

การเปรียบเทียบค่าระดับออกซิเจนในเลือดระหว่างการตั้งค่าเครื่องช่วยหายใจในเครื่องดมยาสลบแบบ Dynamic compliance directed positive end expiratory pressure (PEEP) เปรียบเทียบกับการตั้งค่าแบบ Conventional PEEP ในขณะที่ผู้ป่วยได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย

พงษ์ศักดิ์ นิติการุณ, ภูริลักษณ์ รัตนวิจารย์

กลุ่มงานวิสัญญีวิทยา โรงพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี ประเทศไทย

The Comparison of Blood Oxygenation between Dynamic Compliance Directed Positive End Expiratory Pressure (PEEP) and Conventional PEEP in Ventilator Setting of Anesthetic Machine during Balanced General Anesthesia

Phongsak Nitikaroon, Pureelak Rattanawijarn

Department of Anesthesiology, Prapokklao hospital, Chanthaburi, Thailand

บทนำ: การระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซในปอดลดลงเกิดภาวะแทรกซ้อนทางปอดหลังผ่าตัดได้ การตั้ง PEEP แบบต่างๆ ได้ค่าระดับออกซิเจนในเลือดระหว่างผ่าตัดได้ต่างกัน

วัตถุประสงค์: ศึกษาผลการตั้ง PEEP ต่อการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนในเลือดระหว่างการผ่าตัดในการผ่าตัดแบบไม่ส่องกล้อง ขณะได้รับการดมยาสลบแบบทั่วตัวระหว่างกลุ่ม dynamic compliance directed PEEP กับกลุ่ม conventional PEEP

วิธีการศึกษา: เป็นการทดลองแบบสุ่มมีกลุ่มควบคุมแบบ single-blind ระหว่างวันที่ 1 กรกฎาคม 2563 ถึง 1 กุมภาพันธ์ 2564 หลังใส่ท่อช่วยหายใจและแทงเส้นเลือดแดงเปรียบเทียบค่า PaO₂, A-a gradient จาก arterial blood gas และวัดค่า peak airway pressure ในช่วงเวลาที่ 1-5 และช่วงเวลาที่ 10-15 ระหว่างกลุ่ม dynamic compliance directed PEEP กับกลุ่ม conventional PEEP

ผลการศึกษา: ผู้ป่วยเข้าร่วมการวิจัย 30 คน ค่า PaO₂ นาทีที่ 10-15 ในกลุ่ม dynamic compliance directed PEEP

Background: General anesthesia promote impaired pulmonary gas exchange and contribute to postoperative pulmonary complications. Different methods of PEEP titration make the different value of intraoperative oxygenation.

Objectives: To study the effect of PEEP titration on the change of intraoperative oxygenation in non-laparoscopic surgery during balanced general anesthesia between dynamic compliance directed PEEP group and conventional PEEP group.

Methods: Single-blind randomized controlled trial was done from 1 July 2020 -1 February 2021. After intubation and arterial line insertion. We compared the difference of PaO₂, A-a gradient in arterial blood gas and peak airway pressure at 1st-5th minute and 10th-15th minute between dynamic compliance directed PEEP group and conventional PEEP group.

Results: Thirty patients were enrolled in this study. PaO₂ at 10th-15th minute in dynamic compliance directed PEEP titration group was higher than the conventional PEEP

Correspondence to: Phongsak Nitikaroon, MD., E-mail: nitigarun@hotmail.com

Received 15 Feb 2021, Revised 7 Mar 2021, Accepted 7 Mar 2021

มีค่าสูงกว่ากลุ่ม conventional PEEP (P -value=0.001) และคำนวณค่า A-a gradient นาทีที่ 10 ในกลุ่ม dynamic compliance directed PEEP มีค่าต่ำกว่า กลุ่ม conventional PEEP (P -value=0.001)

สรุป: dynamic compliance directed PEEP ทำให้ค่าออกซิเจนในเลือดขณะผ่าตัดดีขึ้นดีกว่าแบบ conventional PEEP

คำสำคัญ: การระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย, การขยายตัวของปอดแบบพลวัต, แรงดันบวกขณะหายใจออก

วิสัญญีสาร 2564; 47(3): 204-9. • Thai J Anesthesiol 2021; 47(3): 204-9.

การใช้ปริมาตรของลมหายใจเข้า (tidal volume) ขนาดต่ำ และการใช้ค่าแรงดันบวกขณะหายใจออก (PEEP) ที่สูงขึ้นนั้นเรียกรวมกันว่า lung protective strategies ventilation (LPV) นั้นมีประโยชน์ในผู้ป่วยที่ได้รับการระงับความรู้สึก¹ ในด้านการลดภาวะการบาดเจ็บที่ปอด (lung injury) ของผู้ป่วยและลดภาวะแทรกซ้อนทางปอดหลังผ่าตัด (post-operative pulmonary complications) แต่ยังคงพบว่ามีค่า PEEP ที่เหมาะสมนั้นยังมีข้อถกเถียงอยู่² ค่า PEEP ค่าใดค่าหนึ่งอาจไม่ได้เหมาะสมกับผู้ป่วยทุกราย การปรับค่า PEEP ให้เหมาะสมเฉพาะบุคคลนั้นอาจทำให้ลดภาวะ lung injury ได้ดีกว่า และอาจป้องกันภาวะถุงลมแฟบ (atelectasis) ได้จากการศึกษาก่อนหน้านี้มักศึกษาในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดแบบส่องกล้อง (laparoscopic surgery)³ พบว่าการตั้งค่า PEEP โดยใช้ค่า PEEP ที่ทำให้เกิดความสามารถในการขยายตัวของปอดแบบพลวัต (dynamic compliance) มีค่าสูงสุด (dynamic compliance directed PEEP) ช่วยทำให้ภาวะออกซิเจนในเลือดของผู้ป่วยที่ได้รับการระงับความรู้สึกดีขึ้นทั้งระหว่างและหลังการผ่าตัด ซึ่งทำให้น่าสนใจว่าการผ่าตัดที่ไม่ใช่ laparoscopic surgery การตั้งค่า PEEP ที่มีค่าต่างกันระหว่างแบบ dynamic compliance directed PEEP ได้ประโยชน์มากกว่าตามแบบแผนทั่วไปที่ตั้งค่า PEEP ไว้ที่ 3-5 cmH₂O (conventional PEEP) เหมือนในการผ่าตัดแบบ laparoscopic หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อเปรียบเทียบค่าออกซิเจนในเลือดระหว่างการตั้งค่าเครื่องช่วยหายใจในเครื่องดมยาแบบ dynamic compliance directed PEEP กับแบบ conventional PEEP ในผู้ป่วยที่ได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย (balanced general anesthesia) ที่ได้รับการผ่าตัดที่ไม่ใช่การผ่าตัดแบบ laparoscopic surgery นั้นมีค่าต่างกันอย่างไรมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ซึ่งสมมุติฐานของการศึกษานี้คือ ค่าความดันออกซิเจนในเลือด

ระหว่างการตั้งค่าเครื่องช่วยหายใจในเครื่องดมยาแบบ dynamic compliance directed PEEP กับแบบ conventional PEEP ในผู้ป่วยที่ได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายนั้นมีค่าต่างกันอย่างไรมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งถ้าสามารถพิสูจน์สมมุติฐานได้ จะทำให้วิสัญญีแพทย์สามารถเลือกการตั้งค่า PEEP ได้อย่างเหมาะสมสูงสุดแก่ผู้ป่วย

Conclusion: Dynamic compliance directed PEEP improve intraoperative oxygenation better than conventional PEEP.

Keywords: general anesthesia, dynamic compliance, positive end expiratory pressure

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ได้ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการพิจารณาการวิจัยในมนุษย์ของโรงพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี เป็นการศึกษาแบบ single-blind randomized controlled trial กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา เป็นได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ไม่มีประวัติทางเดินหายใจและโรคปอด ผู้ป่วยต้องเป็นผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดบริเวณอื่นๆ ที่ไม่ใช่การผ่าตัดแบบ laparoscopic surgery และไม่ใช่การผ่าตัดเกี่ยวกับปอดของผู้ป่วย ไม่มีลักษณะจากการตรวจร่างกายพบว่ามีปัญหาเรื่องการใส่ท่อช่วยหายใจลำบาก ไม่มีประวัติเคยใส่ท่อช่วยหายใจลำบาก และทำการศึกษาในผู้ป่วยที่มีความจำเป็นต้องได้รับการแทงเส้นเลือดแดง (arterial line) ตามข้อบ่งชี้ของการผ่าตัดและโรคของผู้ป่วย ผู้ป่วยได้รับการรักษาตามมาตรฐานการรักษาที่ผู้ป่วยพึงได้ตามภาวะโรคของผู้ป่วย ผู้ป่วยได้รับการยินยอมในการเข้าร่วมวิจัย โดยการตัดสินใจโดยตัวผู้ป่วยเองโดย inform consent ถ้าอยู่ในสถานะที่ไม่สามารถตัดสินใจได้จะไม่นำเข้าสู่การศึกษา สุ่มประชากรโดยการสุ่มลำดับจาก www.randomizer.org ซึ่งเป็นการสุ่มโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยเลือกชุดข้อมูลในการสุ่มในโปรแกรมจำนวน 1 ชุด เลือกจำนวนตัวเลขต่อชุดเป็น 15 และเลือกช่วงตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 30 จะได้ลำดับหมายเลขในการสุ่ม ภายหลังจากได้ลำดับการสุ่มแล้วจะมีการปิดลำดับ โดยการนำลำดับการสุ่มใส่ของปิดผนึกเรียงตามหมายเลขและจะเปิดก็ต่อเมื่อ

ผู้ป่วยที่ยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยมาถึงห้องผ่าตัด ผู้ป่วยได้รับการระงับความรู้สึกทั่วร่างกายโดยนำสลบด้วย propofol 2-3 มก./กก. และให้ Morphine 0.1-0.2 มก./กก. ร่วมกับ succinyl choline 1-1.5 มก./กก. โดยระหว่างรอการใส่ท่อช่วยหายใจ ทำการช่วยหายใจด้วย 100 % ออกซิเจน เป็นเวลา 1 นาที แล้วจึงใส่ท่อช่วยหายใจ หลังจากนั้นให้ยาหย่อนกล้ามเนื้อต่อเป็น cisatracurium 0.1-0.2 มก./กก. โดยให้ยาดมสลบเป็น desflurane ขนาด 1-1.5 minimal alveolar concentration (MAC) และให้เปอร์เซ็นต์ออกซิเจนในลมหายใจเข้า (FiO_2) เป็น 100 % ตลอดการศึกษา ในกรณีที่มีการใส่ท่อช่วยหายใจลำบากหรือใช้เวลานานกว่า 1 นาทีจะถูกตัดออกจากการศึกษา หรือพบภาวะความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดต่ำขณะใส่ท่อช่วยหายใจจะถูกตัดออกจากการศึกษา ผู้ป่วยได้รับการตั้งค่าเครื่องช่วยหายใจโดยการสุ่ม โดยกลุ่ม conventional PEEP จะตั้งค่าเครื่องช่วยหายใจแบบควบคุมปริมาตร (volume controlled) โดยใช้ tidal volume ที่ 7 มล./กก. และตั้งค่า PEEP ไว้ที่ 0 cmH_2O ในระหว่างช่วงเวลาที่ 1 ถึงเวลาที่ 5 ซึ่งเรียกช่วงเวลานี้ว่า T1 ในขณะที่นั้นทำการแทง arterial line โดยถ้าคลำได้ชีพจรชัดเจนจะทำการแทงด้วยวิธีการคลำชีพจรหาตำแหน่ง โดยมีเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasound) เตรียมพร้อมอยู่ตลอดเวลา แต่ถ้าคลำชีพจรได้ไม่ชัดเจนจะใช้เครื่อง ultrasound ช่วยในการหาตำแหน่ง (ultrasound guided) โดยการแทง arterial line ทำโดยวิสัญญีแพทย์ที่มีประสบการณ์การทำงานมากกว่า 10 ปี ผู้ป่วยที่ไม่สามารถแทง arterial line ได้ในช่วงเวลา T1 จะถูกตัดออกจากการศึกษา และในช่วงเวลา T1 ส่งตรวจตรวจค่าออกซิเจนในเส้นเลือดแดง (arterial blood gas) และทำการวัดค่าความดันสูงสุดในช่วงหายใจเข้า (peak airway pressure) จากเครื่องช่วยหายใจในช่วงเวลา T1 และหลังจากนั้นปรับ PEEP ไว้ที่ 5 cmH_2O จนถึงช่วงเวลาที่ 10 ถึงเวลาที่ 15 เรียกช่วงเวลานี้ว่า T2 ส่งตรวจ arterial blood gas อีกครั้ง และทำการวัดค่า peak airway pressure จากเครื่องช่วยหายใจอีกครั้งในช่วงเวลา T2 ส่วนในกลุ่ม incremental PEEP ทำการตั้งค่าเครื่องช่วยหายใจแบบ volume controlled ที่ 7 มล./กก. และตั้งค่า PEEP ไว้ที่ 0 cmH_2O ในช่วงเวลา T1 และทำการแทง arterial line ภายในช่วงเวลานี้และส่งตรวจ arterial blood gas และวัด peak airway pressure ในช่วงเวลา T1 เช่นเดียวกับกลุ่ม conventional PEEP หลังจากนั้นทำการปรับค่า PEEP ขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่เวลาที่ 5 ถึงเวลาที่ 10 โดยตั้งต้นค่า PEEP ที่ 5 cmH_2O ที่เวลาที่ 5 และเพิ่ม PEEP ครั้งละ 2 cmH_2O ทุก 1 นาทีโดยวัดค่า dynamic compliance จากเครื่องช่วยหายใจร่วมด้วย ถ้าได้ค่า PEEP ค่าใดค่าหนึ่ง

ที่ทำให้ dynamic compliance เพิ่มขึ้นสูงสุดในผู้ป่วยแต่ละรายแล้วจะไม่เพิ่มค่า PEEP ขึ้นอีกยกตัวอย่าง เช่น นาที่ที่ 5 ตั้ง PEEP ไว้ที่ 5 cmH_2O วัดค่า dynamic compliance ได้ 50 mL/ cmH_2O นาที่ที่ 6 จึงตั้ง PEEP เพิ่มขึ้นเป็น 7 cmH_2O วัดค่า dynamic compliance ได้ 60 mL/ cmH_2O นาที่ที่ 7 ทำการปรับ PEEP เพิ่มเป็น 9 cmH_2O วัดค่า dynamic compliance ได้ 56 mL/ cmH_2O ได้ค่า dynamic compliance น้อยกว่านาที่ที่ 6 แสดงว่าการปรับ PEEP ไว้ที่ 9 cmH_2O นั้นมากเกินไปทำให้เกิดการขยายของถุงลมที่มากเกินไป (overdistension) ของปอดจึงทำ dynamic compliance ของปอดลดลง แสดงว่าค่า PEEP ที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้เกิด dynamic compliance ของปอดสูงสุดคือค่า PEEP ที่ 7 cmH_2O คงค่า PEEP ที่ 7 cmH_2O นี้ไว้จนถึงช่วงเวลา นาที่ที่ 10-15 (T2) ส่งตรวจ arterial blood gas และวัด peak airway pressure ในช่วงเวลา T2 ในการศึกษาในช่วงเวลา T1 และ T2 ทั้งกลุ่ม conventional PEEP และกลุ่ม incremental PEEP คือช่วงเวลาเดียวกัน ในกรณีกลุ่ม incremental PEEP นั้นถ้ายังสามารถปรับ PEEP เพิ่มขึ้นได้เรื่อยๆ เนื่องจาก dynamic compliance ยังเพิ่มขึ้นได้เรื่อยๆ จะถือว่า PEEP ที่นาที่ที่ 10 เป็นค่าสิ้นสุด คำนวณผลต่างของค่าความดันออกซิเจนในถุงลมเทียบกับในเส้นเลือดแดง (A-a gradient) จากสมการ $A-a \text{ gradient} = [(P_B - PH_2O) \times (FiO_2 - PaCO_2)/R] - PaO_2$ โดย P_B คือค่าความดันบรรยากาศ โดยพื้นที่ที่ได้ทำการศึกษาวินิจฉัยอยู่ในระดับความสูงจากน้ำทะเลปกติ จึงทำให้ค่า P_B มีค่าที่ 760 มิลลิเมตรปรอท PH_2O คือค่าความดันอึดตัวของไอน้ำ (saturated vapor pressure) ที่อุณหภูมิห้อง ในที่นี้มีค่า 47 มิลลิเมตรปรอท R คือ respiration quotient ซึ่งมีค่า 0.8 $PaCO_2$ คือค่าความดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหลอดเลือดแดง ผู้ป่วยทุกรายจะได้รับการระงับความรู้สึกจากเครื่องดมยาสลบ รุ่น Perseus A500 โดยเครื่องนี้ได้รับการตรวจสอบเทียบเครื่องมือประจำปี จากกองวิศวกรรมทางการแพทย์ เขต 6 และบริษัท Dräger® และแสดงป้ายบนเครื่องในการผ่านการรับรองการตรวจเพื่อพร้อมในการใช้ระหว่างการระงับความรู้สึก ผู้ป่วยจะได้รับการเฝ้าระวังตามมาตรฐาน ได้แก่ คลื่นไฟฟ้าหัวใจ ความดันโลหิต ความอึดตัวของออกซิเจนในเลือด ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจออก ปริมาณก๊าซออกซิเจนและระดับความเข้มข้นของยาดมสลบในลมหายใจเข้าและออก

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลทางสถิติทั้งหมดวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows version 19.0 ข้อมูลเชิงตัวเลข (numerical

data) แสดงโดยค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ข้อมูลเชิงกลุ่ม (categorical data) แสดงโดยความถี่ (frequency) ผู้วิจัยใช้การทดสอบแบบ Kolmogorov-Smirnov เพื่อทดสอบรูปแบบการแจกแจงข้อมูลแบบโค้งปกติ ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลสองกลุ่มแบบอิสระต่อกัน (independent data) ใช้ student t-test ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและ repeated measures ANOVA ในการเปรียบเทียบค่า PaO₂, A-a gradient, peak airway pressure ที่วัดได้ในคนไข้ในนาที่ที่ต่างๆ กันในคนไข้กลุ่มเดียวกัน โดยถือค่า P-value ที่น้อยกว่า 0.05 มีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวนขนาดกลุ่มประชากรจากการศึกษาก่อนหน้านั้นของ การศึกษาก่อนหน้าของ Pereira SM และคณะ⁴ พบว่าค่าระดับออกซิเจนในเลือดในกลุ่มที่ให้ individualized electrical impedance tomography-guided PEEP มีค่า 435±62 mmHg (mean±SD) และกลุ่มที่ได้รับการตั้ง PEEP แบบ conventional มีค่า 266±76 mmHg (mean±SD) จำนวน

sample size จำนวนโดยใช้โปรแกรม G power version 3.1.9.4 โดยคำนวณ effect size d จากโปรแกรมได้ 2.4367679 และใช้ α error probability = 0.01 ใช้ Power (1-β error probability) = 0.99 และกำหนดให้ allocation ratio = 1 ซึ่งคำนวณได้กลุ่มประชากรได้ กลุ่มละ 9 คน แต่ในการศึกษาทดลองนี้ใช้กลุ่มประชากรในแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 15 คน เนื่องจากป้องกันปัญหาเรื่อง missing variable, data loss และ success rate ในการแทง arterial line

ผลการศึกษา

จำนวนผู้ป่วยที่เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 30 ราย โดยเป็นผู้ป่วยในกลุ่ม conventional PEEP 15 ราย และกลุ่ม dynamic compliance directed PEEP จำนวน 15 ราย ทุกๆ รายเป็นผู้ป่วยที่เข้ามารับการผ่าตัดที่โรงพยาบาลพระปกเกล้า ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2563 ถึงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2564 พบว่าไม่มีความแตกต่างของข้อมูลทางประชากร (Table 1)

Table 1 Patient demographic data

Characteristic	Conventional PEEP (n=15)	Dynamic compliance directed PEEP (n=15)	P-value
Gender Male/Female	7/8 (46.67%/53.33%)	11/4 (73.33%/26.67%)	0.136
Age (yr.)*	46.67±17.81	42.60±12.97	0.481
BMI*	21.18±2.32	22.03±2.36	0.329
ASA class I/II/III/IV	4/6/3/2 (26.67%/40%/20%/13.33%)	5/6/4/0 (33.33%/40%/26.67%/0%)	0.521
Type of operation			0.120
General surgery	10 (66.67%)	7 (46.67%)	
Neurosurgery	3 (20%)	2 (13.33%)	
Orthopedic surgery	0 (0%)	4 (26.67%)	
Gynecological surgery	2 (13.33%)	0 (0%)	
Plastic surgery	0 (0%)	2 (13.33%)	

* data were represented in mean ±SD. ASA physical status, Gender and Type of operation were represented in number of samples (percent)

ไม่พบว่ามีผู้ป่วยรายใดมีภาวะใส่ท่อช่วยหายใจลำบาก และสามารถใส่ท่อช่วยหายใจภายในเวลา 1 นาทีได้ทุกราย และไม่พบปัญหาความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดต่ำขณะใส่ท่อช่วยหายใจ ผู้ป่วยทุกรายในการศึกษานี้สามารถแทง arterial line ได้ภายในระยะเวลา 5 นาทีหลังจากใส่ท่อช่วยหายใจสำเร็จ พบว่าค่าเฉลี่ย PaO₂ และ A-a gradient ในกลุ่ม conventional PEEP ก็กับกลุ่ม incremental PEEP ในช่วงเวลา T1 ซึ่งเป็นช่วงเวลาตั้งต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ากลุ่ม conventional PEEP

ในช่วงเวลา T1 มีค่าเฉลี่ย PaO₂ สูงกว่าค่าเฉลี่ย PaO₂ ในช่วงนาที่ T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.025)

กลุ่ม dynamic compliance directed PEEP นั้นมีการตั้งค่า PEEP ที่ช่วงเวลา T2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10.53±0.92 cmH₂O และในช่วงเวลา T1 มีค่าเฉลี่ย PaO₂ ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย PaO₂ ในช่วงเวลา T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.001) และพบว่าค่าเฉลี่ย PaO₂ ในช่วงเวลา T2 ของกลุ่ม dynamic compliance directed PEEP มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม conventional PEEP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.001) (Table 2)

Table 2 Changes in A-a gradient, PaO₂ and Peak airway pressure

	T1 (duration at 1 st -5 th minute)	T2 (duration at 10 th -15 th minute)
PaO ₂ (mmHg)		
Conventional PEEP (n=15)	461.53±134.51**	382.80±93.91
Dynamic compliance directed PEEP (n=15)	447.53±127.07**	536.13±124.02*
A-a gradient (mmHg)		
Conventional PEEP (n=15)	237.05±160.81	251.23±95.65
Dynamic compliance directed PEEP (n=15)	222.28±131.71**	118.84±98.22*
Peak airway pressure (cmH ₂ O)		
Conventional PEEP (n=15)	14.53±0.83**	18.00±0.85
Dynamic compliance directed PEEP (n=15)	15.13±1.19**	24.93±3.15*

* $P < 0.05$ when compared with T2 in conventional group, ** $P < 0.05$ when compared with T2 in same group. All data were represented in mean ±SD.

ค่าเฉลี่ย A-a gradient ในกลุ่ม dynamic compliance directed PEEP ในช่วงเวลา T1 นั้นสูงกว่าค่าเฉลี่ย A-a gradient ในช่วงเวลา T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.001$) และพบว่าในช่วงเวลา T2 นั้นค่าเฉลี่ย A-a gradient ในกลุ่ม incremental PEEP ต่ำกว่ากลุ่ม conventional PEEP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.001$) ส่วนค่า A-a gradient ในกลุ่ม conventional PEEP ในช่วงเวลา T1 และช่วงเวลา T2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.713$) (Table 2)

ค่าเฉลี่ย peak airway pressure ระหว่างกลุ่ม conventional PEEP กับกลุ่ม incremental PEEP ในช่วงเวลา T1 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.12$) peak airway pressure ในกลุ่ม conventional PEEP ในช่วงเวลา T1 มีต่ำกว่าในช่วงเวลา T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) ส่วนค่าเฉลี่ย peak airway pressure ในกลุ่ม incremental PEEP ในช่วงเวลา T1 มีค่าต่ำกว่าช่วงเวลา T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) และพบว่าในช่วงเวลา T2 นั้นค่าเฉลี่ย peak airway pressure ในกลุ่ม incremental PEEP มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม conventional PEEP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) (Table 2)

วิจารณ์

การศึกษานี้ทำให้ทราบว่าค่า PaO₂ มีการลดลงในขณะผู้ป่วยได้รับระดับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย ในกลุ่มที่ได้รับการตั้งค่า PEEP แบบ convention PEEP ที่ค่า PEEP 5 cmH₂O ซึ่งตรงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Hedenstierna G⁵ และคณะ ซึ่งพบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้ค่า PaO₂ ลดลง ขณะได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย เกิดจากการเกิดภาวะ⁶ ลมในปอดแฟบ (lung atelectasis) ที่เพิ่มมากขึ้น และมีการ

เพิ่มขึ้นของปริมาณอากาศที่เหลืออยู่ในถุงลมและไม่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ (physiological dead space) รวมทั้งมีการเพิ่มขึ้นของความไม่สมดุลของอากาศในถุงลมและเลือดที่ไหลไปแลกเปลี่ยน (V/Q mismatch) ที่มากขึ้น⁶ ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่าถึงแม้ว่าจะมีการตั้งค่า PEEP ไว้ที่ 5 cmH₂O แล้วนั้นก็ไม่สามารถทำให้ lung atelectasis, physiological dead space และ V/Q mismatch ลดน้อยลงจน PaO₂ กลับมาใกล้เคียงค่าปกติเดิมได้ โดยถึงแม้ว่าค่า PaO₂ ในกลุ่ม conventional group ที่ช่วงเวลา T2 จะคงอยู่ในเกณฑ์ปกติก็ตามแต่ก็น้อยกว่าค่าตั้งต้น ซึ่งแตกต่างจากกลุ่ม dynamic compliance directed PEEP ซึ่งค่า PaO₂ ในช่วง T2 นั้นมีค่าสูงกว่าในช่วงเวลา T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสูงกว่าค่า PaO₂ ในช่วงเวลา T2 ในกลุ่ม conventional PEEP ด้วย ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่าการตั้งค่า PEEP โดยค่อยๆ เพิ่มจนได้ระดับ PEEP ที่ทำให้เกิด dynamic compliance สูงสุดนั้นสามารถช่วยลด lung atelectasis, physiological dead space และ V/Q mismatch ลดน้อยลงจน PaO₂ กลับมาสูงกว่าช่วงเวลา T1 ซึ่งตรงกันกับการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Pereira SM และคณะ⁴ พบว่าค่าระดับออกซิเจนในเลือดในกลุ่มที่ให้ individualized electrical impedance tomography-guided PEEP มีค่า PaO₂ สูงกว่ากลุ่มได้รับการตั้งค่า PEEP แบบ conventional PEEP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาของ Pereira SM และคณะ⁴ จากการตั้งค่า PEEP ที่เหมาะสมให้กับผู้ป่วยโดยใช้ค่า dynamic compliance แทนที่จะใช้ impedance tomography-guided PEEP เนื่องจากวิธีแบบหลังต้องมีการใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงและมีความยุ่งยากในการติดเครื่องมือขณะทำการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย แต่จากการศึกษานี้ก็ทำให้พบว่าการตั้งค่า PEEP โดยใช้ค่าที่ทำให้

dynamic compliance ที่มีค่าสูงสุดก็ได้ผลลัพธ์ลักษณะแบบเดียวกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้ทางคลินิกได้ง่ายกว่า ซึ่งการศึกษาการตั้งค่า PEEP ในขณะที่ได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายโดยส่วนใหญ่มักเปรียบเทียบการตั้งค่า PEEP ในระดับที่แตกต่างกันในผู้ป่วยที่ทำการผ่าตัด laparoscopic surgery⁷ เนื่องจากการผ่าตัดทำให้เกิด physiological dead space และ V/Q mismatch อย่างมาก การตั้งค่า PEEP ในระดับที่สูงขึ้นจึงทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของระดับออกซิเจนในเลือดได้อย่างชัดเจน^{6,7} แต่จากการศึกษานี้ถึงแม้ว่าจะทำในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดแบบ non-laparoscopic surgery การตั้งค่า PEEP ที่ทำให้ค่า dynamic compliance มีค่าสูงสุดก็ทำให้เพิ่มระดับออกซิเจนได้เช่นเดียวกัน

นอกจากนั้นยังพบว่าค่า A-a gradient ก็มีผลลักษณะในแบบเดียวกันกล่าวคือ การระงับความรู้สึกทั่วร่างกายนั้นทำให้ A-a gradient มีค่ากว้างขึ้น คือมีความแตกต่างของค่าความดันของออกซิเจนใน alveolar เทียบกับใน artery มากขึ้น เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของ physiological dead space และ V/Q mismatch จากการศึกษานี้พบว่าค่า A-a gradient ในกลุ่ม dynamic compliance directed PEEP มีค่าแคบลงในช่วงเวลา T2 เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลา T1 และค่า A-a gradient ที่ช่วงเวลา T2 ในกลุ่ม dynamic compliance directed PEEP เมื่อเทียบกับกลุ่ม conventional PEEP นั้นมีความแคบกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเกิดจาก physiological dead space และ V/Q mismatch ลดลงจากการปรับค่า PEEP แบบวิธี dynamic compliance directed incremental PEEP นอกจากนี้ยังพบว่า การตั้ง PEEP ที่เพิ่มขึ้นทำให้มีค่า peak airway pressure ที่สูงขึ้นเมื่อเทียบช่วงเวลา T1 กับช่วงเวลา T2 อย่างมีนัยสำคัญทั้งสองกลุ่ม และพบว่าค่าเฉลี่ยของ peak airway pressure ในกลุ่ม dynamic compliance directed PEEP นั้นอยู่ที่ $24.62 \pm 3.35 \text{ cmH}_2\text{O}$ ซึ่งไม่สูงเกิน $35 \text{ cmH}_2\text{O}$ ซึ่งไม่ทำให้เกิดภาวะมีลมในช่องเยื่อหุ้มปอด (pneumothorax) ได้ ทำให้เกิดความปลอดภัยในการตั้งค่าแบบ dynamic compliance directed PEEP การศึกษานี้มีข้อจำกัดในการนำไปใช้ในทางคลินิกเนื่องจากการศึกษานี้มีการวัดค่า dynamic compliance ในขณะที่มีการปรับค่า PEEP เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ฉะนั้นการนำวิธีการปรับค่า PEEP แบบ dynamic compliance directed PEEP ไปใช้ต้องใช้ในเครื่องมือยาสลบที่มีเครื่องช่วยหายใจที่สามารถวัดค่า dynamic compliance ได้เท่านั้น นอกจากนี้การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพียงค่าระดับออกซิเจนในเส้นเลือดแดง ถึงแม้ว่าการปรับค่า PEEP แบบ dynamic compliance directed PEEP จะทำให้ค่าระดับออกซิเจนในเส้นเลือดแดงขณะผ่าตัดดีกว่าวิธี convention PEEP แต่ไม่ได้แสดงว่า

สามารถลดภาวะแทรกซ้อนทางปอดหลังผ่าตัดได้จริงซึ่งควรมีการศึกษาต่อไป

สรุป

การตั้งค่า PEEP ในเครื่องช่วยหายใจขณะผู้ป่วยได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายที่ทำการผ่าตัดที่ไม่ใช่การผ่าตัดแบบ laparoscopic surgery โดยการตั้งค่าแบบ dynamic compliance directed PEEP ทำให้ระดับออกซิเจนในเส้นเลือดแดงในขณะผ่าตัดดีกว่าการตั้งค่าแบบ conventional PEEP

References

1. Haliloglu M, Bilgili B, Ozdemir M, Umuroglu T, Bakan N. Low tidal volume positive end-expiratory pressure versus high tidal volume zero-positive end-expiratory pressure and postoperative pulmonary functions in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Med Princ Pract* 2017;26:573-78.
2. Serpa Neto A, Hemmes SN, Barbas CS et al. Protective versus conventional ventilation for surgery. A systematic review and individual patient data meta-analysis. *Anesthesiology* 2015;123:66-78.
3. Mazzinari G, Diaz-Cambonero O, Alonso-Inigo J et al. Intraabdominal pressure targeted positive end-expiratory pressure during laparoscopic surgery: an open-label, nonrandomized, crossover, clinical trial. *Anesthesiology* 2020;132:667-77.
4. Pereira SM, Tucci MR, Morais CCA, et al. Individual positive end-expiratory pressure settings optimize intraoperative mechanical ventilation and reduce postoperative atelectasis. *Anesthesiology* 2018;129:1070-81.
5. Hedenstierna G, Tokics L, Scaramuzza G et al. Oxygenation impairment during anesthesia: influence of age and body weight. *Anesthesiology* 2019;131:46-57.
6. Haliloglu M, Bilgili B, Ozdemir M et al. Low tidal volume positive end-expiratory pressure versus high tidal volume zero-positive end-expiratory pressure and postoperative pulmonary functions in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Med Princ Pract* 2017;26:573-78.
7. Gurrbach F, Petroff D, Schulz S et al. Individualised positive end-expiratory pressure guided by electrical impedance tomography for robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Br J Anaesth* 2020;125:373-82.
8. Boussarsar M, Thierry G, Jaber S, Roudot-Thoraval F, Lemaire F, Brochard L. Relationship between ventilatory settings and barotrauma in the acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med* 2002;28:406-13.