

# KOAH Hastalarındaki Oksijen Saturasyonunun Pulse Oksimetre ile Tespitinin Arter Kan Gazı Tetkiki ile Korelasyonu ve Bu Korelasyonu Etkileyen Faktörler

## Correlation of Arterial Oxygen Saturation Measured Both by Pulse Oximeter and Arterial Blood Gas Analyzer in COPD and Affecting Factors

Eylem ACARTÜRK,<sup>a</sup>  
Selahattin ÖZTAŞ,<sup>b</sup>  
Ali Vefa ÖZTÜRK<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Göğüs Hastalıkları Kliniği,  
Başkent Üniversitesi  
İstanbul Sağlık, Uygulama ve  
Araştırma Merkezi,

<sup>b</sup>Göğüs Hastalıkları Kliniği,  
Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve  
Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma  
Hastanesi,

<sup>c</sup>Göğüs Hastalıkları Kliniği,  
Özel Çapa Hastanesi, İstanbul

Geliş Tarihi/Received: 10.12.2012  
Kabul Tarihi/Accepted: 20.03.2013

*Bu çalışma, Türk Toraks Derneği 13. Yıllık  
Kongresi (5-9 Mayıs 2010, İstanbul)'nde  
poster olarak sunulmuştur.*

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Eylem ACARTÜRK  
Başkent Üniversitesi  
İstanbul Sağlık, Uygulama ve  
Araştırma Merkezi,  
Göğüs Hastalıkları Kliniği, İstanbul,  
TÜRKİYE/TURKEY  
acarturkeylem@yahoo.com

**ÖZET Amaç:** Oksimetreler, küçük, ucuz, kolay taşınabilir, özellikle farklı servislere hasta transferi sırasında kullanışlı ve güvenilir aletlerdir. Çalışmamızda kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) olan olgularda, pulse oksimetre kullanımını, güvenilirliğini ve ölçüm sonucunu etkileyen faktörleri araştırmak istedik. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmada, Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi Göğüs Hastalıkları Kliniğine Ocak 2008 ile Şubat 2009 tarihleri arasında başvuran ve GOLD Tanı ve Tedavi Rehberine göre KOAH tanısı konan 137 hasta retrospektif olarak incelendi. **Bulgular:** Arter kan gazı (AKG) ve Pulse oksimetre ölçümlerinin sınıf içi korelasyon kat sayısı 0,948 saptanıp, %95 güven aralığında (0,931-0,961) bulunmuştur. Oksijen saturasyonu  $\leq 70\%$ 'ken pulse oksimetrenin AKG ile olan korelasyonu düşük saptanırken (ağırlıklı kappanın değeri 0,245),  $\leq 80\%$  için orta (ağırlıklı kappanın değeri 0,673) ve  $\leq 90\%$  için yüksek derecede uyumlu (ağırlıklı kappanın değeri 0,861) saptanmıştır. Eşlik eden anemi, kalp yetmezliği ve pH düşüklüğünün pulse oksimetre ölçümlerinde doğruluğu etkileyebileceğini düşünüldü. Böylece pulse oksimetre ile ölçülen saturasyon ( $SpO_2$ ) değerlerine göre 4 gruba (birinci grup  $SpO_2 \leq 70\%$ , ikinci grup  $SpO_2 71-80\%$ , üçüncü grup  $SpO_2 81-90\%$ , dördüncü grup  $SpO_2 > 90\%$ ) ayrıldı ve anemi, kalp yetmezliği ve pH değerine göre doğruluğu araştırıldı. Sadece  $SpO_2 \leq 70\%$  grubunda eşlik eden kalp yetmezliği ve  $pH < 7,35$  olan olgularda pulse oksimetre ölçümleri sırasıyla AKG ölçümlerinden anlamlı olarak farklı saptandı ( $p=0,002$ ,  $p=0,03$ ). **Sonuç:** Çalışmamızda, ileri derecede hipoksemik (oksijen saturasyonu  $\leq 70\%$ ),  $pH$ 'ı düşük ( $pH < 7,35$ ) olan ve kalp yetmezliğinin eşlik ettiği olguların yönetiminde ön planda AKG'nin tercih edilmesi gerektiği sonucuna vardık.

**Anahtar Kelimeler:** Akciğer hastalığı, kronik obstrüktif; oksimetri; kalp yetersizliği

**ABSTRACT Objective:** Pulse oxymetry is an easy to carry, small, relatively cheap, usable device. In our study we tried to figure out the reliability of pulse oximetry measurements versus arterial blood gas (ABG) sampling in chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients. **Material and Methods:** From January 2008 to February 2009; 137 COPD patients were picked up, investigated retrospectively, ABG and pulseoximetry measurements were done synchronously. **Results:** The correlation ratio of 0.948 and the confidence interval of 95% were calculated (0.931-0.961). The correlation of ABG and pulse oxymetry measurements dropped dramatically in which oxygen saturation levels were below 70%, (kappa value 0.245). The correlation of ABG and pulse oxymetry measurements were moderately compatible in which oxygen saturation levels were  $\leq 80\%$  (kappa value 0.673). The correlation of results were quite reliable in which oxygen saturation levels were  $\leq 90\%$  (kappa value 0.861). 137 COPD patients were divided into 4 groups regarding their oxygen saturation ( $SpO_2$ ) levels. In group one  $SpO_2$  below 70%, in group 2  $SpO_2$  levels between 71-80%, in group 3  $SpO_2$  between 81-90% and in the 4<sup>th</sup> group  $SpO_2$  were above 90%. In our study we found out that in group one patients accompanied by CHF and/or low pH levels ( $pH < 7.35$ ); there was a significant difference between pulse oxymetry and ABG measurements respectively ( $p=0.002$ ,  $p=0.03$ ). **Conclusion:** We suggest the use of ABG sampling in the management of the low oxygen saturated (sat  $O_2 \leq 70\%$ ) COPD patients accompanied by CHF and/or low pH levels rather than the use of pulse oxymetry.

**Key Words:** Pulmonary disease, chronic obstructive; oximetry; heart failure

Türkiye Klinikleri Arch Lung 2013;14(2):46-54

**K**ronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAŞ) olan olgulardaki hipoksik solunum yetmezliğinin tespitinde kan oksijen saturasyonu ölçümü klinik uygulamada sıklıkla gereklidir. Uygulamada karşımıza, altın standart olarak kabul edilen arter kan gazı (AKG) ölçümü ve alternatif olarak pulse oksimetre çıkmaktadır. Ancak AKG'nin invaziv olması çok sık tekrarlanmasının sakıncaları ve beraberinde getirebileceği komplikasyonlar nedeniyle daha az invaziv, ucuz kolay tekrarlanabilir, pulse oksimetrenin servislerde kullanılan standart bir alet hâline gelmesini sağlamıştır.<sup>1-3</sup>

Asıl önemli olan pulse oksimetre ile tespit edilen oksijen saturasyon değerinin doğruluğu ve bunu etkileyebilecek faktörleri bilmektir. Birçok çalışmada pulse oksimetre ölçümünün doğruluğunu etkileyen faktörler araştırılmış AKG ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.<sup>4-10</sup>

Biz de en sık karşılaştığımız hastalık grubu olan KOAŞ'ta, pulse oksimetre kullanımını ve sonuçları etkileyen faktörleri, ek hastalıkları da göz önüne alarak irdeledik.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmada, Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi 9. Göğüs Hastalıkları Kliniğine Ocak 2008 ile Şubat 2009 tarihleri arasında başvuran ve GOLD tanı ve tedavi rehberine göre KOAŞ tanısı konan 137 hasta retrospektif olarak incelendi. Anamnez, fizik muayene bulguları, akciğer radyografisi, tam kan sayımı, EKG, SFT tetkikleri ile değerlendirilerek KOAŞ tanısı doğrulandı ve beraberinde anemi, kalp yetmezliği, varsa tespit edildi. Kalp yetmezliği tanısı anamnez, fizik muayene, EKG, göğüs radyografisi, diüretik tedaviye yanıt alınması gibi dekompanse kalp yetmezliğinin tipik bulgularının varlığı ile konuldu. Anemi kriteri olarak hemoglobin değeri 11 g/dL ve altı olarak alındı. Yüz otuz yedi hastada AKG ve eş zamanlı pulse oksimetre ile oksijen saturasyonu değerleri ölçüldü.

Arter kan gazı örnekleri radial arterden alındı ve alınmadan önce her hastaya Allen testi uygulandı. AKG tetkikinde hastanemizde bulunan hazır

kan gazı enjektörü kullanıldı. Örnekler alınır alınmaz, enjektördeki ufak hava kabarcıkları dışarıya fıskırtıldı. Örnekler taşınırken anaerobik şartlarda olmasına dikkat edildi. Kan alındıktan sonra sıringadan iğne çıkarıldı ve kan gazı setinin çoğunda bulunan lastik kapaklar kapatıldı. Beş dakika içinde nakil edilerek "Rapid Lab 248 Bayer health care" cihazında ölçüldü. Ponsiyon yerine 5 dakika basınç uygulandı. Pulse oksimetre ölçümü AKG örneği alınan koldan değil, karşı koldaki işaret parmağından alındı. Hastada varsa tırnak cilası silindi. Yapay tırnak varsa çıkarıldı. Prob üzerinde kurumuş olan sıvı veya kan ışıkla absorbe olarak yanlış ölçümlere neden olacağından her ölçüm öncesi kontrol edildi ve temizlendi. Hatalı pulse oksimetre ölçümlerini engellemek için ölçüm yapılan ortamın aydınlatılmasında parlak floresan lambalar kullanılmamasına dikkat edildi. Pulse oksimetre ölçümlerini etkileyeceğinden hastaların bilirubin değerleri normalin üstünde saptanan olgular çalışmaya alınmadı. Tüm pulse oksimetre ölçümleri Nonin Medical, Inc. MPLS, MN USA Model 8500A ile yapıldı. Kalite kontrolü dâhilinde AKG cihazının günlük kalibrasyonu kullanma kılavuzlarına göre yapıldı.

Oksijen saturasyonu düştükçe iki yöntemin sonuçları arasında bir uyumsuzluk olup olmadığını saptanması için; 137 olgu oksijen saturasyon seviyesine göre sırasıyla  $\leq\%70$ ,  $\leq\%80$  ve  $\leq\%90$  olmak üzere üç gruba ayrıldı. Bu üç grubun pulse oksimetre ile AKG değerleri karşılaştırılarak pulse oksimetrenin AKG ile olan uyumu araştırıldı.

Farklı saturasyon seviyelerinde ek faktörlerin varlığında sonuçların korelasyonunu incelemek için de: hastalar pulse oksimetre ile saptanan oksijen saturasyonu ( $SpO_2$ ) değerlerine göre dört gruba ayrıldı. Birinci grup  $SpO_2 \leq \%70$ , ikinci grup  $SpO_2 \%71-\%80$ , üçüncü grup  $SpO_2 \%81-90$ , dördüncü grup  $SpO_2 > \%90$  olarak belirlendi. Bu dört grup anemi, kalp yetmezliği ve pH değerine göre alt gruplara ayrıldı. Gruplardaki pulse oksimetre ve AKG oksijen saturasyonu arasındaki korelasyon ve ek faktörlere göre değerlendirildi.

Hastanemiz servisinde yatırılan ve acil polikliniğine başvuran tüm hastalardan aydınlatılmış onam formu alınmıştır.

İstatistiksel analiz SPSS 12 (Statistical Programme Social Sciences) programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra ikili grupların karşılaştırmasında bağımsız t testi, nitel verilerin karşılaştırmalarında ki-kare testi, normal dağılım göstermeyen parametrelerin gruplar arası karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanıldı. Parametreler arası ilişki ise Pearson Korelasyon analizi ile değerlendirildi. İki'den fazla grup karşılaştırmalarında Kruskal Wallis kullanıldı. AKG ve pulse oksimetre nicel değer uyumu sınıf içi korelasyon katsayıları ile, kestirim değerlerine göre ağırlıklı kappa uyum testi kullanılmıştır. Çeşitli kestirim noktalarında AKG ve pulsoksimetre duyarlılık, özgüllük, pozitif kestirim değeri, negatif kestirim değeri, doğruluk ve LR (likelihood ratio) (+) ve (-) hesaplanmıştır. Sonuçlar, %95 güven aralığında, anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

## BULGULAR

Çalışma toplam 137 olguda yapılmıştır. Olguların yaşları 34 ile 86 arasında değişmekte olup, ortalama yaş  $62,6 \pm 10,2$ , medyan yaş 65 olarak hesaplanmıştır.

Olguların %78,8'i erkek, %21,2'si kadın idi. Konjestif kalp yetmezliği olguların %39,4'ünde KOAH'a eşlik etmekteyken, %60,6'sında saptanmadı. Anemi ise olguların %39,4'ünde saptandı. AKG ve pulse oksimetre ölçümlerinin sınıf içi korelasyon kat sayısı 0,948 ve %95 güven aralığında (0,931-0,961) bulunmuştur. Bu da AKG ve pulse oksimetre nicel ölçümlerinin uyumlu olduğunu göstermektedir.

Oksijen saturasyonuna göre üç gruba ( $\leq 70$ ,  $\leq 80$ ,  $\leq 90$ ) ayrılan 137 olguda, AKG ve pulse ok-

simetre uyumunu değerlendirebilmek için ağırlıklı kappa değeri hesaplandı. AKG ve pulse oksimetre ölçümlerinin saturasyon  $\leq 70$  için ağırlıklı kappa değeri 0,245 bulundu. Bu da Pulse oksimetrenin %70'in altındaki saturasyonlarda düşük derecede uyumlu olduğunu göstermektedir. AKG ve pulse oksimetre ölçümlerinin saturasyon  $\leq 80$  için ağırlıklı kappa değeri 0,673 bulundu. Bu da pulse oksimetrenin %80'in altındaki saturasyonlarda orta derecede uyumlu olduğunu göstermektedir. AKG ve pulsoksimetre ölçümlerinin saturasyon  $\leq 90$  için ağırlıklı kappa değeri 0,861 bulundu. Bu da pulse oksimetrenin %90'nın altındaki saturasyonlarda yüksek derecede uyumlu olduğunu göstermektedir. Saturasyon  $\leq 70$  grubu için duyarlılık 0,57, özgüllük 0,91, pozitif kestirim değeri 0,19, negatif kestirim değeri 0,98, doğruluk 0,90, Likelihood ratio 3,5 bulunmuştur. Saturasyon  $\leq 80$  grubu için duyarlılık 0,94, özgüllük 0,86, pozitif kestirim değeri 0,58, negatif kestirim değeri 0,99, doğruluk 0,87, Likelihood ratio 7,5 bulunmuştur. Saturasyon  $\leq 90$  grubu için duyarlılık 0,94, özgüllük 0,77, pozitif kestirim değeri 0,84, negatif kestirim değeri 0,90, doğruluk 0,87, Likelihood ratio 4,09 bulunmuştur. Yani bu gruptaki pulesoksimetre ile hipoksemik dediğimiz bir hastanın AKG'de hiposemik olma olasılığı 4,09 kattır (Tablo 1).

Yine pulse oksimetrenin düşük oksijen saturasyonlarında AKG ile olan korelasyonunu değerlendirmek için AKG ile ölçülen oksijen saturasyonu ( $\text{SaO}_2$ ) ile  $\text{SpO}_2$  arasındaki fark arteriyel oksijen saturasyon değeri ile Pearson korelasyonu kullanılarak incelendi. Pearson korelasyonu  $r = -0,787$  (%79),  $p < 0,001$  saptandı. Sonuç olarak düşük oksijen saturasyonlarında  $\text{SaO}_2$  ile  $\text{SpO}_2$  arasındaki farkın arttığı pulse oksimetre değerlerinin AKG değerlerinden uzaklaştığı görüldü (Şekil 1).

**TABLO 1:** AKG/Pulse oksimetre değerleri için duyarlılık, özgüllük, pozitif kestirim değeri, negatif kestirim değeri, doğruluk, Likelihood ratio değerleri.

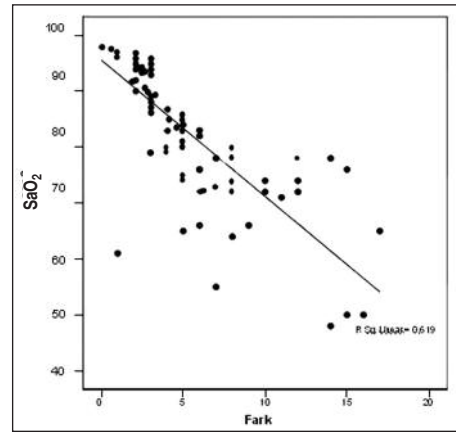
AKG/Pulse oksimetre	Duyarlılık	Özgüllük	PKD	NKD	Doğruluk	LR(+)	LR(-)
$\leq 70$	0,57	0,91	0,19	0,98	0,90	3,35	0,47
$\leq 80$	0,94	0,86	0,58	0,99	0,87	7,50	0,00
$\leq 90$	0,94	0,77	0,84	0,90	0,87	4,09	0,08

AKG: Arter kan gazı; PKD: Pozitif kestirim değeri; NKD: Negatif kestirim değeri; LR: Likelihood değeri.

Ek faktörlerin varlığında farklı saturasyonlarda uyumun değerlendirilmesi için dört gruba ayrılan 137 olgunun sonuçları incelendiğinde: Birinci grupta 33 (%24,1) olgu, ikinci grupta 30 (%30) olgu, üçüncü grupta 41 (%29,9) olgu, dördüncü grupta ise 33 (%24,1) olgu vardı. Dört grubun, cinsiyet, yaş, hemoglobin değeri, kalp yetmezliği, asidoz ve anemi varlığı açısından dağılımı incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı.

SpO<sub>2</sub> grupları (SpO<sub>2</sub>≤%70, SpO<sub>2</sub>%71-80, SpO<sub>2</sub>%81-90, SpO<sub>2</sub>>%90) ayrı ayrı incelendi ve SpO<sub>2</sub> ile SaO<sub>2</sub> arasındaki fark hesaplanarak her grupta pH değeri, anemi ve kalp yetmezliği varlığı ile karşılaştırılarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık araştırıldı. SpO<sub>2</sub>≤%70 grubunda kalp yetmezliği olan olgularla olmayanlar arasında SaO<sub>2</sub> ile SpO<sub>2</sub> farkı hesaplanarak karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (p<0,002). Diğer gruplarda ise kalp yetmezliği olan olgularla olmayanlar arasında SaO<sub>2</sub> ile SpO<sub>2</sub> farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p>0,05) (Tablo2).

SpO<sub>2</sub>≤%70 grubunda, pH<7,35 olan olgularla, pH≥7,35 olan olgular arasında SpO<sub>2</sub> ile SaO<sub>2</sub> farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (p<0,03). Diğer gruplarda ise pH<7,35 olan olgularla, pH≥7,35 olan olgular arasında SaO<sub>2</sub> ile SpO<sub>2</sub> farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p>0,05).



ŞEKİL 1: Pearson korelasyonu  $r=-0,787$  (%79),  $p<0,001$ .

Tüm gruplarda anemi (hemoglobin ≤11 g/dL) olan olgularla olmayan olgular arasında SpO<sub>2</sub> ile SaO<sub>2</sub> farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p>0,05) (Tablo 3).

## TARTIŞMA

KOAH, göğüs hastalıkları poliklinik ve acillerinde en sık karşılaştığımız ve takip ettiğimiz hasta grubudur. Takipler sırasında hipoksik solunum yetmezliğinin tespitinde kan oksijen saturasyonu en sık bakılan parametredir. AKG tetkiki altın standart olmakla birlikte invaziv oluşu, hastaya getirdiği yükün yanı sıra (ağrı, rahatsızlık, hematom, hava veya kan embolisi, enfeksiyon, kontaminasyon, vasküler travma ve oklüzyon, vasovagal yanıt, arteryel el spazmı gibi) pahalı olması ve aralıklı uygulanabilen bir yöntem olması nedeniyle alterna-

**TABLO 2:** SpO<sub>2</sub> gruplarında kalp yetmezliği varlığına göre SpO<sub>2</sub> ve SaO<sub>2</sub> farklarının karşılaştırılması.

SpO <sub>2</sub> grup	KKY	N	Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	P
≤70	Yok	19	7,3	7	3,1	1	15	0,002
	Var	14	11,3	12	3,7	6	17	
71-80	Yok	20	4,7	5	0,7	3	6	0,248
	Var	10	5,3	5	1,3	4	8	
81-90	Yok	24	2,9	3	0,8	1,8	5	0,311
	Var	17	2,5	3	0,5	2	3,3	
>90	Yok	20	2,1	2	0,7	0,6	3	0,703
	Var	13	1,9	2	0,8	0	3	

Mann Whitney U test.

SpO<sub>2</sub>: Pulse oksimetre ile ölçülen oksijen saturasyonu; KKY: Konjestif kalp yetmezliği; Std. sapma: Standart sapma.

**TABLO 3:** SpO<sub>2</sub> gruplarında anemi varlığına göre SpO<sub>2</sub> ve SaO<sub>2</sub> farklarının karşılaştırılması.

SpO <sub>2</sub> grup	Anemi	N	Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	P
≤70	Yok	18	8,8	8	3,5	5	17	0,708
	Var	15	9,3	8	4,4	1	16	
71-80	Yok	19	4,9	5	0,7	4	7	0,497
	Var	11	4,8	5	1,3	3	8	
81-90	Yok	23	2,8	3	0,8	1,8	5	0,365
	Var	18	2,6	2,9	0,5	2	3,3	
>90	Yok	23	2,0	2	0,8	0	3	0,658
	Var	10	2,3	2	0,4	2	3	

Mann Whitney U test.

SpO<sub>2</sub>: Pulse oksimetre ile ölçülen oksijen saturasyonu; Std. sapma: Standart sapma.

tif olarak pulse oksimetre kullanılmaktadır.<sup>11</sup> Pulse oksimetre kullanımı basit noninvaziv ve sık tekrarlanabilir konforlu bir yöntemdir; ancak oksijen saturasyonu tespitinde altın standart kabul edilen AKG tetkiki ile arasındaki korelasyonu etkileyen pek çok faktörün varlığı çeşitli çalışmalarda araştırılmıştır.<sup>4-7,12</sup> Hipoksinin ağırlık derecesine göre, iki teknik arasındaki uyumun değiştiğini gösteren birçok çalışma bildirilmiştir.<sup>8-10</sup>

Pulse oksimetre ölçümlerinde kısıtlılığa yol açan nedenler; karboksihemoglobin, methemoglobinemi, intravasküler boyalar, tırnak cilası ve oje, hareket artefaktı, parlak ışık, hipotansiyon düşük perfüzyon, hipotermi, vazokonstriktör ilaçlar, hiperbilirubinemi ve/veya sarılık, koyu cilt pigmentasyonudur.<sup>13</sup>

Yüz otuz yedi vakanın sadece birinde kına bulunması nedeniyle yeterli vaka sayısı olmadığından tırnak cilası, oje, kına gibi faktörlerin saturasyon ölçümü üzerine etkisi araştırılmadı. Loren ve ark.nın ortalama oksijen saturasyonu %91,3 olan beş olguda dokuz farklı renkte oje ve iki farklı pulse oksimetre kullanarak yaptıkları çalışmada, tırnak cilasının SpO<sub>2</sub> ölçümü üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.<sup>7</sup>

Tersine daha önceki yıllarda yapılan çalışmalarda bazı tırnak cilalarının SpO<sub>2</sub> ölçümlerini klinik olarak anlamlı oranda azalttığı gösterilmiştir.<sup>14-16</sup> Rodden ve ark., Hinkelbein ve ark., Chan ve ark.nın yaptıkları çalışmalarda, siyah, mor ve mavi tırnak cilası kullanılsa bile SpO<sub>2</sub> değerinde doğru ölçümlerin elde edildiği gösterilmiştir.<sup>17-19</sup>

Düşük arteriyel oksijen saturasyonu ile kan-gazı pulse oksimetre uyumunun bozulduğuna dair birçok çalışma mevcuttur.<sup>20-25</sup> Razi ve ark.nın 152 hastada yaptığı çalışmada, SpO<sub>2</sub>≥%80 iken pulse oksimetrenin doğruluğunun yüksek olduğu, SpO<sub>2</sub><%80 olduğunda ise düşük olduğu ve AKG yerine kullanılmaması gerektiği saptanmıştır.<sup>19</sup> Lee ve ark. ise yaptıkları çalışmada, pulse oksimetrenin doğruluğu için oksijen saturasyon 'cutoff' değerinin %92 olduğunu göstermiştir.<sup>23</sup>

Fanconi ve ark., hipoksemik olgularda pulse oksimetrenin doğruluğunu karşılaştıran dokuz çalışmayı geriye dönük incelediklerinde birbiriyle çelişkili sonuçlar bulmuşlardır.<sup>26</sup> Ancak çok az pulse oksimetre oksijen saturasyonu %70'in altında doğru ölçüm yapabilmıştır.<sup>27-29</sup> Hipoksik durumlarda indirgenmiş hemoglobin miktarı daha yüksek olduğundan absorpsiyon oranındaki hatayı artırır. Shrake ve ark.nın çalışmasında, oksihemoglobin ve deoksihemoglobin renkleri benzer olduğundan SaO<sub>2</sub><%80 iken, oksimetre ölçümlerinin hatalı olduğu saptanmıştır.<sup>30</sup> Yapılan çalışmalarda, birçok pulse oksimetre tipinde, arteriyel oksijen saturasyonu %90'ın üstünde iken hata payı çok düşük saptanmış, bunun yanında oksijen saturasyonu %80'nin altında ise doğruluğunun azaldığı gösterilmiştir.<sup>31,32</sup> Bizim çalışmamızda bu sonuçlarla uyumlu bulundu.

Yapılan çalışmalarda, düşük oksijen saturasyonlarında, ışık yayan diotların dalga boyu çıkışında görülen küçük değişikliklerle birlikte kızıl ve kızıl ötesi ışınların ölçüm oranlarındaki hata pa-



yının artması pulse oksimetrenin doğruluğunun azalma nedenleri olarak belirtilmiştir.<sup>24,25</sup> 1976 ile 1994 yılları arasında yapılan 74 çalışmanın incelendiği meta-analizde, pulse oksimetrelerin %70-100 SaO<sub>2</sub> aralığında %2(±1SD) veya %5(±2SD) doğrulukta ölçüm yaptığı rapor edilmiştir. Sonuç olarak, pulse oksimetrelerin ağır veya hızlı desaturasyon, hipotansiyon, hipotermi, dishemoglobini ve düşük perfüzyon durumlarında arteriyel oksijen saturasyonunu doğru ölçemedikleri bu çalışmada gösterilmiştir. Aynı çalışmada, kulak ve parmak problemleri karşılaştırılmış ve parmak problemlerinin daha doğru ölçüm yaptığı görülmüştür. Bunun nedeninin ise dolaşım zamanı, prob özellikleri ve kutanöz vaskülaritedeki değişkenlikler olduğu sonucuna varılmıştır.<sup>4</sup>

Lee ve ark.nın üç yıllık zaman diliminde acil servise başvuran 664 hastada yaptıkları çalışmada, pulse oksimetrenin doğruluğunu etkileyebileceğini düşündükleri yaş, cinsiyet, hemoglobin, bikarbonat, pH ve karboksihemoglobin (COHb) gibi faktörler araştırılmış, sadece COHb düzeyinin pulse oksimetrenin doğruluğunu etkilediği saptanmıştır.<sup>23</sup> Yine aynı çalışmada, hipoksinin tespiti için en uygun eşik değerin SpO<sub>2</sub> %92 olduğu gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda ise SpO<sub>2</sub> ≤%90 için ağırlıklı kappa değerinin 0,261 olduğu saptandı. Böylece çalışmamızda pulse oksimetrenin oksijen saturasyonu ≤%90 için yüksek derecede uyumlu olduğu görüldü.

Van de Louw ve ark.nın 26 yataklı yoğun bakım ünitesinde takip ettikleri 102 hastada yaptıkları çalışmada, pulse oksimetre ölçümlerinin doğruluğunu etkileyen faktörler araştırılmış, sonuç olarak hipokseminin varlığı, pulse oksimetrenin tipi ve vazoaaktif ilaçlar etkileyen faktörler olarak gösterilmiştir.<sup>33</sup> Biz de çalışmamızda %70'in altındaki oksijen saturasyonlarında pulse oksimetrenin doğruluğunu düşük saptadık, ancak pulse oksimetre tipinin etkisini ikinci bir pulse oksimetre cihazımız olmadığı için araştıramadık. Jubran ve ark., ventilatöre bağlı 54 hastada yaptıkları çalışmada arteriyel oksijen saturasyonu %90 ve üstünde hata payını %1,7, %90'ın altında ise %5,1 olarak saptamıştır (p<0,0001).<sup>34</sup> Bizim çalışmamızın sonuçları da bununla uyumlu bulundu.

Anemi ve kalp yetmezliğinin pulse oksimetre ölçümü üzerine etkisi de birçok çalışmada araştırılmıştır.<sup>35-41</sup> Severinghaus ve Weston yaptıkları çalışmada, anemik ve non anemik hasta gruplarında oksijen saturasyonu düştükçe pulse oksimetre ölçümlerinde hatanın arttığını ve özellikle anemik grupta (hemoglobin 5 g/dL'nin altında olduğu grupta) hatalı ölçümün diğer gruba göre daha da yüksek olduğunu saptamışlardır.<sup>37,38</sup>

Anemide pulse oksimetre ile hatalı ölçüm nedeni tam olarak bilinmiyor olsa da, ışık fotonlarının seyrekleşmesinin ve kızıl ışın dalga boyunda kayma sonucu absorpsiyonunda artmanın ölçüm hatasına neden olduğu düşünülmektedir.<sup>42</sup> Bazı çalışmalarda aneminin, pulse oksimetrenin doğruluğunu sinyal parazitinde artışa neden olarak azalttığı gösterilmişse de, aneminin ölçümlerin doğruluğunu etkilemediğini gösteren yayınlar da mevcuttur.<sup>43-45</sup> Severinghaus ve ark., %75'in altındaki oksijen saturasyonlarında, anemik hastalarda pulse oksimetre ölçümlerinin hatalı olduğunu göstermişlerdir.<sup>36</sup> Bazı vaka yayınlarında ise hemoglobin değeri çok düşük olmasına rağmen pulse oksimetre doğruluğunu yitirmemiştir, Jay ve ark.nın hemoraji nedeniyle ortaya çıkan hipoksik olmayan 17 akut anemi (Hb: 2,3-8,7 g/dL) olgusunda yaptıkları çalışmada pulse oksimetre ölçümlerinde herhangi bir yanlışlık saptanmamıştır.<sup>44</sup> Perkins ve ark.nın çalışmasında ise aneminin pulse oksimetrenin doğruluğunu değiştirmedeği görülmüştür ancak yazarlar bunun hipoksik hasta sayılarının düşük olmasına bağlamışlardır.<sup>6</sup>

Biz de çalışmamızda, diğer çalışmaların büyük bir kısmı ile uyumlu olarak, dört farklı SpO<sub>2</sub> grubunda anemi (Hb: 7,5-18,6 g/dL arasında) olan olgularla olmayan olgular arasında SpO<sub>2</sub> ile SaO<sub>2</sub> farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p>0,05).

Severinghaus ve Falconer, kalp yetmezliği gibi dolaşımın ve perfüzyonun bozulduğu durumlarda pulse oksimetrenin doğruluğunun azaldığını yaptıkları çalışmalarda göstermişlerdir.<sup>13,46</sup> Hemodinamik instabilitenin pulse oksimetre ölçümlerine olan etkisi ile ilgili yapılmış sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Ibanez ve ark., kalp yetmezliği nede-

niyle vazoaktif ilaç kullanan 24 hastada yaptıkları çalışmada, pulse oksimetre ölçümlerinde  $\pm$ %4'lük hata payı olduğunu saptamışlardır.<sup>47</sup>

Arterio venöz şantların ortaya çıkarak venöz pulsatil akıma neden olması pulse oksimetre ölçümlerindeki hatanın nedeni olarak gösterilmiştir. Sağ kalp yetmezliği, triküspit yetmezliği, yüksek ekspiryum sonu yüksek başınc gibi venöz pulsasyonun arttığı durumlarda düşük arteriyel oksijen saturasyonlarında pulse oksimetrenin doğruluğunda azalma olduğu yapılan çalışmalarda saptanmıştır.<sup>39-41</sup>

Kardiyak output, sistemik vasküler direnç arasındaki karmaşık etkileşimlerin pulse oksimetre ölçümlerinin doğruluğunu etkilediği Palve, Van de Louw ve Secker'ın yaptıkları çalışmalarda gösterilmiştir.<sup>38,48,49</sup> Yapılan çalışmalarla uyumlu olarak, çalışmamızda  $SpO_2 \leq \%70$  grubunda kalp yetmezliği olan olgularla olmayanlar arasında  $SaO_2$  ile  $SpO_2$  farkı hesaplanarak karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görüldü ( $p=0,002$ ).  $SpO_2 \%70$ 'in altında ve eşlik eden kalp yetmezliği olan olguların yönetiminde AKG'nin öncelikli tercih edilmesi gerektiği sonucuna varıldı.

Asidoz ( $pH < 7,35$ , hidrojen iyon konsantrasyonu  $< 63$  nmol/L) varlığının pulse oksimetre ölçümlerine olan etkisini araştıran yeterli sayıda çalışma bulunamadı. Perkins ve ark., dokuz yataklı yoğun bakım ünitesinde 41 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada,  $SaO_2$  ile  $SpO_2$  arasındaki fark 0,38 olarak hesaplamış ve istatistiksel olarak anlamlı bulmamışlardı.<sup>9</sup> Çalışmamızda  $SpO_2 \leq \%70$  grubunda,  $pH < 7,35$  olan olgularla,  $pH \geq 7,35$  olan olgular arasında  $SpO_2$  ile  $SaO_2$  farkı karşılaştırıldı-

ğında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ( $p=0,03$ ). Ancak  $SpO_2$  ile  $SaO_2$  arasındaki anlamlı farkın, olguların tamamının düşük oksijen saturasyonunda olmasına, yani asidozdan çok hipoksemiye bağlı olduğu düşünüldü.

## SONUÇ

Pulse oksimetrik ölçümler, servislerde kullanılabilen standart, güvenilir, non invaziv bir yöntemdir. Ayrıca oksijen saturasyonunu aralıksız takip etme imkânı verdiği için, girişimsel işlemler esnasında hastanın monitörizasyonunda çok büyük kolaylık sağlar. Bununla beraber pulse oksimetrenin bize kardiyak output, hemoglobin konsantrasyonu, dokulara taşınan oksijen miktarı ve yeterliliği, oksijenasyon ve ventilasyon hakkında doğru bilgi vermeyebileceğini unutmamalıyız. Parsiyel karbondioksit basıncı ve asit baz dengesi ile ilgili bilgiyi sadece AKG ile elde edilebiliriz.

Çalışmamızda kandaki oksijen saturasyonunun düşmesi ( $SpO_2 \leq \%70$ ) ile özgüllüğü, doğruluğu, uyumu ve duyarlılığının anlamlı derecede azaldığı saptandı. pH seviyesi düşük ( $pH < 7,35$ ), ileri derecede hipoksemik ( $SpO_2 \leq \%70$ ) KOAH'lı hastalarda pulse oksimetre ile tespit edilen oksijen saturasyonunun AKG ile korelasyonunun düşük olduğu saptandı.

KOAH'ı olan, pH seviyesi ( $pH < 7,35$ ) düşük ve ileri derecede hipoksemik ( $SpO_2 \leq \%70$ ) hastaların eşlik eden kalp yetmezliği varlığında pulse oksimetre sonuçlarının daha dikkatli değerlendirilmesi ve AKG doğrulanması gerektiği sonucuna varıldı. Pulse oksimetre kullanım alanları ve sınırlamaları iyi bilindiği takdirde non invaziv, konforlu ve değerli bir tekniktir.

## KAYNAKLAR

1. Akansel N, Yıldız H. [What should we know for reliable pulse oximetry readings?: Review]. *Turkiye Klinikleri J Anest Reanim* 2010;8(1): 44-8.
2. Severinghaus JW, Astrup PB. History of blood gas analysis. VI. Oximetry. *J Clin Monit* 1986; 2(4):270-88.
3. Vegfors M, Tryggvason B, Sjöberg F, Lennmarken C. Assessment of peripheral blood flow using a pulse oximeter. *J Clin Monit* 1990; 6(1):1-4.
4. Jensen LA, Onyskiw JE, Prasad NG. Meta-analysis of arterial oxygen saturation monitoring by pulse oximetry in adults. *Heart Lung* 1998;27(6):387-408.
5. Chiappini F, Fuso L, Pistelli R. Accuracy of a pulse oximeter in the measurement of the oxyhaemoglobin saturation. *Eur Respir J* 1998; 11(3):716-9.
6. Lee WW, Mayberry K, Crapo R, Jensen RL. The accuracy of pulse oximetry in the emergency department. *Am J Emerg Med* 2000; 18(4):427-31.
7. Yamamoto LG, Yamamoto JA, Yamamoto JB, Yamamoto BE, Yamamoto PP. Nail polish does not significantly affect pulse oximetry measurements in mildly hypoxic subjects. *Respir Care* 2008;53(11):1470-4.
8. Mutlu GM, Sznajder JL. Mechanisms of pulmonary edema clearance. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2005;289(5):L685-95.
9. 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):R67.
10. 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.
11. Ruppel GL. Blood gases and related tests. *Manuel of Pulmonary Function Testing*. 7th ed. St Louis, Missouri: Mosby Inc; 1998. p.133-58.
12. Tremper KK, Barker SJ. Pulse oximetry. *Anesthesiology* 1989;70(1):98-108.
13. Severinghaus JW, Spellman MJ Jr. Pulse oximeter failure thresholds in hypotension and vasoconstriction. *Anesthesiology* 1990; 73(3): 532-7.
14. Rubin AS. Nail polish color can affect pulse oximeter saturation. *Anesthesiology* 1988; 68(5): 825.
15. Coté CJ, Goldstein EA, Fuchsman WH, Hoaglin DC. The effect of nail polish on pulse oximetry. *Anesth Analg* 1988;67(7):683-6.
16. White PF, Boyle WA. Nail polish and oximetry. *Anesth Analg* 1989;68(4):546-7.
17. Rodden AM, Spicer L, Diaz VA, Steyer TE. Does fingernail polish affect pulse oximeter readings? *Intensive Crit Care Nurs* 2007; 23(1): 51-5.
18. Hinkelbein J, Genzwuerker HV, Sogl R, Fiedler F. Effect of nail polish on oxygen saturation determined by pulse oximetry in critically ill patients. *Resuscitation* 2007; 72(1):82-91.
19. Chan MM, Chan MM, Chan ED. What is the effect of fingernail polish on pulse oximetry? *Chest* 2003;123(6):2163-4.
20. Razi E, Akbari H. A comparison of arterial oxygen saturation measured both by pulse oximeter and arterial blood gas analyzer in hypoxemic and non-hypoxemic pulmonary diseases. *Tur Respir J* 2006;7(2):43-7.
21. Chiappini F, Fuso L, Pistelli R. Accuracy of a pulse oximeter in the measurement of the oxyhaemoglobin saturation. *Eur Respir J* 1998; 11(3):716-9.
22. Carone M, Patessio A, Appendini L, Purro A, Czernicka E, Zanaboni S, et al. Comparison of invasive and noninvasive saturation monitoring in prescribing oxygen during exercise in COPD patients. *Eur Respir J* 1997;10(2):446-51.
23. Lee WW, Mayberry K, Crapo R, Jensen RL. The accuracy of pulse oximetry in the emergency department. *Am J Emerg Med* 2000; 18(4):427-31.
24. Welch JP, DeCesare MS, Hess D. Pulse oximetry: instrumentation and clinical applications. *Respir Care* 1990;35(6):584-601.
25. Wahr JA, Tremper KK. Noninvasive oxygen monitoring techniques. *Crit Care Clin* 1995; 11(1):199-217.
26. Fanconi S. Pulse oximetry for hypoxemia: a warning to users and manufacturers. *Intensive Care Med* 1989;15(8):540-2.
27. Webb RK, Ralston AC, Runciman WB. Potential errors in pulse oximetry. II. Effects of changes in saturation and signal quality. *Anaesthesia* 1991;46(3):207-12.
28. Barker SJ, Hyatt J, Shah NK, Kao YJ. The effect of sensor malpositioning on pulse oximeter accuracy during hypoxemia. *Anesthesiology* 1993;79(2):248-54.
29. Strohl KP, House PM, Holic JF, Fouke JM, Cheung PW. Comparison of three transmittance oximeters. *Med Instrum* 1986;20(3): 143-9.
30. AARC (American Association for Respiratory Care) clinical practice guideline. Pulse oximetry. *Respir Care* 1991;36(12):1406-9.
31. Nickerson BG, Sarkisian C, Tremper K. Bias and precision of pulse oximeters and arterial oximeters. *Chest* 1988;93(3):515-7.
32. Morris RW, Nairn M, Torda TA. A comparison of fifteen pulse oximeters. Part I: A clinical comparison; Part II: A test of performance under conditions of poor perfusion. *Anaesth Intensive Care* 1989;17(1):62-73.
33. Van de Louw A, Cracco C, Cerf C, Harf A, Duvaldestin P, Lemaire F. Accuracy of pulse oximetry in the intensive care unit. *Intensive Care Med* 2001;27(10):1606-13.
34. Jubran A. Pulse oximetry. In: Tobin MJ, ed. *Principles and Practice of Intensive Care Monitoring*. 1st ed. New York: McGraw Hill; 1998. p. 261-89.
35. Wong DH, Tremper KK, Davidson J, Zaccari J, Weidoff P, Wilbur S, et al. Pulse oximetry is accurate in patients with dysrhythmias and a pulse deficit. *Anesthesiology* 1989; 70(6):1024-5.
36. Ramsing T, Rosenberg J. Pulse oximetry in severe anaemia. *Intensive Care Med* 1992; 18(2): 125-6.
37. Severinghaus JW, Koh SO. Effect of anemia on pulse oximeter accuracy at low saturation. *J Clin Monit* 1990;6(2):85-8.
38. Weston Smith SG, Glass UH, Acharya J, Pearson TC. Pulse oximetry in sickle cell disease. *Clin Lab Haematol* 1989;11(3): 185-8.
39. Szaflarski NL, Cohen NH. Use of pulse oximetry in critically ill adults. *Heart Lung* 1989;18(5): 444-53.
40. Schnapp LM, Cohen NH. Pulse oximetry. Uses and abuses. *Chest* 1990;98(5):1244-50.
41. Lazell VA, Jopling MW. Accuracy of pulse oximetry in cyanotic congenital heart diseases. *Anesthesiology* 1993;7(1):61-5.
42. 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.
43. Lee S, Tremper KK, Barker SJ. Effects of anemia on pulse oximetry and continuous mixed venous hemoglobin saturation monitoring in dogs. *Anesthesiology* 1991;75(1): 118-22.



44. Ramsing T, Rosenberg J. Pulse oximetry in severe anaemia. *Intensive Care Med* 1992;18(2): 125-6.
45. Jay GD, Hughes L, Renzi FP. Pulse oximetry is accurate in acute anemia from hemorrhage. *Ann Emerg Med* 1994;24(1): 32-5.
46. Falconer RJ, Robinson BJ. Comparison of pulse oximeters: accuracy at low arterial pressure in volunteers. *Br J Anaesth* 1990; 65(4): 552-7.
47. Ibáñez J, Velasco J, Raurich JM. The accuracy of the Biox 3700 pulse oximeter in patients receiving vasoactive therapy. *Intensive Care Med* 1991;17(8):484-6.
48. Päive H, Vuori A. Accuracy of three pulse oximeters at low cardiac index and peripheral temperature. *Crit Care Med* 1991;19(4): 560-2.
49. Secker C, Spiers P. Accuracy of pulse oximetry in patients with low systemic vascular resistance. *Anaesthesia* 1997;52(2): 127-30.