นิพนธ์ต้นฉบับ • Original Article

การเปรียบเทียบระยะเวลาการนำสลบเด็กด้วยยาดมสลบซีโวฟลูเรนระหว่างการใช้ Pediatric Circle และ Jackson Rees System

อัครวัฒน์ สินเกื้อกูลกิจ*, ปานทิพย์ วงศ์พุฒ*
*ภาควิชาวิสัญญีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002 ประเทศไทย

Comparison of Sevoflurane Induction Time between Pediatric Circle and Jackson-Rees System in Pediatric Patients

Akkharawat Sinkueakunkit*, Parntip Wongput*
*Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

บทนำ: วงจร Jackson Rees (JR) เมื่อเปรียบเทียบกับ pediatric circle (PC) จะมีความจุและค่า time constant ต่ำกว่า ทำให้สามารถนำสลบได้เร็วกว่า จึงเป็นวงจรที่นิยมใช้ในการนำสลบ อย่างไรก็ดี วงจร JR ต้องใช้ fresh gas flow ที่สูงมากซึ่งไม่สามารถใช้ในระยะ maintenance ที่ใช้เทคนิค low flow anesthesia ได้ ที่โรงพยาบาลศรีนครินทร์การนำสลบในผู้ป่วยเด็กที่ไม่ได้รับ premedication และไม่ได้แทงน้ำเกลือมาก่อน มักจะใช้วงจร JR ในการนำสลบ แล้วจึงสลับเปลี่ยนเป็น PC ในระยะ maintenance การสลับเปลี่ยนวงจรระหว่างดมยาสลบจะเพิ่มความเสี่ยงการเกิดความผิดพลาด วิสัญญีแพทย์บางท่านจึงเปลี่ยนมาใช้วงจร PC เพียงอย่างเดียวทั้งในระยะ induction และ maintenance

วัตถุประสงค์: เพื่อการเปรียบเทียบ sevoflurane induction time ระหว่างผู้ป่วยกลุ่มที่ใช้วงจร PC และ JR

วิธีการศึกษา: ผู้ป่วยเด็กจำนวน 56 รายที่ไม่ได้รับ premedication และไม่ได้แทงน้ำเกลือมาก่อน ถูกสุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม PC และกลุ่ม JR กลุ่มละ 28 ราย วงจรทั้ง 2 ชนิดจะถูก primed ด้วย 8% sevoflurane ร่วมกับ 67% nitrous oxide ใน oxygen โดยใช้ total flow rate 6 ลิตรต่อนาทีก่อนเริ่ม induction ทำการบันทึกและเปรียบเทียบ time to loss of eyelash reflex, เวลาเริ่มแทงเข็มให้สารน้ำ, time to central pupil รวมทั้งการเคลื่อนไหวขณะแทงเข็มและอาการข้างเคียงที่เกิดขึ้น

Background: A Jackson Rees (JR), compared with a pediatric circle (PC), system has lower capacity and time constant leading to shorter induction time, thus making it circuit of choice for induction. However, during maintenance using low flow anesthesia, a JR is inappropriate due to the need of very high fresh gas flow. At Srinagarind Hospital, sevoflurane induction in pediatric patient without premedication and intravenous access is usually performed using a JR system and then switch to a PC system during maintenance. This switching procedure increases risk of error; so some anesthesiologists prefer using a PC system solely to prevent error.

Objectives: To compare sevoflurane induction time between a PC system and JR system.

Methods: Fifty-six pediatric patients without premedication and intravenous access were randomized and allocated into 2 groups; PC group (28 patients) and JR group (28 patients). Both systems were primed with 8% sevoflurane with 67% nitrous oxide in oxygen with a total flow rate of 6 LPM before starting induction. Time to loss of eyelash reflex, intravenous cannulation, central pupils, as well as patients' movement during intravenous cannulation and adverse effects were recorded and compared.

Correspondence to: Akkharawat Sinkueakunkit MD., e-mail: chaiwin9@gmail.com
Received 25 Feb 2019, Revised 1 April 1, 2019, Accepted 1April 1, 2019

ผลการศึกษา: ค่า time to loss of eyelash reflex ในกลุ่ม PC มีค่านานกว่ากลุ่ม JR อย่างมีนัยสำคัญ (69.14±27.36 และ 51.03±12.30 วินาที ตามลำดับ; $p<0.05$) ไม่พบความแตกต่างของ time to intravenous cannulation, time to central pupil รวมทั้งการเคลื่อนไหวขณะแทงเข็มและอาการข้างเคียงในผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่ม

สรุป: Sevoflurane induction time ของกลุ่ม PC มีค่ายาวนานกว่ากลุ่ม JR เล็กน้อย (mean difference 18.1 วินาที; 95% CI = 6.63-29.59 วินาที) โดยไม่พบความแตกต่างของ time to intravenous cannulation, time to central pupil รวมทั้งการเคลื่อนไหวขณะแทงเข็มและอาการข้างเคียงในผู้ป่วย ดังนั้นในทางคลินิกจึงสามารถนำ PC มาใช้นำสลบได้

คำสำคัญ: การนำสลบด้วยยาดมสลบซีโวฟลูเรน, Jackson-Rees system, pediatric circle system

Results: Time to loss of eyelash reflex of PC group was significantly longer than JR group (69.14±27.36 vs. 51.03±12.30 sec, respectively; $p<0.05$). No statistical difference was found in time to intravenous cannulation, central pupils, as well as patients' movement during intravenous cannulation and adverse effects between both groups.

Conclusion: Sevoflurane induction time using PC system was significantly, slightly longer than JR system (mean difference 18.1 sec; 95% CI = 6.63-29.59 sec.). There is no significant difference in time to intravenous cannulation as well as patients' movement during intravenous cannulation and adverse effects. So clinical implement is capable.

Keywords: sevoflurane induction, Jackson-Rees system, pediatric circle system

วิสัญญีสาร 2562; 45(2): 59-66. • Thai J Anesthesiol 2019; 45(2): 59-66.

บทนำ

ผู้ป่วยเด็กอายุระหว่าง 1-8 ขวบที่เข้ารับการระงับความรู้สึกเพื่อผ่าตัด ในระยะนำสลบมักเกิดอาการตื่นตระหนกหวาดกลัว วิตกกังวล และไม่ยอมให้ความร่วมมือ สาเหตุเกิดจากการต้องแยกจากผู้ปกครอง หวาดกลัวคนแปลกหน้า การผ่าตัดและสิ่งแวดล้อมในห้องผ่าตัดที่ไม่คุ้นเคย ทำให้หลังผ่าตัดอาจเกิดปัญหาด้านจิตใจและพฤติกรรมตามมาได้ เช่น ฝันร้าย พฤติกรรมเปลี่ยนแปลงในด้านลบ กลัวการมารับการรักษาในโรงพยาบาล เป็นต้น[1] ซึ่งมีหลายวิธีที่ช่วยลดความหวาดกลัวในระยะก่อนผ่าตัดดังกล่าว เช่น การให้เด็กและผู้ปกครองดูวีดีทัศน์อธิบายขั้นตอนการนำสลบก่อนการผ่าตัด การให้ยาคลายวิตกกังวลรับประทานหรือเหน็บรูทวารก่อนการผ่าตัด การให้ผู้ปกครองเข้าอยู่ในห้องผ่าตัดร่วมกับเด็กจนถึงระยะนำสลบและการลดระยะเวลาในการนำสลบให้สั้นที่สุด โดยการใช้ยานำสลบบริหารเข้าทางหลอดเลือดดำในกรณีที่เด็กพูดรู้เรื่องและยินยอมให้เปิดหลอดเลือดดำเพื่อให้สารน้ำจากหอผู้ป่วยหรือในห้องผ่าตัดก่อนเริ่มนำสลบ[2] เป็นต้น แต่ยังมีผู้ป่วยเด็กจำนวนหนึ่งไม่ได้รับยาคลายวิตกกังวลก่อนการระงับความรู้สึกและไม่ได้เปิดหลอดเลือดดำเพื่อให้สารน้ำมาก่อน เช่น ผู้ป่วยเด็กที่หาหลอดเลือดดำยาก ผู้ป่วยเด็กที่ให้ความร่วมมือแต่ไม่สามารถเดินเข็มเพื่อให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำได้ ผู้ป่วยเด็กที่ไม่ให้ความร่วมมือหรือไม่ยินยอมให้เดินเข็มให้สารน้ำ ผู้ป่วยเด็กนัดผ่าตัดแบบ day case surgery เป็นต้น

ดังนั้น การทำให้ผู้ป่วยเด็กกลุ่มนี้สลบโดยเร็วที่สุดก่อนทำการเปิดหลอดเลือดดำเพื่อให้สารน้ำในระยะนำสลบจะเป็นวิธีที่ดี ซึ่งวิธีที่เป็นที่ยอมรับในทางปฏิบัติและนิยมมากในปัจจุบันคือ การให้ผู้ป่วยเด็กหายใจเองพร้อมกับสูดดมยาสลบชนิดไอระเหยซีโวฟลูเรน (sevoflurane) ในขนาดความเข้มข้นสูง 8% ร่วมกับก๊าซออกซิเจน (O_2) ร่วมกับก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) แล้วแต่ผู้ระงับความรู้สึกจะเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับผู้ป่วย โดยใช้อัตราการไหลรวมของก๊าซอย่างน้อย 6 ลิตรต่อนาที ซึ่ง sevoflurane เป็นยาดมสลบชนิดไอระเหยที่ออกฤทธิ์ได้เร็วกลิ่นไม่ฉุน ไม่ระคายเคืองทางเดินหายใจ สามารถใช้ในขนาดความเข้มข้น 8% โดยทำให้เด็กสลบได้อย่างราบรื่นและรวดเร็ว มีความปลอดภัยสูง อาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่อระบบหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือดได้บ้าง แต่ก็พบไม่มาก ความรุนแรงน้อยและสามารถแก้ไขได้ เช่น ไอ หยุดหายใจ หลอดลมหดเกร็ง เสมหะเพิ่มขึ้น ความดันโลหิตต่ำ หัวใจเต้นผิดจังหวะ เป็นต้น[3-7] ส่วนการใช้ N_2O ร่วมด้วย จะช่วยทำให้ผู้ป่วยเด็กสลบเร็วขึ้น[3] เมื่อเด็กสลบโดยสังเกตจาก eyelash reflex หายไปหรือสังเกตว่ามือคลายปล่อยวัตถุมีน้ำหนักที่กำไว้ก่อนสลบจึงนับเป็นระยะเวลานำสลบ[8-10] และรออีกอย่างน้อย 30 วินาทีจึงเริ่มแทงเข็มเพื่อให้สารน้ำและดำเนินการระงับความรู้สึกที่เลือกตามขั้นตอนรอให้ระดับความรู้สึกลึกพอสำหรับการผ่าตัดโดยสังเกตจากนัยน์ตาดำมาอยู่ตรงกลางลูกตา (central pupils) จากนั้นค่อยปรับความเข้มข้นของซีโวฟลูเรนตามความเหมาะสมระหว่างการผ่าตัด และปรับอัตราการไหลรวมของก๊าซที่เหมาะสมกับวงจรดมยาสลบที่ใช้ต่อไป

สำหรับวงจรดมยาสลบที่นิยมใช้ในผู้ป่วยเด็กที่น้ำหนักไม่เกิน 20 กิโลกรัมในปัจจุบันมี 2 วงจร คือ Jackson-Rees system (Mapleson F) (Figure 1) ข้อดีคือมีแรงต้านทานในวงจรต่ำ ใช้แรงในการหายใจเข้าออกน้อย และปริมาตรสูญเปล่าในวงจรน้อย (dead space) ใช้เวลาในการปูพื้นวงจรด้วยยาดมสลบ (circuit priming) สั้น โดยอัตราการไหลรวมของก๊าซไม่น้อยกว่า 6 LPM ก็สามารถนำสลบผู้ป่วยเด็กได้อย่างรวดเร็ว[12-15] จากนั้นยังสามารถใช้ดมสลบต่อเนื่องระหว่างผ่าตัดได้ทั้งวิธีควบคุมการหายใจและให้ผู้ป่วยหายใจเอง แต่มีข้อเสีย คือ ต้องใช้อัตราการไหลรวมของก๊าซสูง 2-3 เท่าของปริมาตรอากาศที่ผ่านเข้า-ออกปอด (minute ventilation) ของผู้ป่วย ทำให้สิ้นเปลืองก๊าซและยาดมสลบค่อนข้างมาก เกิดมลภาวะในห้องผ่าตัด และทำให้ผู้ป่วยเด็กสูญเสียความชุ่มชื้นในทางเดินหายใจและความร้อนของร่างกายมาก[11]

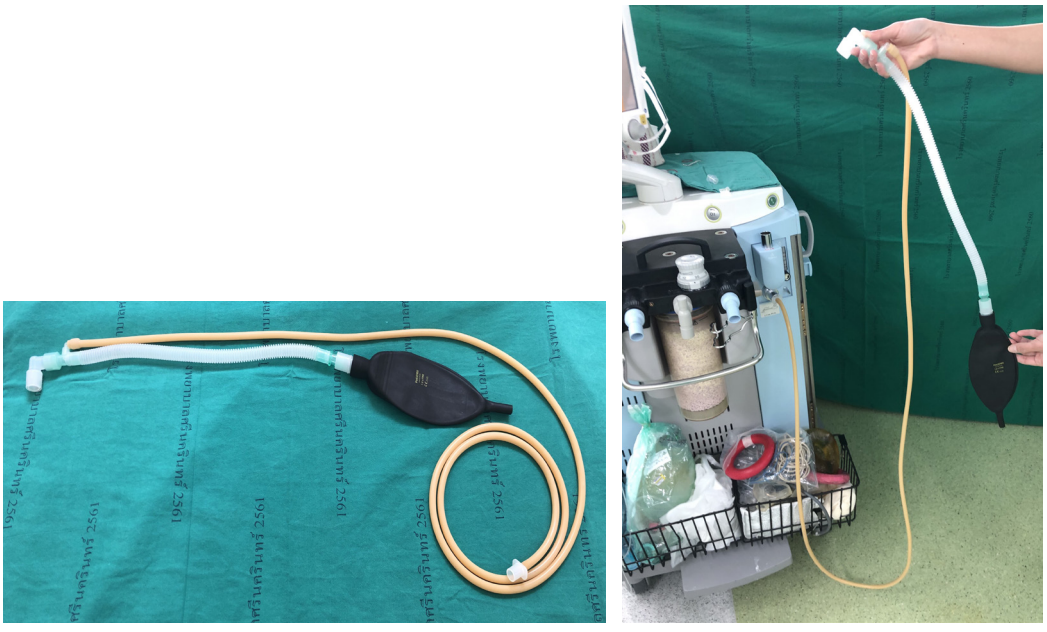


Figure 1 Jackson-Rees system (Mapleson F)

อีกวงจรดมยาสลบที่นิยมใช้ในเด็กที่น้ำหนักไม่เกิน 20 กิโลกรัม คือ pediatric circle system (Figure 2) ข้อดี คือ เป็น rebreathing semi-closed system ภายในวงจรมีลิ้นควบคุมการหายใจเข้า-ออกในทิศทางเดียว (inspiratory-expiratory unidirectional valves) และกล่องบรรจุสารดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากลมหายใจออกของผู้ป่วย จึงสามารถนำ sevoflurane, O_2 และ N_2O กลับมาใช้ซ้ำได้ ทำให้ใช้อัตราการไหลรวมของก๊าซเท่ากับหรือน้อยกว่าปริมาตรอากาศที่ผ่านเข้า-ออกปอดของผู้ป่วยได้ จึงสิ้นเปลืองก๊าซและยาดมสลบน้อยกว่า เกิดมลภาวะในห้องผ่าตัดน้อยกว่า รวมทั้งยังรักษาความชุ่มชื้นและความร้อนภายในทางเดินหายใจผู้ป่วยได้ดีกว่า แต่ pediatric circle system มีข้อด้อยกว่าคือ มีลิ้นควบคุมการหายใจเข้า-ออกและกล่องบรรจุสารดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้มีแรงต้านทานในวงจรต่อการหายใจสูงกว่า Jackson Rees system เมื่อใช้นำสลบผู้ป่วยเด็กโดยใช้วิธีหายใจเอง ผู้ป่วยเด็กจึงต้องออกแรงในการหายใจเข้า-ออกมากขึ้นและอาจเหนื่อยล้าจนการหายใจไม่เพียงพอ[12] ในอดีตจึงไม่นิยมใช้ดมยาสลบผู้ป่วยเด็กด้วยวิธีหายใจเอง แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาวงจรให้แรงต้านทานในวงจรน้อยลง ทำให้ใช้นำสลบและดมยาสลบต่อเนื่องระหว่างผ่าตัดด้วยวิธีหายใจเองเพิ่มขึ้น แต่ต้องระมัดระวังการใช้ในผู้ป่วยเด็กที่มีปัญหาของระบบหายใจ[13,14] และข้อด้อยอีกข้อคือ pediatric circle system จะมีปริมาตรสูญเปล่าในวงจรมากกว่า Jackson Rees system ทำให้ระดับยาดมสลบในวงจรเพิ่มขึ้นได้ช้ากว่า จึงนำสลบได้ค่อนข้างช้า ทำให้ไม่เป็นที่นิยมในการใช้นำสลบเท่ากับการใช้ Jackson-Rees system แต่ปัจจุบันมีการศึกษาวิธีปูพื้นวงจร (priming technique) ที่เหมาะสมช่วยทำให้ลดข้อจำกัดนี้ลงไปได้[15,16] ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมายังไม่เคยมีการเปรียบเทียบระยะเวลานำสลบ ระยะเริ่มเปิดหลอดเลือดดำเพื่อให้สารน้ำ และ time to central pupils ตลอดจนการประเมินภาวะแทรกซ้อนระหว่างการนำสลบและการเคลื่อนไหวขณะเปิดหลอดเลือดดำเพื่อให้สารน้ำระหว่างการใช้วงจรทั้งสอง

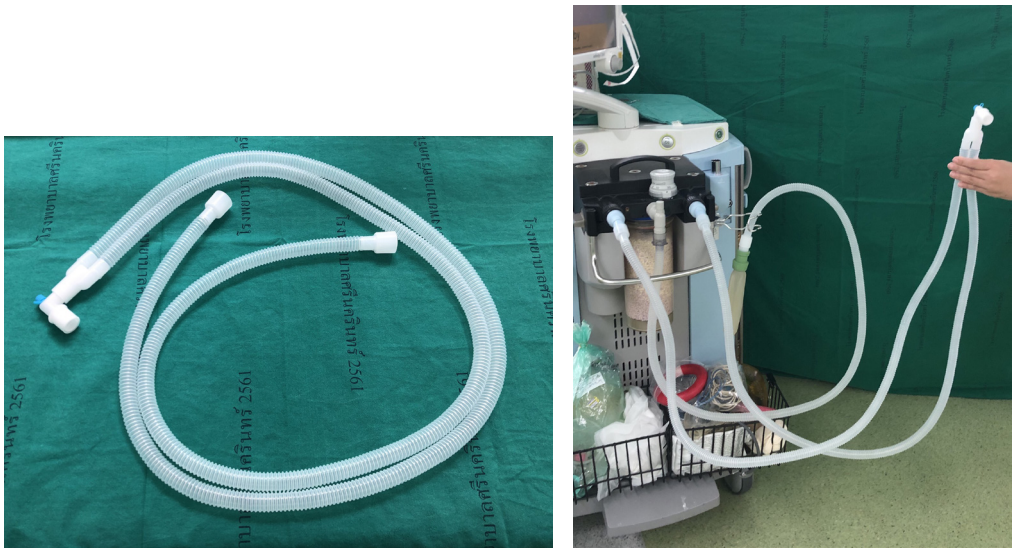


Figure 2 pediatric circle system

บริบทโรงพยาบาลศรีนครินทร์ วิสัญญีแพทย์นิยมนำสลบผู้ป่วยเด็กที่ไม่ได้รับยาคลายวิตกกังวลและไม่ได้รับการเปิดหลอดเลือดดำเพื่อให้สารน้ำก่อนการระงับความรู้สึก โดยจะให้สูดดมยาสลบ sevoflurane ผ่าน Jackson-Rees system จากนั้นจะเปลี่ยนใช้ pediatric circle system ระหว่างผ่าตัด ซึ่งเพิ่มขั้นตอนและความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดพลาดจากการเปลี่ยนอุปกรณ์นำสลบ คณะผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาการนำสลบโดยใช้ sevoflurane ระหว่างการใช้ pediatric circle และ Jackson Rees system และภาวะแทรกซ้อนจากการนำสลบ รวมถึงความเป็นไปได้ในการนำ pediatric circle system มาใช้นำสลบแทน Jackson-Rees system ในทางคลินิก

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นเลขที่โครงการ HE 581349 และได้รับการยินยอมเข้าร่วมการศึกษาจากผู้ปกครองผู้ป่วยทุกราย เป็นการศึกษาชนิด prospective randomized controlled trial, non-inferiority trial ในผู้ป่วยเด็กอายุ 1-8 ปี ที่มารับการผ่าตัดชนิดไม่เร่งด่วน ในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึงมกราคม พ.ศ. 2561 ผู้ป่วยที่เข้าเกณฑ์การศึกษา ได้แก่ ผู้ป่วยเด็กที่ไม่ได้รับยาคลายวิตกกังวลและไม่ได้รับการเปิดหลอดเลือดดำเพื่อให้สารน้ำก่อนการระงับความรู้สึก เข้ารับการผ่าตัดแบบ elective surgery และระงับความรู้สึกด้วยวิธีดมยาสลบ (general anesthesia) ผู้ป่วยที่มี American Society of Anesthesiologists (ASA) physical status class I-II โดยมีเกณฑ์ในการคัดออก คือ ผู้ป่วยที่มีโรคทางระบบหายใจที่ต้องรับการรักษา ผู้ป่วยที่มีโรคหัวใจและหลอดเลือด ผู้ป่วยที่มีโรคระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ผู้ป่วยที่ได้รับยาคลายวิตกกังวลก่อนการผ่าตัด ผู้ป่วยที่มีภาวะบกพร่องทางด้านพัฒนาการผู้ป่วยที่มีภาวะขาดสารอาหาร และผู้ป่วยที่มีไข้

การคำนวณประชากรที่ศึกษาใช้สูตรคำนวณการศึกษาแบบ randomized controlled trial ชนิด non-inferiority สำหรับ continuous data คณะผู้วิจัยมีสมมติฐานว่า การนำสลบด้วย pediatric circle system น่าจะใช้เวลาใกล้เคียงกับ Jackson-Rees system (mean difference = 0 sec) significance level 0.05, power 80%, dropout rate 10% และคาดว่าน่าจะมี mean ของ loss of eyelash reflex ของการนำสลบด้วย pediatric circle systemมากกว่า Jackson-Rees system (δ) ไม่เกิน 10 วินาทีและ SD±14 วินาที ในทั้งสองกลุ่มจากการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งสามารถคำนวณจำนวนตัวอย่างได้กลุ่มละประมาณ 28 คน

ผู้ป่วยเข้าร่วมการศึกษาทั้งหมดจำนวน 56 ราย ถูกสุ่มด้วยคอมพิวเตอร์และแบ่งเป็น 2 กลุ่มที่เท่ากันด้วยเทคนิค block of four กลุ่มละ 28 ราย เป็นกลุ่ม pediatric circle system และกลุ่ม Jackson-Rees systemโดยลำดับตัวเลขที่สุ่มได้ถูกปิดเป็นความลับในซองทึบปิดผนึกไปจนกว่าจะทำการศึกษาในผู้ป่วย โดยกลุ่ม pediatric circle system ใช้ pediatric circle system ในการนำสลบ และกลุ่ม Jackson-Rees system ใช้ Jackson Rees system ในการนำสลบ ผู้ป่วยจะถูกบันทึกข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ อายุ เพศ

น้ำหนัก ส่วนสูง ASA status เบื้องต้น รวมถึงข้อมูลระยะเวลาต่างๆ ตั้งแต่เริ่มครอบหน้ากากไปจนถึงเก็บข้อมูลเสร็จตลอดทั้งประเมินภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นและการเคลื่อนไหวขณะแทงเข็มให้สารน้ำ

ผู้ป่วยทุกรายเข้ามาในห้องผ่าตัดพร้อมผู้ปกครอง และได้รับการติดอุปกรณ์เฝ้าระวัง เช่น ความดันโลหิต คลื่นไฟฟ้าหัวใจ อัตราการเต้นของหัวใจ และความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดงบันทึกค่าต่างๆ เป็นค่าเริ่มต้น จากนั้นผู้ทำการศึกษาทำการปูพื้นอุปกรณ์นำสลบ

กลุ่ม pediatric circle system โดย 1) ปิด adjustable pressure limiting valve (APL valve) 30 เซนติเมตรน้ำ 2) ปรับการไหลของ N_2O 4 ลิตรต่อนาที O_2 2 ลิตรต่อนาที เปิด sevoflurane 8% 3) ปิดส่วนปลายของวงจรนำสลบจนกระทั่ง reservoir bag โป่งพอง และ 4) เปิดส่วนปลายของวงจรนำสลบและบีบ reservoir bag เพื่อไล่ลมออกจาก reservoir bag ทาง inspiratory limb จากนั้นทำซ้ำตามขั้นตอน 3 และ 4 จำนวน 2-3 ครั้ง

กลุ่ม Jackson-Rees system ทำการปูพื้นวงจรโดยปรับการไหลของ N_2O 4 ลิตรต่อนาที, O_2 2 ลิตรต่อนาที และเปิด sevoflurane 8% พร้อมปิดส่วนปลายของวงจรนำสลบเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 วินาที

จากนั้นผู้ทำการศึกษาเริ่มนำสลบผู้ป่วยโดยการครอบหน้ากากให้สูดดม N_2O 4 ลิตรต่อนาที, O_2 2 ลิตรต่อนาที และ sevoflurane 8% ต่อเนื่อง พร้อมกับให้ผู้ช่วยทำการศึกษาเริ่มจับเวลาทันที และเขี่ยขนตาทุก 10 วินาทีจนกระทั่งไม่มีการตอบสนองต่อการเขี่ยขนตา (loss of eyelash reflex) (ถือเป็น “ระยะเวลานำสลบ”) บันทึกเวลา ค่าเฉลี่ยความดันโลหิต (mean arterial pressure: MAP) อัตราการเต้นของหัวใจ end-tidal sevoflurane concentration (%ETsevo) minimal alveolar concentration (MAC) จากนั้นทำการปรับลด sevoflurane เหลือเพียง 4% เพื่อลดโอกาสการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการได้รับ sevoflurane ความเข้มข้นสูงเป็นเวลานาน ซึ่งหลังจาก loss of eyelash reflex อย่างน้อย 30 วินาทีจึงอนุญาตให้วิสัญญีพยาบาลประจำห้องเริ่มแทงเข็มให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ (ถือเป็น “ระยะเวลาแทงเข็มให้สารน้ำ”) ผู้ช่วยทำการศึกษาบันทึกเวลาเริ่มแทง ค่าสัญญาณชีพ %ETsevo MAC และประเมินการขยับตัวหรือแขนขาของผู้ป่วยในขณะเดินเข็มให้สารน้ำ ระหว่างนั้นทำการตรวจรูม่านตา (pupils) ทุก 10 วินาที จนรูม่านตาอยู่ตรงกลาง บันทึกเวลา ค่าสัญญาณชีพ %ETsevo MAC (ถือเป็น “ระยะเวลารูม่านตาอยู่ตรงกลาง”) ถือว่าจบขั้นตอนการเก็บข้อมูล จากนั้นจึงดำเนินการระงับความรู้สึกตามขั้นตอนตามความเหมาะสมต่อไป บันทึกภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการนำสลบที่เกิดขึ้นตั้งแต่การเริ่มนำสลบถึงรูม่านตาอยู่ตรงกลาง เช่น อาการไอ ภาวะทางเดินหายใจอุดกั้น ภาวะหยุดหายใจ และหัวใจเต้นช้า เป็นต้น ซึ่งหากเกิดภาวะแทรกซ้อนดังกล่าวขึ้นก็จะให้การรักษาและแก้ไขตามอาการ เช่น ถ้าเกิดอาการไอจะบีบ reservoir bag ช่วยหายใจเสริมเพื่อให้หลับลึกเร็วยิ่งขึ้น ถ้าเกิดภาวะทางเดินหายใจอุดกั้นจะจัดท่าศีรษะเพื่อเปิดทางเดินหายใจให้โล่งขึ้นหรือใส่ oropharyngeal airway ถ้าเกิดภาวะหยุดหายใจจะบีบ reservoir bag ช่วยหายใจประคับประคอง และถ้าหัวใจเต้นช้าจะให้ atropine 0.01 มก./กก. ทางหลอดเลือดดำ เป็นต้น

วิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม STATA version 10 ตัวแปรทั้งหมดในการศึกษาถูกทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลด้วยกราฟ normal q-q plot ระยะเวลาต่างๆ ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจ %ETsevo MAC ระหว่างกลุ่มในแต่ละขั้นตอนเปรียบเทียบโดยใช้ Unpaired *t* test หรือ Mann-Whitney U test ตามความเหมาะสม ผู้ป่วยทุกรายเมื่อสิ้นสุดการศึกษาได้ถูกวิเคราะห์ตามกลุ่มที่ได้ถูกสุ่มแบ่งตั้งแต่ต้น (intention to treat principle) โดยถือว่าค่า p-value ที่น้อยกว่า 0.05 มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษา

ผู้เข้าร่วมการศึกษามี 56 ราย โดยทั้งหมดถูกสุ่มและแบ่งเป็น 2 กลุ่มเท่ากัน (กลุ่ม pediatric circle system และกลุ่ม Jackson Rees system กลุ่มละ 28 ราย) ผู้ป่วยทั้ง 56 รายอยู่ครบตลอดการศึกษา ข้อมูลผู้ป่วยทุกรายถูกวิเคราะห์ผลในกลุ่มที่ผู้ป่วยถูกสุ่มตั้งแต่ต้น ข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยทั้งสองกลุ่ม (Table 1)

Table1 Patient demographic data (n=56)

	Pediatric circle (n=28)	Jackson-Rees (n=28)
Sex: Male; n (%)	14 (50)	15 (53.57)
Female; n (%)	14 (50)	13 (46.43)
Age (months; mean±SD)	41.67±20.80	47.46±21.00
Body weight (kg; mean±SD)	13.88±5.68	14.5±3.91
Height (cm; mean±SD)	94.93±15.03	100.58±13.41
%Weight for height (mean±SD)	32.67±37.23	26.92±29.91
ASA: Class I; n (%)	17 (60.17)	21 (75.00)
Class II; n (%)	11 (39.29)	7 (25.00)

ระยะเวลานำสลบ ระยะเวลาแทงเข็มเพื่อให้สารน้ำ ระยะเวลารูม่านตาอยู่ตรงกลาง พร้อมกับค่าเฉลี่ยความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ %ETsevo MAC ในแต่ละระยะของทั้งสองกลุ่ม พบว่า มีเพียง time to loss of eyelash reflex เท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

Table 2 Time to loss of eyelash reflex, time to intravenous cannulation and time to central pupils

Phase	Pediatric circle (n=28)	Jackson-Rees (n=28)	Mean difference	95% CI	P-value
Induction:					
Time to loss of eyelash reflex (sec)	69.14 (27.36)	51.03 (12.30)	18.11	6.63-29.59	0.0028*
MAP (mmHg)	79.77 (13.76)	77.37 (19.42)	2.40	-9.26-14.05	0.6775
Heart rate (bpm)	131.60 (26.83)	124.03 (23.72)	7.57	-6.00-21.14	0.2683
%ETsevo	4.50 (1.14)	4.61 (1.43)	-0.11	-0.81-0.59	0.7512
MAC	2.06 (0.40)	2.08 (0.56)	-0.03	-0.29-0.24	0.8491
Intravenous access:					
Time to intravenous cannulation (sec)	160.21 (57.95)	168.28 (43.90)	-8.07	-35.62-19.48	0.5594
MAP(mmHg)	71.63 (13.78)	73.84 (15.94)	-2.21	-11.39-6.96	0.6290
Heart rate (bpm)	120.25 (24.11)	113.35 (26.00)	6.89	-6.54-20.33	0.3083
ETsevo (%)	4.09 (0.64)	3.89 (0.74)	0.2	-0.17-0.57	0.2871
MAC	1.98 (0.36)	1.94 (0.33)	0.04	-0.15-0.22	0.7044
Central pupils:					
Time to central pupils (sec)	223.75 (62.91)	228.60 (50.97)	-4.86	-35.54-25.82	0.7522
MAP (mmHg)	68.35 (10.79)	69.84 (12.36)	-0.89	-7.96-6.19	0.8010
Heart rate (bpm)	109.71 (21.35)	104.00 (20.12)	5.71	-5.40-16.83	0.3073
ETsevo (%)	3.82 (0.69)	3.73 (0.54)	0.08	-0.25-0.42	0.6259
MAC	1.76 (0.24)	1.82 (0.26)	-0.06	-0.19-0.07	0.3719

Values are presented as mean±SD

การขยับตัวหรือแขนขาของผู้ป่วยในขณะเปิดหลอดเลือดดำเพื่อให้สารน้ำ ตลอดภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการนำสลบที่เกิดขึ้นตั้งแต่การเริ่มนำสลบจนถึงรูม่านตาอยู่ตรงกลางระหว่าง 2 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3)

Table 3 Patients' movement during intravenous access and complications during induction until central pupils

Side effects	Pediatric circle (n=28)	Jackson-Rees (n=28)	P-value
Patients' movement during intravenous access	1 (3.57)	2 (7.14)	>0.999
Complications during induction until central pupils:			
- Cough	0	0	NA
- Upper airway obstruction	1 (3.57)	0	>0.999
- Apnea	1 (3.57)	0	>0.999
- Bradycardia	1 (3.57)	1 (3.57)	>0.999

Values are presented as number of subjects (%)

วิจารณ์

การนำสลบเด็กอายุ 1-8 ขวบที่ไม่ได้รับยาคลายวิตกกังวลและไม่ได้เปิดหลอดเลือดดำเพื่อให้สารน้ำมาก่อนการระงับความรู้สึกด้วยยาดมสลบชนิดไอระเหย ตั้งแต่อดีตนิยมใช้ Jackson-Rees system มากกว่าการใช้ pediatric circle system เนื่องจาก Jackson-Rees systems มีแรงต้านทานในวงจรต่ำ ใช้แรงในการหายใจเข้าออกน้อย และปริมาตรสูญเปล่าในวงจรน้อย (dead space) ใช้เวลาในการปูพื้นวงจรด้วยยาดมสลบ (circuit priming) สั้น โดยอัตราการไหลรวมของก๊าซไม่น้อยกว่า 6 LPM ก็สามารถนำสลบผู้ป่วยเด็กได้อย่างรวดเร็ว[10-13] ส่วน pediatric circle system มีข้อดีคือเป็น rebreathing semi-closed system และใช้สารดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากลมหายใจออกของผู้ป่วย จึงสามารถนำยาดมสลบ N_2O และ O_2 กลับมาใช้ซ้ำได้ในวงจร ทำให้สิ้นเปลืองก๊าซและยาดมสลบน้อยกว่า เกิดมลภาวะในห้องผ่าตัดน้อยกว่า รวมทั้งยังรักษาความชุ่มชื้นและความร้อนภายในทางเดินหายใจผู้ป่วยได้ดีกว่า แต่มีข้อด้อยคือ แรงต้านทานในวงจรต่อการหายใจสูงกว่าทำให้ผู้ป่วยเด็กต้องออกแรงในการหายใจมากกว่า อีกทั้งมีปริมาตรสูญเปล่าในวงจรมากกว่า จึงนำสลบได้ค่อนข้างช้า ต่อมาปัจจุบันมีการพัฒนาวงจรจนแรงต้านทานในวงจรน้อยลง และมีการศึกษาถึงความปลอดภัยในการใช้ในผู้ป่วยเด็ก ดังในการศึกษาของ Rasch DK และคณะ[17] ในการใช้ pediatric circle และ Jackson-Rees systems ในระบบหายใจเองในผู้ป่วยเด็กน้ำหนักน้อยกว่า 10 กิโลกรัม พบว่า pediatric circle system เพิ่ม inspiratory resistance จริง แต่ไม่ได้เพิ่มแรงในการหายใจเข้าออกในผู้ป่วยเด็ก ซึ่ง pediatric circle system มีข้อดีเหนือกว่าในเรื่องของการใช้อัตราการไหลรวมของก๊าซน้อยกว่ารักษาความร้อนและความชื้นได้ดีและประหยัดยาดมสลบมากกว่า โดยสอดคล้องกับการศึกษาของ Conterato JP และคณะ[13] ที่พบว่า pediatric circle ใช้อัตราการไหลรวมของก๊าซน้อยกว่า Jackson Rees system และ Jackson Rees system ทำให้เกิดความต้านทานภายในหลอดลมมากกว่ากลุ่ม pediatric circle system ทำให้นิยมใช้ในการดมยาสลบเด็กด้วยวิธีหายใจเองเพิ่มขึ้น[11,12] นอกจากนี้มีการศึกษาเกี่ยวกับการปูพื้นวงจร (priming technique) ที่แสดงให้เห็นว่าการปูพื้นวงจรด้วยวิธีที่เหมาะสมทำให้ pediatric circle system สามารถนำสลบได้เร็วขึ้น ดังในการศึกษาของ Lejus C และคณะ[16] และ Rasch DK และคณะ[17] แต่ก็ยังไม่เป็นที่นิยมใช้ในการนำสลบเด็ก ซึ่งในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ วิสัญญีแพทย์นิยมนำสลบผู้ป่วยเด็กที่ไม่ได้รับยาคลายวิตกกังวลและยังไม่ได้รับการเปิดหลอดเลือดดำเพื่อให้สารน้ำมาก่อนการระงับความรู้สึก โดยให้สูดยาดมสลบ sevoflurane ผ่าน Jackson-Rees system และจากนั้นจะเปลี่ยนมาใช้ pediatric circle system ระหว่างผ่าตัด ซึ่งเพิ่มขั้นตอนและเสี่ยงต่อการเกิดความผิดพลาดจากการเปลี่ยนอุปกรณ์นำสลบ คณะผู้วิจัยจึงศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาการนำสลบระหว่างการใช้ pediatric circle และ Jackson Rees system และภาวะแทรกซ้อนจากการนำสลบเพื่อหาความเป็นไปได้ในการนำ pediatric circle system มาใช้นำสลบแทน Jackson-Rees system ในทางคลินิก

การศึกษานี้คณะผู้วิจัยใช้ pediatric circle system นำสลบผู้ป่วยเด็กโดยการปูพื้นวงจรด้วย 8% sevoflurane และ 67% N_2O ใน O_2 ด้วยอัตรา 6 ลิตรต่อนาทีก่อนอย่างน้อย 30 วินาที เปรียบเทียบกับ Jackson Rees system พบว่าระยะเวลานำสลบระหว่าง pediatric circle และ Jackson Rees system คือ 69.14±27.36 วินาทีและ 51.03±12.30 วินาที (p<0.05) ถึงแม้จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ใช้ระยะเวลานำสลบเฉลี่ยมากกว่า Jackson Rees system เพียง 18.10 วินาที (95% CI = 6.63-29.59 วินาที) และสามารถทำให้ระดับความลึกของการสลบภายหลังหลับต่ออีกเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วินาที เพียงพอต่อการเดินเข็มเพื่อให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำไม่แตกต่างจากการใช้ Jackson Rees system และพบภาวะแทรกซ้อนขณะนำสลบน้อยมากและไม่รุนแรงไม่แตกต่างจากการใช้ Jackson Rees system เช่นกัน

สรุป

Pediatric circle system ถึงแม้จะใช้ระยะเวลานำสลบมากกว่า Jackson Rees system อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็มีค่าเฉลี่ยของเวลานำสลบมากกว่า Jackson Rees system ไม่มากนัก โดยที่มีการเคลื่อนไหวขณะเดินเข็มให้สารน้ำและภาวะแทรกซ้อนระหว่างการนำสลบน้อยมาก ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับ Jackson Rees system เช่นกัน จึงสามารถนำมาใช้แทน Jackson Rees system ในทางคลินิกได้อย่างปลอดภัย

ข้อจำกัดของการศึกษา

ระยะเวลานำสลบใช้การไม่ตอบสนองต่อการเขี่ยขนตา ซึ่งเป็นการวัดโดยอาศัยความรู้สึกและประสบการณ์ของผู้ที่ประเมินหลัก ซึ่งให้ความแม่นยำในการประเมินระดับความลึกของการดมสลบได้ไม่ดีเท่าการใช้เครื่องมือในการวัด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิสัญญีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่อนุเคราะห์สถานที่ในการเก็บข้อมูล ให้คำแนะนำและสนับสนุนทุนในการวิจัย และขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

References

1. Kain Z, Wang SM, Mayes LC, Caramico LA, Hofstadter MB. Distress during the induction of anesthesia and postoperative behavioral outcomes. Anesth Analg 1999; 88: 1042-7.
2. Varughese AM, Hagerman N, Patino M, et al. A comparison of inhalational inductions for children in the operating room vs the induction room. Pediatric Anesthesia 2012; 22: 327-34.
3. Baum VC, Yemen TA, Baum LD. Immediate 8% sevoflurane induction in children: a comparison with incremental sevoflurane and incremental halothane. Anesth Analg 1997; 85(2): 313-6.
4. Dubois MC, Piat V, Constant I, Lamblin O, Murat I. Comparison of three techniques for induction of anaesthesia with sevoflurane in children. Paediatr Anaesth 1999; 9(1):19-23.
5. Meretoja, OA, Taivainen T, Räihä L, Korpela R, Wirtavuori K. Sevoflurane-nitrous oxide or halothane-nitrous oxide for paediatric bronchoscopy and gastroscopy. Br J Anaesth 1996; 76(6): 767-71.
6. Taivainen T, Tiainen P, Meretoja OA, Räihä L, Rosenberg PH. Comparison of the effects of sevoflurane and halothane on the quality of anaesthesia and serum glutathione transferase alpha and fluoride in paediatric patients. Br J Anaesth 1994; 73(5): 590-5.
7. Chawathe M, Zatman T, Hall JE, et al. Sevoflurane (12% and 8%) inhalational induction in children. Paediatr Anaesth 2005; 15(6): 470-5.
8. Singh PM, Trikha A, Sinha R, Rewari V, Ramachandran R, Borle A. Sevoflurane induction procedure: cost comparison between fixed 8% versus incremental techniques in pediatric patients.AANA Journal 2014; 82(1): 32-7.
9. Martin-Larrauri R, Gilsanz F, Rodrigo J, Vila P, Ledesma M, Casimiro C. Conventional stepwise vs. vital capacity rapid inhalation induction at two concentrations of sevoflurane. Eur J Anaesthesiol 2004;21(4): 265-71.
10. Mendonca C, Thorpe C. Effect of smoking on induction of anaesthesia with sevoflurane. Anaesthesia 2001; 56(1): 19-23.
11. Rees JG. Anaesthesia in the Newborn. BMJ 1950; 2: 1419-22.
12. Lindahl SG, Charlton AJ, Hatch DJ, Phythyon JM. Ventilatory responses to inspiratory mechanical loads in spontaneously breathing children during halothane anaesthesia. Acta Anaesthesiol Scand 1986;30(2): 122-7.
13. Conterato JP, Lindahl SGE, Meyer DM, Bires JA. Assessment of spontaneous ventilation in anesthetized children with use of a pediatric circle or a Jackson-Rees system. Anesth Analg 1989; 69(4): 484-90.
14. Nakae Y, Miyabe M, Sonoda H, Tamiya K, Namiki A. Comparison of the Jackson-Rees circuit, the pediatric circle, and the MERA F breathing system for pediatric anesthesia. Anesth Analg 1996; 83: 488-92.
15. Fernandez M, Lejus C, Rivault O, et al. Single breath vital capacity rapid inhalation induction with sevoflurane: feasibility in children. Paediatr Anaesth 2005; 15(4): 307-13.
16. Lejus C, Bazin V, Fernandez M, et al. Inhalation induction using sevoflurane in children: the single breath vital capacity technique compared to the tidal volume technique. Anaesthesia 2006; 61(6): 535-40.
17. Rasch DK, Bunegin L, Ledbetter J, Kaminskas D. Comparison of circle absorber and Jackson-Rees system for paediatric anaesthesia. Can J Anaesth 1998; 35(1): 25-30.