46,47} Erişkinlerde, standart nabız oksimetrelerin güvenilirliği, sistolik kan basıncının <80 mmHg değerlerinde dramatik olarak azalır, genellikle gerçek arteriyel SO_2 'nin altında bir değer ile sonuçlanır.⁴⁸ Ölçümler, etkilenen ekstremitenin kuvvetlice ovulması, ısı uygulanması veya topikal vazodilatörlerin kullanımı ile iyileştirilebilir.^{15,29,43} Alın sensörlerinin hipoperfüzyonu olan hastalarda kullanılması, diğer nabız oksimetre cihazlarından daha güvenilir olabilir.⁴⁹

C. Anemi: Yapılan in vitro ve hayvan çalışmaları, derin anemisi olan hastalarda nabız oksimetre ile ölçümlerin güvenilir olmayabileceğini göstermiştir.⁴³ İn vivo çalışmalarda, düşük Hb konsantrasyonu varlığında, SO_2 %80 değerinin altına indiğinde yanlış düşük değerler okuyabileceği,³⁰ fakat bu etkilerin, Hb seviyesi <5 g/dL oluncaya kadar, klinik öneminin olmadığı gösterilmiştir.^{50,51}

D-Diyabet: Glukolize hemoglobin A1c (HbA1c), kötü kontrollü Tip 2 diyabette %7'nin üzerindeki glukolize HbA1c'nin nabız oksimetre cihazlarında SO_2 'yi daha yüksek değerlerde ölçtüğü saptanmıştır. Bunun nedeni, Hb'nin oksijen afinitesinin yüksek olmasıdır. Bu nedenle, bu hastalarda hipoksemiye değerlendirmek için arteriyel kan gazı değerlendirmesi yapılmalıdır.⁵²

E. Venöz konjesyon: Kardiyomiyopati veya triküspit kapak yetmezliği nedeni ile meydana gelen venöz konjesyon durumlarında, venöz pulsasyon üretilmemesi nedeni ile yanlış düşük sonuçlar okunabilir.³⁰

F. Cilt pigmentasyonu: Cilt renginin, nabız oksimetre cihazında elde edilen sonuçlara etkisi tartışmalıdır. Teorik olarak, cilt renginin ölçüme etkisi olmamalıdır. Bu, hiperbilirubinemi nedeni ile bozulmuş pigmentasyonu da içerebilir.⁵³ Hiperbilirubinemide, ışığın emilimi farklı olduğundan nabız oksimetre etkilenmez. Bilirubin seviyesi 20 mg/dL'ye çıkana kadar güvenilir sonuçlar verir.²⁶ Ancak, hemolitik sarılıkta aynı zamanda COHb artışı olduğundan düşük SpO_2 sinyali alınabilir.⁵⁴ Yanlışlıkla düşük nabız oksimetre okumaları, bronz bebek sendromlu çocuklarda da bildirilmiştir.⁵⁵ Prob, kulak memesi veya elin beşinci parmağı gibi pigmentasyonun göreceli olarak daha az olduğu yerlere takılabilir.²⁶

G. Ojeler: Özellikle 660 nm ve/veya 940 nm ışığı absorbe ediyorsa nabız oksimetre sonuçlarını etkileyebilir.^{4,40,56} Siyah, yeşil ve mavi oje süren gönüllülerde yapılan çalışmalarda, SO_2 'nin sırasıyla %3, %5 ve %6 oranında düştüğü görülmüştür.²⁰ Bu nedenle, probun takılacağı ekstremitedeki oje çıkartılmalı, çıkartılmıyorsa prob, parmağın dorsoventral yüzüne değil, yan taraflarına yerleştirilmelidir.³⁰ Kırmızı ojenin, nabız oksimetre cihazının sonuçlarını etkilemediği düşünülmektedir. Özellikle yeni nesil cihazlarda, bu etkilenimler daha azdır (Resim 5).⁵⁷

KOMPLİKASYONLAR

Nabız oksimetre cihazları genel olarak güvenilir cihazlar olmasına rağmen, işleme bağlı bazı komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Probon içindeki ışığı emen diodların fazla ısınması nedeni ile probun uygulandığı bölgede yanıklar meydana gelebilir. Eğer prob çok sıkı bir şekilde ekstremiteye bağlanırsa, yine iskemik baskı nekrozu gelişebilir ya da yoğun bakım hastalarında uzun süreli mekanik ventilasyon işlemi sırasında kullanılan parmak probu, parmakta sertlik gelişmesine neden olabilir.⁴

SONUÇ

Nabız oksimetre cihazları, hasta başında uygun şekilde kullanılırsa, yaşam kurtarıcı olacaktır. Ayrıca,

hastalara kan gazı almak için yapılacak girişim sayısını azaltacak ve hastanın sürekli monitörizasyonunu sağlayacaktır. Bu nedenle, başta çocuk acil servislerinde çalışan sağlık personeli olmak üzere,

kritik hasta takibi yapan tüm bölüm çalışanlarının, nabız oksimetre fonksiyonları ve ölçümlerin yorumlanması konusunda yeterli bilgi sahibi olmaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Sarnaik AP, Clark JA, Sarnaik AA. Respiratory distress and failure. In: Kliegman RM, Stanton BF, ST Geme JW, Schor NF, eds. Nelson Textbook of Pediatrics. Chapt. 71. 20th ed. Philadelphia: Elsevier, Inc; 2016. p.528-45.
- Jubran A. Pulse oximetry. Intensive Care Med 2004;30(11):2017-20.
- Neff TA. Routine oximetry. A fifth vital sign? Chest 1988;94(2):227.
- Ortega R, Hansen CJ, Elterman K, Woo A. Videos in clinical medicine. Pulse Oxymetry. N Engl J Med 2011;364(16):e33.
- Huicho L, Pawson IG, León-Velarde F, Rivera-Chira M, Pacheco A, Muro M, et al. Oxygen saturation and heart rate in healthy school children and adolescents living at high altitude. Am J Hum Biol 200;13(6):761-70.
- Weitz CA, Garrutto RM. A comparative analysis of arterial oxygen saturation among Tibetans and Han born and raised at high altitude. High Alt Med Biol 2007;8(1):13-26.
- Mau MK, Yamasato KS, Yamamoto LG. Normal oxygen saturation values in pediatric patients. Hawaii Med J 2005;64(2):42, 44-5.
- Balasubramanian S, Suresh N, Ravichandran C, Dinesh Chand GH. Reference values for oxygen saturation by pulse oximetry in healthy children at sea level in Chennai. Ann Trop Paediatr 2006;26(2):95-9.
- Laman M, Ripa P, Vince JD, Tefuarani N. Reference values for pulse oximetry in healthy children in coastal Papua New Guinea. P N G Med J 2009;52(1-2):8-12.
- Lozano JM, Duque OR, Buitrago T, Behaine S. Pulse oximetry reference values at high altitude. Arch Dis Child 1992;67(3):299-301.
- Gamponia MJ, Babaali H, Yugar F, Gilman RH. Reference values for pulse oximetry at high altitude. Arch Dis Child 1998;78(5):461-5.
- Schult S, Canelo-Aybar C. Oxygen saturation in healthy children aged 5 to 16 years residing in Huayllay, Peru at 4340 m. High Alt Med Biol 2011;12(1):89-92.
- Vargas MH, Heyaime-Lalan J, Pérez-Rodríguez L, Zúñiga-Vázquez G, Furuya ME. Day-night fluctuation of pulse oximetry: an exploratory study in pediatric inpatients. Rev Invest Clin 2008;60(4):303-10.
- Severinghaus JW, Astrup PB. History of blood gas analysis. VI. Oximetry. J Clin Monit 1986;2(4):270-88.
- Pierson DJ. Pulse oximetry versus arterial blood gas specimens in long-term oxygen therapy. Lung 1990;168(Suppl):782-8.
- Mendelson Y. Pulse oximetry: theory and applications for noninvasive monitoring. Clin Chem 1992;38(9):1601-7.
- Stoneham MD. Uses and limitations of pulse oximetry. Br J Hosp Med 1995;54(1):35-41.
- Fouzas S, Priftis KN, Anthracopoulos MB. Pulse oximetry in pediatric practice. Pediatrics 2011;128(4):740-52.
- Dieckmann RA. Pediatric assessment. In: Fuchs S, Yamamoto L, American Academy of Pediatrics, American Collage of Emergency Physicians. APLS: The Pediatric Emergency Medicine Resource. Chapt. 1. 5th ed. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning; 2012. p.2-37.
- Ralston AC, Webb RK, Runciman WB. Potential errors in pulse oximetry. III: Effects of interferences, dyes, dyshaemoglobins and other pigments. Anaesthesia 1991;46(4):291-5.
- Moyle JT. Uses and abuses of pulse oximetry. Arch Dis Child 1996;74(1):77-80.
- Mardirossian G, Schneider RE. Limitations of pulse oximetry. Anesth Prog 1992;39(6):194-6.
- Mengelkoch LJ, Martin D, Lawler J. A review of the principles of pulse oximetry and accuracy of pulse oximeter estimates during exercise. Phys Ther 1994;74(1):40-9.
- Vicenzi MN, Gombotz H, Krenn H, Dorn C, Rehak P. Transesophageal versus surface pulse oximetry in intensive care unit patients. Crit Care Med 2000;28(7):2268-70.
- Kyriacou PA, Powell S, Langford RM, Jones DP. Esophageal pulse oximetry utilizing reflectance photoplethysmography. IEEE Trans Biomed Eng 2002;49(11):1360-8.
- Demirkol D. [Chapter 9: Noninvasive measurements/monitorization]. Karaböcöoğlu M, Köroğlu T, editörler. Çocuk Yoğun Bakım Esas ve Uygulamalar. 1.Baskı. İstanbul: Medikal Yayıncılık; 2008. s.101-29.
- Barker SJ. "Motion-resistant" pulse oximetry: a comparison of new and old models. Anesth Analg 2002;95(4):967-72.
- Gehring H, Hornberger C, Matz H, Konecny E, Schmucker P. The effects of motion artifact and low perfusion on the performance of a new generation of pulse oximeters in volunteers undergoing hypoxemia. Respir Care 2002;47(1):48-60.
- Hanning CD, Alexander-Williams JM. Pulse oximetry: a practical review. BMJ 1995; 311(7001):367-70.
- Severinghaus JW, Kelleher JF. Recent developments in pulse oximetry. Anesthesiology 1992;76(6):1018-38.
- Haymond S, Cariappa R, Eby CS, Scott MG. Laboratory assessment of oxygenation in methemoglobinemia. Clin Chem 2005;51(2): 434-44.
- Bozeman WP, Myers RA, Barish RA. Confirmation of the pulse oximetry gap in carbon monoxide poisoning. Ann Emerg Med 1997; 30(5):608-11.
- Tremper KK, Barker SJ. Pulse oximetry. Anesthesiology 1989;70(1):98-108.
- Sebbane M, Claret PG, Mercier G, Lefebvre S, Théry R, Dumont R, et al. Emergency department management of suspected carbon monoxide poisoning: role of pulse CO-oximetry. Respir Care 2013;58(10): 1614-20.
- Weaver LK, Churchill SK, Deru K, Cooney D. False positive rate of carbon monoxide saturation by pulse oximetry of emergency department patients. Respir Care 2013;58(2): 232-40.
- Barker SJ, Curry J, Redford D, Morgan S. Measurement of carboxyhemoglobin and methemoglobin by pulse oximetry: a human volunteer study. Anesthesiology 2006;105(5): 892-7.
- Annabi EH, Barker SJ. Severe methemoglobinemia detected by pulse oximetry. Anesth Analg 2009;108(3):898-9.
- Touger M, Gallagher EJ, Tyrell J. Relationship between venous and arterial carboxyhemoglobin levels in patients with suspected carbon monoxide poisoning. Ann Emerg Med 1995;25(4):481-3.

39. Lopez DM, Weingarten-Arams JS, Singer LP, Conway EE Jr. Relationship between arterial, mixed venous, and internal jugular carboxyhemoglobin concentrations at low, medium, and high concentrations in a piglet model of carbon monoxide toxicity. *Crit Care Med* 2000;28(6):1998-2001.
40. Grace RF. Pulse oximetry. Gold standard or false sense of security? *Med J Aust* 1994; 160(10):638-44.
41. Barker SJ, Tremper KK, Hyatt J. Effects of methemoglobinemia on pulse oximetry and mixed venous oximetry. *Anesthesiology* 1989;70(1):112-7.
42. Wright RO, Lewander WJ, Woolf AD. Methemoglobinemia: etiology, pharmacology, and clinical management. *Ann Emerg Med* 1999;34(5):646-56.
43. Lindberg LG, Lennmarken C, Vegfors M. Pulse oximetry-clinical implications and recent technical developments. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995;39(3):279-87.
44. Ortiz FO, Aldrich TK, Nagel RL, Benjamin LJ. Accuracy of pulse oximetry in sickle cell disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159(2):447-51.
45. Mendelson Y. Pulse oximetry: theory and applications for noninvasive monitoring. *Clin Chem* 1992;38(9):1601-7.
46. Van de Louw A, Cracco C, Cerf C, Harf A, Duvaldestin P, Lemaire F, et al. Accuracy of pulse oximetry in the intensive care unit. *Intensive Care Med* 2001;27(10):1606-13.
47. Talke P, Stapelfeldt C. Effect of peripheral vasoconstriction on pulse oximetry. *J Clin Monit Comput* 2006;20(5):305-9.
48. Hinkelbein J, Genzwuerker HV, Fiedler F. Detection of a systolic pressure threshold for reliable readings in pulse oximetry. *Resuscitation* 2005;64(3):315-9.
49. Schallom L, Sona C, McSweeney M, Mazuski J. Comparison of forehead and digit oximetry in surgical/trauma patients at risk for decreased peripheral perfusion. *Heart Lung* 2007;36(3):188-94.
50. Perkins GD, McAuley DF, Giles S, Routledge H, Gao F. Do changes in pulse oximeter oxygen saturation predict equivalent changes in arterial oxygen saturation? *Crit Care* 2003;7(4):67-71.
51. Schnapp LM, Cohen NH. Pulse oximetry. Uses and abuses. *Chest* 1990;98(5):1244-50.
52. Pu LJ, Shen Y, Lu L, Zhang RY, Zhang Q, Shen WF. Increased blood glycohemoglobin A1c levels lead to overestimation of arterial oxygen saturation by pulse oximetry in patients with type 2 diabetes. *Cardiovasc Diabetol* 2012;11:110.
53. Poets CF, Southall DP. Noninvasive monitoring of oxygenation in infants and children: practical considerations and areas of concern. *Pediatrics* 1994;93(5):737-46.
54. Callahan JM. Pulse oximetry in emergency medicine. *Emerg Med Clin North Am* 2008; 26(4):869-79.
55. Hussain SA. Pulse oximetry interference in bronze baby syndrome. *J Perinatol* 2009; 29(12):828-9.
56. Desalu I, Diakparomre OI, Salami AO, Abiola AO. The effect of nail polish and acrylic nails on pulse oximetry reading using the Lifebox oximeter in Nigeria. *Niger Postgrad Med J* 2013;20(4):331-5.
57. Brand TM, Brand ME, Jay GD. Enamel nail polish does not interfere with pulse oximetry among normoxic volunteers. *J Clin Monit Comput* 2002;17(2):93-6.