

TƯƠNG QUAN VÀ ĐỘ PHÙ HỢP GIỮA TcCO₂ VÀ PaCO₂ TRONG KHỞI MÊ NHANH VỚI OXY DÒNG CAO QUA MŨI Ở PHẪU THUẬT CẤP CỨU

Bùi Minh Hồng^{1,2,✉}, Nguyễn Đức Lam^{1,3}

¹Trường Đại học Y Hà Nội

²Bệnh viện Đa khoa tỉnh Phú Thọ

³Bệnh viện Phụ sản Hà Nội

Nghiên cứu tiến cứu trên 105 bệnh nhân phẫu thuật cấp cứu nhằm đánh giá tương quan và độ phù hợp giữa TcCO₂ và PaCO₂ trong khởi mê nhanh có sử dụng oxy dòng cao qua mũi (HFNC). TcCO₂ được theo dõi liên tục và so sánh với PaCO₂ tại các thời điểm trước dự trữ oxy, sau dự trữ oxy và sau giai đoạn ngưng thở. Phân tích thống kê bao gồm tương quan Pearson, hồi quy tuyến tính và biểu đồ Bland–Altman. Trong giai đoạn ngưng thở, cả PaCO₂ và TcCO₂ đều tăng dần theo thời gian, với tốc độ tăng trung bình lần lượt là $2,07 \pm 0,95$ mmHg/phút và $1,67 \pm 0,63$ mmHg/phút. TcCO₂ tương quan với PaCO₂ với $r = 0,63$ tại các thời điểm trước và sau dự trữ oxy, và $r = 0,45$ sau giai đoạn ngưng thở ($p < 0,001$). Phân tích Bland–Altman cho dữ liệu lặp lại cho thấy bias giữa TcCO₂ và PaCO₂ là $-0,42$ mmHg (KTC 95%: $-0,71$ đến $-0,13$), với giới hạn tương đồng từ $-4,73$ đến $3,88$ mmHg; KTC 95% của các giới hạn lần lượt là $-5,45$ đến $-4,01$ và $3,16$ đến $4,60$ mmHg. Kết luận: TcCO₂ có mối tương quan thuận mức độ trung bình với PaCO₂ trong khởi mê nhanh có sử dụng HFNC. Phương pháp này hữu ích để theo dõi xu hướng biến đổi CO₂ máu nhưng chưa thể thay thế khí máu động mạch khi cần độ chính xác cao.

Từ khóa: Khởi mê nhanh, oxy dòng cao qua mũi, CO₂ qua da, ngưng thở.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong phẫu thuật cấp cứu cần gây mê nội khí quản (NKQ), khởi mê nhanh thường được áp dụng ở bệnh nhân có nguy cơ dạ dày đầy nhằm hạn chế trào ngược và hít sặc.¹ Giai đoạn ngưng thở trong khởi mê nhanh là thời điểm dễ xảy ra giảm oxy máu và tăng CO₂ máu, có thể ảnh hưởng đến huyết động và an toàn thần kinh. Vì vậy, ngoài đảm bảo oxy hóa đầy đủ, theo dõi biến đổi CO₂ máu đóng vai trò quan trọng trong kiểm soát an toàn đường thở ở nhóm bệnh nhân này.

Oxy dòng cao qua mũi (HFNC) ngày càng được sử dụng để tăng dự trữ oxy và duy trì oxy

hóa trong suốt thời gian ngưng thở.² Mặc dù, HFNC có thể hỗ trợ thải CO₂ ở mức độ nhất định, CO₂ máu vẫn tiếp tục tích lũy trong giai đoạn ngưng thở, đặc biệt khi thời gian kéo dài. Do đó, việc theo dõi liên tục PaCO₂ trong khởi mê nhanh có ý nghĩa quan trọng nhằm phát hiện sớm tăng CO₂ máu.

PaCO₂ đo bằng khí máu động mạch là tiêu chuẩn tham chiếu đánh giá CO₂ máu, nhưng phương pháp này mang tính xâm lấn và không theo dõi liên tục. Đo CO₂ qua da (transcutaneous CO₂ – TcCO₂) là phương pháp không xâm lấn, theo dõi liên tục dựa trên nguyên lý khuếch tán CO₂ qua da được làm ấm và đã được ứng dụng trong hồi sức.³ Tuy nhiên, độ chính xác của TcCO₂ so với PaCO₂ trong khởi mê nhanh có sử dụng HFNC, đặc biệt khi PaCO₂ thay đổi nhanh trong giai đoạn ngưng thở, vẫn chưa được làm rõ.

Tác giả liên hệ: Bùi Minh Hồng

Trường Đại học Y Hà Nội

Email: drhong88gmhs@gmail.com

Ngày nhận: 19/03/2026

Ngày được chấp nhận: 15/04/2026

Do vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá tương quan và độ phù hợp giữa TcCO₂ và PaCO₂ trong khởi mê nhanh có sử dụng HFNC ở bệnh nhân phẫu thuật cấp cứu.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Đối tượng

Tiêu chuẩn lựa chọn

- Bệnh nhân ≥ 18 tuổi, phân loại thể trạng ASA I-II.

- Có chỉ định khởi mê nhanh để đặt NKQ do nguy cơ dạ dày đầy, xác định khi bệnh nhân có tắc ruột/liệt ruột trước mổ, hoặc siêu âm dạ dày phát hiện thức ăn đặc hay dịch lỏng với thể tích dịch dạ dày ước tính > 1,5 ml/kg. Thể tích dạ dày được tính theo công thức: V (ml) = 27 + 14,6 × CSA – 1,28 × tuổi; (CSA: diện tích cắt ngang hang vị).

- Sử dụng HFNC trong quá trình dự trữ oxy và giai đoạn ngưng thở.

- Bệnh nhân hoặc người đại diện hợp pháp đồng ý tham gia nghiên cứu.

Tiêu chuẩn loại trừ

- Tổn thương da tại vị trí đặt cảm biến TcCO₂ (viêm da, bỏng, sẹo dày).

- Rối loạn tưới máu ngoại vi nặng (sốc, co mạch kéo dài, hạ thân nhiệt) có thể ảnh hưởng đo TcCO₂.

- Bệnh nhân cần thông khí hỗ trợ trước khởi mê.

- Dữ liệu TcCO₂ hoặc khí máu động mạch không thu thập đầy đủ tại các thời điểm nghiên cứu.

2. Phương pháp

Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu tiến cứu so sánh hai phương pháp đo được thực hiện trên các bệnh nhân phẫu thuật cấp cứu dưới gây mê NKQ, thực hiện từ 07/2023 đến 08/2025 tại Bệnh viện Đa khoa Phú Thọ.

Cỡ mẫu nghiên cứu

Cỡ mẫu được tính cho mục tiêu đánh giá

mối tương quan giữa PaCO₂ và TcCO₂ theo công thức Fisher z: $n = (Z_{1-a/2} + Z_{1-b})^2 / (0,5 \cdot \ln((1+r)/(1-r)))^2 + 3$.

Dựa trên nghiên cứu của Ngô Văn Định và cs (2024), hệ số tương quan giữa TcCO₂ và PaCO₂ cao (r = 0,88 – 0,94).⁷ Tuy nhiên, để tránh đánh giá quá mức cỡ mẫu, chúng tôi lựa chọn hệ số tương quan kỳ vọng thận trọng r = 0,4. Với α = 0,05 và β = 0,2, cỡ mẫu tối thiểu là 47 bệnh nhân. Do nghiên cứu có số đo lặp lại trên mỗi bệnh nhân và sử dụng phân tích Bland–Altman cho dữ liệu lặp lại, cỡ mẫu được tăng lên để đảm bảo độ chính xác của các ước lượng. Nghiên cứu thu nhận 105 bệnh nhân.

Quy trình gây mê và theo dõi

Tại phòng mổ, bệnh nhân được theo dõi bằng điện tim, SpO₂, huyết áp động mạch và EtCO₂. TcCO₂ được theo dõi liên tục bằng hệ thống SenTec Digital Monitoring System (Thụy Sĩ). Cảm biến TcCO₂ được đặt tại vùng vị trí dưới xương đòn bên phải, sau khi làm sạch da, cài đặt nhiệt độ 44°C và chờ thời gian ổn định tối thiểu 5 phút trước khi ghi nhận số liệu.

HFNC (Optiflow, Fisher & Paykel, New Zealand) được cài đặt với FiO₂ 100%, lưu lượng 60 L/phút ở 37°C, duy trì trong 3 phút trước khi tiêm thuốc khởi mê để dự trữ oxy, sau đó duy trì trong suốt giai đoạn khởi mê và đặt NKQ cho đến khi đặt NKQ thành công.

Khởi mê được thực hiện với fentanyl 2 µg/kg, propofol 2 mg/kg và rocuronium 1 mg/kg tiêm tĩnh mạch. Duy trì ấn sụn nhãn liên tục từ khi bệnh nhân mất ý thức cho đến khi bơm cuff ống NKQ. Đặt nội khí quản sau 90 giây tiêm giãn cơ bằng đèn soi thanh quản Macintosh với ống nội khí quản phù hợp với giới tính và thể trạng bệnh nhân. Tất cả các trường hợp đặt NKQ do bác sĩ gây mê có kinh nghiệm (≥ 5 năm) thực hiện nhằm đảm bảo tính đồng nhất của quy trình. Trong quá trình ngưng thở và đặt NKQ, nếu SpO₂ ≤ 94%, thao tác sẽ tạm dừng và được thông khí hỗ trợ theo quy trình an toàn.

Tỷ lệ đặt NKQ thành công lần đầu và số lần đặt nội khí quản được ghi nhận. Các yếu tố có thể ảnh hưởng đến thời gian ngưng thở như thời gian đặt nội khí quản, số lần đặt nội khí quản và SpO₂ thấp nhất trong giai đoạn ngưng thở cũng được thu thập để phân tích.

Các chỉ số nghiên cứu

PaCO₂ được xác định bằng khí máu động mạch lấy qua catheter động mạch quay tại ba thời điểm: trước dự trữ oxy, ngay trước khởi mê (sau 3 phút dự trữ oxy) và ngay sau khi đặt NKQ. Mẫu khí máu được phân tích bằng máy cobas® b 221 (Roche Diagnostics, Thụy Sĩ). Giá trị TcCO₂ được ghi nhận tại các thời điểm tương ứng với thời điểm lấy khí máu động mạch.

Biến số chính của nghiên cứu là độ phù hợp giữa TcCO₂ và PaCO₂, trong đó PaCO₂ được xem là chuẩn tham chiếu. Độ phù hợp được đánh giá bằng độ lệch trung bình (bias) và giới hạn tương đồng theo phương pháp Bland–Altman cho dữ liệu lặp lại. Ngưỡng chấp nhận lâm sàng được xác định trước là sai lệch ±5 mmHg giữa hai phương pháp đo.

Các biến số lâm sàng và nhân khẩu học bao gồm tuổi, giới tính, BMI và phân loại ASA. Các biến liên quan đến quá trình khởi mê gồm thời gian đặt nội khí quản (tính từ khi đưa lưỡi đèn soi thanh quản vào miệng đến khi đặt NKQ

thành công và bơm cuff hoàn tất), thời gian ngưng thở (tính từ thời điểm bệnh nhân mất ý thức đến khi thông khí trở lại), giá trị SpO₂ thấp nhất (giá trị thấp nhất ghi nhận từ khi bắt đầu khởi mê đến khi đặt NKQ thành công) và số lần đặt NKQ (số lần đưa dụng cụ soi thanh quản vào miệng để đặt NKQ). Tốc độ tăng CO₂ (mmHg/phút) được tính bằng chênh lệch giá trị CO₂ trong thời gian ngưng thở chia cho tổng thời gian ngưng thở (phút).

Phân tích thống kê

Số liệu được xử lý bằng SPSS 22.0 (IBM, Hoa Kỳ). Tương quan Pearson được dùng để đánh giá mối liên quan giữa TcCO₂ và PaCO₂. Sự phù hợp được phân tích bằng Bland–Altman cho dữ liệu lặp lại, ước tính bias, giới hạn tương đồng và khoảng tin cậy 95%. Ý nghĩa thống kê với p < 0,05.

3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu được Hội đồng Đạo đức trong nghiên cứu y sinh học của Trường Đại học Y Hà Nội phê duyệt (số 1185/GCN-HMUIRB ngày 14/3/2024). Tất cả bệnh nhân hoặc người đại diện hợp pháp đều ký cam kết đồng ý tham gia nghiên cứu.

III. KẾT QUẢ

1. Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu

Bảng 1. Đặc điểm chung của bệnh nhân (n = 105)

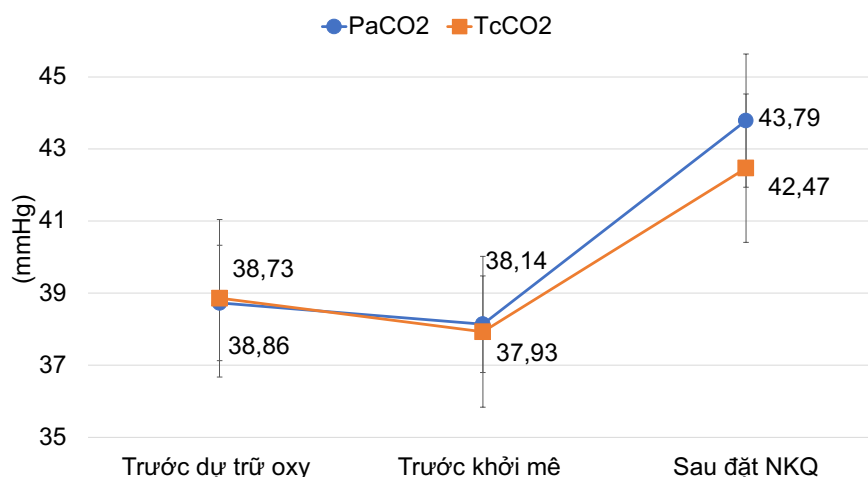
Đặc điểm	Giá trị
Tuổi (năm), $\bar{x} \pm SD$ [min-max]	48,2 ± 15,3 [19–77]
Cân nặng (kg), $\bar{x} \pm SD$ [min-max]	61,3 ± 7,2 [45–75]
Chiều cao (cm), $\bar{x} \pm SD$ [min-max]	163,9 ± 6,1 [150–173]
BMI, $\bar{x} \pm SD$ [min-max]	22,81 ± 1,76 [17–27]
Giới tính (Nam/Nữ)	62/43
Phân loại ASA (I/II)	54/51
Loại phẫu thuật	

Đặc điểm	Giá trị
Phẫu thuật bụng	104 (99%)
Chấn thương	1 (1%)
Tắc, liệt ruột trước mổ, n (%)	26 (24,7%)
Thời gian nhịn ăn (giờ), $\bar{x} \pm SD$ [min-max]	8,9 \pm 2,4 [4 – 14]
Thời gian nhịn uống (giờ), $\bar{x} \pm SD$ [min-max]	5,6 \pm 1,9 [2,5 – 11]
Thành phần trên siêu âm dạ dày	
Dịch trong, n (%)	84 (80%)
Chất đặc, n (%)	21 (20%)
Thời gian đặt NKQ (phút), $\bar{x} \pm SD$ [min-max]	1,13 \pm 0,87 [0,63 – 4,17]
Thời gian ngưng thở (phút), $\bar{x} \pm SD$ [min-max]	2,72 \pm 0,98 [2,17 – 5,75]
Số lần đặt ống NKQ, median [IQR]	1 [1 – 3]
SpO ₂ thấp nhất (%), $\bar{x} \pm SD$ [min-max]	96 \pm 2 [95 – 99]
SpO ₂ < 94%, n (%)	0 (0%)

Tuổi trung bình 48,2 \pm 15,3 năm, nam chiếm 59,0%, BMI trung bình 22,81 \pm 1,76 kg/m². Đa số có dịch trong trên siêu âm dạ dày. Đặt NKQ chủ yếu thành công ngay lần đầu, thời gian ngưng thở trung bình 163 giây và không ghi

nhận giảm SpO₂ đáng kể. SpO₂ thấp nhất ghi nhận trong quá trình ngưng thở là 96 \pm 2% (95 – 99%). Không có trường hợp SpO₂ < 94%.

2. Diễn biến nồng độ CO₂ trong quá trình khởi mê



Biểu đồ 1. PaCO₂ và TcCO₂ tại các thời điểm trong giai đoạn khởi mê

Cả PaCO₂ và TcCO₂ đều tăng dần trong thời gian ngưng thở. Mức chênh lệch giữa hai phương pháp lớn nhất ngay sau khi đặt NKQ. Tốc độ tăng CO₂ trong thời gian ngưng thở là

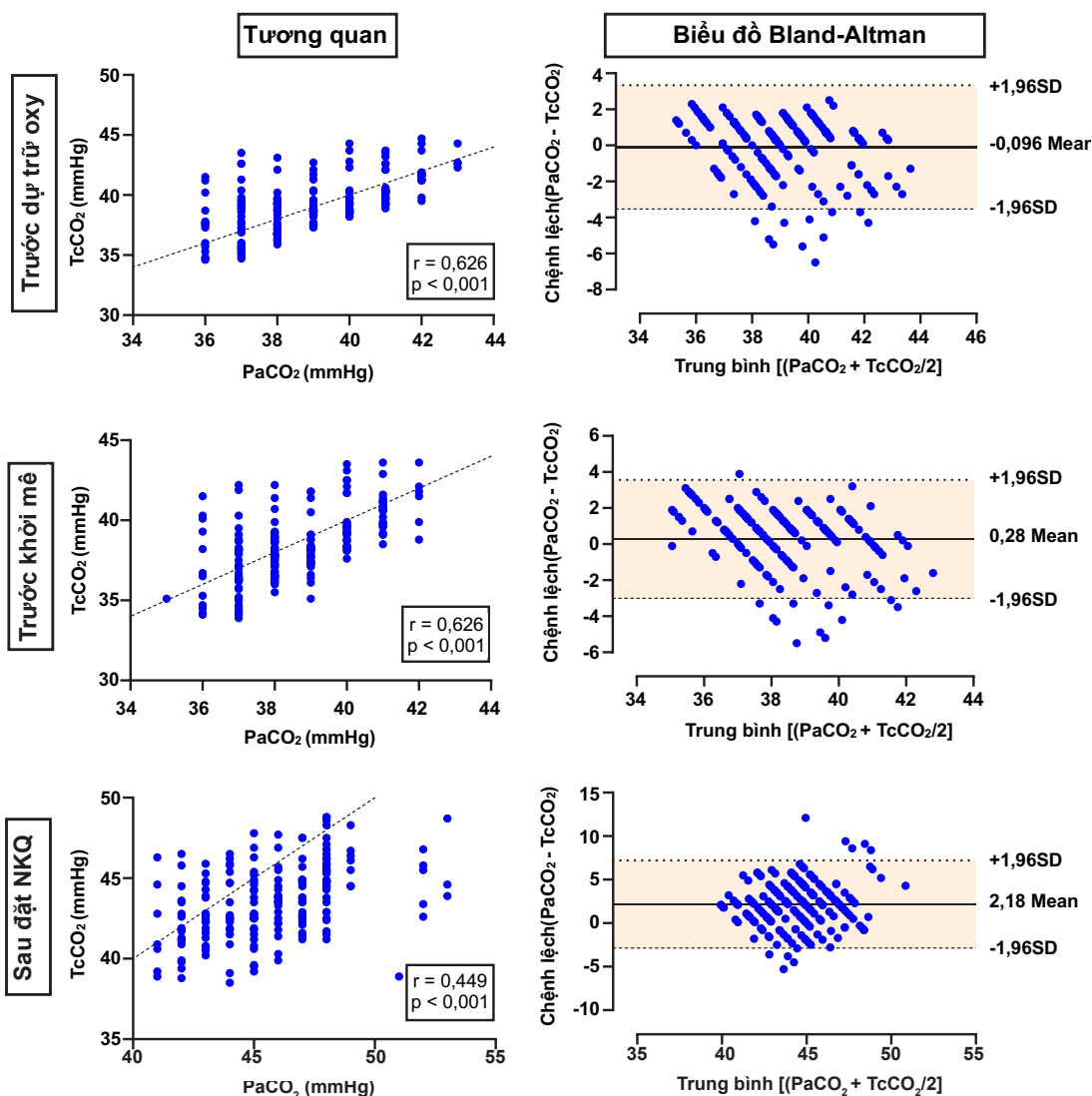
2,07 \pm 0,95 mmHg/phút đối với PaCO₂ và 1,67 \pm 0,63 mmHg/phút đối với TcCO₂. Tăng CO₂ máu (PaCO₂ > 45 mmHg) được ghi nhận ở 24% bệnh nhân tại thời điểm đặt NKQ.

Bảng 2. Giá trị PaCO₂, TcCO₂ và EtCO₂ tại các thời điểm

Chỉ số	Thời điểm	Trước dự trữ oxy	Trước khởi mê	Sau đặt NKQ	Sự thay đổi giai đoạn ngưng thở*
PaCO ₂ (mmHg)		38,86 ± 1,63 (36 – 43)	38,14 ± 1,35 (35 – 42)	43,79 ± 1,83 (41 – 49)	5,45 ± 1,61 (4 – 11)
TcCO ₂ (mmHg)		38,73 ± 2,24 (34,7 – 44,7)	37,93 ± 2,15 (34,1 – 43,6)	42,47 ± 2,11 (38,5 – 47,8)	4,51 ± 0,53 (3,3 – 8,8)
EtCO ₂ (mmHg)		-	-	39,38 ± 2,94 (35 – 42)	-

*Δ=Sau đặt NKQ-Trước khởi mê

3. Phân tích tương quan và độ phù hợp giữa TcCO₂ và PaCO₂



Biểu đồ 2. Mỗi tương quan và độ phù hợp giữa TcCO₂ và PaCO₂

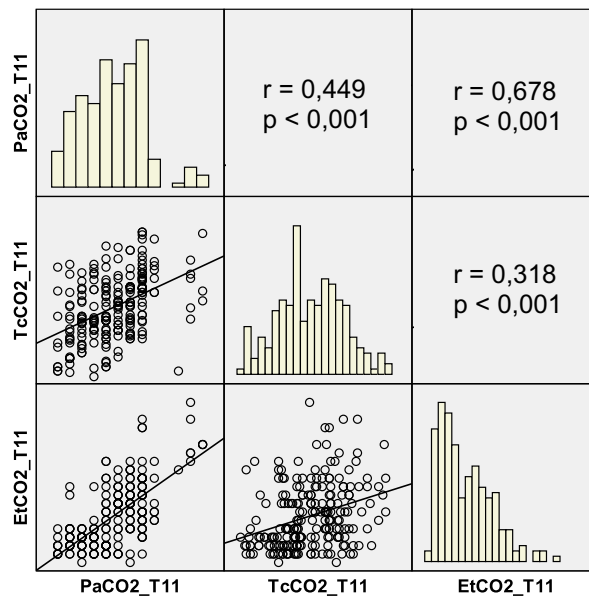
TcCO₂ có tương quan thuận với PaCO₂ tại tất cả các thời điểm đo ($p < 0,001$). Phân tích theo từng giai đoạn cho thấy hệ số tương quan tại thời điểm trước và sau dự trữ oxy với $r = 0,63$ và tại thời điểm sau đặt NKQ với $r = 0,45$.

Do mỗi bệnh nhân được đo lặp lại tại nhiều thời điểm, sự phù hợp giữa hai phương pháp được đánh giá bằng phân tích Bland–Altman cho dữ liệu lặp lại, sử dụng mô hình hỗn hợp tuyến tính với bệnh nhân là hiệu ứng ngẫu nhiên để ước tính phương sai giữa và trong người bệnh. Kết quả cho thấy độ lệch trung bình (bias) giữa TcCO₂ và PaCO₂ là $-0,42$ mmHg (KTC 95%: $-0,71$ đến $-0,13$). Giới hạn tương đồng lặp lại nằm trong khoảng từ $-4,73$ đến $3,88$ mmHg. Khoảng tin cậy 95% của giới hạn dưới là $-5,45$

đến $-4,01$ mmHg và của giới hạn trên là $3,16$ đến $4,60$ mmHg. Các giới hạn tương đồng nằm trong ngưỡng chấp nhận lâm sàng ± 5 mmHg, cho thấy sự phù hợp chấp nhận được giữa hai phương pháp đo

Không ghi nhận sai lệch tỷ lệ theo mức CO₂, cho thấy độ phù hợp giữa hai phương pháp tương đối ổn định trong khoảng giá trị khảo sát.

Khi phân tích sự thay đổi CO₂ trong giai đoạn ngưng thở (Δ = sau đặt NKQ – trước khởi mê), kết quả cho thấy Δ TcCO₂ không tương quan tuyến tính với Δ PaCO₂ ($r = 0,12$; $p = 0,21$). Điều này cho thấy mặc dù TcCO₂ phản ánh tốt giá trị CO₂ tuyệt đối, khả năng theo dõi sự thay đổi ngắn hạn của CO₂ trong giai đoạn ngưng thở còn hạn chế.



Biểu đồ 3. Tương quan giữa PaCO₂, TcCO₂ và EtCO₂ tại thời điểm sau đặt NKQ

PaCO₂, TcCO₂ và EtCO₂ có tương quan thuận với nhau ($p < 0,001$).

4. Phương trình hồi quy tuyến tính

Phân tích hồi quy tuyến tính tại thời điểm ngay sau đặt NKQ cho thấy TcCO₂ có mối liên quan có ý nghĩa thống kê với PaCO₂ với phương trình: $\text{PaCO}_2 = 23,748 + 0,504 \cdot \text{TcCO}_2$.

Kết quả cho thấy khi TcCO₂ tăng 1 mmHg thì PaCO₂ tăng trung bình 0,504 mmHg. Hệ số hồi quy có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$).

IV. BÀN LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy TcCO₂ có mối tương quan thuận với PaCO₂ trong suốt quá trình khởi mê nhanh có sử dụng HFNC. Hệ số

tương quan ở mức trung bình không nhất thiết phản ánh độ phù hợp kém giữa hai phương pháp. Khoảng giá trị PaCO₂ tương đối hẹp và dữ liệu đo lặp lại trên cùng bệnh nhân có thể làm giảm hệ số tương quan Pearson. Trong khi đó, phân tích Bland–Altman đánh giá trực tiếp sai lệch giữa hai phương pháp và phù hợp hơn cho mục tiêu so sánh phương pháp. Sai lệch trung bình nhỏ và giới hạn tương đồng nằm trong ngưỡng ± 5 mmHg cho thấy TcCO₂ vẫn có độ phù hợp chấp nhận được với PaCO₂.

Mức độ tương quan trong nghiên cứu này thấp hơn so với một số nghiên cứu trước đây. Chhajed PN và cộng sự (2012) ghi nhận tương quan rất cao giữa TcCO₂ và PaCO₂ ($R^2 = 0,91$) với sai số trung bình gần bằng 0.⁴ Tương tự, Horvath I và cộng sự (2016) báo cáo tương quan mạnh ($R^2 = 0,88 - 0,99$) trong bối cảnh cấp cứu hô hấp, còn Don C và cộng sự (2021) cho thấy sự tương đồng tốt giữa TcCO₂ và PaCO₂ ở bệnh nhi sau phẫu thuật amidan.^{5,6} Tại Việt Nam, Ngô Văn Định và cộng sự (2024) cũng ghi nhận tương quan thuận mạnh ($r = 0,80 - 0,95$) ở bệnh nhân ngưng thở dưới HFNC trong phẫu thuật hạt xơ dây thanh.⁷

Sự khác biệt này có thể được giải thích bởi sự khác nhau về bối cảnh nghiên cứu là khởi mê nhanh trong phẫu thuật cấp cứu và đặc điểm của quần thể nghiên cứu. Trong nghiên cứu của chúng tôi, PaCO₂ thay đổi nhanh trong giai đoạn ngưng thở hoàn toàn sau sử dụng thuốc giãn cơ, làm tăng độ trễ sinh lý giữa TcCO₂ và PaCO₂. Ngoài ra, bệnh nhân phẫu thuật cấp cứu thường có biến động huyết động lớn hơn trong giai đoạn khởi mê, có thể ảnh hưởng đến tưới máu da và làm giảm độ chính xác của phương pháp đo qua da. Bên cạnh đó, thời gian quan sát ngắn với biến thiên CO₂ lớn, thời gian cân bằng của cảm biến TcCO₂ cũng như khác biệt về vị trí đặt cảm biến giữa các nghiên cứu có thể góp phần làm giảm mức độ tương quan. Những yếu tố này cho thấy TcCO₂

phù hợp để theo dõi xu hướng biến đổi CO₂ hơn là thay thế hoàn toàn PaCO₂ trong bối cảnh CO₂ thay đổi nhanh.

Đáng chú ý, TcCO₂ chưa thể thay thế hoàn toàn khí máu động mạch trong mọi tình huống lâm sàng. Schweizer C và cs (2023) ghi nhận sai lệch hệ thống lớn hơn (15 – 19 mmHg) giữa hai phương pháp khi bệnh nhân ngưng thở dưới HFNC, đặc biệt trong bối cảnh CO₂ thay đổi nhanh.⁸ Những khác biệt này có thể liên quan đến độ trễ sinh lý của khuếch tán CO₂ qua da, thời gian hiệu chỉnh cảm biến và tốc độ tích lũy CO₂ động mạch trong điều kiện không thông khí. Do đó, trong các tình huống biến động CO₂ nhanh hoặc cần độ chính xác tuyệt đối, khí máu động mạch vẫn giữ vai trò tham chiếu. Trong nghiên cứu này, chúng tôi ghi nhận mức tương quan giữa TcCO₂ và PaCO₂ giảm ở thời điểm sau giai đoạn ngưng thở – khi CO₂ tăng cao – so với các thời điểm trước khi ngưng thở. Dù vậy, TcCO₂ vẫn được xem là phương pháp theo dõi không xâm lấn đầy triển vọng, đặc biệt khi sử dụng HFNC – bối cảnh mà EtCO₂ truyền thống khó áp dụng.

Phân tích hồi quy tuyến tính cho thấy TcCO₂ có thể dự đoán xu hướng biến đổi của PaCO₂, mặc dù độ chính xác tuyệt đối còn hạn chế. Kết quả này củng cố nhận định rằng TcCO₂ phản ánh tương đối nhanh những thay đổi của CO₂ máu và có thể hỗ trợ giám sát liên tục sau khi đặt NKQ, đặc biệt khi EtCO₂ không khả dụng.

Về ý nghĩa lâm sàng, HFNC có hiệu quả cao trong duy trì oxy hóa máu trong quá trình khởi mê và đặt NKQ, nhưng không hỗ trợ đáng kể việc thải trừ CO₂. Khi thời gian ngưng thở kéo dài, CO₂ động mạch có xu hướng tăng dần ngay cả khi SpO₂ vẫn trong giới hạn an toàn.⁹ Điều này được phản ánh trong nghiên cứu của chúng tôi với tỷ lệ tăng CO₂ máu đáng kể tại thời điểm đặt NKQ. Trong điều kiện không thể theo dõi EtCO₂ đáng tin cậy trước khi đặt NKQ, TcCO₂ trở thành công cụ thay thế quan trọng,

cho phép giám sát liên tục và phát hiện sớm tăng CO_2 máu ngay cả khi chưa có thay đổi rõ rệt về lâm sàng.⁸ Việc kết hợp TcCO_2 với SpO_2 và theo dõi giúp bác sĩ gây mê chủ động điều chỉnh chiến lược thông khí, chẳng hạn rút ngắn thời gian ngưng thở hoặc hỗ trợ thông khí khi cần thiết, nhằm hạn chế nguy cơ rối loạn huyết động hoặc biến chứng thần kinh do tăng CO_2 kéo dài.

Bên cạnh những kết quả tích cực, nghiên cứu vẫn tồn tại một số hạn chế. Độ chính xác của TcCO_2 phụ thuộc vào điều kiện kỹ thuật, tình trạng tưới máu da và thao tác đặt cảm biến.¹⁰ Ngoài ra, trong các tình huống CO_2 thay đổi nhanh, TcCO_2 có thể xuất hiện độ trễ so với PaCO_2 . Thiết kế nghiên cứu cũng chỉ khảo sát nhóm bệnh nhân ASA I–II được khởi mê nhanh với HFNC lưu lượng cao (60 L/phút), do đó tính khái quát cho các nhóm nguy cơ cao hơn hoặc điều kiện hô hấp khác còn hạn chế.

V. KẾT LUẬN

TcCO_2 có mối tương quan thuận mức độ trung bình với PaCO_2 ở bệnh nhân ngưng thở trong khởi mê nhanh có sử dụng HFNC. TcCO_2 hữu ích để theo dõi xu hướng CO_2 , nhưng chưa thể thay thế khí máu động mạch khi cần độ chính xác cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Collins J, O'Sullivan EP. Rapid sequence induction and intubation. *BJA Educ*. 2022;22(12):484-90.
- Tang H, Yang Y, Li H. High-flow nasal cannula for pre- and apneic oxygenation during rapid sequence induction intubation in emergency surgery: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2025;20(1):e0316918.
- Gancel PE, Roupie E, Guittet L, et al.

Accuracy of a transcutaneous carbon dioxide pressure monitoring device in emergency room patients with acute respiratory failure. *Intensive Care Med*. 2011;37(2):348-51.

- Chhajed PN, Chaudhari P, Tulasigeri C, et al. Infraclavicular sensor site: a new promising site for transcutaneous capnography. *Scand J Clin Lab Invest*. 2012;72(4):340-2.

- Horvath CM, Brutsche MH, Baty F, et al. Transcutaneous versus blood carbon dioxide monitoring during acute noninvasive ventilation in the emergency department - a retrospective analysis. *Swiss Med Wkly*. 2016;146:w14373.

- Don D, Osterbauer B, Nour S, et al. Transcutaneous CO_2 Monitoring in Children Undergoing Tonsillectomy for Sleep Disordered Breathing. *Laryngoscope*. 2021;131(6):1410-5.

- Ngô Văn Định, Nguyễn Minh Lý, Công Quyết Thắng, và cs. Nghiên cứu mối tương quan giữa nồng độ CO_2 máu đo qua da và nồng độ CO_2 máu trong khí máu động mạch ở bệnh nhân sử dụng oxy lưu lượng cao khi ngưng thở trong phẫu thuật nội soi dây thanh. *Tạp chí Y học Cộng đồng*. 2024;65(9).

- Schweizer T, Hartwich V, Riva T, et al. Limitations of transcutaneous carbon dioxide monitoring in apneic oxygenation. *PLoS One*. 2023;18(6):e0286038.

- Liu H, Qu P, Liu Q, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy: physiological basis and clinical applications in anesthesia. *Front Med (Lausanne)*. 2025;12:1661569.

- Bobbia X, Claret PG, Palmier L, et al. Concordance and limits between transcutaneous and arterial carbon dioxide pressure in emergency department patients with acute respiratory failure: a single-center prospective observational study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2015;23:40.

Summary
**CORRELATION AND AGREEMENT BETWEEN
TRANSCUTANEOUS CARBON DIOXIDE (TcCO₂) AND ARTERIAL
CARBON DIOXIDE (PaCO₂) DURING RAPID SEQUENCE
INDUCTION WITH HIGH-FLOW NASAL OXYGEN IN EMERGENCY
SURGICAL PATIENTS**

This prospective study of 105 emergency surgical patients aimed to evaluate the correlation and agreement between transcutaneous carbon dioxide (TcCO₂) and arterial carbon dioxide (PaCO₂) during rapid-sequence induction with high-flow nasal oxygen (HFNC). TcCO₂ was continuously monitored and compared with PaCO₂ at predefined time points before preoxygenation, after preoxygenation, and following the apnea period. Statistical analyses included Pearson correlation, linear regression, and Bland–Altman analysis. During apnea, both PaCO₂ and TcCO₂ increased progressively, with mean rates of 2.07 ± 0.95 mmHg/min and 1.67 ± 0.63 mmHg/min, respectively. TcCO₂ showed a moderate positive correlation with PaCO₂, with $r = 0.63$ ($p < 0.001$) before and after preoxygenation, and $r = 0.45$ after apnea. Repeated-measures Bland–Altman analysis showed a bias between TcCO₂ and PaCO₂ of -0.42 mmHg (95% CI: -0.71 to -0.13), with limits of agreement from -4.73 to 3.88 mmHg; the 95% CIs for the lower and upper limits were -5.45 to -4.01 and 3.16 to 4.60 mmHg, respectively. In conclusion, TcCO₂ shows a moderate positive correlation with PaCO₂ during rapid sequence induction with HFNC. TcCO₂ is useful for continuous monitoring and trend assessment of CO₂ changes, but cannot replace arterial blood gas analysis when high accuracy is required.

Keywords: Rapid sequence induction, high-flow nasal oxygen, transcutaneous CO₂, Apnea.