

Klinik Çalışma

Yoğun Bakım Ayarlarında Puls Oksimetrimin Güvenilirliği ve Etkileyen Faktörler

Ramazan ÇOŞKUN*, Muhammet GÜVEN*, Murat SUNGUR*

* Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı Yoğun Bakım Ünitesi, KAYSERİ

Giriş: Puls oksimetri, hipoksemi riski bulunan hastalarda devamlı oksijen saturasyonu (SaO₂) takibi için en değerli noninvaziv metod olarak görülmektedir. Hipokseminin değerlendirilmesinde puls oksimetrimin güvenilirliği tartışmalıdır.

Amaç: Yoğun bakım hastalarında puls oksimetrimin SpO₂ güvenilirliğini ve etkileyen faktörleri değerlendirmek.

Çalışma Şekli: Bir üniversite eğitim hastanesinde prospektif gözlemsel çalışma.

Hastalar ve Yöntem: Devamlı puls oksimetri ile monitörize edilen, kan gazı ölçümleri ve arteryel basınç monitörizasyonu için bir arteryel hattı olan yoğun bakım ünitesine kabul edilmiş 150 hasta çalışmaya alındı. SpO₂ değeri, kan gazları, kan basıncı, vazoaaktif ilaç ihtiyacı ve hemoglobin konsantrasyonları kaydedildi.

Bulgular: Hastalardan 1000 veri toplandı. SpO₂ ve SaO₂ arasındaki temel bias %2.3 idi ve biasın hassasiyeti %3.7 idi. Alt grup analizleri oksimetrimin tipi, kan basıncı, hemoglobin konsantrasyonu, kan pH'ı ve dopamin gereksiniminin SpO₂ değerlerini etkileyebileceğini gösterdi. Hipoksemik eşik için "cut-off" değerini tespit etmek için ROC eğrileri kullanıldı. SaO₂ < %90 olduğunda, SpO₂'nin sensitivitesini %60.4 [güven ara-

lığı (GA) %95; 50.2-70.0] ve spesifitesini %95 (GA %95; 93.4-96.3) olarak bulduk. Şiddetli hipoksemi tespit edildiğinde ise (PO₂ < 60 mmHg), SpO₂'nin sensitivitesini %79.7 (GA %95; 69.2-88.0) ve spesifitesini %95.3 (GA %95; 93.8-96.6) ve SaO₂'nin sensitivitesini %86.1 (GA %95; 76.4-92.8) ve spesifitesini %96.4 (GA %95; 95.0-97.5) olarak bulduk. SpO₂ (0.916, GA %95: 0.897-0.933) ve SaO₂ (0.975, GA %95: 0.963-0.984) eğrilerinin altında kalan alan önemli derecede farklıydı.

Sonuçlar: SpO₂ değerlerinde bazı biaslar olabilir. Biasın dağılımı geniştir. Böylece, hipokseminin yanlış veya fazladan tanısının konması mümkündür. Puls oksimetrimin hipotansiyon, vazoaaktif ilaç kullanımı, anemi, asit-baz bozuklukları ve oksimetre tipi gibi belirli durumlarda kullanımı önemli derecede kısıtlanmaktadır. Normal durumlar altında, puls oksimetri daha güvenilir olabilir. Fakat bu sonuçların parametreleri bozuk olan hastalar için tekrar değerlendirilmesi gerekir. Yoğun bakım ünitesinde yatan hastalar puls oksimetrenin kullanımı için dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Puls oksimetri, Oksijen saturasyonu, Monitörizasyon, Yoğun bakım, Oksihemoglobin.

Yazışma Adresi: Yrd. Doç. Dr. Ramazan COŞKUN

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Yoğun Bakım Ünitesi, 38039, KAYSERİ
 e-mail: ramcos@erciyes.edu.tr

Makalenin Geliş Tarihi: 16.04.2007

Makalenin Kabul Tarihi: 24.04.2007

Reliability of Pulse Oximetry in Intensive Care Settings and Affecting Factors

Introduction: Pulse oximeters are probably the most valuable noninvasive method to continuously monitor oxygen saturation (SaO_2) in patients at risk for hypoxemia. Reliability of pulse oximetry in the determination of hypoxemia is controversial.

Aim: To determine the reliability and factors influencing reliability of pulse oximetry (SpO_2) in intensive care patients.

Study Design: Prospective observational study in a university teaching hospital.

Patients and Methods: One hundred fifteen patients admitted to the intensive care unit (ICU) who had an arterial line for the measurement of blood gases and arterial pressure monitorization, and who were being monitored by a continuous pulse oximetry were included in the study. SpO_2 readings, blood gases, blood pressures, need for vasoactive drugs and hemoglobin concentrations were recorded.

Results: One thousand data points were collected from patients. The mean bias between SpO_2 and SaO_2 was 2.3% and precision of bias was 3.7%. Subgroup analyses showed that the type of oximeter, blood pressure, hemoglobin concentration, blood pH, and the re-

quirements for dopamine may influence SpO_2 readings. The ROC curves were performed to detect cut-off value for hypoxemic thresholds. To detect a $SaO_2 < 90\%$, we found that SpO_2 of 90% had sensitivity of 60.4% (CI 95%; 50.2-70.0) and specificity of 95% (CI 95%; 93.4-96.3). To detect severe hypoxemia ($PO_2 < 60$ mmHg), we found that SpO_2 of 90% had sensitivity of 79.7% (CI 95%; 69.2-88.0) and specificity of 95.3% (CI 95%; 93.8-96.6), and SaO_2 of 90% had sensitivity of 86.1% (CI 95%; 76.4-92.8) and specificity of 96.4% (CI 95%; 95.0-97.5). Area under curves of SpO_2 (0.916, CI 95%: 0.897-0.933) and SaO_2 (0.975, CI 95%: 0.963-0.984) were significantly different.

Conclusion: SpO_2 readings may have some biases. The range of bias is wide. Thus, false or over diagnosis of hypoxemia is possible. Pulse oximetry has some important limitations in certain conditions such as hypotension, vasoactive drug use anemia, acid-base disorders and type of oximeter. Under normal conditions, SpO_2 may be more reliable. But, the results must be reevaluated in patients who have impaired parameters. The patients who hospitalized in ICU must be evaluated carefully for the uses of pulse oximetry.

Key Words: Pulse oximetry, Oxygen saturation, Monitoring, Intensive care, Oxyhemoglobin.

Puls oksimetri, solunum monitörizasyonunda en önemli gelişmelerden biridir. Son zamanlarda periferik oksijen saturasyonu (SpO_2) yoğun bakım üniteleri (YBÜ)'nde standart monitörizasyon aletlerinden biri olmuştur. Fonksiyonunun temelinde arteriyel kan pulsasyonunun spektrofotometrik özellikleri ve oksihemoglobin ve deoksihemoglobin tarafından ışığın iki dalga boyunun farklı absorpsiyonu vardır^[1-3]. Puls oksimetri, hipoksemi riski bulunan hastalarda devamlı oksijen saturasyonu (SaO_2) takibi için en değerli noninvasiv metot olarak görülmektedir. Genellikle hipoksemiye tespit etmek, kan gazı analiz sıklığını azaltmak ve hastaya verilen oksijen miktarını titre etmek için kullanılır. Hipoksemisinin değerlendirilmesinde puls oksimetrisinin güvenilirliği tartışmalıdır. Bazı araştırmacıların SpO_2 'yi etkili ve kullanılabilir bulmalarına rağmen diğer araştırmacılar güvenilir bir metot olduğunu bulmuşlardır. Puls oksimetrisinin anemi, boyalar, oje, ortam

ışığı, hareket artefaktı, deri pigmentasyonu, düşük perfüzyon durumları, prob dizaynı ve oksimetri tipleri, vazoaaktif ilaçlar ve arteriyel asit-baz durumu gibi kullanımını kısıtlayan bazı durumlar olabilir^[1-6].

İç hastalıkları yoğun bakım ünitesi (İYBÜ)'ndeki hastalarda SpO_2 'nin etkinliğini değerlendirmek amacıyla bu çalışma planlandı. SpO_2 'nin doğruluğu üzerine, kan basıncının, asit-baz dengesinin, hemoglobin (Hb) konsantrasyonunun, monitör sistem tiplerinin ve vazoaaktif ilaç gereksiniminin etkileri değerlendirildi.

HASTALAR ve YÖNTEM

Bu prospektif gözlemsel çalışma, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi İYBÜ'de yapıldı. Bu ünite, yoğun bakım tedavisi ihtiyacı olan hastalar için multidisipliner hizmet vermektedir. Hastaların klinik durumlarının endikasyonu yoksa özellikle çalışma için arteriyel kan örneği alınmadı.

Hastalar

Bir-dört aylık dönem içinde yoğun bakım ünitemizde tedavi edilmekte olan arteriyel tansiyon monitörizasyonu için arteriyel hattı bulunan ve devamlı puls oksimetre ile monitörize edilen tüm hastalar çalışmaya dahil edildi. Önemli derecede sarılığı veya periferik arteriyel hastalığı olan hastalar çalışmaya dışı bırakıldı. Hastaların tamamının oksijen veya mekanik ventilasyonu içeren agresif bir tedavi almasından dolayı, çalışmadaki hipoksemi hastalarının SaO₂ seviyesi 80 mmHg (10.6 kPa) veya üzeriydi.

Verilerin Toplanması

Arteriyel kan gazı (AKG) için örnekler arteriyel hattan alındı ve iki dakika içinde analiz edildi. AKG, bir hemotoksometre (Chiron Rapidlab™ 865, Chiron Diagnostics Corp. East Walpole, USA) kullanılarak ölçüldü ve SaO₂, PO₂, CO₂, pH ve HCO₃ düzeyleri kaydedildi.

Pletismografik dalga formu veya ışığın bar sinyal hareketinin stabil olması beklendikten sonra, puls oksimetre değeri, kan basınçları, dopamin gereksinimi ve Hb konsantrasyonları kan gazı örneklemeyle kendiliğinden elde edildi. YBÜ’de dört farklı puls oksimetre kullanıldı (Novamatrix CO2SMO Plus, Novamatrix Inc. Wallingford, USA; Nihon Kohden Life Scope 9, Nihon Kohden Corp. Tokyo, Japan; Hewlett-Packard Viridia 24C SpO₂/Pleth, Hewlett-Packard GmbH Boeblingen, Germany; Siemens SC9000, Siemens Electronic Group, Denver, USA).

İstatistiksel Analizler

SaO₂ ile SpO₂ arasındaki uyumun derecesini değerlendirmek için Bland-Altman çizimi kullanıldı^[7]. Bias, puls oksimetre kullanılarak yapılan ölçümlerdeki hatayı gösteren, iki metot arasındaki temel fark olarak tanımlandı. Bu farkların standart sapması (SD) doğruluktur ve bias \pm 1.96 SD uyum sınırlarıdır. ANCOVA testi alt gruplarda biasları karşılaştırmada kullanıldı. SaO₂ ve SpO₂ arasındaki doğrusallık Passing-Bablok yöntemiyle değerlendirildi. ROC analizi, hipoksemi (SaO₂ < %90) ve şiddetli hipoksemiye [PO₂ < 60 mmHg (8 kPa)] tespit etmek amacıyla “cut-off” değerini belirlemek için kullanıldı. Değerler ortalama \pm SD olarak sunuldu. p < 0.05 olduğunda farklar istatistiksel olarak önemli kabul edildi. İstatistiksel analizler “Method Validator (France), Graph-

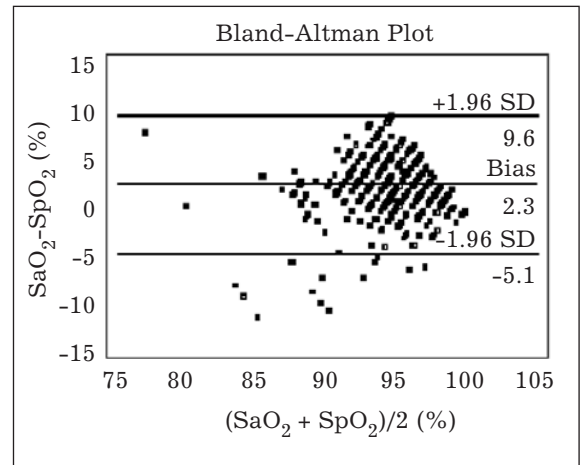
pad (USA) Statistical Software (Demo version) ve Microsoft Excel” kullanılarak yapıldı.

BULGULAR

Yüz on beş hastadan toplam 1000 veri elde edildi. SpO₂ değeri %93.0 \pm 3.2 ve SaO₂ değeri %95.1 \pm 3.6 idi. Puls oksimetrenin satürasyon okumalarının 2.3 \pm 3.7’lik bir bias ve hassasiyeti vardı (uyum sınırları: -5.1 ile +9.6 arası) (Şekil 1). Bu fark önemli değildi.

Alt grup analizlerinde, oksimetre tipleri, pH, Hb, dopamin ve ortalama arteriyel basınç bu bias için bağımsız risk faktörü olarak bulundu (Tablo 1). SpO₂ ve SaO₂ arasındaki uyum düşük pH, yüksek Hb seviyeleri ve yüksek kan basıncı olduğunda yüksek olurken, yüksek pH, düşük Hb ve düşük kan basıncı durumlarında aradaki bias yüksekti. Dopamin kullanımıyla iki metot arasındaki bias artmış olarak bulundu. Dört farklı oksimetre sistemi karşılaştırıldı ve Siemens’den elde edilen sonuçların diğer sistemlerdeki sonuçlardan daha güvenilir olduğu bulundu.

Düşük pH (< 7.45), yüksek Hb (\geq 10) ve yüksek ortalama arter basıncı (OAB) (\geq 80 mm Hg) olan hastalarda SpO₂ (93.8 \pm 2.8; n= 130) ile SaO₂ (94.5 \pm 2.8; n= 130) arasında önemli bir fark yoktu (%bias \pm %doğruluk; 0.7 \pm 2.5; p= 0.054) (Şekil 2). Bununla birlikte, yüksek pH (\geq 7.45), düşük Hb (< 10) ve düşük OAB (< 80 mmHg) olan hastalarda SpO₂ (97.2 \pm 1.0; n= 104) ile SaO₂ (94.1 \pm 2.8, n= 104) arasındaki uyum çok düşük idi (%bias \pm %doğruluk; 3.3 \pm 3.5; p< 0.0001).

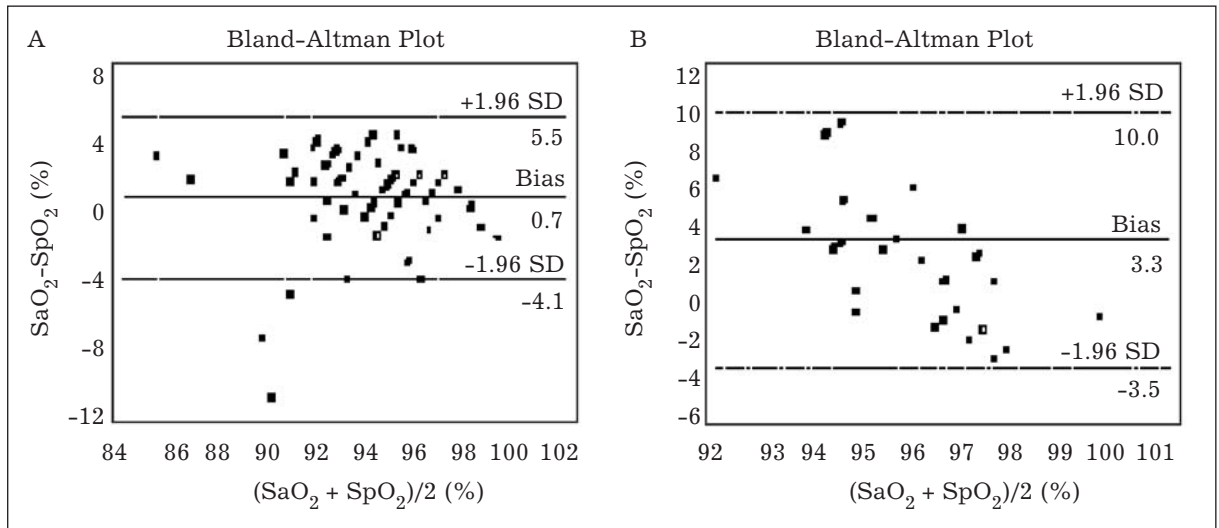


Şekil 1. Puls oksimetre ve hematoksimetreden elde edilen oksijen satürasyonları için Bland ve Altman çizimi.

Tablo 1. Alt gruplarda düzeltilmiş biasların karşılaştırılması.

| Parametreler | Alt gruplar | n | Bias (%) | Doğruluk (%) | p |
|-------------------|------------------|-----|----------|--------------|----------|
| Oksimetri | Hewlett-Packard | 346 | 2.0 | 3.3 | |
| | Novamatrix | 276 | 2.1 | 3.2 | < 0.0001 |
| | Siemens | 97 | 0.7 | 3.2 | |
| | Nihon-Kohden | 281 | 2.8 | 3.2 | |
| Dopamin kullanımı | Hayır | 563 | 2.0 | 3.9 | |
| | Evet | 437 | 2.2 | 3.0 | < 0.0001 |
| Hb (g) | < 9 | 444 | 2.9 | 3.3 | |
| | ≥ 9 ve < 10 | 105 | 2.0 | 3.5 | < 0.0001 |
| | ≥ 10 | 451 | 1.4 | 3.3 | |
| OAB (mmHg) | < 80 | 713 | 2.2 | 3.3 | |
| | ≥ 80 | 287 | 2.0 | 3.3 | < 0.0001 |
| pH | < 7.35 | 355 | 0.9 | 3.4 | |
| | ≥ 7.35 ve < 7.45 | 400 | 2.2 | 3.4 | < 0.0001 |
| | ≥ 7.45 | 245 | 3.9 | 3.5 | |

Hb: Hemoglobin, OAB: Ortalama arteriyel basınç.



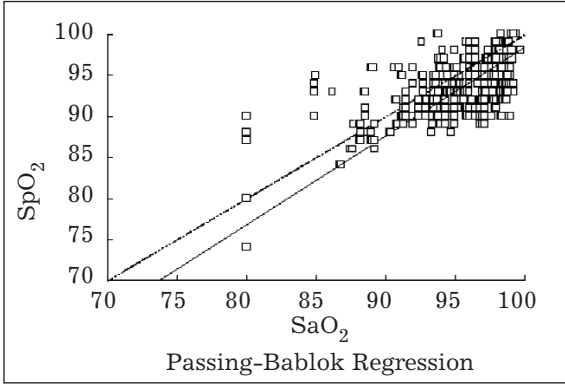
Şekil 2. Kabul edilebilir parametreleri olan (A) ve kabul edilmeyen parametreleri olan (B) hastaların Bland ve Altman çizimleri. Kabul edilebilir parametreler pH (< 7.45), yüksek hemoglobin (≥ 10) ve yüksek ortalama arteriyel basınç (OAB) (≥ 80) içerir ve kabul edilmeyen parametreler pH (≥ 7.45), düşük hemoglobin (< 10) ve düşük OAB (< 80).

Passing ve Bablok testi SaO₂ ve SpO₂ arasındaki doğrusal regresyonda doğrusallıktan önemli derecede sapma olduğunu gösterdi (Şekil 3).

Karakteristik Eğrilerin Değerlendirilmesi

ROC eğrileri, hipoksemik eşik için “cut-off” değerini tespit etmek için uygulandı. SaO₂<

%90 olduğunda, SpO₂'nin sensitivitesini %60.4 [güven aralığı (GA) %95; 50.2-70.0] ve spesifitesini %95 (GA %95; 93.4-96.3) olarak bulundu. Şiddetli hipoksemi tespit edildiğinde ise (PO₂< 60 mmHg), SpO₂'nin sensitivitesini %79.7 (GA %95; 69.2-88.0) ve spesifitesini %95.3 (GA %95; 93.8-96.6) ve SaO₂'nin sensitivitesini %86.1 (GA %95; 76.4-92.8) ve spesifi-



Şekil 3. Passing-Bablok regresyon analizi kullanılarak SpO₂ ve SaO₂'den elde edilen sonuçların karşılaştırılması. Regresyon eşitliği: $y = -9.7027 + 1.0811x$; %95 GA eğim için, 1.00 ile 1.8; %95 GA engellemek için, -18.77 ile -2.00. Linear de önemli derecede sapma mevcut ($p < 0.01$).

tesini %96.4 (GA %95; 95.0-97.5) olarak tespit edildi. SpO₂ (0.916, GA %95: 0.897-0.933) ve SaO₂ (0.975, GA %95: 0.963-0.984) eğrilerinin altında kalan alan önemli derecede farklıydı.

TARTIŞMA

Puls oksimetri, YBÜ'lerde hipokseminin tespiti, FiO₂ titrasyonu ve kan gazı analizlerinin azaltılması için yoğun olarak kullanılmaktadır. Puls oksimetrlere nabız sayısını ölçer ve pulsatil vasküler doku yatağından ışığın iki dalga boyunun iletilmesini ölçerek yüzde olarak Hb oksijen saturasyonunu (SpO₂) tahmin eder^[3,6-8]. Oksimetrelerin doğruluğu ve güvenilirliği tartışmalıdır. Puls oksimetri ile ölçülen oksijen saturasyonu (SpO₂) laboratuvar ko-oksimesiyle ölçülen SaO₂ ile aynı değildir. Puls oksimetrlere, Hb'nin "fonksiyonel" saturasyonunu ölçer. Laboratuvar ko-oksimesiyle ise, Hb'nin diğer tiplerini ayırt eden multipl dalga boylarını kullanır ve böylece doğru fraksiyonel saturasyonu veya azalmış ve oksijenize Hb, methemoglobin ve karboksihemoglobinin bir yüzdesindeki oksijenize Hb miktarını ölçer^[2,6,9,10]. Bu bazı hastalarda ki SpO₂ aşırı değerlerini açıklayabilir.

Oksimetrlere şaşırtıcı sonuçlara yol açabilen birçok sınırlamaları vardır. Bununla birlikte, yoğun bakım hastalarında SpO₂'nin doğruluğu üzerine uygun bulan birçok geniş ölçekli çalışma vardır. Bu sebeple, İYBÜ hastalarında

SpO₂'nin doğruluğunu değerlendirmek için prospektif gözlemsel bir çalışma tasarladık.

Bazı otörler, puls oksimetrlere yoğun bakım hastalarını değerlendirmek için güvenilir olduğunu göstermişlerdir fakat diğer otörler tarafından her zaman güvenilir bulunmamıştır. Bias çalışmalar arasında farklıdır. Bizim sonuçlarımız puls oksimetrenin oksihemoglobin saturasyon ölçümlerinde bazı biasları (%2.3) ve hassasiyeti (%3.7) olduğunu ve gerçek hipoksemisi olan hastaların değerlendirilmesinde bazı yanlışlıklara (biasın değişiklik oranı -13 - +9.5) yol açabileceğini göstermiştir. Van de Louw ve arkadaşları YBÜ biası %-0.02 ve hassasiyeti %2.1 olarak göstermişlerdir^[4]. Perkins ve arkadaşları ise biası -2.29 ve kabul edilebilirlik sınırını +4.97 olarak bulmuşlardır^[10]. Bu farklı sonuçların temel sebebi, hasta popülasyonunun ve oksimetrlere özellikleri olabilir.

Puls oksimetrenin sonuçlarını değerlendirmek için, oksijen Hb dissosiyasyon eğrisinin şeklini aklımızda tutmamız gerekir. Standart dissosiyasyon eğrisi sigmoid şekildedir ve Hb'nin %90'lık SaO₂ eğrinin ilk dik bölümünde PaO₂= 60 mmHg olmasını sağlamak için genellikle yeterlidir. Bu bölümde SaO₂, PaO₂ ile oldukça iyi koreledir. Fakat saturasyon %95'den yüksek olduğunda, SaO₂'nundaki ufak değişiklikler (%1-%2), PaO₂ da önemli azalmalara yol açabilir. Düz bölümde ise, puls oksimetri ile tespit edilmeden önce kanın oksijen içeriği azalabilir^[11-13]. Yapılan bu çalışmada, saturasyonların büyük kısmı %90'ın üzerindeydi, bundan dolayı küçük bir bias PaO₂'da büyük bir değişikliğe ve yanlış değerlendirmelere sebep olabilir. Şiddetli hipoksemiler maskelenebilir (1-sensitivite= %20) veya yanlışlıkla hipoksemi (1-spesifite= %4.7) tanısı konabilir. Bu oranlar, şiddetli hipoksemide sırasıyla %39.6 ve %5'dir. Bu yanlışlıkların sebebini bilmek yoğun bakım hastalarının tedavisini düzenlemede önemlidir.

Puls oksimetrlere tipi SpO₂'nin doğruluğunu etkileyebilir. Bazı otörler düşük saturasyonlarda puls oksimetrlere arasında bias ve hassasiyette sağlam farklılıklar gösteren verileri elde etmişlerdir. En yaygın problem olarak saturasyonun eksik tahmin edilmesi ve zayıf hassasiyet belirtilmektedir^[9,14,15]. Bizim bulgular farklı puls oksimetrlere SpO₂'nin tah-

minini etkileyebileceğini göstermektedir. En iyi sonuçlar Siemens ile elde edildi. Diğer oksimetrelerin SpO₂ ölçümünde önemli biasları vardı. Passing ve Bablok testi SaO₂ ve SpO₂ arasındaki doğrusal regresyonda doğrusallıktan önemli derecede sapma olduğunu gösterdi (Şekil 3). Bu sonuçlar, oksimetriden kaynaklanan kalibrasyon problemi gibi oksimetrelerde sistematik okuma hatası olmadığını gösterir ve diğer faktörler biaslara katkıda bulunabilir.

Hipotansiyon ve periferik vazokonstriksiyon gibi düşük perfüzyon durumları periferik perfüzyonu bozabilir ve yanlış sonuçlara sebep olabilir. SpO₂'nin güvenilirliği üzerine hemodinamik faktörlerin etkileri kötü olarak değerlendirilmektedir^[1,2]. Ibanez ve arkadaşları vazoaaktif ilaçlarla tedavi edilen hastalarda %2.5 bias bulmuşlardır^[16]. Secker ve Spiers düşük veya normal sistemik vasküler rezistansı bulunan septik şoklu hastalarda SpO₂'nin önemli derecede düşük değerlerini göstermişlerdir^[17]. Çalışmamızda, kardiyak "output"u değerlendirmedik. Fakat puls oksimetrenin güvenilirliği üzerine kan basıncının etkilerini inceledik ve SpO₂ ve SaO₂ arasındaki farkın, düşük arteriyel basınçlı durumlarda yüksek olduğunu bulduk. Ayrıca bias OAB artışıyla korele olarak azalmış olarak tespit edildi. Bu sonuçlar, düşük kan basıncı ve şoktaki hastalarda SpO₂'nin güvenilir olabileceğini gösterir. Benzer olarak, dopamin alan hastalarda puls oksimetrenin güvenilirliği daha azdı. Dopaminin puls oksimetri ölçümlerinde bir bağımsız faktör olduğunu da gösterdik. Bu biaslar, periferik vazokonstriksiyon, düşük periferik perfüzyon ve sinyallerin bozulmasına bağlı olabilir.

Hb konsantrasyonunda azalma, puls oksimetrenin biaslarını arttırabilir. Lee ve arkadaşları düşük hematokritli köpeklerde biasda bir kötüleşme olduğunu göstermişlerdir^[18]. Sevringhaus ve Koh da SaO₂'nin %75'den daha az olduğunda anemik durumlarda artmış hataları bildirmektedir^[19]. Perkins ve arkadaşları anemik hastalarda biası +2.09 olarak bulmuşlardır^[10]. Bununla birlikte, bazı otörler, puls oksimetrenin güvenilirliğinin anemiden etkilenmediğini bildirmektedir. Bizim çalışmamızda, anemi biasın önemli sebeplerinden biridir (Hb < 9 olan hastalarda %2.9). SpO₂'nin doğruluğu aneminin şiddetiyle yavaş yavaş azaldı. Bu yanlışlıkların temel sebebi çevre dokulardan

sinyal ses oranının artması olabilir. Puls oksimetri, ışığın Hb tarafından absorpsiyonu üzerine bağımlı olmasından dolayı güvenilir SpO₂ değerleri üretebilir^[1,9,10,20].

Verilerimiz, alkoloz durumlarında biasın derecesinin SaO₂ ve SpO₂ arasında arttığını göstermektedir. Bu durumun bir açıklaması Bohr etkisi (PaO₂ ve SaO₂ arasındaki ilişkinin etkilenmesiyle oksihemoglobin saturasyon eğrisindeki kaymalar olması) olabilir. Alkolozda Hb dissosiasyon eğrisi sola kayar. Böylece, Hb ile bağlı oksijen miktarı oldukça artmış hale gelir ve dokulara oksijen transportu artar (artmış SaO₂). Kan doku kapillerlerine ulaştığında, zıt etki meydana gelir. Kana dokulardan karbondioksit girişi azalır ve doku oksijenasyonunun sürdürülebilmesi için Hb'den oksijen ayrılır. Bu süreçten sonra SaO₂ azalır (düşük SaO₂ veya SpO₂). Bu iki süreç arasındaki fark bias olarak tahmin edilebilir^[10,13,21-23]. pH ≥ 7.4 olan hastalarımızda, pH < 7.4 olan hastalara göre daha yüksek SaO₂ seviyelerinin olması bu teoriyi desteklemektedir (sırasıyla; %96.3 ± 2.6 ve %94.2 ± 3.9, p < 0.001). Bir başka açıklama vasküler sistem üzerine asidozun etkilerini içerir. Asidoz hem in vivo hem de in vitro vazodilatasyonu indükler. Bu da yeterli doku PO₂ sürdürülmesi için periferik perfüzyonu arttırabilir. Böylece, periferik kapillerlerin sinyal kalitesi bozulabilir^[12,24-26].

Değerleri normale yakın ve değerleri bozuk olan hastaları da karşılaştırdık. Sonuçlar uygun parametreleri olan hastaların minimal biası olduğunu ve uygun olmayan parametreleri olan hastaların ise önemli biasları olduğunu gösterdi.

Sonuç olarak; bu çalışma puls oksimetri okumalarının bazı biasları olabileceğini gösterdi. Biasın dağılımı geniştir. Böylece, hipokseminin yanlış veya fazla tanısının konması mümkündür. Puls oksimetrenin hipotansiyon, vazoaaktif ilaç kullanımı, anemi, asit-baz bozuklukları ve oksimetri tipi gibi belirli durumlarda kullanımı önemli derecede kısıtlanmaktadır. Normal durumlar altında, puls oksimetri daha güvenilir olabilir. Fakat bu sonuçların parametreleri bozuk olan hastalar için tekrar değerlendirilmesi gerekir. YBÜ'de yatan hastalar puls oksimetrenin kullanımı için dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Jubran A. Pulse oximetry. *Crit Care* 1999;3:11-7.
2. Villanueva R, Bell C, Kain ZN, et al. Effect of peripheral perfusion on accuracy of pulse oximetry in children. *J Clin Anesth* 1999;11:317-22.
3. Kamat V. Pulse oximetry. *Indian J Anaesth* 2002;46:261-8.
4. Van de Louw A, Cracco C, Cerf C, et al. Accuracy of pulse oximetry in the intensive care unit. *Intensive Care Med* 2001;27:1606-13.
5. American Association for Respiratory Care (AARC) clinical practice guideline. Pulse oximetry. *Respir Care* 1991;36:1406-9.
6. Casey G. Oxygen transport and the use of pulse oximetry. *Nurs Stand* 2001;15:46-53.
7. Bland MJ, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
8. Hill E, Stoneham MD. Practical applications of pulse oximetry. *Update in Anaesthesia* 2000;11: Article 4 [On-line]. Available: http://www.nda.ox.ac.uk/wfsa/html/u11/u1104_01.htm; Accessed: April 4, 2004.
9. Salyer JW. Neonatal and pediatric pulse oximetry. *Respir Care* 2003;48:386-96.
10. Perkins GD, McAuley DF, Giles S, et al. Do changes in pulse oximeter oxygen saturation predict equivalent changes in arterial oxygen saturation? *Crit Care* 2003;7:67-71.
11. Sue DY, Lewis DA. Respiratory failure. In: Bongard FS, Sue DY (eds). *Current Critical Care Diagnosis and Treatment*. 2nd ed. New York, NY: Lange&McGraw-Hill, 2002:268-341.
12. Nunn JF. *Nunn's Applied Respiratory Physiology*. 4th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1993:247-305.
13. Guyton AC. *Textbook of Medical Physiology*. 6th ed. Tokyo: Igaku-Shoin/Saunders, 1981:504-15.
14. Bell C, Luther MA, Nicholson JJ, et al. Effect of probe design on accuracy and reliability of pulse oximetry in pediatric patients. *J Clin Anesth* 1999;11:323-7.
15. Severinghaus JW, Naifeh KH. Accuracy of response of six pulse oximeters to profound hypoxia. *Anesthesiology* 1987;67:551-8.
16. Ibanez J, Velasco J, Raurisch JM. The accuracy of the biox 3700 pulse oximeter in patients receiving vasoactive therapy. *Intensive Care Med* 1991;17:484-6.
17. Secker C, Spiers P. Accuracy of pulse oximetry in patients with low systemic vascular resistance. *Anaesth* 1997;52:127-30.
18. Lee S, Tremper KK, Barker SJ. Effects of anemia on pulse oximetry and continuous mixed venous hemoglobin saturation monitoring in dogs. *Anesthesiology* 1991;75:118-22.
19. Severinghaus JW, Koh SO. Effect of anemia on pulse oximeter accuracy at low saturation. *J Clin Monit* 1990;6:85-8.
20. Seguin P, Le Rouzo A, Tanguy M, et al. Evidence for need of bedside accuracy of pulse oximetry in an intensive care unit. *Crit Care Med* 2000;28:703-6.
21. Hay WW Jr, Brockway JM, Eyzaguirre M. Neonatal pulse oximetry: Accuracy and reliability. *Pediatrics* 1989;83:717-22.
22. Refsum H, Opdahl H, Leraand S. Effect of extreme metabolic acidosis on oxygen delivery capacity of the blood. An in vitro investigation of changes in the oxyhemoglobin dissociation curve in blood with pH values of approximately 6.30. *Crit Care Med* 1997;25:1497-501.
23. Hsia CCW. Respiratory function of hemoglobin. *N Engl J Med* 1998;338:239-47.
24. Jundi K, Barrington KJ, Henderson C, et al. The hemodynamic effects of prolonged respiratory alkalosis in anesthetized newborn piglets. *Intensive Care Med* 2000;26:449-56.
25. Loutzenhiser R, Matsumoto Y, Okawa W, et al. H (+)-induced vasodilation of rat aorta is mediated by alterations in intracellular calcium sequestration. *Circ Res* 1990;67:426-39.
26. Hattori K, Tsuchida S, Tsukahara H, et al. Augmentation of NO-mediated vasodilation in metabolic acidosis. *Life Sciences* 2002;71:1439-47.