
Pulse Oksimetre ve Ko-Oksimetre ile Ölçülen Oksijen Saturasyon Değerlerinin Karşılaştırılması

Zeki YILDIRIM*, Cemal TUNCER**, Münire GÖKIRMAK*,
H. Canan HASANOĞLU*, İrfan BARUTÇU**, Hasan PEKDEMİR**

* İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı
** İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Kardiyoloji Anabilim Dalı, MALATYA

ÖZET

Klinik pratikte kullanımı gün geçtikçe artan pulse oksimetrelerin (PO) oksijen saturasyonunu doğru olarak ölçüp ölçmediği zaman zaman tartışılmaktadır. Bu nedenle hastanemiz yoğun bakım ünitesinde kullanılan S&W Athena (İsveç) marka hasta başı monitöründen izlenen oksijen saturasyonunun doğruluğunu ölçmek amacı ile çalışmamız düzenlendi. Referans değer olarak Nova State Profile Ultra-C (USA) ko-oksimetre (KO) cihazı alındı. Çalışmada çeşitli tanılarla yoğun bakımda izlenen 116 hastanın (82 erkek, ortalama yaş: 58.8 ± 12.1 , 34 kadın, ortalama yaş: 49.0 ± 13.4) radial arterinden alınan kan örneğinden KO ile yapılan kan gazı analizinde ortalama oksijen saturasyonu 96.7 ± 5.5 ve aynı anda hasta başı monitöründen okunan saturasyon oranı ortalaması ise 95.7 ± 5.8 olarak bulundu. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0.001$). Ancak klinik pratikte oksijen saturasyonu kritik sınırın altına inmedikçe %1'lik farkın ihmal edilebileceği ve oksijen saturasyonu %90'ın üzerinde olan hastalarda S&W Athena (İsveç) hasta başı monitörünün oksijen saturasyonunu doğru ölçtüğü sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Pulse oksimetre, ko-oksimetre, oksijen saturasyonu.

SUMMARY

Comparison of Oxygen Saturation by Pulse Oximetry and Co-Oximetry

There is a continuing debate on the accuracy of the oxygen saturation values measured by the pulse oximeters which are day by day, used more oftenly in clinical practice. Therefore we planned to measure the accuracy of the oxygen saturation values measured by the pulse oximeters of the bed-side monitors (S&W Athena, Sweden) in intensive care units. Nova State Profile Ultra-C (USA) co-oxymeter was used as a reference. The mean oxygen saturation values of the 116 patients with various diagnoses (82 males with a mean age of 58.8 ± 12.1 , 34 females with a mean age of 49.0 ± 13.4) observed on the bed-side monitor was 95.7 ± 5.8 ; while the simultaneous arterial blood gases taken from the radial arteries of the same group of patients revealed a mean oxygen saturation of 96.7 ± 5.5 by the co-oxymeter. The difference between the two values was statistically significant ($p < 0.001$). But since a difference of 1% in saturation values is not significant clinically, especially in patients having an oxygen saturation value above critical levels; we suggest that the pulse oxymeter of the bed-side monitors (S&W Athena, Sweden) measure the oxygen saturations accurately in patients with an oxygen saturation rate above 90%.

Key Words: Pulse oxymeter, co-oxymeter, oxygen saturation.

Son yıllarda ciddi solunum ve dolaşım yetmezliği olan hastaların noninvaziv monitorizasyonu giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle yoğun bakımda yatan hastalarda, ameliyat esnasında, bronkoskopide ve başka birçok klinik müdahaleler yapılırken oksijen saturasyonunun izlenmesi istenmektedir. Pulse oksimetrenin (PO) oksijen saturasyonu ölçme mekanizması başlıca iki temel esasa dayanmaktadır. Birincisi, oksihemoglobin ve deoksihemoglobinin ışığı, iki farklı dalga boyunda (kırmızı ışık= 660 nm ve kırmızı ötesi= 940 nm) farklı absorbe etmesidir. İkinci temel prensip ise, bu iki farklı dalga boyundaki ışığın pulsatil olanının absorpsiyonunu, pulsatil olmayan ışığın absorpsiyonundan ayırt edebilmesidir. Pulsatil komponent herbir kalp atımı ile arteriyel kan volümünün değişkenlik göstermesine bağlıdır. Pulsatil olmayan komponent ise venöz kanın ve dokuların ışık absorpsiyonudur ve sabit bir orandadır (1).

PO hastanın parmak ya da kulak memesine takılan bir prob ve oksijen saturasyonunu ölçen küçük bir mikroişlemci olmak üzere başlıca iki kısımdan oluşmaktadır. PO oksijen saturasyonunu, absorbe edilen herbir farklı dalga boyundaki ışığı kendinde yüklü bulunan değerlerle karşılaştırarak ölçer.

PO ve ko-oksimetre (KO) ile ölçülen oksijen saturasyonunu karşılaştıran bazı çalışmalar yapılmıştır (2-6). Biz de hastanemiz yoğun bakım ünitesinde hasta başı monitörizasyon sisteminde ölçülen oksijen saturasyonunu KO ile ölçülen oksijen saturasyonu ile karşılaştırmayı amaçladık.

MATERYAL ve METOD

Hastanemiz yoğun bakım ünitesinde son 5 ayda yatarak tedavi edilen 116 hasta (82 erkek, ortalama yaş: 58.8 ± 12.1, 34 kadın, ortalama yaş: 49.0 ± 13.4) çalışmaya alındı. Hastalardan 32'sinin oksijen tedavisine ihtiyacı vardı. Çalışmaya alınan hastalardan 49'unda sigara içme hikayesi vardı fakat çalışma yapıldığı sırada en az 5 gün süreyle hiçbir hasta sigara içmiyordu. Arteriyel kan İngiliz Toraks Derneği'nin kriterlerine göre alındı. Kan radial arterden heparinle ıslatılmış enjektöre alındı ve havayla temas etmesi için hemen enjektörün ucu kapatıldı. İki

dakika karıştırıldıktan sonra acilen laboratuvara gönderildi ve bekletilmeden çalışıldı (7). Kan gazı analizinde Nova State Profile Ultra-C (USA) marka KO cihazı kullanıldı. Arteriyel oksijen, karbondioksit, pH ve oksijen saturasyonu ölçüldü. KO günlük olarak kalibre edildi. Arteriyel kan gazı alındığı sırada hastaların oksijen saturasyonu, S&W Athena (İsveç) marka oksijen saturasyonunu da ölçen hasta başı monitörü ile devamlı olarak ölçülüyordu. Arteriyel kan alındığı zamanki oksijen saturasyonu değeri kaydedildi ve KO'nun ölçtüğü saturasyonla karşılaştırıldı. Hastalar inspire ettikleri oksijen oranlarına göre 4 alt gruba ayrıldı. İnspire edilen oksijen (FiO₂) oranı hesaplamasında aşağıdaki formül kullanıldı (8):

$$FiO_2 = \%20 + [4 \times O_2 \text{ akımı (L/dk)}]$$

İstatistik

Tüm hastalarda her iki yöntemle ölçülen oksijen saturasyonu ortalamaları unpaired-t testi ile karşılaştırıldı. İnspire edilen oksijen oranlarına göre ayrılan 4 alt grubun PO ile ölçülen oksijen saturasyonu ortalaması (SpO₂) ve KO ile ölçülen oksijen saturasyonu ortalamaları (SkO₂) ayrı ayrı hesaplandı. SpO₂ ve SkO₂ alt grup ortalamaları Mann-Whitney-U testi ile karşılaştırıldı. Her iki yöntemle ölçülen saturasyon oranlarının ilişkisi lineer regresyon analizi ile test edildi. İstatistik hesaplamalarında SPSS istatistik programı kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak p < 0.05 değeri kabul edildi.

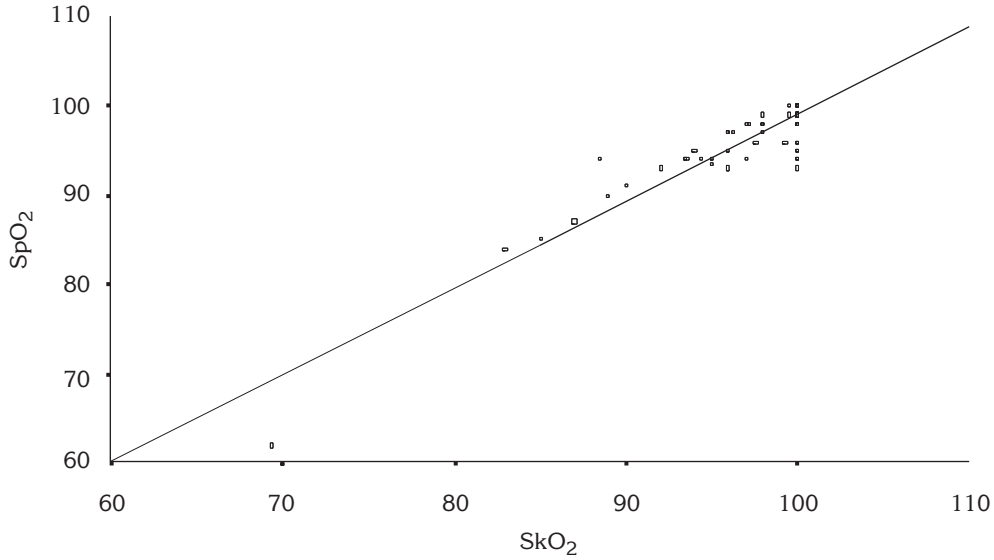
BULGULAR

Hastaların aldıkları oksijen oranına göre PO₂, PCO₂, pH, Hb ve oksijen saturasyonu değerleri ortalama ± standart sapma olarak Tablo 1'de gösterilmektedir. SpO₂ 95.7 ± 5.8 SkO₂ ise 96.7 ± 5.5 olarak bulundu (p < 0.001). Oda havası soluyan ve ilave oksijen verilen hastaların SkO₂ ve SpO₂ ortalamaları Tablo 1'de görülmektedir. İnspire edilen oksijen oranı %32 olan hastalarda SpO₂ ortalaması SkO₂'na göre daha düşük bulundu (p < 0.05). %21, %36 ve %40 oksijen alan hasta gruplarında ise SkO₂ ve SpO₂ arasında anlamlı bir fark yoktu. Tüm hastalar için değerlendirildiğinde SkO₂ ve SpO₂ oranları arasında pozitif bir korelasyon vardı (r = 0.89, p = 0.001) (Şekil 1).

Tablo 1. Hastaların inhale ettikleri oksijen yüzdesine göre pulse oksimetre ve ko-oksimetre ile ölçülen oksijen saturasyon oranları, hemoglobin düzeyleri, pH, PaO₂ ve PaCO₂ ortalamaları.

	FiO ₂ %			
	21	32	36	40
Hasta sayısı	84	18	12	2
SkO ₂	96.6 ± 6.1	97.4 ± 4.4	95.6 ± 6.3	100.0 ± 0
SpO ₂	95.3 ± 6.9	95.3 ± 9.9	95.4 ± 5.8	100.0 ± 0
PaO ₂	72.0 ± 13.9	88.9 ± 48.8	81.3 ± 23.5	304.3 ± 5.6
PaCO ₂	39.1 ± 8.8	36.5 ± 13.5	37.7 ± 12.8	24.4 ± 4.8
pH	7.45 ± 0.05	7.45 ± 0.06	7.39 ± 0.1	7.40
Hb	14.2 ± 1.3	13.0 ± 1.3	12.8 ± 2.8	14.2 ± 1.3

FiO₂: Inhale edilen oksijen yüzdesi, SkO₂: Ko-oksimetre ile ölçülen oksijen saturasyonu, SpO₂: Pulse oksimetre ile ölçülen oksijen saturasyonu, PaO₂: Arteriyel oksijen basıncı, PaCO₂: Arteriyel karbondioksit basıncı, Hb: Hemoglobin.



Şekil 1. SkO₂ ve SpO₂ arasındaki pozitif korelasyon ($r= 0.89$, $p= 0.001$).

SkO₂: Ko-oksimetre ile ölçülen saturasyon, SpO₂: Pulse oksimetre ile ölçülen saturasyon.

TARTIŞMA

Pulse oksimetre ile oksijen saturasyonunun noninvaziv olarak devamlı izlenmesi, yoğun bakımda yatan hastalarda, genel anestezi uygulamaları sırasında, fiberoptik bronkoskopi gibi topikal anestezi altında yapılan tanısal ve tedavi amaçlı bazı invaziv girişimler esnasında ve uyku çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (9,10). Özellikle arteriyel kan gazı alınması mümkün olmayan durumlarda oksijen saturasyonunun bilinmesi daha da önem kazanmaktadır. Ciddi klinik durumlarda kullanılan bu yöntemin oksijen saturasyonunu doğru ölçüp ölçmediğinin bilinmesi zorunludur.

PO probunun uygulandığı vücut bölgesinin sıcaklık durumu, dolaşan kanın ısısının oksihemoglobin ve deoksihemoglobinin absorpsiyon spektrumu üzerine etkisi nedeniyle, ölçümün doğruluğunu etkileyebilmektedir, ancak oluşabilecek hataların klinik olarak önemsiz olduğu düşünülmektedir (1). Ayrıca, kan pH'sındaki değişikliklerin de SpO₂ sonuçlarına etki etmediği bildirilmektedir (1). Methemoglobin ve bilirubin gibi renkli maddeler PO'nun doğruluğunu etkileyebilmektedir (4,7). Oksijen saturasyonunun %80'in altında olması, probun uygulanacağı kulak memesi ve parmak ucunun dolaşımında bozukluk olması, tırnaklarda oje olması (özellikle

mavi, yeşil ya da siyah renkli) ve tanısal amaçlı intravenöz boyalar (indosiyenin yeşili ve metilen mavisi gibi) SpO₂ düzeylerinin olduğundan daha düşük ölçülmesine neden olabilmektedir (7,11).

Literatürde PO'nun oksijen saturasyonunu ne kadar doğru ölçtüğünü değerlendiren bazı çalışmalar mevcuttur. Yapılan çalışmalarda, çeşitli markalar adı altında üretilen birçok PO cihazlarının klinik olarak kullanışlı olduğu ve oksijen saturasyonunu KO'lara benzer doğrulukta ölçtüğü gösterilmiştir (2-6). Bizim çalışmamızda da S&W Athena monitörünün oksijen saturasyonunu Nova State Profile Ultra-C cihazına yakın doğrulukta ölçtüğü gösterilmiştir. İki yöntem arasındaki %1'lik fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Bununla birlikte oksijen saturasyonu kritik sınırın altına düşmedikçe, bu farkın klinik uygulamalarda ihmal edilebileceği düşünüldü.

PO ile oksihemoglobin ve deoksihemoglobin düzeyi doğru olarak ölçülebilmesine rağmen, bazı KO'lar ile ölçülebilen karboksihemoglobin ve methemoglobin düzeyleri ölçülememektedir. Barker ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada karboksihemoglobin düzeyinin yüksek olduğu durumlarda PO'nun oksijen saturasyonunu KO'ya göre daha yüksek olarak ölçtüğü gösterilmiştir (12). Bu nedenle sıklıkla karşılaşılan şofben ya da kömür sobası zehirlenmesi durumlarında ve yangınlarda görülen karbonmonoksit inhalasyonu hikayesi olan ya da aşırı sigara içen kişilerde SpO₂ sonucuna göre verilecek kararlarda önemli hatalar olabileceği akılda tutulmalıdır.

Bir başka çalışmada, kronik obstrüktif akciğer hastalığı olan hastalarda egzersiz testi sırasında PO'nun KO'ya göre oksijen saturasyonunu anlamlı düzeyde düşük ölçtüğü gösterilmiştir (13).

Bahsettiğimiz durumlar haricinde, hastaların oksijen saturasyon oranları %90'ın üzerinde olduğu zaman S&W Athena marka hasta başı monitörü ile oksijen saturasyonu izlenmesinin KO kadar doğru sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Düzenlediğimiz ikinci bir çalışmada ise %90'ın altında oksijen saturasyonu olan hastalardaki benzer çalışmamızda PO ve KO'ya göre doğruluğu değerlendirilecektir.

KAYNAKLAR

1. Ralston AC, Webb RK, Runciman WB. Potential errors in pulse oximetry. I. Pulse oximeter evaluation. *Anaesthesia* 1991; 46: 202-6.
2. Modica R, Rizzo A. Accuracy and response time of a portable pulse oximeter. The Pulsox-7 with a finger probe. *Respiration* 1991; 58: 155-7.
3. Chiappini F, Fuso L, Pistelli R. Accuracy of a pulse oximeter in the measurement of the oxyhaemoglobin saturation. *Eur Respir J* 1998; 11: 716-9.
4. Tytler JA, Seeley HF. The Nellcor N-101 pulse oximeter. A clinical evaluation in anaesthesia and intensive care. *Anaesthesia* 1986; 41: 302-5.
5. Nickerson BG, Sarkisian C, Tremper K. Bias and precision of pulse oximeters and arterial oximeters. *Chest* 1988; 93: 515-7.
6. Hannhart B, Haberer JP, Saunier C, Laxenaire MC. Accuracy and precision of fourteen pulse oximeters. *Eur Respir J* 1991; 4: 115-9.
7. Recommendations of the British Thoracic Society and Association of Respiratory Technicians and Physiologists. Guidelines for the measurement of respiratory function. *Respiratory Medicine* 1994; 88: 165-94.
8. Tzanakis N, Mitouska I, Siafakas NM. Oxygen therapy in chronic obstructive pulmonary disease. In: Postma DS, Siafakas NM, eds. Management of chronic obstructive pulmonary disease. *European Respiratory Monograph 1998 monograph 7, Volum 3, page:171.*
9. Ueda N, Kitamura Y, Hayashi Y, Takaki O, Uchida O, Yamatodani A, Kuro M. Anaesthetic management of pheochromocytoma associated with tricuspid atresia. *Can J Anaesth* 1991; 38: 780-4.
10. Eichhorn JH, Cooper JB, Cullen DJ, Maier WR, Philip JH, Seeman RG. Standards for patient monitoring during anesthesia at Harvard Medical School. *JAMA* 1986; 256: 1017-20.
11. Gorman ES, Shnider MR. Effect of methylene blue on the absorbance of solutions of haemoglobin. *Br J Anaesth* 1988; 60: 439-44.
12. Barker SJ, Tremper KK. The effect of carbon monoxide inhalation on pulse oximetry and transcutaneous PO₂. *Anesthesiology* 1987; 66: 677-9.
13. McGovern JP, Sasse SA, Stansbury DW, Causing LA, Light RW. Comparison of oxygen saturation by pulse oximetry and co-oximetry during exercise testing in patients with COPD. *Chest* 1996; 109: 1151-5.

Yazışma Adresi:

Dr. Zeki YILDIRIM

Turgut Özal Tıp Merkezi

Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı

44100, MALATYA