

## مقایسه اندازه‌گیری اشباع اکسیژن خون شریانی با پالس اکسی‌متری و نمونه خون شریانی در بیماران بخش مراقبت‌های ویژه قلبی

### چکیده

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۱/۳۱

**زمینه و هدف:** پالس اکسی‌متری به شکل وسیعی در بخش مراقبت‌های ویژه به عنوان راهنمای مداخلات درمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات کمی در مورد دقت و صحت پالس اکسی‌متری در بخش مراقبت‌های ویژه قلبی صورت گرفته است. هدف ما از این مطالعه، مقایسه پالس اکسی‌متری با میزان اشباع اکسیژن نمونه خون شریانی در طی پی‌گیری بالینی روتین این بیماران و بررسی تاثیر اسیدوز خفیف بر آن بود.

**روش بررسی:** در یک مطالعه آینده‌نگر تحلیلی، ۸۰ بیمار بستری در بخش مراقبت‌های ویژه قلبی بعد از عمل جراحی قلب باز مورد بررسی قرار گرفتند. یک و یا چندین نمونه از شریان رادیال بیمار گرفته و در همان حین پالس اکسی‌متری مداوم برقرار گردید. حدود ۱۳۷ نمونه جمع‌آوری شد و میزان اشباع اکسیژن خون شریانی ( $\text{SaO}_2$ ) و پالس اکسی‌متری ( $\text{SPO}_2$ ) ثبت گردید.

**یافته‌ها:** میانگین اختلاف بین میزان اشباع خون شریانی و پالس اکسی‌متری  $0.12 \pm 1.16$  درصد بود. در کل ۱۳۷ نمونه ضریب همبستگی پیرسون نشان‌گر ارتباط معنی‌دار بین  $\text{SPO}_2$  و  $\text{SaO}_2$  در بیماران با هم‌گلوبین نرمال بود ( $P < 0.001$ ) و  $r = 0.754$ ، هم‌چنین در ۴۷ بیمار با اسیدوز خفیف نیز بین  $\text{SPO}_2$  و  $\text{SaO}_2$  ارتباط منطقی وجود داشت (ضریب همبستگی پیرسون  $0.799$  و  $P < 0.001$ ). در این نمونه‌ها نیز اختلاف بین  $\text{SPO}_2$  و  $\text{SaO}_2$   $0.05 \pm 1.5$  درصد بود.

**نتیجه‌گیری:** داده‌ها نشان داد که در بیماران با همودینامیک پایدار و هنگامی که کیفیت سیگنال‌های پالس اکسی‌متری خوب است، پالس اکسی‌متری به صورت قابل اعتمادی  $\text{SaO}_2$  را نشان می‌دهد. اسیدوز خفیف ارتباط بین  $\text{SPO}_2$  و  $\text{SaO}_2$  را تغییر نمی‌دهد. بنابراین، پالس اکسی‌متری مونتورینگ مفید برای اشباع اکسیژن شریانی در بیماران با همودینامیک پایدار می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** اسیدوز، اشباع اکسیژن شریانی، پالس اکسی‌متری.

علیرضا ماهوری<sup>۱</sup>، ابراهیم حسینی<sup>۱\*</sup>  
حیدر نوروزی‌نیا<sup>۱</sup>، بهزاد سینایی<sup>۱</sup>  
الهام اسماعیلی<sup>۲</sup>

۱- گروه بیهوشی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران.

۲- پزشک عمومی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران.

\* نویسنده مسئول: ارومیه، بیمارستان امام خمینی (ره)، گروه بیهوشی و مراقبت‌های ویژه

تلفن: ۰۹۱۴-۴۴۸۰۰۵۰  
E-mail: ehassani87@gmail.com

### مقدمه

اکسی‌مترها ابزارهایی هستند که از میزان جذب نور استفاده می‌کنند تا میزان غلظت انواع هموگلوبین را اندازه‌گیری کنند. یکی از اولین اکسی‌مترهای به کار رفته، یک دستگاه غیرتهاجمی بود که در جنگ جهانی دوم به کار رفت که با عبور نور از دو طرف یک بافت (لاله گوش) توسط دو طول موج نوری کار می‌کرد. یکی از طول موج-

ها به تغییرات اکسی هموگلوبین حساس بود و دیگری نبود. بدین طریق لاله‌گوش مانند یک لوله آزمایش عمل می‌کرد که حاوی رسوب هموگلوبین باشد.

پالس اکسی‌متر سیگنال‌های نوری ترانس‌دایوسر را به اطلاعات فیزیولوژیکی تبدیل می‌کند. در طول دهه گذشته اکسی‌مترهای ابداع شده  $\text{SPO}_2$  را در بافت‌های خاص اندازه می‌گیرند. نور منعکس شده از یک بافت می‌تواند اطلاعات مفیدی را با توجه به

ویژه می‌باشند، ولی نقش آن‌ها در تصمیم‌گیری سریع و اقدام برای درمان در شرایط کلینیکی خاص به‌طور کامل شناخته شده نیست و لازم است که مسایل مختلف تاثیرگذار بر دقت آن‌ها و همچنین میزان قابلیت اعتماد به آن‌ها در شرایط مختلف بیماران مورد ارزیابی قرار گیرد. از این‌رو تصمیم گرفتیم تا به بررسی میزان دقت و ارتباط پالس اکسی‌متری و اشباع اکسیژن خون شریانی در بیماران بستری در بخش مراقبت‌های ویژه بعد از اعمال جراحی قلب باز بپردازیم.

## روش بررسی

در یک مطالعه مشاهده‌ای آینده‌نگر تمامی بیماران تحت اعمال جراحی قلب باز در بیمارستان سیدالشهدای ارومیه، در طی سه ماه آخر سال ۱۳۹۰ تحت بررسی قرار گرفتند. روش مطالعه به‌این‌صورت بود که پس از اتمام اعمال جراحی قلب باز و انتقال بیماران به‌بخش مراقبت‌های ویژه قلبی، در هنگام نمونه‌گیری برای انجام آنالیز گازهای خون شریانی، پالس اکسی‌متری ثبت شد. به‌این‌ترتیب، نمونه‌های گرفته‌شده با هموگلوبین بالای ۹ g/dl، کم‌تر از ۹ g/dl و PH > ۷/۴۵ و کم‌تر از ۷/۳۵ به‌صورت جداگانه جمع‌آوری و در هر کدام از این شرایط ارتباط بین پالس اکسی‌متری و اشباع اکسیژن خون شریانی محاسبه شد.

نمونه‌خون از طریق کانولای شریانی که قبلاً در هنگام القای بیهوشی تعبیه شده بود، گرفته شد. به‌صورت روتین هرگاه که نیاز به آنالیز گازهای خون شریانی بود، نمونه گرفته شده و هم‌زمان پالس اکسی‌متری ثبت شد. روش نمونه‌گیری به‌این‌صورت بود که هنگام نمونه‌گیری روتین خون شریانی، ابتدا ۲ ml خون گرفته شده و به بیرون ریخته شد. سپس نمونه خون گرفته‌شده در عرض دو دقیقه با دستگاه (Nova Biomedical, pHox Plus, USA) تحت آنالیز گازهای خون شریانی قرار گرفت. در همان حین با استفاده از دستگاه پالس اکسی‌متر (Datascope, Passport 2, USA) میزان اشباع اکسیژن ثبت شد.

دستگاه پالس اکسی‌متر، میانگین پالس اکسی‌متر را هر پنج ثانیه نشان می‌دهد. پروب پالس اکسی‌متر به انگشتی که بهترین موج را داشته باشد وصل گردید و به‌دستی که شریان رادیال آن کانوله شده بود وصل نشد. درضمن بیمارانی که به‌علت شرایط برون‌ده قلبی پایین

محاسبه میانگین اشباع یک بافت ارایه دهد. برای مثال یک اکسی‌متر مغزی می‌تواند میانگین اشباع هموگلوبین مغز را محاسبه کند که انعکاسی از تعادل داخل‌جمجمه‌ای خون شریانی به وریدی و میزان اکسیژناسیون هر دوی آن‌ها است.<sup>۱</sup> صرف‌نظر از فیزیک و قوانین حاکم بر کارکرد پالس اکسی‌مترها، این دستگاه‌ها مدت‌هاست که در واحدهای مختلف برای نشان دادن وضعیت اکسیژناسیون بیماران به‌کار گرفته می‌شوند. امروزه یکی از استانداردهای اساسی اتاق‌های عمل و واحدهای مختلف بیهوشی برای اعمال تشخیصی و یا درمانی خارج از اتاق عمل پالس اکسی‌مترها هستند.

Severinghaus و Astrup نشان دادند که پالس اکسی‌متری پیشرفته‌ترین تکنولوژی در جهت تامین سلامت بیماران تحت بیهوشی عمومی است.<sup>۲</sup>

اندازه‌گیری میزان اشباع اکسیژن خون شریانی و به‌تبع آن تخمین فشار اکسیژن خون شریانی بیماران اهمیت به‌سزایی دارد. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از مانیتورینگ مداوم پالس اکسی‌متری احتمال هیپوکسی را کاهش می‌دهد.<sup>۳،۴</sup> یک اشباع اکسیژن خون شریانی به‌اندازه ۹۰٪ به‌عنوان پایه، نشان‌دهنده اکسیژناسیون کافی در طی ونتیلاسیون مکانیکی است.<sup>۵</sup> با توجه به این مهم، گرفتن نمونه‌های خون شریانی برای ارزیابی  $SPO_2$ ، به‌دلیل تهاجمی بودن نمونه‌گیری و این‌که به‌صورت مداوم این امکان وجود ندارد، روش مطلوبی نیست ولی پالس اکسی‌مترها قادر به نشان‌دادن میزان اشباع اکسیژن به‌صورت مداوم و غیرتهاجمی می‌باشند.

این وسایل نیز عاری از اشتباه نبوده و در شرایط مختلف ممکن است میزان اشباع اکسیژن را به‌صورت کاذب، بالا یا پایین نشان دهند. شرایطی هم‌چون مسمومیت با گاز مونواکسید کربن، متهموگلوبینمی، لاک‌ناخن، نور محیط، افت شدید فشارخون و غیره شرایطی هستند که می‌توانند به‌تفسیر نادرست و کاذب پالس اکسی‌متر منجر شوند.<sup>۶</sup> بعضی از مطالعات نشان داده‌اند که آنمی دقت پالس اکسی‌متر را کاهش می‌دهد ولی در مطالعات دیگر این مسئله ثابت نشده است.<sup>۷،۸</sup> اسیدوز و آلکالوز نیز ممکن است ارتباط بین پالس اکسی‌متری و اشباع اکسیژن خون شریانی را تحت تاثیر قرار دهند.<sup>۱۰</sup>

اگرچه پالس اکسی‌مترها ابزارهای مفیدی برای مانیتورینگ اکسیژناسیون بیماران چه در اتاق عمل و چه در بخش مراقبت‌های

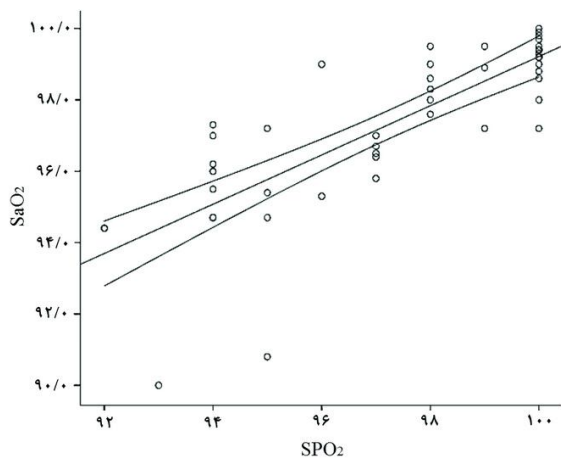
دو نسبت به طور کامل با هم ارتباط داشتند. با توجه به کم بودن نمونه آلکالوز خفیف، این نمونه‌ها از مطالعه خارج شدند. در حدود ۴۸ نمونه اسیدوز متابولیک خفیف با میانگین  $pH=7/31 \pm 0/01$  وجود داشت. در آنالیز نمونه‌های فوق، اختلاف  $SaO_2$  با  $SPO_2$   $0/05 \pm 1/5$  با فاصله اطمینان  $0/4$  الی  $0/5$  درصد بود. در این نمونه، ارتباط بین  $SaO_2$  با  $SPO_2$  قابل توجه بود (ضریب همبستگی  $0/799$  و  $P=0/001$ ) (جدول ۱ و نمودار ۲).

در ۸۸ مورد نمونه‌ها  $pH$  بین  $7/35$  الی  $7/45$  قرار داشت و میانگین  $pH=7/38 \pm 0/02$  بود. در این سری نیز اختلاف بین  $SaO_2$  با  $SPO_2$   $0/1 \pm 1/7$  درصد بوده و  $95\%$  فاصله اطمینان  $-0/2$  الی  $0/5$  درصد بود (ضریب همبستگی پیرسون  $0/750$  و  $P=0/001$ ) (جدول ۱).

و افت فشارخون در حالت اسیدوز شدید بودند و پالس اکسی متری دقت کافی نداشت، از مطالعه حذف شدند. در تمامی بیماران داده‌های مختلف در چکلیست جمع شده و ارتباط خطی بین  $SaO_2$  و  $SPO_2$  با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون مورد آنالیز قرار گرفت.

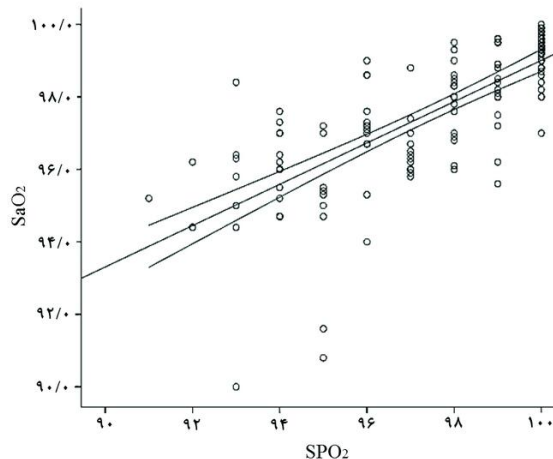
### یافته‌ها

از بین ۱۴۰ نمونه در ۱۳۷ نمونه، هموگلوبین بالای  $9g/dl$  بود. در این سری نمونه‌ها، اختلاف  $SaO_2$  با  $SPO_2$   $0/12 \pm 1/6$  درصد بود و ارتباط بین  $SaO_2$  و  $SPO_2$  نیز کاملاً معنی دار بود (ضریب همبستگی پیرسون  $0/754$  و  $P=0/001$ ). همان‌گونه که در جدول ۱ و نمودار ۱ نشان داده شده است، این



نمودار ۲: بررسی ارتباط  $SaO_2$  با  $SPO_2$  در حضور اسیدوز خفیف

$P=0/001$  و  $R=0/799$



نمودار ۱: بررسی ارتباط  $SaO_2$  با  $SPO_2$  در بیماران با  $Hb > 9g/dl$

$P=0/001$  و  $R=0/754$

جدول ۱: داده‌های اشباع اکسیژن شریانی در شرایط مختلف

| متغیر                  | $SaO_2^*$        | $SPO_2^*$        | اختلاف*        | CI %۹۵         | R       |
|------------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|---------|
| بیماران $Hb > 9g/dl$   | $97/52 \pm 1/89$ | $97/39 \pm 2/50$ | $0/12 \pm 1/6$ | $-0/14 - 0/40$ | $0/754$ |
| بیماران با اسیدوز خفیف | $97/36 \pm 2/26$ | $97/31 \pm 2/61$ | $0/05 \pm 1/5$ | $-0/40 - 0/50$ | $0/799$ |
| بیماران $pH$ نرمال     | $97/59 \pm 1/73$ | $97/43 \pm 2/61$ | $0/1 \pm 1/7$  | $-0/21 - 0/52$ | $0/750$ |

\* میانگین  $\pm$  انحراف معیار. فاصله اطمینان: CI. اشباع اکسیژن با پالس اکسیمتری:  $SpO_2$ . اشباع اکسیژن شریانی:  $SaO_2$

## بحث

مبتلا به سپسیس و یا در بیماران بدحال بستری در ICU که فشارخون پایینی داشته باشند، SPO<sub>2</sub> نشانگر درستی از SaO<sub>2</sub> نمی‌باشد.<sup>۳</sup> در مطالعه ما بیماران دارای همودینامیک پایدار بوده و هیچ‌گونه افت فشار و یا معیارهای پرفیوژن ضعیف ارگان‌ها را نداشتند. در مطالعه حاضر در بیماران با همودینامیک پایدار و هموگلوبین نرمال، SPO<sub>2</sub> تفاوت معنی‌داری با SaO<sub>2</sub> نداشت و ۹۵٪ فاصله اطمینان ۰/۱- الی ۰/۴ درصد بود و پالس اکسی‌متری با SaO<sub>2</sub> در حدود ۰/۵ درصد اختلاف داشت.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که در شرایط همودینامیک پایدار و هموگلوبین نرمال و اسیدوز خفیف پالس اکسی‌متری نشانگر درستی از میزان اشباع اکسیژن شریانی است و برای اظهارنظر این ارتباط در بیماران بدحال و در اسیدوز و یا آلکالوز شدید و یا هموگلوبین پایین تحقیقات بیش‌تری لازم می‌باشد.

سپاسگزاری: این مقاله حاصل پایان‌نامه دانشجویی تحت عنوان "مقایسه اندازه‌گیری اشباع اکسیژن خون شریانی با پالس اکسی‌متری و نمونه خون شریانی در بیماران بخش مراقبت‌های ویژه قلبی" در مقطع دکترای پزشکی در سال ۱۳۹۱ بوده و با حمایت دانشگاه علوم پزشکی ارومیه اجرا شده است.

بررسی‌های محدودی در خصوص ارتباط SaO<sub>2</sub> با SPO<sub>2</sub> در بخش مراقبت‌های ویژه قلبی صورت گرفته است. نتایج مختلفی در خصوص ارتباط و دقت SPO<sub>2</sub> ارایه شده است. در بعضی از مطالعات گزارش شده است که پالس اکسی‌متری میزان واقعی اشباع اکسیژن شریانی را کم‌تر نشان می‌دهد.<sup>۳</sup> در بعضی موارد نیز خلاف آن نتیجه‌گیری شده است.<sup>۵</sup> در یک مطالعه گزارش شده است که پالس اکسی‌متری ارتباط متوسطی با SaO<sub>2</sub> داشته و SPO<sub>2</sub> بیش‌تر از مقدار واقعی SaO<sub>2</sub> می‌باشد. این نمونه‌ها که از ۵۱ بیمار بستری در ICU جنرال گرفته شده بود، نشانگر این بود که پالس اکسی‌متری میزان SaO<sub>2</sub> را بیش‌تر از واقعی نشان می‌دهد.<sup>۱۱</sup>

در مطالعه حاضر ارتباط نزدیکی بین SPO<sub>2</sub> و SaO<sub>2</sub> وجود داشت و میزان اختلاف در حد خیلی کم بود و مانند مطالعه ذکرشده، اسیدوز خفیف تاثیری بر میزان اختلاف نداشت. در بعضی از مطالعات نشان داده شده است که SPO<sub>2</sub> نشانگر دقیقی از SaO<sub>2</sub> در بیماران به شدت بدحال نیست و بهتر است برای تضمین اشباع اکسیژن شریانی، SPO<sub>2</sub> بیش‌تر از ۹۴٪ باشد<sup>۱۲</sup> ولی آنچه که مسلم است، در بیماران

## References

- Eskaros SM, Papadakos PJ, Lachmann B. Respiratory monitoring. In: Miller RD, editor. Miller's Anesthesia. 7<sup>th</sup> ed. Philadelphia, PA: Elsevier, Churchill Livingstone; 2010. p. 1411-41.
- Severinghaus JW, Astrup PB. History of blood gas analysis. VI. Oximetry. *J Clin Monit* 1986;2(4):270-88.
- 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.
- 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.
- Seguin P, Le Rouzo A, Tanguy M, Guillou YM, Feuillu A, Malledant Y. Evidence for the need of bedside accuracy of pulse oximetry in an intensive care unit. *Crit Care Med* 2000;28(3):703-6.
- Jubran A. Pulse oximetry. *Intensive Care Med* 2004;30(11):2017-20.
- 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.
- 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.
- Jay GD, Hughes L, Renzi FP. Pulse oximetry is accurate in acute anemia from hemorrhage. *Ann Emerg Med* 1994;24(1):32-5.
- Ralston AC, Webb RK, Runciman WB. Potential errors in pulse oximetry. I. Pulse oximeter evaluation. *Anaesthesia* 1991;46(3):202-6.
- 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.
- 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.
- Wilson BJ, Cowan HJ, Lord JA, Zuege DJ, Zygun DA. The accuracy of pulse oximetry in emergency department patients with severe sepsis and septic shock: a retrospective cohort study. *BMC Emerg Med* 2010;10:9.

## Comparison of pulseoximetry oxygen saturation and arterial oxygen saturation in open heart intensive care unit

Alireza Mahoori M.D.<sup>1</sup>  
Ebrahim Hassani M.D.<sup>1\*</sup>  
Heydar Noroozinia M.D.<sup>1</sup>  
Behzad Sinaei M.D.<sup>1</sup>  
Elham Esmaeili M.D.<sup>2</sup>

1- Department of Anesthesiology,  
Faculty of Medicine, Urmia  
University of Medical Sciences,  
Urmia, Iran.

2- General Practitioner, Urmia  
University of Medical Sciences,  
Urmia, Iran.

\* Corresponding author: Dept. of  
Anesthesiology, Imam Khomeini  
Hospital, Urmia, Iran.  
Tel: +98-914-4480050  
E-mail: ehassani87@gmail.com

### Abstract

Received: November 05, 2012 Accepted: April 20, 2013

**Background:** Pulseoximetry is widely used in the critical care setting, currently used to guide therapeutic interventions. Few studies have evaluated the accuracy of SPO<sub>2</sub> (pulseoximetry oxygen saturation) in intensive care unit after cardiac surgery. Our objective was to compare pulseoximetry with arterial oxygen saturation (SaO<sub>2</sub>) during clinical routine in such patients, and to examine the effect of mild acidosis on this relationship.

**Methods:** In an observational prospective study 80 patients were evaluated in intensive care unit after cardiac surgery. SPO<sub>2</sub> was recorded and compared with SaO<sub>2</sub> obtained by blood gas analysis. One or serial arterial blood gas analyses (ABGs) were performed via a radial artery line while a reliable pulseoximeter signal was present. One hundred thirty seven samples were collected and for each blood gas analyses, SaO<sub>2</sub> and SPO<sub>2</sub> we recorded.

**Results:** O<sub>2</sub> saturation as a marker of peripheral perfusion was measured by Pulseoximetry (SPO<sub>2</sub>). The mean difference between arterial oxygen saturation and pulseoximetry oxygen saturation was 0.12%±1.6%. A total of 137 paired readings demonstrated good correlation (r=0.754; P<0.0001) between changes in SPO<sub>2</sub> and those in SaO<sub>2</sub> in samples with normal hemoglobin. Also in forty seven samples with mild acidosis, paired readings demonstrated good correlation (r=0.799; P<0.0001) and the mean difference between SaO<sub>2</sub> and SPO<sub>2</sub> was 0.05%±1.5%.

**Conclusion:** Data showed that in patients with stable hemodynamic and good signal quality, changes in pulseoximetry oxygen saturation reliably predict equivalent changes in arterial oxygen saturation. Mild acidosis doesn't alter the relation between SPO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub> to any clinically important extent. In conclusion, the pulse oximeter is useful to monitor oxygen saturation in patients with stable hemodynamic.

**Keywords:** Acidosis, oxygen/blood, pulse oximetry.