

SO SÁNH MỘT SỐ CHỈ SỐ TRAO ĐỔI KHÍ ĐO BẰNG PHƯƠNG PHÁP KHÔNG XÂM LẤN VỚI CÁC CHỈ SỐ KHÍ MÁU ĐỘNG MẠCH Ở BỆNH NHÂN THÔNG KHÍ NHÂN TẠO XÂM NHẬP

Đỗ Khánh Hà¹, Trần Huyền Trang² và Hoàng Bùi Hải^{1,2,✉}

¹Trường Đại học Y Hà Nội

²Bệnh viện Đại học Y Hà Nội

Nghiên cứu nhằm đánh giá tương quan của các thông số khí máu trên đo khí máu động mạch không xâm lấn và xâm lấn trên bệnh nhân thông khí nhân tạo xâm nhập. Nghiên cứu mô tả từ tháng 06/2023 đến tháng 9/2023. Nghiên cứu ghi nhận 50 cặp biến cùng thời điểm trên 35 bệnh nhân thở máy xâm nhập tại Khoa Cấp cứu và Hồi sức tích cực của Bệnh viện Đại học Y Hà Nội. Có mối tương quan tốt giữa $gPaO_2$, O_2 Deficit và $EtCO_2$ từ phép đo không xâm lấn khi so sánh với PaO_2 , $AaDO_2$ và $PaCO_2$ khí máu động mạch với r là 0,83; 0,98 và 0,71. Phân tích Bland - Altman về các thông số $gPaO_2$, $EtCO_2$ trên khí máu không xâm lấn so với PaO_2 , $PaCO_2$ của khí máu động mạch xâm lấn, có sự tương đồng tốt với Mean bias lần lượt là -1,14 và 5,26; phần trăm sai số là 26,23% và 31,25%. Nghiên cứu cho thấy phương pháp đo khí máu không xâm lấn này có sự tương đồng và tương quan về chỉ số phân áp O_2 , phân áp CO_2 so với đo bằng phương pháp xâm lấn ở bệnh nhân thở máy xâm nhập.

Từ khóa: Khí máu không xâm lấn, Khí máu động mạch, Suy hô hấp, Thở máy xâm nhập.

Danh mục từ viết tắt: PaO_2 (Partial pressure of oxygen in arterial blood) - Áp suất riêng phần của O_2 trong máu động mạch, $gPaO_2$ (Arterial partial pressure of oxygen) - Áp suất riêng phần oxy trong máu động mạch tính toán, $PaCO_2$ (Partial pressure of carbon dioxide in arterial blood) - Áp suất riêng phần của CO_2 trong máu động mạch, $EtCO_2$ (End-tidal CO_2 pressure) - Áp suất riêng phần carbon dioxide cuối thì thở ra, $AaDO_2$, O_2 Deficit - chênh lệch oxy phế nang- động mạch, ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation) - Hệ thống trao đổi oxy qua màng tại giường.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Suy hô hấp là một tình trạng cấp cứu rất thường gặp tại khoa cấp cứu. Theo nghiên cứu dịch tễ học về suy hô hấp tại Hoa Kỳ từ năm 2002 - 2017, tỷ lệ mắc hàng năm là 1275 trường hợp trên 100.000 người lớn và tỷ lệ tử vong là 12%.¹ Đứng trước một trường hợp suy hô hấp, yêu cầu đặt ra cho bác sĩ phải nhanh chóng đánh giá mức độ, tìm kiếm nguyên nhân, phân loại dựa trên thăm khám lâm sàng và các công cụ kèm theo. Năm 1957, kỹ thuật viên Bradley

và tiến sĩ Severinghaus đã tạo ra hệ thống phân tích khí máu đầu tiên có điện cực oxy và carbon dioxide.² Sau đó, lần lượt các điện cực pH, lactate, glucose cũng được bổ sung. Hệ thống phân tích khí máu ngày càng hiện đại và có nhiều thông tin thêm vào. Ngày nay, khí máu động mạch được coi là tiêu chuẩn vàng trong chẩn đoán suy hô hấp cấp, là phương tiện giúp đánh giá nhanh độ bão hòa oxy trong máu động mạch, rối loạn thông khí và tình trạng toan kiềm. Tuy nhiên, thủ thuật lấy khí máu động mạch không tránh khỏi các biến chứng như tổn thương động mạch, huyết khối, thiếu máu cục bộ, tụ máu, phình động mạch và hiếm gặp hơn là loạn dưỡng giao cảm phản xạ.³

Một thiết bị đo khí máu không xâm lấn mới

Tác giả liên hệ: Hoàng Bùi Hải

Trường Đại học Y Hà Nội

Email: hoanqbuihai@hmu.edu.vn

Ngày nhận: 02/05/2024

Ngày được chấp nhận: 20/06/2024

đã được phát triển với các thông số được cung cấp nhanh chóng và giả thuyết thay thế được PaO_2 , PaCO_2 và AaDO_2 từ khí máu động mạch truyền thống, đồng thời các thông số được theo dõi liên tục. Máy khí máu không xâm lấn Medipines AGM100 được giới thiệu lần đầu tiên vào năm 2019, với vai trò ban đầu là đáp ứng được nhu cầu về quá tải nguồn lực trong đại dịch COVID-19, sau đó được áp dụng rộng rãi tại các bệnh phòng nội - ngoại khoa. Nhiều nghiên cứu trên thế giới cho thấy khí máu không xâm lấn cho kết quả thông số khí máu có tương quan với khí máu động mạch truyền thống.⁴⁻⁶

Đây là một thiết bị mới và chưa được áp dụng rộng rãi ở Việt Nam, vì thế đề tài “So sánh một số chỉ số trao đổi khí đo bằng phương pháp không xâm lấn với các chỉ số khí máu động mạch ở bệnh nhân thông khí nhân tạo xâm nhập” được nghiên cứu với mục tiêu: Đánh giá tương quan của một số chỉ số trao đổi khí đo bằng thiết bị đo không xâm lấn với khí máu động mạch trên bệnh nhân thở máy xâm nhập.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Đối tượng

Tiêu chuẩn lựa chọn

Bệnh nhân thở máy xâm nhập (qua ống nội khí quản hoặc mở khí quản).

Tiêu chuẩn loại trừ: Khi bệnh nhân có một trong các đặc điểm sau đây trở lên

- Bệnh nhân có hội chứng Raynaud.
- Bệnh nhân co thắt mạch đầu chi do thuốc Noradrenalin.
- Bệnh nhân phải sử dụng ECMO.
- Bệnh nhân hoặc người nhà không đồng ý tham gia nghiên cứu.

2. Phương pháp

Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả cắt ngang.

Cỡ mẫu: thuận tiện, tất cả các bệnh nhân có tiêu chuẩn lựa chọn và không có tiêu chuẩn loại trừ.

Địa điểm và thời gian nghiên cứu: Khoa Cấp cứu và Hồi sức tích cực Bệnh viện Đại học

Y Hà Nội từ tháng 06/2023 đến tháng 09/2023.

Thiết bị đo là một hộp di động nhỏ gồm cảm biến oxy, carbon dioxide, một máy bơm lấy khí, dây nối lấy khí từ bệnh nhân, thiết bị đo SpO_2 và phần mềm thích hợp với màn hình hiển thị dữ liệu. Sau khi thiết bị được kết nối với bệnh nhân, máy bơm sẽ đưa dòng khí từ bệnh nhân qua dây dẫn khí, qua hệ thống sensor trong máy. Các giá trị tức thời của áp suất oxy, carbon dioxide ở thì hít vào và cuối thì thở ra sẽ được biểu đạt liên tục bằng đồ thị dạng sóng trên màn hình. Qua các thông số đo được trực tiếp EtCO_2 và SpO_2 , đường cong phân ly oxy - hemoglobin, giá trị gPaO_2 được tính toán thông qua phương trình Hill và phương trình Kelman.

Phương trình Hill:

$$(\text{PO}_2)^n = (\text{P50})^n \times [\text{SO}_2 / (1-\text{SO}_2)]$$

Trong đó: P50 là áp lực oxy với hemoglobin ở mức bão hòa 50%, $n = 2,7$, SO_2 là độ bão hòa oxy động mạch được cung cấp bởi SpO_2 .

Phương trình Kelman:

$$\text{P50} = 0,221 \times \text{PCO}_2 + 17,9$$

Trong đó, PCO_2 được lấy từ giá trị EtCO_2 ⁷

Chúng tôi lấy một mẫu khí máu không xâm lấn tại một thời điểm ngẫu nhiên. Trong thời gian 2 - 3 phút chờ kết quả. Một mẫu khí máu động mạch xâm lấn đã được lấy và thực hiện ngay trên máy phân tích khí máu Cobas b221 đặt tại khoa Cấp cứu và Hồi sức tích cực.

Tiến hành so sánh tương quan giữa các thông số khí máu và sự tương đồng của hai phương pháp khi đánh giá khí máu động mạch, bao gồm: PaO_2 , PaCO_2 và AaDO_2 trên khí máu động mạch so với các thông số: gPaO_2 , EtCO_2 , O_2 Deficit trên khí máu không xâm lấn.

Xử lý số liệu

Các số liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS 20.0. Các biến định lượng biểu hiện bằng trung bình \pm độ lệch chuẩn, phép so sánh T-test, các biến định tính thể hiện bằng tỷ lệ phần trăm. Sự tương đồng của các chỉ số giữa giữa hai phương pháp được ước tính theo phương pháp của Bland- Altman. Giá trị



Hình 1. Màn hình hiển thị các thông số khí máu trên máy khí máu không xâm lấn Medipines AGM100⁵

trung bình (m) và trung bình khác biệt (d) được tính toán kèm theo độ lệch chuẩn SD. Giới hạn tương đồng được tính bằng $d \pm 1,96SD$ và phần trăm sai số (percentage error - PE) = $1,96 \times SD/m$. Hệ số tương quan Pearson (r) và mô hình hồi quy tuyến tính được sử dụng để đánh giá tương quan giữa hai thông số với $p < 0,05$ được coi là có ý nghĩa thống kê.

3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành nhằm mục đích khoa học, mọi số liệu thu thập chỉ được phục vụ cho công tác nghiên cứu, các thông tin cá nhân của đối tượng nghiên cứu được giữ bí mật.

III. KẾT QUẢ

Nghiên cứu thu được 50 cặp số liệu cho mỗi biến nghiên cứu từ 35 bệnh nhân trong đó nam chiếm 54,3%, nữ chiếm 45,7%, tuổi trung bình là $69,9 \pm 17,1$ tuổi, nhỏ nhất là 30, lớn nhất là 94.

Sau khi phân tích mối tương quan giữa các thông số của 2 phương pháp chúng tôi thấy:

PaO₂ và gPaO₂ có mối tương quan tuyến tính thuận với $r = 0,83$; $p < 0,01$.

PaCO₂ và EtCO₂ có mối tương quan tuyến tính thuận với $r = 0,71$; $p < 0,01$.

AaDO₂ và O₂ Deficit có mối tương quan tuyến tính thuận với $r = 0,98$; $p < 0,01$.

Bảng 1. Khảo sát sự tương quan của các thông số khí máu (mmHg)

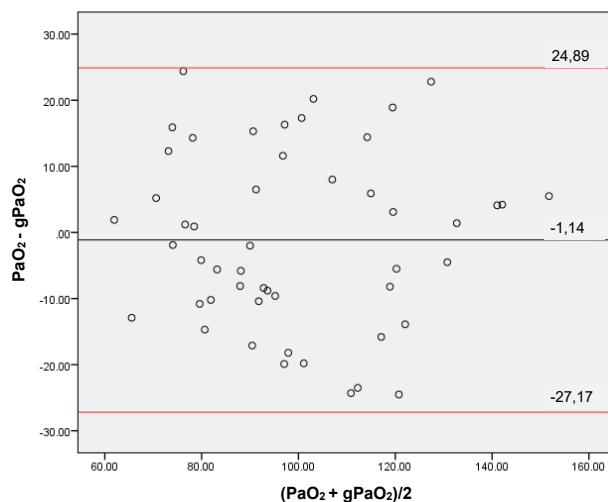
Thông số	Khí máu động mạch (Mean ± SD)	Khí máu không xâm lấn (Mean ± SD)	Tương quan (r)	p
PaO ₂ , gPaO ₂	98,68 ± 22,46	99,82 ± 22,54	0,83	< 0,01
PaCO ₂ , EtCO ₂	36,12 ± 7,49	30,89 ± 6,27	0,71	< 0,01
AaDO ₂ , O ₂ Deficit	138,81 ± 114,82	122,84 ± 106,55	0,98	< 0,01

Có mối tương quan giữa hai phương pháp khi đo các thông số khí máu với các trị số r gần bằng 1.

Bảng 2. Khảo sát sự tương đồng giữa các thông số khí máu (mmHg)

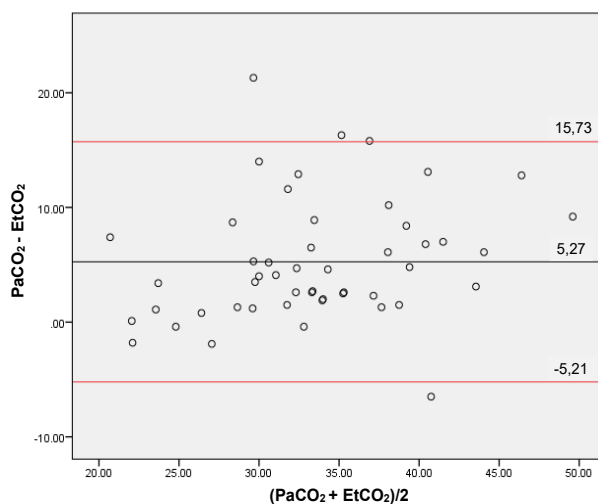
Thông số	Trung bình 2 phương pháp	Trung bình khác biệt	Giới hạn sự tương đồng	% sai số (PE)
PaO ₂ , gPaO ₂	99,25 ± 21,5	-1,14 ± 13,28	-27,17 → 24,89	26,23%
PaCO ₂ , EtCO ₂	33,49 ± 6,37	5,26 ± 5,34	-5,21 → 15,73	31,25%
AaDO ₂ , O ₂ Deficit	130,82 ± 110,05	15,97 ± 25,13	-33,28 → 65,22	37,65%

Có sự tương đồng giữa các thông số với trung bình khác biệt thấp.



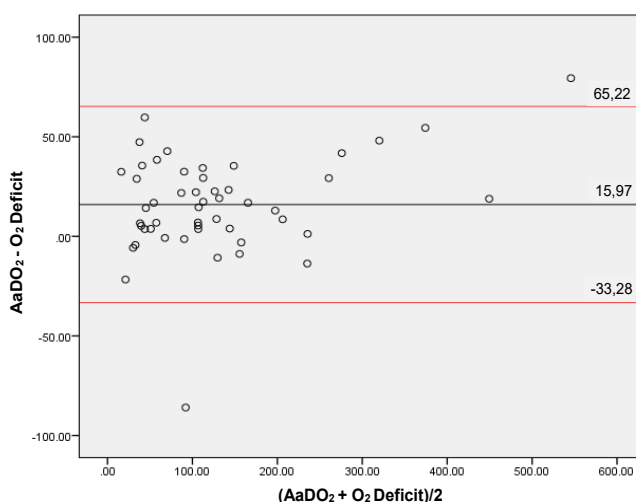
Biểu đồ 1. Biểu đồ Bland Altman đánh giá về sự tương đồng giữa hai phương pháp khi đo phân áp oxy

Không có cặp số liệu nào nằm ngoài giới hạn tương đồng (-5,21 → 15,73).



Biểu đồ 2. Biểu đồ Bland Altman đánh giá về sự tương đồng giữa hai phương pháp khi đo phân áp CO₂

Có 3 cặp số liệu (chiếm 6%) nằm ngoài giới hạn tương đồng (-27,17 → 24,89).



Biểu đồ 3. Biểu đồ Bland Altman đánh giá về sự tương đồng giữa hai phương pháp khi đo phân áp oxy phế nang- động mạch.

Có 2 cặp số liệu (chiếm 4%) nằm ngoài giới hạn tương đồng (-33,28 → 65,22).

IV. BÀN LUẬN

Nghiên cứu so sánh 50 cặp số liệu về các chỉ số trao đổi khí của hai phương pháp cho mỗi biến nghiên cứu từ 35 bệnh nhân thở máy xâm nhập.

PaO₂ và gPaO₂: Theo kết quả nghiên cứu, PaO₂ của 2 phương pháp có tương quan với nhau, hệ số tương quan $r = 0,81$, đồng thời khi đánh giá tương đồng bằng biểu đồ Bland – Altman cho thấy hai phương pháp có tính tương đồng cao với trung bình khác biệt và % sai số thấp. Kết quả của chúng tôi tương đồng với tác giả West JB và cộng sự (2019) với hệ số tương quan $R^2 = 0,758$ và trung bình khác biệt = 2,7 khi tiến hành nghiên cứu trên 23 bệnh nhân tại khoa Cấp cứu, phẫu thuật và nội khoa có tổn thương phổi.⁸

EtCO₂ và PaCO₂: Khác với PaCO₂ được đo trực tiếp trong máu động mạch, EtCO₂ được đo bằng phương pháp đo cảm biến dòng thổi bên (sidestream) qua dòng khí thở đến từ ống kết nối trên dây máy thở, EtCO₂ được đánh giá vào

cuối thì thở ra của bệnh nhân.

Theo kết quả nghiên cứu của chúng tôi, có tương quan giữa EtCO₂ trên khí máu không xâm lấn và PaCO₂ trên khí máu động mạch xâm lấn với hệ số tương quan $r = 0,71$. Khi phân tích bằng biểu đồ Bland - Altman cho thấy tính tương đồng giữa hai phương pháp với trung bình khác biệt = 5,26 và % sai số 31,25%.

Một nghiên cứu của Tyagi D trên 100 bệnh nhân mắc COPD bị suy hô hấp tăng CO₂ máu, trong đó 73% bệnh nhân thở máy xâm nhập cho thấy có mối tương quan đáng kể giữa giá trị PaCO₂ và EtCO₂ ($r = 0,82$), phân tích Bland-Altman cho thấy độ lệch trung bình = -19,4. Kết quả này cho thấy phép đo EtCO₂ có tương quan với giá trị PaCO₂ ở những bệnh nhân thở máy xâm nhập.⁹

Kết quả của chúng tôi tương đồng với nghiên cứu của tác giả Uzunay H và cộng sự (2021) khi so sánh EtCO₂ với PaCO₂ trên máu động mạch ở bệnh nhân thở máy không xâm nhập, nghiên cứu cho thấy mức độ tương quan trung bình giữa hai chỉ số với hệ số tương quan $R^2 = 0,567$ và sự khác biệt giữa hai trung bình có ý nghĩa thống kê với $Z = -10,64$, $p < 0,001$.¹⁰

Tác giả Yosefy C và cộng sự (2004) khi tiến hành nghiên cứu sử dụng EtCO₂ như một yếu tố dự đoán PaCO₂ trên 73 bệnh nhân suy hô hấp tại khoa Cấp cứu cho kết quả có tương quan giữa PaCO₂ và EtCO₂ với R² = 0,792, tuy nhiên tác giả không đánh giá về sai số tương đồng giữa hai phương pháp đo, do đó không kết luận được có sử dụng thay thế EtCO₂ cho PaCO₂ trên khí máu động mạch hay không.¹¹

O₂ Deficit và AaDO₂: AaDO₂ có vai trò trong đánh giá mức độ bất tương xứng giữa thông khí và tưới máu, và thường được tính thủ công sau khi có kết quả PaO₂ và PaCO₂ trên khí máu động mạch xâm lấn. O₂ Deficit trên khí máu không xâm lấn cho kết quả trực tiếp dựa trên tính toán từ các tín hiệu thu nhận trên cảm biến. Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy có sự tương quan giữa hai chỉ số AaDO₂ trên khí máu động mạch và O₂ Deficit với R = 0,98 tuy nhiên hai chỉ số này lại kém tương đồng với Mean bias = 15,97 và % sai số 37,65%.

Với các thông số của máy, chúng tôi có được thông tin về chỉ số oxy, carbon dioxide một cách nhanh chóng, tuy nhiên lại không có các chỉ số quan trọng khác (pH, HCO₃⁻, BB, BE, lactat...) như ở khí máu động mạch xâm lấn trên các bệnh nhân nặng.

gPaO₂ là một thông số tính toán và phụ thuộc rất nhiều vào độ bão hòa oxy mạch này. Trong môi trường bệnh nhân hồi sức thì những trường hợp sử dụng vận mạch liều cao dẫn tới co mạch ngoại vi quá mức hay thiếu máu nặng, raynaud... thì chỉ số này là không chính xác. Và chúng tôi cũng không sử dụng được phương pháp này trên bệnh nhân ECMO, đó là một vài hạn chế trong nghiên cứu này.

V. KẾT LUẬN

Có sự tương đồng và tương quan về chỉ số phân áp O₂, phân áp CO₂ khi đo bằng 2 phương pháp không xâm lấn và xâm lấn ở bệnh nhân thông khí xâm nhập. Việc sử dụng phương

pháp đo khí máu không xâm lấn nhằm mục đích thay thế cho khí máu trên lâm sàng có thể được cân nhắc ở những đối tượng bệnh nhân cần theo dõi khí máu động mạch nhiều lần hoặc liên tục. Tuy nhiên, trong phạm vi nghiên cứu còn nhỏ, với số lượng cỡ mẫu khiêm tốn, chúng tôi kiến nghị cần có thêm các nghiên cứu về sau để chứng minh kết quả này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kempker JA, Abril MK, Chen Y, et al. The Epidemiology of Respiratory Failure in the United States 2002 - 2017: A Serial Cross-Sectional Study. *Critical care explorations*. 2020;2(6):e0128.
2. Severinghaus JW. The invention and development of blood gas analysis apparatus. *Anesthesiology*. 2002;97(1):253-256.
3. Criscuolo C, Nepper G, Buchalter S. Reflex sympathetic dystrophy following arterial blood gas sampling in the intensive care setting. *Chest*. 1995;108(2):578-580.
4. West JB, Wang DL, Prisk GK, et al. Noninvasive measurement of pulmonary gas exchange: comparison with data from arterial blood gases. *American journal of physiology Lung cellular and molecular physiology*. 2019;316(1):L114-L118.
5. Howe CA, MacLeod DB, Wainman L, et al. Validation of a Noninvasive Assessment of Pulmonary Gas Exchange During Exercise in Hypoxia. *Chest*. 2020;158(4):1644-1650.
6. West JB, Crouch DR, Fine JM, et al. A New, Noninvasive Method of Measuring Impaired Pulmonary Gas Exchange in Lung Disease: An Outpatient Study. *Chest*. 2018;154(2):363-369.
7. Prisk GK, West JB. Deriving the arterial pO₂ and oxygen deficit from expired gas and pulse oximetry. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md: 1985)*. 2019;127(4):1067-1074.
8. Prisk GK, West JB. Non-invasive Measurement of Pulmonary Gas Exchange

Efficiency: The Oxygen Deficit. *Frontiers in physiology*. 2021;12:757857.

9. Tyagi D, Govindagoudar MB, Jakka S, et al. Correlation of PaCO₂ and EtCO₂ in COPD Patients with Exacerbation on Mechanical Ventilation. *Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine*. 2021;25(3):305-309.

10. Uzunay H, Selvi F, Bedel C, et al.

Comparison of ETCO₂ Value and Blood Gas pCO₂ Value of Patients Receiving Non-invasive Mechanical Ventilation Treatment in Emergency Department. *SN comprehensive clinical medicine*. 2021;3(8):1717-1721.

11. Yosefy C, Hay E, Nasri Y, et al. End tidal carbon dioxide as a predictor of the arterial pCO₂ in the emergency department setting. *Emergency medicine journal : EMJ*. 2004;21(5):557-559.

Summary

COMPARISON OF SOME GAS EXCHANGE INDICATORS MEASURED BY BOTH NON - INVASIVE AND INVASIVE METHODS IN PATIENTS WITH INVASIVE MECHANICAL VENTILATION

The study aimed to evaluate the correlation between blood gas parameters in non-invasive and invasive arterial blood gas measurements in mechanically ventilated patients. A descriptive study was conducted from June 2023 to September 2023. The study collected data from 50 pairs of variables simultaneously in 35 patients undergoing invasive mechanical ventilation at the Department of Emergency Medicine and Intensive Care of Hanoi Medical University Hospital. There was a good correlation observed between gPaO₂, O₂ Deficit and EtCO₂ from non-invasive measurements when compared with PaO₂, AaDO₂ and PaCO₂ in the arterial blood gases, with correlation coefficients of 0.83; 0.98 and 0.71, respectively. Bland - Altman analysis of gPaO₂, EtCO₂ parameters in non-invasive blood gas measurements compared to PaO₂, PaCO₂ in invasive arterial blood gas measurements showed good similarity, with Mean biases of -1.14 and 5.26, respectively. The percentage error was found to be 26.23% and 31.25%, respectively. In patients with invasive mechanical ventilation, this research suggested that the non-invasive blood gas measurement method had similarities and correlations in O₂ partial pressure and CO₂ partial pressure indices compared to measurements by invasive methods.

Keywords: Non-invasive blood gases, Arterial blood gases, Respiratory failure, Invasive mechanical ventilation.