

การให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยใช้วงจรดมยาสลบที่เติมออกซิเจนช่วยเพิ่มความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกได้ในเวลาสองนาที: การทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

เข็มเพชร เสฐฐัมพันธ์*, เวนิกา แปงวงษ์*, อักษร พูลนิตพร*

*กลุ่มงานวิสัญญีวิทยา โรงพยาบาลขอนแก่น ขอนแก่น 40000 ประเทศไทย

Preoxygenation with Oxygen-prefilled Anesthesia Breathing System Increased End Tidal Oxygen within Two Minutes: A Randomized Controlled Trial

Khempet Sessumpun*, Wenika Pangvong*, Aksorn Pulnitiporn*

*Department of Anesthesiology, Khon Kaen Hospital, Khon Kaen 40000, Thailand.

บทนำ: การให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยไม่ได้เติมออกซิเจนในวงจรดมยาสลบก่อน ทำให้ผู้ป่วยไม่ได้รับออกซิเจน 100 เปอร์เซ็นต์ในช่วงแรกของการหายใจ

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบ ระหว่างวงจรดมยาสลบที่เติมออกซิเจน กับไม่เติมออกซิเจน

วิธีการ: ทำการศึกษาแบบสุ่มในผู้ป่วย 40 ราย โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่ม 1 คือ กลุ่มที่ให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยใช้วงจรดมยาสลบที่เติมออกซิเจน และกลุ่ม 2 คือ กลุ่มที่ใช้วงจรดมยาสลบที่ไม่ได้เติมออกซิเจน

ผลการศึกษา: กลุ่ม 1 มีค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกที่ 1 นาที ($77.85 \pm 4.64\%$) สูงกว่ากลุ่ม 2 ($66.95 \pm 6.61\%$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และจำนวนผู้ป่วยที่มีความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออก $\geq 85\%$ ที่ 2 นาที ในกลุ่ม 1 และ 2 เท่ากับร้อยละ 75 และร้อยละ 35 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สรุป: การให้ออกซิเจนก่อนนำสลบด้วยวิธีหายใจเข้าออกลึกโดยใช้วงจรดมยาสลบที่เติมออกซิเจน ทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกเพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีเดิม อย่างไรก็ตามการหายใจเข้าออกลึกอย่างน้อย 2 นาทีโดยใช้วงจรดมยาสลบที่เติมออกซิเจนก่อนนำสลบมีความปลอดภัยและแนะนำให้ใช้

Background: One minute deep breathing technique is a widely accepted method for preoxygenation, especially in emergency situations. This is usually performed without prefilling oxygen in the anesthesia breathing system. Thus, the patient does not receive 100% oxygen initially.

Objective: The aim of this study was to compare the efficacy of deep breathing preoxygenation technique between oxygen-prefilled system and non-prefilled system.

Methods: Randomized controlled trial study was conducted on 40 adults undergoing elective surgery. The patients were randomly assigned into 2 groups, oxygen-prefilled group and non-prefilled group.

Results: The mean end-tidal oxygen (EtO_2) at the first minute in oxygen-prefilled group was significantly higher than non-prefilled group ($77.85 \pm 4.64\%$ vs. $66.95 \pm 6.61\%$; $p < 0.001$). There were 15 patients (75%) in prefilled group and 7 patients (35%) in non-prefilled group with $\text{EtO}_2 \geq 85\%$ at 2 minute which are significantly difference ($p < 0.001$).

Conclusions: Preoxygenation with oxygen-prefilled is more efficient than non-prefilled anesthesia breathing system. However, it still provided suboptimal preoxygenation. So, extending the duration of deep breathing at least 2 minutes using oxygen-prefilled system is recommended.

Correspondence to: Khempet Sessumpun, Department of Anesthesiology, Khon Kaen Hospital, Khon Kaen 40000, Thailand. E-mail: khempets@gmail.com

Received 14 Nov 2017, Accepted 22 Feb 2018

1 นาที ยิ่งต่ำกว่า 85% จึงควรขยายระยะเวลาการให้ออกซิเจนเป็นอย่างน้อย 2 นาที

คำสำคัญ: นำสลบ, วงจรดมยาสลบ, ออกซิเจน

วิสัญญีสาร 2561; 44(2): 51-7. • Thai J Anesthesiol 2018; 44(2): 51-7.

บทนำ

การให้ออกซิเจนก่อนนำสลบ (preoxygenation) เป็นวิธีการที่ต้องทำก่อนนำสลบ เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนสำรองในปอด ช่วยป้องกันภาวะพร่องออกซิเจนขณะผู้ป่วยหยุดหายใจระหว่างนำสลบ วิธีการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยทั่วไปมี 2 วิธี ได้แก่ วิธีหายใจปกติขนาดอย่างน้อย 3 นาที (tidal volume technique) และวิธีหายใจเข้าออกลึก 4-8 ครั้งภายในเวลา 0.5-1 นาที (deep breathing technique) กรณีผ่าตัดฉุกเฉิน เช่น ทารกอยู่ในภาวะเครียด หลอดเลือดแดงใหญ่แตก การบาดเจ็บของช่องท้อง นิยมใช้การให้ออกซิเจนก่อนนำสลบด้วยวิธีหายใจเข้าออกลึก เนื่องจากสามารถลดระยะเวลาในการนำสลบลงได้¹⁻⁴

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Nimmagadda และคณะ^{5,6} พบว่าการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยใช้วิธีหายใจเข้าออกลึกด้วยอัตราการไหลของออกซิเจน (O_2 flow rate) 5 และ 7 ลิตรต่อนาที นาน 1 และ 2 นาที มีระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออก (end-tidal oxygen concentration; EtO_2) น้อยกว่าการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยใช้วิธีหายใจปกติ 3 นาที และการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยใช้วิธีหายใจเข้าออกลึกจะทำให้มีระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกเทียบเท่าวิธีหายใจปกติ 3 นาที เมื่อใช้อัตราการไหลของออกซิเจน 10 ลิตรต่อนาที นาน 1.5-2 นาที ดังนั้นในแนวทางปฏิบัติในปัจจุบันซึ่งให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยใช้วิธีหายใจเข้าออกลึกภายใน 1 นาที ด้วยอัตราการไหลของออกซิเจน 6 ลิตรต่อนาที นั้นอาจทำให้มีออกซิเจนสำรองในปอดจำกัด และหากมีปัญหากลไกการหายใจอาจหยุดหรือสั้นจะส่งผลให้เกิดภาวะพร่องออกซิเจนอย่างรวดเร็วได้

การให้ออกซิเจนก่อนนำสลบด้วยอัตราการไหลของออกซิเจน 6 ลิตรต่อนาที ผ่านทางวงจรดมยาสลบ (anesthesia breathing system) ซึ่งมีปริมาตร 4-6 ลิตร เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้ป่วยไม่ได้รับออกซิเจน 100% ในช่วงแรกของการหายใจ ดังนั้นการเติมออกซิเจนในวงจรดมยาสลบ (oxygen-prefilled anesthesia breathing system) ก่อนให้ผู้ป่วย น่าจะทำให้ระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกซึ่งเป็นออกซิเจนสำรองในปอดเพิ่มขึ้น จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ายังไม่มีการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาผลของการใช้วงจรดมยาสลบที่เติมออกซิเจนในการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบด้วยวิธีหายใจเข้าออกลึก ที่มีต่อระดับความเข้มข้นของ

Keywords: Breathing system, Preoxygenation, Oxygen

ออกซิเจนในลมหายใจออกภายใน 2 นาที

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลขอนแก่น และได้ลงทะเบียนใน clinicaltrials.in.th (TCTR20160814002) เป็นการศึกษาแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (prospective randomized controlled trial) โดยทำการศึกษาในผู้ป่วย 40 คน อายุ 18-65 ปี ASA physical status I-II ที่มารับการผ่าตัดแบบไม่ฉุกเฉิน (elective surgery) ด้วยวิธีการระงับความรู้สึกทั่วตัว (general anesthesia) เกณฑ์การคัดออก ได้แก่ ผู้ป่วยที่ไม่สามารถครอบหน้ากากช่วยหายใจได้สนิท (มีขนาดคาง ไม่มีฟันไบโหน้ามิดรูป ใส่สายยางให้อาหารทางจมูก) หรือผู้ป่วยที่มีสมรรถภาพปอดผิดปกติ (โรคปอด โรคหัวใจ ตั้งครบกี้ ดัชนีมวลกายมากกว่า 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีการอักเสบในช่องท้องหรือปอด ก้อนในช่องท้องสูงกว่าสะดือ สูบบุหรี่มากกว่าหรือเท่ากับ 20 pack-year)

ผู้ป่วยได้รับการอธิบายเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยและลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย เมื่อผู้ป่วยมาถึงห้องผ่าตัด วิสัญญีพยาบาลประจำห้องผ่าตัดเปิดซองจดหมายที่ระบุกลุ่มที่ได้รับการสุ่มด้วยคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งผู้ป่วยออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยใช้วงจรดมยาสลบที่เติมออกซิเจน (prefilled group) และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ใช้วงจรดมยาสลบที่ไม่ได้เติมออกซิเจน (non-prefilled group)

ผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มได้รับการติดอุปกรณ์เฝ้าระวังสัญญาณชีพ ได้แก่ ความดันเลือด คลื่นไฟฟ้าหัวใจ และความอิ่มตัวของออกซิเจน ใช้เครื่องดมยาสลบ Datex-Ohmeda รุ่น Avance หรือ Aisys (ทั้ง 2 รุ่น มี advanced breathing system ภายในเครื่องดมยาสลบแบบเดียวกัน⁷) ร่วมกับวงจรดมยาสลบยาว 60 นิ้วและ breathing bag ความจุ 2 ลิตร ก่อนเริ่มการศึกษาทำการเปิดอากาศ (air) 10 ลิตรต่อนาที นาน 5 นาที เพื่อให้ออกซิเจนที่อาจค้างอยู่ในเครื่องและวงจรดมยาสลบ จากนั้นจึงเริ่มทำการศึกษา

กลุ่ม non-prefilled ทำการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยเปิดออกซิเจนอัตราการไหล 6 ลิตรต่อนาที คลาย APL valve จนหมด แล้วครอบหน้ากากช่วยหายใจให้แนบสนิท แล้วบอกให้ผู้ป่วยหายใจเข้าออกลึก กลุ่ม prefilled ทำการเติม

ออกซิเจนในวงจรดมยาสลบก่อน โดยกดปุ่ม oxygen flush valve ให้ความดันในระบบเพิ่มขึ้นจนถึง 30 cmH₂O และคงระดับไว้นาน 10 วินาที จากนั้นเปิดออกซิเจนอัตราการไหล 6 ลิตรต่อนาที คลาย APL valve จนหมด แล้วครอบหน้ากากช่วยหายใจให้แนบสนิท แล้วบอกให้ผู้ป่วยหายใจเข้าออกลึก

บันทึกระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออก (EtO₂) ความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจเข้า (FiO₂) ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจออก (EtCO₂) ปริมาตรลมหายใจออก (expiratory volume) และอัตราการหายใจ (RR) ทุก 15 วินาที นาน 2 นาที ด้วยเครื่องวัดก๊าซในลมหายใจ (end-tidal gas monitor) ชนิด side stream ซึ่งอยู่ในเครื่องดมยาสลบ ปลายสายติดที่ตัวกรองอากาศ (filter) ซึ่งอยู่ระหว่าง y-piece และ elbow joint เครื่องมีอัตราการดูดก๊าซ 200±20 มิลลิลิตรต่อนาที และได้รับการสอบเทียบตามที่บริษัทกำหนด

ขนาดตัวอย่างผู้เข้าร่วมวิจัยได้มาจากการคำนวณขนาดตัวอย่างจากศึกษานำร่องกลุ่มละ 10 คน พบว่ากลุ่ม prefilled มีระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกที่เวลา 1 นาที สูงกว่ากลุ่ม non-prefilled 11% เมื่อกำหนดให้ type I error เท่ากับ 0.05 และ type II error เท่ากับ 0.1 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 16 คน เมื่อพิจารณาเพิ่มจำนวนเพื่อป้องกันการสูญหายของผู้ป่วยร้อยละ 20 ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 20 คน (Figure 1)

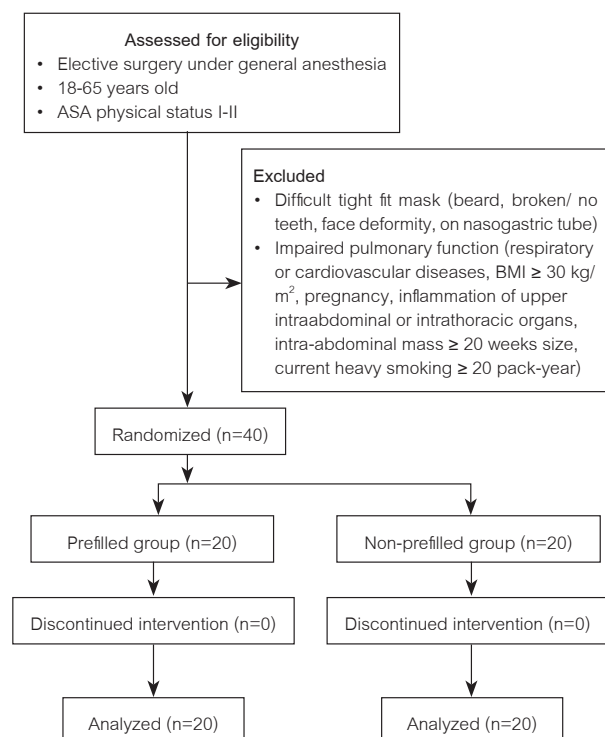


Figure 1. Consort flow diagram

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS version 23 โดยใช้ student t-test สำหรับข้อมูลต่อเนื่องที่มีการกระจายปกติ ใช้ Mann-Whitney U-test สำหรับข้อมูลที่มีการกระจายไม่ปกติ และใช้ chi-square test สำหรับตัวแปรแบบกลุ่ม นำเสนอข้อมูลด้วย mean±SD (95%CI) หรือจำนวน (%) โดยค่า *p* น้อยกว่า 0.05 ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยเข้าร่วมการศึกษาทั้งสิ้น 40 คน อยู่ในกลุ่ม prefilled 20 คน กลุ่ม non-prefilled 20 คน ไม่มีผู้ป่วยคนใดต้องสิ้นสุดการเข้าร่วมงานวิจัย หรือต้องย้ายกลุ่มการศึกษา ข้อมูลพื้นฐานของทั้ง 2 กลุ่มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของเพศ อายุ ดัชนีมวลกาย ASA physical status ประวัติการสูบบุหรี่ hematocrit และ SpO₂ (Table 1) รวมถึงข้อมูลการหายใจทั้งปริมาตรลมหายใจออกและอัตราการหายใจ ไม่มีความแตกต่างกัน

กลุ่ม prefilled มีระดับ EtO₂ ที่เวลา 1 นาที เท่ากับ 77.85 ± 4.64% ซึ่งมากกว่ากลุ่ม non-prefilled (66.95 ± 6.61%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p* < 0.001) เช่นเดียวกับที่เวลา 2 นาที กลุ่ม prefilled มีระดับ EtO₂ มากกว่ากลุ่ม non-prefilled อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (86.05 ± 3.49% vs. 81.2 ± 5.06%; *p* < 0.01) นอกจากนี้กลุ่ม prefilled ยังมีระดับ EtO₂ มากกว่ากลุ่ม non-prefilled ในทุกเวลาที่ทำการศึกษา (Figure 2)

ที่เวลา 1 นาที ทั้ง 2 กลุ่มไม่มีผู้ป่วยที่มีระดับ EtO₂ มากกว่าหรือเท่ากับ 85% และเมื่อให้ออกซิเจนจนถึงเวลา 2 นาที พบว่ามีผู้ป่วยในกลุ่ม prefilled 15 คน (ร้อยละ 75) ที่มี EtO₂ มากกว่าหรือเท่ากับ 85% ในขณะที่กลุ่ม non-prefilled มีเพียง 7 คน (ร้อยละ 35) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p* < 0.001)

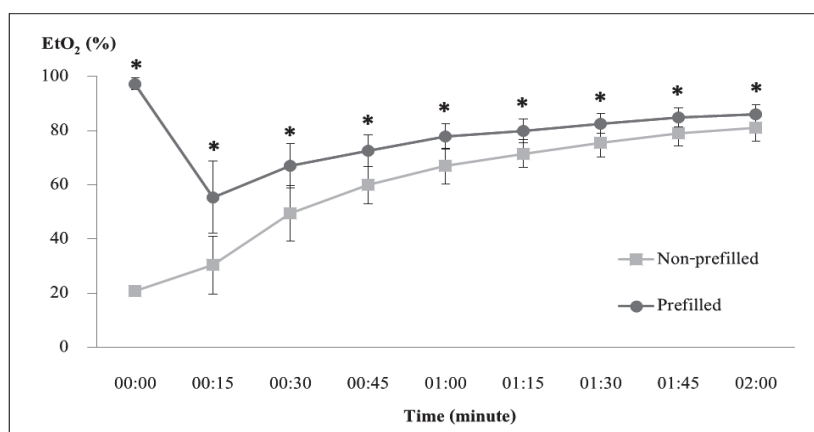
ระดับ FiO₂ ของกลุ่ม prefilled มีค่ามากกว่ากลุ่ม non-prefilled อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 3) ระดับ EtCO₂ ทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน (Figure 4) และไม่พบภาวะ desaturation ระหว่างนำสลบหรือใส่ท่อหายใจทั้ง 2 กลุ่ม

Table 1 Demographic data

	Prefilled group (n=20)	Non-prefilled group (n=20)	p-value
Male (%)	7 (35)	6 (30)	0.74
Age (y)	40.4±13.3	40.0±14.6	0.94
BMI (kg/m ²)	23.4±3.3	22.8±3.1	0.54
History of smoking (%)	3 (15)	2 (10)	1.00
ASA I (%)	14 (70)	11 (55)	0.33
Hematocrit ≥ 30% (%)	20 (100)	18 (90)	0.49
SpO ₂ (%)	99.2±1.6	99.4±1.0	0.72
Expiratory volume (mL)			
1 st minute	1,184.6±461.2	1,039.5±373.1	0.28
2 nd minute	1,225.7±477.8	1,150.1±316.1	0.56
Respiratory rate (breaths/min)			
1 st minute	9.7±3.6	10.4±4.2	0.55
2 nd minute	9.7±4	10.3±4.3	0.65

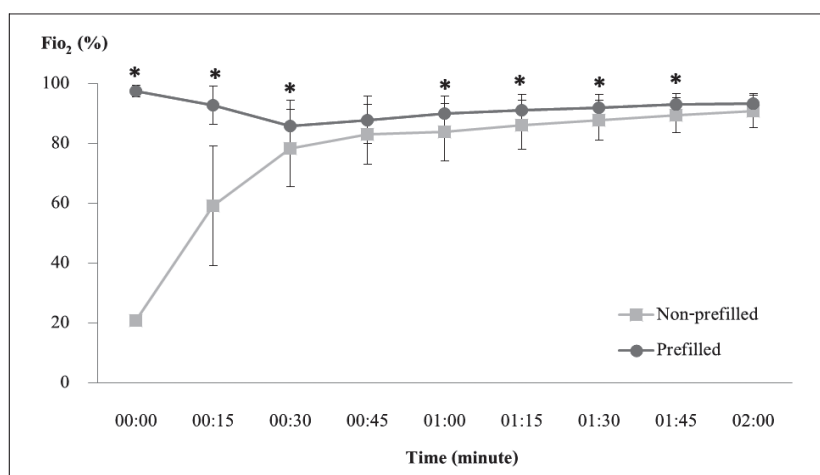
Values presented as mean ± SD or number (%).

ASA= American Society of Anesthesiologists physical status, SpO₂ = peripheral oxygen saturation



* Statistical significance at p value < 0.01

Figure 2 Comparison of end-tidal oxygen concentration (EtO₂) during 2 minutes' period using oxygen-prefilled versus non-prefilled anesthesia breathing (mean±SD)



* Statistical significance at p value < 0.05

Figure 3 Comparison of fraction of inspired oxygen (FiO₂) during 2 minutes' period using oxygen-prefilled versus non-prefilled anesthesia breathing (mean±SD)

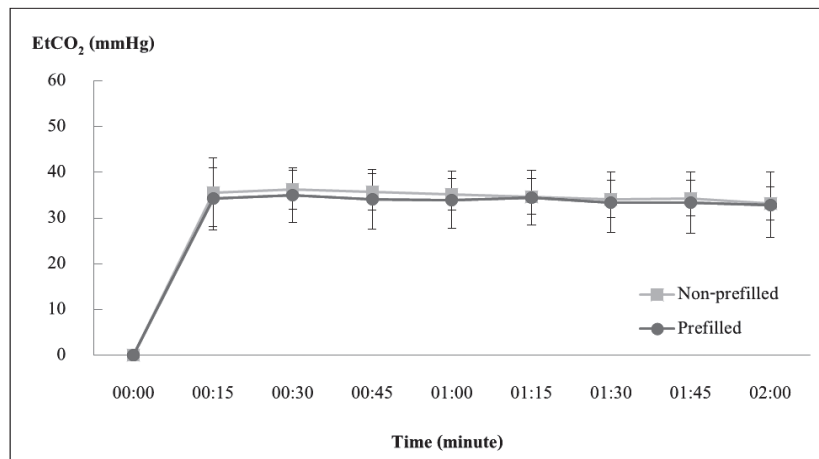


Figure 4 Comparison of end-tidal carbon dioxide concentration (EtCO_2) during 2 minutes' period using oxygen-prefilled versus non-prefilled anesthesia breathing (mean $\pm$ SD)

วิจารณ์

การประเมินผลของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบสามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 การวัดประสิทธิภาพ (efficacy) ได้แก่ การวัดระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออก (EtO_2) การวัดความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือดแดง (EtN_2) หรือการวัดระดับความดันของออกซิเจนในเลือดแดง (PaO_2) วิธีที่ 2 การวัดประสิทธิผล (efficiency) ได้แก่ การวัดการลดลงของความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดง (SaO_2) ขณะหยุดหายใจ ผู้วิจัยเลือกใช้การวัดระดับ EtO_2 ในการศึกษานี้ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย ไม่รบกวน และสามารถวัดได้ง่าย โดยเป้าหมายของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบ (endpoint) ตามมาตรฐาน คือ ระดับ EtO_2 มากกว่าหรือเท่ากับ 85-90%^{1,2}

กรณีที่มีระยะเวลาการนำสลบจำกัด เช่น กรณีผ่าตัดฉุกเฉิน นิยมให้ออกซิเจนก่อนนำสลบด้วยวิธีหายใจเข้าออกลึกภายใน 1 นาที ซึ่งในระยะเวลาที่สั้นนี้ทำให้มีออกซิเจนสำรองในปอดจำกัด ส่งผลให้เกิดภาวะพร่องออกซิเจนขณะใส่ท่อหายใจอย่างรวดเร็วได้ วิธีที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบในกรณีนี้ สามารถทำได้โดยทำให้ระดับความเข้มข้นของออกซิเจนที่ผู้ป่วยสูดดมสูงที่สุด ซึ่งถึงแม้จะให้ออกซิเจนก่อนนำสลบจะเปิดออกซิเจน 100% แต่ออกซิเจนที่ถึงผู้ป่วยอาจไม่ถึง 100% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการรั่วของหน้ากากช่วยหายใจ ชนิดของวงจรดมยาสลบที่ใช้ อัตราการไหลของออกซิเจนที่ใช้ และระยะเวลาที่ออกซิเจนเข้าไปบรรจุเต็มวงจรดมยาสลบ (time to washin)^{1,3,4}

การให้ออกซิเจนตามปกติทำได้โดยเปิดออกซิเจน 6 ลิตรต่อ นาที แล้วให้ผู้ป่วยสูดดมผ่านวงจรดมยาสลบที่มีความจุ 4-6 ลิตรทันที ทำให้ในช่วงแรกของการหายใจ ผู้ป่วยจะยังไม่ได้

รับออกซิเจน 100% แต่จะได้รับอากาศที่ค้างอยู่ในวงจรดมยาสลบ จากนั้นจึงจะได้รับความเข้มข้นของออกซิเจนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาที่นานขึ้นในลักษณะ exponential ดังที่ปรากฏในกราฟ FiO_2 ของกลุ่ม non-prefilled ซึ่งระยะเวลาที่ออกซิเจนเข้าไปบรรจุในวงจรดมยาสลบ (time to washin) ในลักษณะ exponential นี้ ขึ้นอยู่กับ time constant โดยต้องใช้เวลา 3 time constant FiO_2 ในวงจรดมยาสลบ จึงจะมีค่าเป็น 95% ของค่าออกซิเจนที่เปิดตั้งต้น^{1,3}

การศึกษานี้ใช้ corrugated breathing tube ยาว 60 นิ้ว ความจุ 1.12 ลิตร breathing bag ความจุ 2 ลิตร และ advanced breathing system ภายในเครื่องดมยาสลบ ความจุ 1.2 ลิตร รวมความจุของวงจรดมยาสลบเท่ากับ 4.32 ลิตร จากสูตร 1 time constant = breathing system capacity/ O_2 flow rate' ถ้าใช้อัตราการไหลของออกซิเจน 6 ลิตรต่อ นาที ต้องใช้เวลาถึง 2.16 นาที จึงจะทำให้ค่า FiO_2 ของวงจรดมยาสลบเท่ากับ 95% ดังนั้นการเติมออกซิเจนในวงจรดมยาสลบก่อนให้ผู้ป่วยสูดดมออกซิเจนด้วยวิธีหายใจเข้าออกลึกภายในเวลา 1 นาที จึงทำให้ประสิทธิภาพของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบเพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่เติมออกซิเจนก่อนให้ผู้ป่วยสูดดม โดยวิธีการเติมออกซิเจนในวงจรดมยาสลบก่อนนำสลบ ในการศึกษาครั้งนี้ทำโดยกดปุ่ม oxygen flush valve ให้ความดันในระบบเพิ่มขึ้นจนถึง 30 cmH_2O และคงระดับไว้นาน 10 วินาที เนื่องจากทำได้ง่าย รวดเร็ว และเป็นวิธีเดียวกับวิธีที่ใช้ทดสอบการรั่วของวงจรดมยาสลบซึ่งวิสัญญีแพทย์และวิสัญญีพยาบาลคุ้นเคย⁸

ปริมาณการรั่วของหน้ากากช่วยหายใจ เป็นอีกสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบลดลงจากการศึกษานี้พบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาตรลมหายใจออกที่

สูงและมีค่าเท่ากัน จึงไม่น่าจะมีการรั่วของหน้ากากช่วยหายใจหรือมีการรั่วในปริมาณที่น้อยมากเท่ากันทั้ง 2 กลุ่ม

การศึกษานี้พบว่า การหายใจเข้าออกเล็กน้อย 2 นาที มีระดับ EtO₂ มากกว่าการหายใจเข้าออกเล็กน้อย 0.5 และ 1 นาที เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Nimmagadda และคณะ^{5,6} และการศึกษาของ Baraka และคณะ⁹ อย่างไรก็ตาม แม้การศึกษานี้พบว่าการเติมออกซิเจนก่อน จะทำให้ระดับ EtO₂ มากกว่ากลุ่ม non-prefilled ในทุกช่วงเวลา แต่ที่เวลา 1 นาทีทั้ง 2 กลุ่มไม่มีผู้ป่วยที่มีระดับ EtO₂ ถึง 85% และแม้จะได้รับการ prefilled และขยายเวลาให้ออกซิเจนเป็น 2 นาที แล้ว ยังมีผู้ป่วยที่มีระดับ EtO₂ น้อยกว่า 85% อีก 5 คน (ร้อยละ 25) จากการศึกษาของ Nimmagadda และคณะ⁵ พบว่าการเพิ่มอัตราการไหลของออกซิเจนจาก 5 ลิตรต่อนาที เป็น 10 ลิตรต่อนาที มีผลเปลี่ยนแปลง FiO₂ เพียงเล็กน้อย กรณีใช้วิธี tidal volume breathing technique แต่มีผลเปลี่ยนแปลงอย่างมากกรณีใช้วิธี deep breathing technique เนื่องจาก minute ventilation จากการหายใจเข้าออกเล็กน้อยมากกว่าอัตราการไหลของออกซิเจนที่ให้ออกซิเจนช่วยหายใจ จึงเกิดการดึงอากาศจากภายนอก (room air) หรือดึงก๊าซไนโตรเจนจาก breathing bag เข้าไปผสมส่งผลให้ FiO₂ ลดลง^{5,10,11} ดังนั้นได้จากการศึกษานี้ กราฟ FiO₂ ในกลุ่ม prefilled ลดลงจากค่าตั้งต้นโดยเฉพาะในช่วง 30 วินาทีแรก ดังนั้นการเติมออกซิเจนในวงจรดมยาสลบก่อนให้ผู้ป่วยร่วมกับการเพิ่มเวลาการให้ออกซิเจนเป็น 2 นาที และใช้อัตราการไหลของออกซิเจนสูง น่าจะทำให้ระดับ EtO₂ มากกว่า 85% ส่งผลให้ประสิทธิภาพการให้ออกซิเจนก่อนดมยาสลบดีขึ้น

การศึกษานี้ไม่พบภาวะ desaturation ระหว่างใส่ท่อหายใจ เนื่องจากทำการศึกษาในผู้ป่วยไม่ฉุกเฉิน ภายหลังนำสลบจึงสามารถทำการช่วยหายใจ (mask ventilation) ระหว่างรอใส่ท่อหายใจได้ ทำให้ออกซิเจนสำรองในปอดเพิ่มขึ้น ร่วมกับผู้ป่วยไม่มีภาวะใส่ท่อหายใจยาก ทำให้ใช้เวลาใส่ท่อหายใจไม่นาน อย่างไรก็ตามกรณีมีข้อห้ามในการทำ mask ventilation เช่น ผู้ป่วยฉุกเฉินหรือผู้ป่วยที่มีภาวะกระเพาะอาหารเต็ม (full stomach) ซึ่งต้องนำสลบด้วยวิธี rapid sequence induction รวมถึงผู้ป่วยที่มีภาวะ difficult ventilate และ/หรือ difficult intubate การให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยใช้วงจรดมยาสลบที่เติมออกซิเจนนี้ จะช่วยเพิ่มออกซิเจนสำรองในปอด ส่งผลให้ลดอุบัติการณ์การเกิด desaturation ระหว่างใส่ท่อหายใจได้

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ คือ การศึกษานี้ทำในผู้ป่วยที่มีอายุเฉลี่ยไม่มาก สุขภาพแข็งแรง สามารถหายใจเข้าออกเล็กน้อย 2 นาทีได้ ดังนั้นกรณีผู้ป่วยไม่สามารถทำการหายใจ

เข้าออกเล็กน้อยติดต่อกันนาน 2 นาทีได้ เช่น ผู้ป่วยสูงอายุ มีการบาดเจ็บหรืออัมพาตของช่องอกหรือช่องท้อง อาจทำให้ผลการศึกษาดังกล่าวแตกต่างไป อย่างไรก็ตามการเติมออกซิเจนในวงจรดมยาสลบก่อนให้ผู้ป่วย สามารถลด time to washin ของวงจรดมยาสลบและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยไม่ขึ้นกับสภาพของผู้ป่วย ดังนั้นจึงควรใช้วงจรดมยาสลบที่เติมออกซิเจนในการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบในผู้ป่วยทุกราย

สรุป

การให้ออกซิเจนก่อนนำสลบด้วยวิธีหายใจเข้าออกเล็กน้อยโดยใช้วงจรดมยาสลบที่เติมออกซิเจน ทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้วงจรดมยาสลบที่ไม่เติมออกซิเจน อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกที่ 1 นาทียังต่ำกว่า 85% ดังนั้นควรขยายเวลาของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบเป็นอย่างน้อย 2 นาที

References

1. Baraka AN, Salem MR. Preoxygenation. In: Hagberg CA, Gabel JC, editors. Benumof and Hagberg's airway management. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2013. p 280-97.
2. Biffen A, Hughes R. Apnoea and pre-oxygenation. Anaesthesia tutorial of the week [serial on the internet] 2013 Nov; 297:1-7. [cited 2013 Oct 4]; Available from: <http://www.aagbi.org/sites/default/files/297%20Apnoea%20and%20Pre-oxygenation.pdf>
3. Bourroche G, Bourgain JL. Preoxygenation and general anesthesia: a review. Minerva Anestesiol 2015;81(8):910-20.
4. Tanoubi I, Drolet P, Donati F. Optimizing preoxygenation in adults. Can J Anaesth 2009;56(6):449-66.
5. Nimmagadda U, Chiravuri SD, Salem MR, et al. Preoxygenation with tidal volume and deep breathing techniques: the impact of duration of breathing and fresh gas flow. Anesth Analg 2001;92(5): 1337-41.
6. Nimmagadda U, Salem MR, Joseph NJ, Miko I. Efficacy of preoxygenation using tidal volume and deep breathing techniques with and without prior maximal exhalation. Can J Anesth 2007;54(6):448-52.
7. GE healthcare. Advanced breathing system [Internet]. 2015. [cited 2015 Sep 9]; Available from: https://www3.gehealthcare.com/en/products/categories/anesthesia_delivery/advanced_breathing_system#.

8. Suntaranun P, Somprakit P, Lertarkayamanee J. Preuse checkup of anesthesia delivery system 1999. 1st ed. Bangkok: The royal college of anesthesiologists of Thailand; 1999. p 18-21.
9. Baraka AS, Taha SK, El-Khatib MF, Massouh FM, Jabbour DG, Alameddine MM. Oxygenation using tidal volume breathing after maximal exhalation. *Anesth Analg* 2003;97(5): 1533-5.
10. McGowan P, Skinner A. Preoxygenation-the importance of a good face mask seal. *Br J Anaesth* 1995;75(6):777-8.
11. Berry CB, Myles PS. Preoxygenation in healthy volunteers: a graph of oxygen washin using end-tidal oxygraphy. *Br J Anaesth* 1994;72(1):116-8.