

เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบแบบหายใจเข้าออกลึก ปกติกับแบบหายใจเข้าออกลึกร่วมกับการใช้ความดันบวก

ระวีพร เหล่าภักดี*, อักษร พูลนิตติพร*, จุฑารัตน์ บุญมัน*

*กลุ่มงานวิสัญญีวิทยา โรงพยาบาลขอนแก่น ขอนแก่น 40000 ประเทศไทย

Efficacy of Spontaneous Deep Breathing Technique with Pressure Support / Continuous Positive Airway Pressure during Preoxygenation: A Randomized Controlled Trial

Raweeporn Laopakdee*, Aksorn pulnitiporn*, Jutharath Boonmun*

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

บทนำ: การให้ออกซิเจนก่อนการนำสลบแบบหายใจเข้าออกลึกเป็นเวลา 1 นาที นิยมใช้ในกรณีที่ต้องการผ่าตัดอย่างรีบด่วน เพื่อลดระยะเวลาการนำสลบ นอกจากนั้นมีการนำความดันบวก pressure support (PS) และ continuous positive airway pressure (CPAP) มาใช้ร่วมกับการหายใจปริมาตรปกติ 3-5 นาที พบว่ามีค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออก (end-tidal oxygen; ETO_2) สูงขึ้นและขึ้นได้ถึงค่าที่ต้องการเร็วกว่าไม่ใช้ความดันบวก

วัตถุประสงค์: เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบแบบหายใจเข้าออกลึกเป็นเวลา 1 นาที ร่วมกับการใช้ความดันบวก (PS และ CPAP) โดยดูจากค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออก

วิธีการศึกษา: เป็นการศึกษาแบบ randomized controlled trial ในผู้ป่วยอายุ 18-65 ปี ASA I and II ที่มารับการผ่าตัดแบบไม่ฉุกเฉินและให้ยาระงับความรู้สึกแบบทั่วตัว กลุ่มควบคุม (C group) ให้ออกซิเจนก่อนนำสลบด้วยวิธีการหายใจเข้าออกลึก กลุ่มความดันบวก (P group) ให้ออกซิเจนก่อนนำสลบด้วยวิธีการหายใจเข้าออกลึกร่วมกับ PS 4 cmH_2O and CPAP 4 cmH_2O แล้วทำการวัด ETO_2 ที่ 1 นาที

ผลการศึกษา: ทำการศึกษาในผู้ป่วยกลุ่มละ 45 คน พบค่าเฉลี่ย ETO_2 ที่ 1 นาที ใน P group ($86.67 \pm 3.91\%$) สูงกว่า C group ($83.98 \pm 5.62\%$) ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างกลุ่มได้ 2.69 ± 1.02 (95% CI 0.66-4.72, $p = 0.01$) ซึ่งแตกต่าง

Background: Preoxygenation with deep breathing technique for 1 minute is accepted for emergency situations. Pressure support (PS) and continuous positive airway pressure (CPAP) combined with tidal volume breathing for 3-5 minutes provides more rapidly increasing and achieved higher end-tidal oxygen (ETO_2). The aim of this study was to determine the efficacy of deep breathing technique with PS/CPAP in term of ETO_2 .

Methods: Randomized controlled trial study was conducted in patients ASA I and II, aged 18-65 years old, undergoing elective surgery under general anesthesia. Control (C) group was preoxygenated by using deep breathing technique. Pressure (P) group used deep breathing technique combined with PS 4 cmH_2O and CPAP 4 cmH_2O . The ETO_2 and respiratory discomfort scores were recorded at 1 minute.

Results: Forty-five patients were included for each group. The mean end-tidal oxygen (ETO_2) at the end of 1 minute in P group and C group were $86.67 \pm 3.91\%$ and $83.98 \pm 5.62\%$ respectively. Mean difference between group was 2.69 ± 1.02 (95% CI 0.66-4.72, $p = 0.01$). Thirty-five patients (77.8%) in P group and twenty-one patients (46.7%) in C group got $ETO_2 \geq 85\%$ in 1 minute which were significantly different ($p = 0.002$). Respiratory discomfort scores were not significantly difference ($p = 0.971$) in

Correspondence to: raweeporn laopakdee M.D., e-mail: chang.pm@hotmail.com

Received 11 Jul 2018, Accepted 12 Aug 2018

กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและจำนวนผู้ป่วยที่มีค่า ETO_2 ที่ 1 นาที $\geq 85\%$ มี 77.8% ใน P group และ 46.7% ใน C group ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$) พบว่าคะแนนความรู้สึกอึดอัดขณะหายใจทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p = 0.971$)

สรุป: การนำความดันบวก (PS และ CPAP) มาใช้ร่วมกับการให้ออกซิเจนก่อนการนำสลบด้วยวิธีการหายใจเข้าออกลึกเป็นเวลา 1 นาที สามารถทำให้ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกเพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีเดิม

คำสำคัญ: การให้ออกซิเจนก่อนการนำสลบ, แรงดันบวกขณะผู้ป่วยหายใจเข้าและให้ความดันบวกตลอดช่วงการหายใจขณะหายใจเอง, วิธีการหายใจเข้าออกลึก

วิสัญญีสาร 2561; 44(4): 172-6. • Thai J Anesthesiol 2018; 44(4): 172-6.

บทนำ

การให้ออกซิเจนก่อนการนำสลบ เป็นกระบวนการที่สำคัญ เพื่อช่วยทำให้ปริมาณออกซิเจนสำรองในปอดเพิ่มขึ้น ซึ่งจะช่วยป้องกันภาวะพร่องออกซิเจนในขณะที่ผู้ป่วยหยุดหายใจระหว่างนำสลบได้¹⁻⁴ การให้ออกซิเจนก่อนการนำสลบที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนสำรองในปอดอยู่ในระดับที่เหมาะสมคือ การให้ออกซิเจน 100 เปอร์เซ็นต์นาน 3-5 นาที กรณีหายใจปริมาตรปกติ (tidal volume technique) หรือนาน 1 นาทีกรณีหายใจเข้าออกลึก 8 ครั้งใน 60 วินาที (deep breathing technique)⁴⁻⁷ ซึ่งในกรณีฉุกเฉินที่ต้องการผ่าตัดอย่างรีบด่วน การลดระยะเวลาในการนำสลบเป็นสิ่งสำคัญ จึงนิยมใช้เทคนิคการหายใจเข้าออกลึก เนื่องจากสามารถลดระยะเวลาในการนำสลบได้

มีการศึกษาโดยการเพิ่มความดันบวกขณะผู้ป่วยหายใจเข้า (pressure support) และให้ความดันบวกตลอดช่วงการหายใจขณะหายใจเอง (continuous positive airway pressure) มาใช้ร่วมกับการหายใจปริมาตรปกติ 3-5 นาที เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบ พบว่าทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนในปอด (โดยวัดความเข้มข้นของออกซิเจนจากลมหายใจออก) สูงขึ้น^{8,9} ลดระยะเวลาของการเพิ่มออกซิเจนในปอดในคนอ้วน⁹ ความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือดแดง (PaO_2) หลังการนำสลบและใส่ท่อหายใจแบบรวดเร็ว (rapid sequence induction and intubation) สูงกว่ากรณีที่ไม่ใช้ความดันบวก และป้องกันการลดลงของค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (desaturation)¹⁰

การศึกษานี้เพื่อดูผลของการนำความดันบวกมาใช้ร่วมกับการหายใจเข้าออกลึก ว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการให้

both groups.

Conclusion: Application of PS and CPAP combined with deep breathing technique for one-minute preoxygenation provides higher ETO_2 .

Keywords: deep breathing technique, preoxygenation, pressure support (PS) and continuous positive airway pressure (CPAP)

ออกซิเจนก่อนนำสลบได้หรือไม่ โดยเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกที่ 1 นาที ของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบร่วมกับความดันบวกด้วยวิธีหายใจเข้าออกลึก กับการให้ออกซิเจนโดยไม่ใช้ความดันบวก

วิธีการศึกษา

หลังผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัยในมนุษย์โรงพยาบาลขอนแก่น (KE 61004) ได้ทำการศึกษาแบบ prospective randomized controlled trial ผู้ป่วยที่คัดเลือกเข้าร่วมในการศึกษาคือ ผู้ป่วยอายุ 18-65 ปี ASA I-II ที่มาผ่าตัดแบบไม่ฉุกเฉินและวางแผนจะได้รับการให้ยาระงับความรู้สึกแบบทั้งตัว เกณฑ์คัดออกคือ ผู้ป่วยโรคหัวใจหรือโรคปอด ผู้ป่วยที่มีปัญหาทางเดินหายใจส่วนบนอุดตัน (เช่น ต่อมทอนซิลโตอักเสบเรื้อรัง ริดสีดวงจมูก) ตั้งครรภ์ มีการอักเสบหรือเกิดการติดเชื้อในช่องท้องส่วนบนหรือปอด มีก้อนขนาดใหญ่ในช่องท้อง (ขนาด ≥ 20 weeks size) มีภาวะอ้วน (ดัชนีมวลกาย ≥ 30 kg/m²) สูบบุหรี่จำนวนมาก (≥ 20 pack year) และยังคงสูบบุหรี่ใน 8 สัปดาห์ก่อนมาผ่าตัด มีหนองหรือแผลบริเวณใบหน้า ไม่มีฟัน ได้รับการใส่สายสวนจมูก มีความผิดปกติของใบหน้าอาจทำให้ครอบหน้ากากได้ไม่สนิท

ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่ 1 กลุ่มความดันบวก (กลุ่ม P) ให้ออกซิเจนก่อนนำสลบร่วมกับความดันบวก และกลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม (กลุ่ม C) ให้ออกซิเจนก่อนนำสลบโดยไม่ใช้ความดันบวก ใส่ช่องทึบปิดผนึกไว้ หลังจากผู้ป่วยยินยอมเข้าร่วมศึกษา เข้าวันผ่าตัด ผู้วิจัยจะเปิดผนึกและเตรียมอุปกรณ์สำหรับการให้ออกซิเจนก่อนการนำสลบตามกลุ่มที่ได้รับ

โดยผู้ป่วยทุกรายจะได้รับการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบด้วยเครื่องดมยาสลบรุ่น AvanceCS² หรือ AisysCS² Datrex-Ohmeda วงจรดมยาสลบประกอบด้วย 60-inch corrugated breathing tube ความจุ 1.12 ลิตร Anesthetic bag ความจุ 2 ลิตร วงจรดมยาสลบจะได้รับการเติมออกซิเจน 100 เปอร์เซ็นต์ โดยเปิดเครื่องดมยาสลบ ปรับการทำงานไปที่เครื่องช่วยหายใจ (ventilator mode) จากนั้นปิดทางออกของก๊าซที่ Y-piece และ flush O₂ ให้เต็ม bellow แล้วเปิดเครื่องดมยากลับมาที่ manual mode ปิดทางออกของก๊าซที่ Y-piece และปิด APL valve แล้วกด flush O₂ ให้ความดันในระบบอยู่ที่ 30 cmH₂O นาน 10 วินาที จากนั้นเปิดออกซิเจน 10 ลิตรต่อนาที คลาย APL valve จนสุด แล้วจึงนำหน้ากากช่วยหายใจไปครอบหน้าผู้ป่วยให้แนบสนิท ผู้ป่วยจะได้รับออกซิเจนก่อนนำสลบตามกลุ่มที่ถูกสุ่มออกมา โดยกลุ่ม P หลังจากครอบหน้ากากเปิดเครื่องดมยาไปที่ ventilator mode ปรับ setting เป็น PSV + CPAP โดยตั้ง pressure support 4 cmH₂O + CPAP 4 cmH₂O แล้วให้ผู้ป่วยหายใจเข้าออกลึก และกลุ่ม C หลังจากครอบหน้ากาก (เครื่องดมยาอยู่ที่ manual mode) แล้วให้ผู้ป่วยหายใจเข้าออกลึก ระหว่างนั้นวัดความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจเข้า วัดความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออก วัดความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจออก วัดปริมาตรลมหายใจออก และนับจำนวนครั้งการหายใจ ทุก 15 วินาที เป็นเวลา 1 นาที ด้วยเครื่องวัดก๊าซในลมหายใจ (end-tidal gas monitor) ชนิด side stream ซึ่งอยู่ในเครื่องดมยาสลบ อัตราการดูดก๊าซ 200 ± 20 มิลลิลิตรต่อนาที และได้รับการตรวจสอบและสอบเทียบตามมาตรฐาน ตามที่บริษัทกำหนด

หลังจากให้ออกซิเจนก่อนนำสลบตามวิธีที่กำหนดของแต่ละกลุ่ม ครบ 1 นาที จะสอบถามและบันทึกความรู้สึกอึดอัดหายใจไม่สะดวก (respiratory discomfort) เป็น 4 ระดับ 1=ไม่อึดอัด 2=อึดอัดเล็กน้อย 3=อึดอัดปานกลาง

4=อึดอัดมากจนทนไม่ได้ หลังจากนั้นผู้ป่วยทุกรายจะได้รับยาบรรเทาความรู้สึกตามมาตรฐานการให้ยาระบบความรู้สึกแบบทั้งตัว

การคำนวณขนาดตัวอย่างหลังจากทำการศึกษานำร่อง (pilot study) กลุ่มละ 10 คน พบว่ากลุ่ม P มีระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกที่เวลา 1 นาที สูงกว่ากลุ่ม C 3% เมื่อใช้ Type 1 error = 0.05 และ Type two error = 0.1 คำนวณได้กลุ่มละ 36 คนต่อกลุ่ม และคิด drop out 10 % จึงได้จำนวนขนาดตัวอย่าง 45 คนต่อกลุ่ม ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทดสอบทางสถิติด้วย unpaired t-test, chi-square test และ Mann-Whitney U test นำเสนอข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวนและร้อยละ และมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อ P value < 0.05

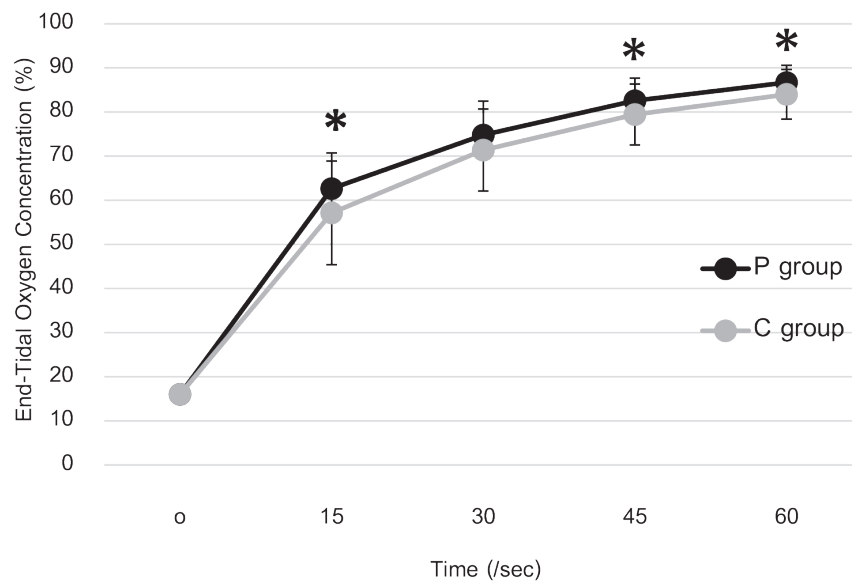
ผลการศึกษา

ข้อมูลพื้นฐาน ปริมาตรลมหายใจออกและอัตราการหายใจของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน (Table 1) ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกใน 1 นาที ของกลุ่ม P และกลุ่ม C ได้ 86.67 ± 3.91% และ 83.98 ± 5.62% ตามลำดับ วัดค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างกลุ่มได้ (Mean difference) 2.69 ± 1.02 (95% CI 0.66-4.72, p = 0.01) (Figure 1) ผู้ป่วย 35 คน (77.8%) ในกลุ่ม P และ 21 คน (46.7%) ในกลุ่ม C วัดค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกได้มากกว่าหรือเท่ากับ 85% ใน 1 นาที (p = 0.002) ความรู้สึกอึดอัดหายใจไม่สะดวกของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันโดยจำนวนผู้ป่วยกลุ่ม P และ กลุ่ม C ที่รู้สึกไม่อึดอัด มี 19 คน และ 21 คน อึดอัดเล็กน้อยมี 24 คน และ 19 คน อึดอัดปานกลางมี 2 คน และ 5 คน ไม่มีผู้ป่วยในกลุ่มใดที่รู้สึกอึดอัดมากจนทนไม่ได้ (p = 0.971) (Figure 2) และไม่พบภาวะแทรกซ้อนระหว่างทำการศึกษา เช่น คลื่นไส้ อาเจียน การสูดสำลัก เป็นต้น

Table 1 Patient demographic data

	Pressure group	Control group	P-value
Sex (M)	19(42.2%)	16(35.6%)	0.517
Age (y)	40.76 ± 13.31	40.84 ± 11.23	0.973
BMI (kg/m ²)	23.44 ± 3.44	23.9 ± 2.72	0.478
ASA I	21(46.7%)	26(57.8%)	0.291
Smoking	8(17.8%)	9(20%)	0.788
SpO ₂ (%)	99.42 ± 1.20	99.51 ± 0.94	0.697
Expiratory volume (ml)	1003.73 ± 322.60	900.54 ± 360.08	0.156
Respiratory rate (/min)	10.67 ± 3.28	9.67 ± 3.72	0.180

Values are mean ± SD or number (%)



* Statistical significance at p value < 0.05

Figure 1 Comparison of end-tidal oxygen concentration (mean $\pm$ SD) in 1 minute between pressure (P) group and control (C) group

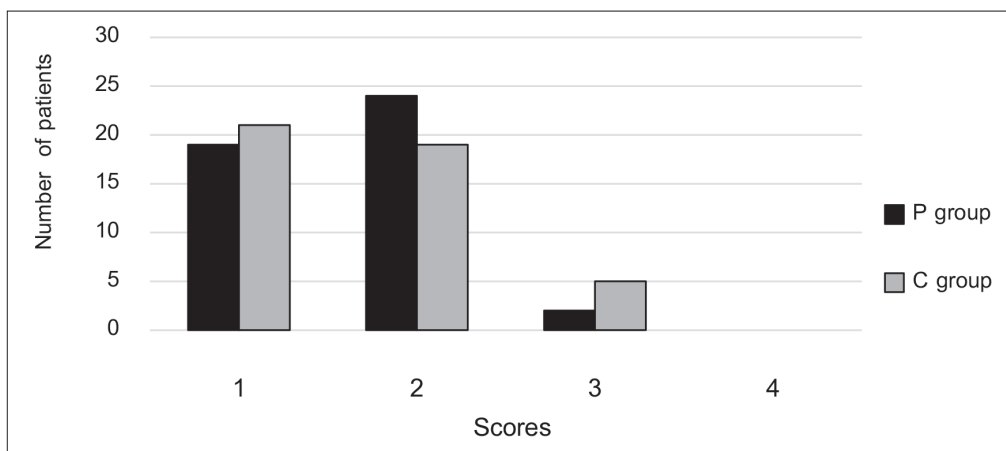


Figure 2 Number of patients stratified by respiratory discomfort scoring after 1 minute between Pressure (P) group and control (C) group

1 = no respiratory discomfort, 2 = minimal respiratory discomfort, 3 = moderate respiratory discomfort, 4 = significant respiratory discomfort leading to the cessation of preoxygenation

วิจารณ์

การให้ออกซิเจนก่อนการนำสลบนั้นสามารถใช้ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกมาช่วยในการประเมินประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สะดวก ปลอดภัยและง่ายต่อการวัด ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกที่เหมาะสม $\geq 85-90\%$ ¹¹

การให้ออกซิเจนก่อนการนำสลบที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนสำรองในปอดอยู่ในระดับที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้นกรณีฉุกเฉินที่ต้องการผ่าตัดอย่างรีบด่วน การลดระยะเวลาในการนำสลบเป็นสิ่งสำคัญจึง นิยมใช้วิธีหายใจเข้าออกลึก 8 ครั้งใน 1 นาที⁴⁻⁷

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การเพิ่มแรงดันบวกขณะผู้ป่วยหายใจเข้า และให้ความดันบวกตลอดช่วงการหายใจขณะหายใจเอง ในการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบ พบว่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออก (ETO₂) สูงขึ้นทั้งในคนสุขภาพแข็งแรงและคนอ้วน^{8,9} ขณะใช้วิธีการหายใจปริมาตรปกติ 3-5 นาที

ผลการศึกษานี้พบว่า ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกใน 1 นาทีของกลุ่มใช้ความดันบวกมากกว่ากลุ่มไม่ใช้แรงดันบวก และพบว่าจำนวนผู้ป่วยในกลุ่มใช้ความดันบวกวัดค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกได้มากกว่าหรือเท่ากับ 85% ใน 1 นาที มีจำนวนถึงร้อยละ 77.8 ของกลุ่ม ขณะที่กลุ่มไม่ใช้ความดันบวกมีจำนวนเพียงร้อยละ 46.7 แสดงให้เห็นว่าการใช้ความดันบวกร่วมด้วยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบ ซึ่งการใช้ความดันบวกตลอดช่วงการหายใจเอง (PS และ CPAP) ขณะให้ออกซิเจนก่อนนำสลบ ช่วยลดการทำงานของการทำงานของหายใจ (work of breathing) เพิ่มปริมาตรของอากาศหายใจเข้าหรือออกแต่ละครั้งของการหายใจ (tidal volume) ลดภาวะปอดแฟบ (atelectasis) และเพิ่มความจุของปอดที่คิดเป็นปริมาตรของอากาศคงเหลืออยู่ในปอดหลังจากหายใจออกตามปกติ (FRC)

จากการศึกษาของ Tanoubi⁸ และคณะ พบว่าการใช้ความดันบวกเล็กน้อย (PS 4 cmH₂O + CPAP 4 cmH₂O) ตลอดช่วงการหายใจขณะหายใจเองด้วยวิธีการหายใจปริมาตรปกติ ไม่ได้ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกอึดอัดมากขณะหายใจระหว่างการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบ และมีประสิทธิภาพของการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบที่ดี ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้แม้ว่าจะใช้วิธีหายใจเข้าออกลึก พบสอดคล้องกับการศึกษาครั้งก่อน ผู้ป่วยที่เข้ารับการศึกษาส่วนใหญ่รู้สึกไม่อึดอัดหรือรู้สึกอึดอัดเล็กน้อยระหว่างหายใจขณะครอบหน้ากากสนิท และไม่พบภาวะแทรกซ้อนขณะทำการศึกษาเช่น คลื่นไส้ อาเจียน การสูดสำลัก เป็นต้น

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ เนื่องจากการศึกษานี้ทำในผู้ป่วยที่มีอายุเฉลี่ยไม่มาก สุขภาพแข็งแรง สามารถหายใจเข้าออกลึกได้เต็มที่ ในกรณีผู้ป่วยสูงอายุ มีทางเดินหายใจส่วนบนอุดกั้น มีการอักเสบของท้อง อาจทำให้ผลการศึกษาแตกต่างไป และนอกจากนี้การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยที่มาผ่าตัดแบบไม่ฉุกเฉิน จึงควรทำการศึกษาต่อในผู้ป่วยที่มาผ่าตัดฉุกเฉินเพิ่มเติม เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์กรณีต้องการให้ออกซิเจนก่อนนำสลบในเวลาจำกัดต่อไป

สรุป

การให้ออกซิเจนก่อนนำสลบด้วยวิธีหายใจเข้าออกลึกภายในเวลา 1 นาทีร่วมกับแรงดันบวกและความดันบวกตลอดช่วงการหายใจขณะหายใจเองสามารถทำให้ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในลมหายใจออกเพิ่มขึ้นมากกว่าการหายใจเข้าออกลึกแบบปกติ

References

1. Practice guidelines for management of the difficult airway: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on the Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 1993;78(3):597-602.
2. Benumof J. Preoxygenation: best method for both efficacy and efficiency? *Anesthesiology* 1999;91(3):603-5.
3. 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.
4. Tanoubi I. Oxygenation before anesthesia in adults. *Anesthesiology Rounds* 2006; 5(3): 1-6.
5. Baraka AS, Taha SK, Aouad MT, et al. Preoxygenation: comparison of maximal breathing and tidal volume breathing techniques. *Anesthesiology* 1999; 91(3): 612-6.
6. Tanoubi I, Drolet P, Donati F. Optimizing preoxygenation in adults. *Can J Anesth* 2009; 56(6): 449-66.
7. Bouroche G, Bourgain JL. Preoxygenation and general anesthesia: a review. *Minerva Anestesiol* 2015; 81(8):910-20.
8. Tanoubi I, Drolet P, Fortier LP, Donati F. Inspiratory support versus spontaneous breathing during preoxygenation in healthy subjects. A randomized, double blind, cross-over trial. *Ann Fr Anesth Reanim* 2010; 29(3): 198-203.
9. Delay JM, Sebbane M, Jung B, et al. The effectiveness of noninvasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesth Analg* 2008; 107(5):1707-13.
10. Harbut P, Gozdzik W, Stjernfalt E, et al. Continuous positive airway pressure/pressure support pre-oxygenation of morbidly obese patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2014; 58(6): 675-80.
11. Sessumpun K, Pangvong W, Pulnitiporn A. Preoxygenation with oxygen-prefilled anesthesia breathing system increased end tidal oxygen within two minutes: a randomized controlled trial. *Thai J Anesthesiol* 2018; 44(2): 51-57.