ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2569 Volume 2 Issue 3 : September - December 2026
ISSN 3057-1103 (Online)

บทความวิจัย

e5377

การติดตามความดันของลูกโป่งท่อหายใจระหว่างผ่าตัดหลังจากขยายลูกโป่งด้วยการทดสอบการรั่วไหลด้วยความดันบวกในผู้ป่วยเด็กที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด

Intraoperative monitoring of endotracheal cuff pressure after cuff inflation with positive pressure leak test in pediatric patient undergoing open cardiac surgery

Citation: ชนินาถ รุจิพัฒนกุล, กุลชญา ทิตยาภรณ์ และชูศักดิ์ หนูแดง. (2569). การติดตามความดันของลูกโป่งท่อหายใจระหว่างผ่าตัดหลังจากขยายลูกโป่งด้วยการทดสอบการรั่วไหลด้วยความดันบวกในผู้ป่วยเด็กที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด. วารสารสุขภาพสตรอง แอนด์ เฮลที่, 2(3), e5377.

ชนินาถ รุจิพัฒนกุล, กุลชญา ทิตยาภรณ์ และชูศักดิ์ หนูแดง

Chaninat Rujiputtanakul, Kulchaya Thitayaporn and Chusak Nudaeng

นายแพทย์, แผนกวิสัญญีวิทยา โรงพยาบาลราชวิถี

Doctor, Department of Anesthesiology, Rajavithi Hospital

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ; ชนินาถ รุจิพัฒนกุล, Email: chaninat.ruj@gmail.com

บทคัดย่อ

การใช้ท่อหายใจชนิดมีลูกโป่งในผู้ป่วยเด็กที่ผ่าตัดหัวใจช่วยลดการรั่วของลมและภาวะแทรกซ้อนได้ดี แต่การใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (CPB) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงซึ่งอาจส่งผลต่อความดันในลูกโป่งท่อหายใจ ความดันลูกโป่งที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วยได้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความดันลูกโป่งท่อหายใจและปัจจัยที่เกี่ยวข้องระหว่างการผ่าตัดหัวใจโดยใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมในผู้ป่วยเด็ก การศึกษาเชิงสังเกตแบบไปข้างหน้าในผู้ป่วยเด็กอายุต่ำกว่า 8 ปี จำนวน 40 ราย ที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด หลังใส่ท่อหายใจได้เติมลมในลูกโป่งด้วยวิธีทดสอบการรั่วแบบแรงดันบวกและติดตามวัดความดันลูกโป่ง ในช่วงเวลาต่างๆ ตั้งแต่เริ่มระงับความรู้สึกจนถึงก่อนย้ายผู้ป่วยออกจากห้องผ่าตัด วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Repeated Measures ANOVA

ผลการศึกษาพบว่าความดันลูกโป่งเริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 15.47 ± 7.40 เซนติเมตรน้ำ พบว่าความดันลูกโป่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในช่วงการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม โดยต่ำสุดในช่วงก่อนเริ่มเพิ่มอุณหภูมิกาย (12.60 ± 7.31 เซนติเมตรน้ำ) จากนั้นความดันลูกโป่งจะเพิ่มกลับเข้าสู่ระดับใกล้เคียงค่าเริ่มต้นในช่วงเริ่มแยกจากเครื่องปอดและหัวใจเทียม (14.32 ± 7.80 เซนติเมตรน้ำ)

Received: 27 October 2026;
Revised: 13 November 2026;
Accepted: 13 November 2026;
Published: 14 November 2026

บทความวิจัย

ความดันลูกโป่งท่อหายใจในผู้ป่วยเด็กที่ผ่าตัดหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะของการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม แต่กลับสู่ระดับปกติหลังเพิ่มอุณหภูมิกาย การติดตามความดันลูกโป่งอย่างใกล้ชิดจึงมีความสำคัญเพื่อความปลอดภัยของทางเดินหายใจผู้ป่วย

คำสำคัญ: ท่อหายใจชนิดมีลูกโป่ง, ความดันลูกโป่ง, เครื่องปอดและหัวใจเทียม, การผ่าตัดหัวใจในเด็ก, การทดสอบการรั่วไหลด้วยแรงดันบวก

Abstract

Using cuffed endotracheal tubes (ETTs) in pediatric cardiac surgery helps minimize air leaks and complications. However, cardiopulmonary bypass (CPB) induces changes that may alter cuff pressure, potentially leading to patients' complications. Objective To investigate changes in endotracheal cuff pressure and associated factors during cardiac surgery using CPB in pediatric patients. This prospective observational study included 40 pediatric patients (<8 years) undergoing open cardiac surgery. After intubation, the ETT cuff was inflated using a positive pressure leak test. Cuff pressure was monitored from post-induction to pre-transfer. Data were analyzed using repeated measures ANOVA.

The mean initial cuff pressure was 15.47 ± 7.40 cmH_2O. During CPB, cuff pressure significantly decreased ($p < 0.05$), reaching its lowest point just before rewarming (12.60 ± 7.31 cmH_2O). Following rewarming, the pressure returned to baseline levels during the weaning phase (14.32 ± 7.80 cmH_2O).

Endotracheal cuff pressure in pediatric patients undergoing CPB fluctuates significantly, decreasing then returning to baseline after rewarming. Continuous monitoring and adjustment of cuff pressure are essential to ensure airway safety and prevent complications.

Keyword: Cuffed endotracheal tube, Cuff pressure, Cardiopulmonary bypass, Pediatric cardiac surgery, Positive pressure leak test

บทความวิจัย

บทนำ (Introduction)

ภาวะทางเดินหายใจตีบเป็นภาวะที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตผู้ป่วยอย่างมาก และส่วนใหญ่เกิดจากหัตถการต่างๆ รวมถึงการใส่ท่อหายใจ มากกว่าเกิดโดยกำเนิด และต้องการการผ่าตัดแก้ไขเพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิตในภายหลัง (Kishimoto et al., 2024) ทำให้เดิมนิยมใช้ท่อหายใจไม่มีลูกโป่งในผู้ที่อายุน้อยกว่า 6 ถึง 8 ปี อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีแนวโน้มเลือกใช้ท่อมีลูกโป่งมากขึ้นในผู้ป่วยเด็กเล็กเนื่องจากช่วยลดการสำลัก ลดโอกาสต้องเปลี่ยนท่อเมื่อขนาดไม่เหมาะสม และเหมาะกับผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจที่มักมีการรั่วหรือจำเป็นต้องใช้แรงดันหายใจสูง งานวิจัยพบว่าท่อมีหรือไม่มีลูกโป่งไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในเรื่องการเกิดภาวะทางเดินหายใจตีบในผู้ป่วยเด็กที่ทำการผ่าตัดทั่วไป (De Orange et al., 2017) ทั้งนี้ ผู้ป่วยเด็กที่เข้ามารับการผ่าตัดหัวใจ มีอุบัติการณ์การเกิดภาวะแทรกซ้อนของทางเดินหายใจสูงกว่าผู้ป่วยทั่วไป การดูแลทางเดินหายใจจึงควรมีการดูแลอย่างระมัดระวัง (Adams et al., 2021)

เพื่อป้องกันการเกิดภาวะทางเดินหายใจตีบ แต่ป้องกันไม่ให้ลูกโป่งแฟบเกินไปจนเกิดการรั่วตามมาตรฐาน หลังใส่ท่อหายใจ จะมีการทดสอบการรั่วของแรงดันทางเดินหายใจ โดยควรไม่ให้รั่วที่แรงดันทางเดินหายใจน้อยกว่า 20 เซนติเมตรน้ำ และมีการรั่วที่แรงดันทางเดินหายใจสูงกว่า 20 เซนติเมตรน้ำ โดยหนึ่งในวิธีที่สามารถทำได้ในระหว่างที่ผู้ป่วยได้รับการระงับความรู้สึกคือวิธีตรวจการรั่วแบบแรงดันบวก (Kanno et al., 2023) แต่ว่าในผู้ป่วยเด็กเล็กที่มาผ่าตัดหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันในการหายใจทั้งก่อนและหลังผ่าตัด และมีผลกระทบจากการเข้าเครื่องปอดและหัวใจเทียม (Cardiopulmonary bypass; CPB) (Simonato et al., 2023; Zaqout et al., 2010) การวัดความดันของลูกโป่งซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดทางเดินหายใจตีบแคบยังมีข้อมูลของความดันภายในลูกโป่งหลังจากการเป่าลมไปในลูกโป่งน้อยมาก แม้ในงานวิจัยต่างๆเกี่ยวกับวัดความดันลูกโป่งท่อหายใจในผู้ป่วยเด็กที่มีโรคหัวใจที่มารับการผ่าตัดต่างๆ ก็ไม่ได้มีการติดตามข้อมูลในช่วงที่ผู้ป่วยออกจาก CPB แล้ว ซึ่งมีปัจจัยหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องมากกว่าปกติ อาทิเช่น อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป แรงดันในการช่วยหายใจที่เปลี่ยนแปลงไป ความดันเลือดที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น ในการศึกษาของ Kako et al. (2015) ซึ่งเป็นหนึ่งในงานวิจัยสำคัญที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความดันลูกโป่งท่อหายใจในผู้ป่วยเด็กที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจโดยใช้ CPB พบว่าความดันในลูกโป่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่ออุณหภูมิกายลดลงเมื่อเริ่มใช้CPB และเพิ่มกลับเข้าสู่ระดับใกล้เคียงค่าเริ่มต้นเมื่อมีการอุ่นร่างกาย ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกายและความดันลูกโป่งท่อหายใจเป็นไปตามหลักการทางฟิสิกส์ (Charles's Law) ที่ความดันจะแปรผันตามอุณหภูมิ

อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวมุ่งเน้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความดันลูกโป่งกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกายเป็นหลัก โดยมิได้ประเมินการเปลี่ยนแปลงของความดันลูกโป่งตามช่วงเวลาหรือระยะต่าง ๆ ของการใช้ CPB อย่างเป็นระบบ เพราะในช่วงของการอุ่นร่างกายเป็นช่วงที่จะนำไปสู่การแยกจาก CPB ซึ่งมีปัจจัยอื่นๆมากกว่าอุณหภูมิ นอกจากนี้ ยังไม่ได้มีการติดตามค่าความดันลูกโป่งในช่วงหลังการแยกจาก CPB ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลายประการ ทั้งด้านความดันโลหิต

และแรงดันทางเดินหายใจ ซึ่งอาจส่งผลต่อความดันลูกโป่งได้ การศึกษานี้จึงมีความแตกต่างโดยมุ่งเน้นไปที่ความสัมพันธ์ของความดันลูกโป่งในช่วงต่างๆการใช้ CPB ตั้งแต่ระยะก่อนเริ่ม ไปจนถึงระยะหลังแยกจาก CPB ซึ่งยังไม่มีการศึกษา

วัตถุประสงค์ (Objective)

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความดันลูกโป่งท่อหายใจและปัจจัยที่เกี่ยวข้องระหว่างการผ่าตัดหัวใจโดยใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมในผู้ป่วยเด็ก ตั้งแต่ระยะก่อนเริ่ม ไปจนถึงระยะหลังแยกจากเครื่องปอดและหัวใจเทียม

2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความดันที่มีผลต่อการไหลเวียนเลือดของเยื่อบุหลอดลมส่วนต้น (effective tracheal mucosal perfusion pressure) ในระหว่างการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น อุณหภูมิกาย แรงดันในทางเดินหายใจ และความดันโลหิต ที่มีต่อความดันในลูกโป่งท่อหายใจตลอดระยะเวลาการผ่าตัด

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสังเกตชนิดไปข้างหน้า (prospective longitudinal observational study) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความดันลูกโป่งท่อหายใจและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันลูกโป่งท่อหายใจระหว่างการผ่าตัดหัวใจในผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจโดยใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม ทำการศึกษาในโรงพยาบาลราชวิถี ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2567 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้ป่วยเด็กอายุน้อยกว่า 8 ปีที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจโดยใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม และได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายร่วมกับการใส่ท่อหายใจชนิดมีลูกโป่ง จำนวน 40 ราย ซึ่งได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองโดยชอบธรรมของผู้ป่วย การศึกษานี้ได้รับการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนโรงพยาบาลราชวิถี ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัย เกณฑ์คัดออก ได้แก่ ผู้ป่วยผ่าตัดฉุกเฉิน ผู้ป่วยที่ใส่ท่อหายใจก่อนเริ่มระงับความรู้สึก ผู้ป่วยที่มีประวัติใส่ท่อหายใจยาก หรือมีประวัติทางเดินหายใจตีบแคบ

วิธีการศึกษา

หลังการใส่ท่อหายใจทำการทดสอบการรั่วไหลด้วยแรงดันบวกที่ระดับ 20 เซนติเมตรน้ำ และวัดความดันลูกโป่งท่อหายใจด้วยเครื่อง Portex Cuff Inflator Pressure Gauge โดยติดตามการวัดในช่วงเวลาต่าง ๆ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย ปัจจัยทางด้านวิสัญญี ปัจจัยด้านการผ่าตัด และค่าความดันลูกโป่งท่อหายใจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน โดย

ใช้การทดสอบทางสถิติที่เหมาะสมตามลักษณะของข้อมูล กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p-value < 0.05

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

อ้างอิงจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความดันลูกโป่งท่อหายใจในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดยใช้สูตรการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสองค่า (Chow et al., 2008) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) เท่ากับ 0.05 และกำหนดอำนาจในการทดสอบ (power) ร้อยละ 80 อ้างอิงข้อมูลจากการศึกษาของ Kako et al. (2015) ซึ่งรายงานค่าเฉลี่ยความดันลูกโป่งท่อหายใจหลังใส่ท่อหายใจเท่ากับ 11.8 เซนติเมตรน้ำ (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.6) และค่าหลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการใช้ CPB เท่ากับ 9.1 เซนติเมตรน้ำ (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.7) โดยกำหนดค่าความแตกต่างขั้นต่ำที่มีนัยสำคัญทางคลินิกไว้ที่ 2.7 เซนติเมตรน้ำ จากการคำนวณพบว่าต้องการกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 34 ราย เพื่อรองรับการสูญเสียข้อมูลหรือการถอนตัวจากการศึกษา ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 40 ราย

$$n = \frac{(1.96+0.842)^2 \times (5.6)^2}{(2.7)^2}$$

ขั้นตอนและวิธีการ

หลังจากได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองแล้ว ในวันผ่าตัดวิสัญญีแพทย์จะดำเนินการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายตามดุลยพินิจและใส่ท่อหายใจชนิดมีลูกโป่ง โดยเลือกขนาดท่อหายใจตามสูตรของ Shibasaki et al. (2010) (ขนาดท่อหายใจชนิดมีลูกโป่ง = อายุ(ปี)/4 + 3.5) ร่วมกับวิจารณญาณของวิสัญญีแพทย์ และประเมินความเหมาะสมของความลึกท่อหายใจจากการฟังเสียงปอดทั้งสองข้าง จากนั้นทำการทดสอบการรั่วไหลด้วยแรงดันบวก บีบถุงลมของเครื่องดมยาค้างไว้ที่แรงดันทางเดินหายใจ 20 เซนติเมตรน้ำ และเติมอากาศในลูกโป่งครั้งละ 0.5 มิลลิลิตรจนไม่มีเสียงรั่ว จากนั้นจะทำการวัดความดันลูกโป่งท่อหายใจโดยใช้เครื่อง Portex Cuff Inflator Pressure Gauge และบันทึกข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย ข้อมูลการใส่ท่อหายใจ ข้อมูลการผ่าตัด และข้อมูลของ CPB ระหว่างการผ่าตัดมีการติดตามวัดความดันลูกโป่งท่อหายใจในช่วงเวลาที่กำหนด ได้แก่ หลังเริ่มระงับความรู้สึก หลังเข้า CPB 5 นาที ที่ภาวะตัวเย็นตามอุณหภูมิที่กำหนด ก่อนเริ่มเพิ่มอุณหภูมิกาย (rewarming) เริ่มการแยกจาก CPB (weaning) หลังแยกจาก CPB 15 นาที และก่อนย้ายผู้ป่วย พร้อมบันทึกตัวแปรร่วม การติดตามและบันทึกข้อมูลสิ้นสุดเมื่อย้ายผู้ป่วยออกจากห้องผ่าตัด

สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

โปรแกรมทางสถิติมาตรฐาน โดยข้อมูลเชิงพรรณนารายงานข้อมูลที่เป็นตัวแปรเชิงกลุ่มในรูปจำนวนและร้อยละ ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณรายงานเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และรายงานเป็นค่ามัธยฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ การเปรียบเทียบข้อมูลเชิงกลุ่มใช้สถิติ Chi-square test หรือ Fisher's exact test ตามความเหมาะสม การเปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาณระหว่างสองกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กันใช้ Paired t-

test หรือ Wilcoxon signed-rank test ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างสองกลุ่มที่ไม่มีความสัมพันธ์กันใช้ Student's t-test หรือ Mann–Whitney U test และการเปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาณมากกว่าสองกลุ่มใช้ One-way ANOVA หรือ Kruskal–Wallis test การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความดันลูกโป่งท่อหายใจในช่วงเวลาต่าง ๆ ระหว่างการผ่าตัดใช้ Repeated Measures ANOVA และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรใช้ Pearson's correlation coefficient กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า $p < 0.05$

ผลการวิจัย (Result)

ข้อมูลพื้นฐานและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของผู้ป่วย

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาประกอบด้วยผู้ป่วย 40 ราย มีช่วงอายุระหว่าง 10 เดือน ถึง 7.91 ปี (ค่ามัธยฐาน 41 เดือน) และมีน้ำหนักระหว่าง 6.2 ถึง 28.7 กิโลกรัม (ค่ามัธยฐาน 13.4 กิโลกรัม) ภายในกลุ่มตัวอย่างมีผู้ป่วยชาย 16 ราย และหญิง 24 ราย โดย 39 รายมีค่า American Society of Anesthesiologists (ASA) Physical Status 3 และมี ASA physical status 4 1 ราย กลุ่มตัวอย่าง 33 ราย ไม่มีโรคร่วมอื่น โดยอีก 7 รายมีโรคประจำตัวตามตารางแสดงที่ 1 และได้รับการผ่าตัดต่างๆ ตามตารางแสดงที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย (mean ± SD)

ตัวแปร	(n=40)
เพศ (ชาย/หญิง)	16/24 (40%/60%)
ASA physical status	
ASA III	39 (97.5%)
ASA IV	1 (2.5%)
ส่วนสูง (เมตร)	0.94 ± 0.17
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	15.23 ± 3.29
โรคประจำตัว	
ปฏิเสธ	33 (82.5%)
พัฒนาการช้า	2 (5.0%)
กลุ่มอาการดาวน์	4 (10.0%)
หอบหืด	1 (2.5%)
โรควินิจฉัย	
Tetralogy of Fallot	10 (25.0%)
Ventricular septal defect (VSD)	8 (20.0%)
VSD ร่วมกับ infundibular stenosis	9 (22.5%)
อื่นๆ	13 (32.5%)

บทความวิจัย

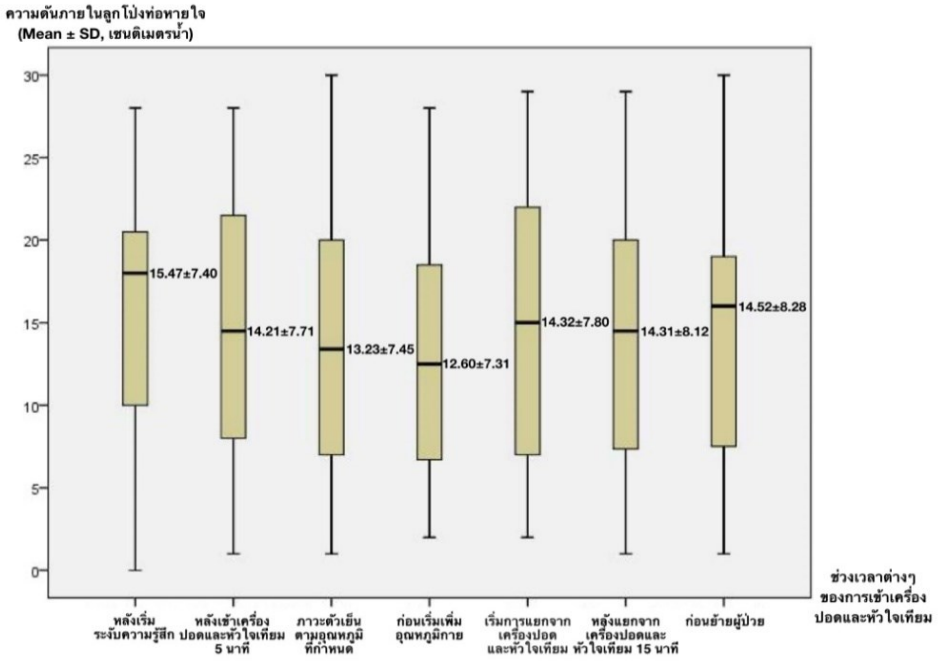
ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลการผ่าตัด การระงับความรู้สึกและการใส่ท่อหายใจ

ตัวแปร	ค่า
ชนิดการผ่าตัด	
ผ่าตัดแก้ไข Tetralogy of Fallot ทั้งหมด (TOF total correction)	12 (30.0%)
Septal closure	13 (32.5%)
Rastelli ร่วมกับ fenestration	2 (5.0%)
VSD closure ร่วมกับ infundibulectomy	8 (20.0%)
อื่นๆ	5 (12.5%)
ขนาดท่อหายใจ (ETT size, Internal diameter, ID)	
3.0	1 (2.5%)
3.5	3 (7.5%)
4.0	16 (40.0%)
4.5	9 (22.5%)
5.0	8 (20.0%)
5.5	3 (7.5%)
ความลึกของท่อหายใจ (เซนติเมตร)	14.05 ± 1.63
ปริมาณลมในลูกโป่งท่อหายใจ (มิลลิลิตร)	0.77 ± 0.55
ปริมาณลมในลูกโป่งท่อหายใจต่อน้ำหนัก (มิลลิลิตร/กิโลกรัม)	0.057 ± 0.03
ระยะเวลาการระงับความรู้สึก (นาที)	255.62 ± 75.28
ระยะเวลาการผ่าตัด (นาที)	190.57 ± 70.40
ระยะเวลาใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (CPB time, นาที)	93.42 ± 44.80
ระยะเวลาการหนีบหลอดเลือดแดงใหญ่ (Cross clamp time, นาที)	66.45 ± 38.02
ปริมาตร conventional ultrafiltration (CUF, มิลลิลิตร)	505.64 ± 289.47*
ปริมาตร modified ultrafiltration (MUF, มิลลิลิตร)	652.56 ± 309.70*
อุณหภูมิต่ำสุดระหว่างการผ่าตัด (องศาเซลเซียส)	32.99 ± 1.14
ค่าความดันโลหิตเฉลี่ยต่ำสุดระหว่างการผ่าตัด (มิลลิเมตรปรอท)	36.68 ± 7.40

บทความวิจัย

การเปลี่ยนแปลงของความดันลูกโป่งท่อหายใจตามระยะของการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม หลังการใส่ท่อหายใจและการเติมลมครั้งแรก ความดันภายในลูกโป่งเริ่มต้นอยู่ที่ 15.47 ± 7.40 cm H_2O ความดันในลูกโป่งลดลงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อหลังเข้า CPB 5 นาทีที่ 14.21 ± 7.71 cm H_2O เมื่อเข้าสู่ภาวะตัวเย็นตามอุณหภูมิที่กำหนดที่ 13.23 ± 7.45 cm H_2O และลงต่ำสุดเมื่อก่อนเริ่มเพิ่มอุณหภูมิกายที่ 12.60 ± 7.31 cm H_2O จากนั้นจึงเข้าสู่ระดับใกล้ค่าเริ่มต้นโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่า 14.32 ± 7.80 cm H_2O เมื่อเริ่มการแยกจาก CPB 14.31 ± 8.12 cm H_2O หลังแยกจาก CPB 15 นาที และ 14.52 ± 8.28 cm H_2O ก่อนย้ายผู้ป่วย ดังแผนภูมิแสดงที่ 1

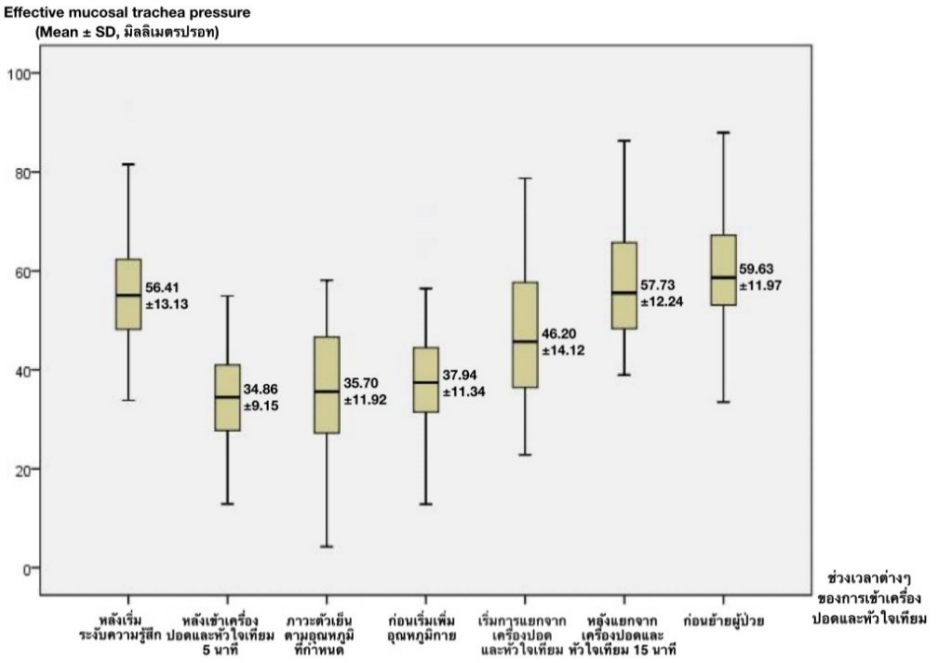
แผนภูมิที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของความดันภายในลูกโป่งท่อหายใจในช่วงเวลาต่าง ๆ ระหว่างการผ่าตัดหัวใจที่ใช้ CPB



การเปลี่ยนแปลงของความดันที่มีผลต่อการไหลเวียนเลือดของเยื่อบุหลอดลมส่วนต้นต้น (effective tracheal mucosal perfusion pressure) ค่าประมาณของความดันที่มีผลต่อการไหลเวียนเลือดของเยื่อบุหลอดลมส่วน ซึ่งคำนวณจากผลต่างระหว่างความดันเลือดเฉลี่ย (MAP) และความดันลูกโป่งแปลงเป็นมิลลิเมตรปรอท (mmHg) ต่ำกว่าค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อหลังเข้า CPB 5 นาที เมื่อเข้าสู่สภาวะตัวเย็นตามอุณหภูมิที่กำหนด ก่อนเริ่มเพิ่มอุณหภูมิกาย และเมื่อเริ่มแยกจาก CPB ดังแผนภูมิแสดงที่ 2

บทความวิจัย

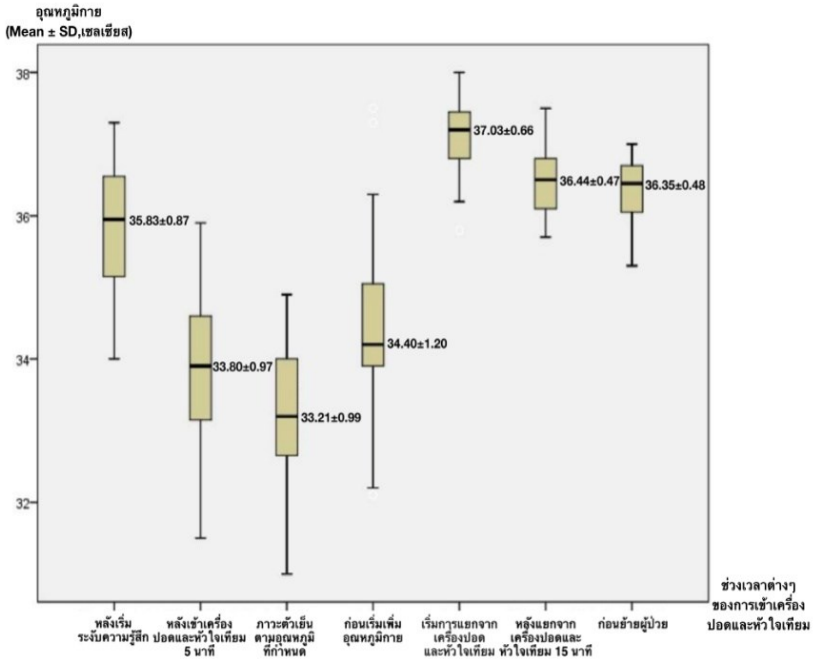
แผนภูมิที่ 2 แผนภูมิกล่องแสดง Effective tracheal mucosal perfusion pressure ในช่วงเวลาต่าง ๆ ระหว่างการผ่าตัดหัวใจที่ใช้ CPB



การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและความสัมพันธ์กับความดันในลูกโป่งจากการศึกษา อุณหภูมิทางจมูกของผู้ป่วยโดยเฉลี่ยหลังเริ่มระงับความรู้สึกเริ่มต้นที่ 35.83 ± 0.87 เซลเซียส และลงต่ำสุดในช่วงเข้าสู่ภาวะตัวเย็นตามอุณหภูมิที่กำหนดที่ 33.21 ± 0.99 เซลเซียส จากนั้นกลับขึ้นมาสูงที่สุดในช่วงเริ่มการแยกจาก CPB (weaning) ที่ 37.03 ± 0.66 เซลเซียส ดังแผนภูมิแสดงที่ 3 พบว่าอุณหภูมิร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นในช่วงหลังเข้า CPB 5 นาที ช่วงภาวะตัวเย็นตามอุณหภูมิที่กำหนดและช่วงก่อนเริ่มเพิ่มอุณหภูมิกาย ($p < 0.05$) ค่าความดันโลหิตของผู้ป่วยต่ำกว่าค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อหลังเข้า CPB 5 นาที (45.30 ± 8.73 มิลลิเมตรปรอท) เมื่อเข้าสู่สภาวะตัวเย็นตามอุณหภูมิที่กำหนด (45.43 ± 11.37 มิลลิเมตรปรอท) ก่อนเริ่มเพิ่มอุณหภูมิกาย (47.20 ± 10.82 มิลลิเมตรปรอท) และเมื่อเริ่มแยกจาก CPB (56.73 ± 14.23 มิลลิเมตรปรอท) ในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีเพียง 1 รายที่มีการเติมลมเข้าไปในลูกโป่ง ซึ่งผู้ป่วยรายนี้ยังคงถูกรวมอยู่ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด และไม่พบภาวะแทรกซ้อนจากการใส่ท่อหายใจหรือการช่วยหายใจเกิดขึ้น ค่าแรงดันในทางเดินหายใจได้รับการบันทึกในช่วงที่มีการช่วยหายใจด้วยเครื่องช่วยหายใจ เริ่มต้นที่ 17.58 ± 4.26 cm H_2O และสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อกลับมาช่วยหายใจ ตั้งแต่เริ่มการแยกจาก CPB (18.88± 4.39 cm H_2O) หลังแยกเครื่องจากปอดและหัวใจเทียม 15 นาที (19.53 ± 4.44 cm H_2O) และก่อนย้ายผู้ป่วย (19.53 ± 4.18 cm H_2O)

บทความวิจัย

แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายของผู้ป่วยในช่วงเวลาต่างๆ



สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าความดันในลูกโป่งท่อหายใจของผู้ป่วยเด็กที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจโดยใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงต่าง ๆ ของการผ่าตัด และมีแนวโน้มกลับเข้าสู่ระดับใกล้เคียงค่าเริ่มต้นหลังการแยกจากเครื่องปอดและหัวใจเทียม ทั้งนี้ ความดันที่มีผลต่อการไหลเวียนเลือดของเยื่อบุหลอดลมยังคงลดลงในบางช่วงจากอิทธิพลของความดันโลหิต ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการประเมินความเสี่ยงต่อเยื่อบุทางเดินหายใจควรพิจารณาทั้งความดันในลูกโป่งและสภาวะไหลเวียนเลือดร่วมกัน อุณหภูมิกายเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่ง แต่ยังมีปัจจัยอื่นที่อาจมีบทบาทและควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

อภิปรายผล (Discussion)

การใส่ท่อหายใจชนิดมีลูกโป่งในผู้ป่วยเด็กที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจและต้องใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมช่วยลดการรั่วของลม ลดความเสี่ยงต่อการสำลัก และช่วยให้การช่วยหายใจมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยกลุ่มนี้มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลายประการระหว่างการผ่าตัด ทั้งอุณหภูมิกาย ปริมาณน้ำในร่างกาย แรงดันในปอด และความดันโลหิต ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่อาจส่งผลต่อความดันในลูกโป่งท่อหายใจและการไหลเวียนเลือดของเยื่อบุหลอดลม การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการติดตามการเปลี่ยนแปลงของความดันลูกโป่งในช่วงต่าง ๆ ของการผ่าตัดหัวใจในเด็กอย่างเป็นระบบ ในการศึกษาก่อนหน้า พบว่าความลึกหรือขนาดท่อหายใจตื้นหรือลึกเกินไป รวมถึงปัจจัยอื่นๆ (Parpucu & Sahin, 2023) อาจ

มีผลต่อแรงดันท่อหายใจ จึงมีการเก็บข้อมูลในงานวิจัยด้วย แต่ในผลการวิจัย ไม่พบว่ามีผู้ป่วยรายใดที่ปริมาณความดันในลูกโป่งเพิ่มหรือลดลงจนอยู่ในระดับที่ก่ออันตรายแก่ผู้ป่วย

ผลการศึกษาพบว่าความดันในลูกโป่งท่อหายใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วงที่เริ่มใช้ CPB และในช่วงภาวะตัวเย็นตามอุณหภูมิที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kako et al. (2015) ที่แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิกายที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับการลดลงของความดันในลูกโป่ง อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวไม่ได้ติดตามค่าความดันในลูกโป่งในช่วงหลังการอุ่นร่างกายและการแยกจาก CPB ขณะที่การศึกษานี้พบว่าแม้อุณหภูมิกายจะเพิ่มขึ้นกลับมาเท่ากับหรือสูงกว่าค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วงหลังแยกจาก CPB แต่ค่าความดันในลูกโป่งกลับเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยและไม่แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางกลับกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาค่าความดันในลูกโป่งในการผ่าตัดทั่วไปในเด็กซึ่งทำโดย Gomes et al. (2025) พบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไป ค่าของความดันในลูกโป่งจะค่อยๆลดลง แต่ในการศึกษานี้กลับไม่มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของความดันในลูกโป่งเมื่อสิ้นสุดการผ่าตัด แสดงให้เห็นว่าในการผ่าตัดหัวใจอาจมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลกับความดันในลูกโป่ง

ความแตกต่างดังกล่าวอาจอธิบายได้จากหลายปัจจัย ประการแรก การสูญเสียแรงดันขนาดเล็กในลูกโป่ง (micro loss) ระหว่างการวัดซ้ำ หรือการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของท่อหายใจ โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีการวัดหลายครั้งต่อเนื่อง (Gomes et al., 2025) ประการที่สอง แม้อุณหภูมิกายที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้การขยายตัวของแก๊สในลูกโป่งเพิ่มขึ้น แต่อิทธิพลของอุณหภูมิกายต่อแรงดันในลูกโป่งอาจมีผลเด่นชัดในทิศทางของอุณหภูมิต่ำมากกว่าช่วงที่อุณหภูมิกลับสู่ระดับปกติหรือสูงกว่าเล็กน้อย นอกจากนี้ ปัจจัยด้านปริมาณน้ำในร่างกาย การเปลี่ยนแปลงของแรงดันในปอด อาจส่งผลต่อแรงกดรอบลูกโป่งและแรงดันภายในลูกโป่งได้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้มีการติดตามตัวชี้วัดที่สะท้อนภาวะสมดุลของน้ำในร่างกายโดยตรง จึงไม่สามารถสรุปบทบาทของปัจจัยดังกล่าวได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ การศึกษานี้ มีปริมาณของผู้ป่วยกลุ่มอาการดาวน์ถึง 10% ซึ่งในการศึกษาอื่น พบว่าสัมพันธ์กับการใส่ท่อหายใจที่มากขึ้น และภาวะใส่ท่อหายใจยาก แต่ในการศึกษานี้ไม่พบเหตุการณ์ดังกล่าว (Ozalp & Gumus Ozcan, 2025)

แม้ว่าค่าแรงดันในทางเดินหายใจจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการแยกจาก CPB แต่ค่าความดันในลูกโป่งกลับไม่เพิ่มขึ้นตามอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาก่อนหน้า (Rosero et al., 2018) ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าแรงดันในทางเดินหายใจอาจมีอิทธิพลต่อความดันในลูกโป่งน้อยกว่าที่คาด หรืออาจถูกถ่วงดุลด้วยปัจจัยอื่น ทั้งนี้ การที่พบผู้ป่วยเพียงรายเดียวที่ต้องการการปรับความดันลูกโป่งเพิ่ม สะท้อนให้เห็นว่าวิธีการทดสอบการรั่วแบบแรงดันบวก (positive pressure leak test) ที่ระดับ 20 เซนติเมตรน้ำ มีความแม่นยำสูง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Kako et al. (2015) พบว่าค่าเริ่มต้นของความดันลูกโป่งในงานวิจัยนี้สูงกว่า และระดับการลดลงของอุณหภูมิกายน้อยกว่าการศึกษาดังกล่าว ซึ่งบ่งชี้ว่าการเปลี่ยนแปลงของความดันลูกโป่งสามารถเกิดขึ้นได้แม้ในกรณีที่ระดับอุณหภูมิไม่ได้ลดลงอย่างรุนแรง และอาจนำไปสู่ความเสี่ยงต่อการรั่วของท่อหายใจหรือแรงดันที่ไม่เหมาะสมต่อเยื่อบุหลอดลมได้

การนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ทางคลินิก

วิสัญญีแพทย์จึงควรติดตามและปรับความดันลูกโป่งท่อหายใจอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการผ่าตัดที่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม จนเสร็จสิ้นกระบวนการ เนื่องจากความดันลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงทุกช่วงระยะ การเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิดตลอดทุกช่วงเวลาจึงมีความสำคัญ เพื่อรักษาความดันลูกโป่งให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อผู้ป่วยเด็กตลอดการผ่าตัด

ข้อจำกัดของการศึกษา

อุณหภูมิต่ำสุดที่บันทึกในข้อมูลการผ่าตัดนำมาจากบันทึกของนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกซึ่งบันทึกทุก 5 นาทีตลอดการใช้ CPB ขณะที่ข้อมูลอุณหภูมิที่ช่วงเวลาต่างๆ มาจากการบันทึกของบุคลากรวิสัญญี ทำให้ค่าที่ปรากฏอาจไม่เท่ากันเนื่องจากความถี่และแหล่งที่มาของข้อมูลที่ต่างกัน นอกจากนี้การศึกษานี้ไม่ได้ติดตามตัวชี้วัดภาวะสมดุลของน้ำในร่างกายหรือการบวมของเนื้อเยื่อทางเดินหายใจโดยตรง อีกทั้งการศึกษานี้ทำในระดับอุณหภูมิกายต่ำปานกลาง ผลการศึกษาจึงอาจไม่ครอบคลุมถึงกรณีการผ่าตัดที่ต้องลดอุณหภูมิร่างกายลงต่ำกว่านี้ การศึกษานี้ยังเป็นการศึกษา single center study ความหลากหลายของผู้ป่วยที่ควรได้รับการผ่าตัดและ วิธีการระงับความรู้สึกจึงมีจำกัด สูตรสำหรับการคำนวณความลึกของท่อหายใจในการศึกษานี้ แม้เป็นสูตรที่แพร่หลายในประเทศไทย แต่ปัจจุบันหากต้องการความลึกที่เหมาะสมในเด็กพบว่าการใช้เครื่องอัลตร้าซาวด์ร่วมในการประเมินความลึกจะได้ความลึกของลูกโป่งท่อหายใจที่เหมาะสมมากกว่า (Parpucu & Sahin, 2023)

เอกสารอ้างอิง

Adams, P. S., Corcoran, T. E., Lin, J.-H., Weiner, D. J., Sanchez-de-Toledo, J., & Lo, C. W. (2021). Mucociliary clearance scans show infants undergoing congenital cardiac surgery have poor airway clearance function. *Frontiers in Cardiovascular Medicine, 8*, Article 652158. https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.652158

Chow, S.-C., Shao, J., & Wang, H. (2008). *Sample size calculations in clinical research* (2nd ed.). Chapman & Hall/CRC. https://doi.org/10.1201/9781584889830

De Orange, F. A., Andrade, R. G. A. C., Lemos, A., Borges, P. S. G. N., Figueiroa, J. N., & Kovatsis, P. G. (2017). Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes for general anaesthesia in children aged eight years and under. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2017*(11), Article CD011954. https://doi.org/10.1002/14651858.CD011954.pub2

Gomes, J., Cabete, S., Pedro, L., Cardoso, T. M., & Duarte, S. (2025). Cuff pressure in pediatric patients: From monitoring to clinical practice. *Cureus, 17*(11), Article e96956. https://doi.org/10.7759/cureus.96956

Kako, H., Alkhatib, O., Krishna, S. G., Khan, S., Naguib, A., & Tobias, J. D. (2015). Changes in intracuff pressure of a cuffed endotracheal tube during surgery for congenital heart disease using cardiopulmonary bypass. *Paediatric Anaesthesia, 25*(7), 705–710. https://doi.org/10.1111/pan.12631

Kanno, K., Fujiwara, N., Moromizato, T., Fujii, S., Ami, Y., Tokushige, A., & Ueda, S. (2023). Pre-extubation cuffed tube leak test and subsequent post-extubation laryngeal edema: Prospective, single-center evaluation of PICU patients. *Pediatric Critical Care Medicine, 24*(9), 767–774. https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003282

Kishimoto, Y., Mizuno, K., Kawai, Y., Mizuno, K., Hirabayashi, H., Furukawa, K., Morimoto, N., Maeda, K., Kaneko, K., & Omori, K. (2024). National epidemiological survey on pharyngeal, laryngeal, and tracheal stenosis in Japan: A national survey on airway stenosis. *Auris Nasus Larynx, 51*(6), 911–916. https://doi.org/10.1016/j.anl.2024.08.008

Ozalp, S., & Gumus Ozcan, F. (2025). The impact of Down syndrome on perioperative anesthetic management and outcomes in infants undergoing isolated ventricular septal defect closure. *Diagnostics, 15*(15), Article 1839. https://doi.org/10.3390/diagnostics15151839

Parpucu, U. M., & Sahin, N. (2023). The effect of the ultrasonography measurement method and the conventional measurement method used in endotracheal tube size selection in the pediatric patient group on postextubation complications and patient recovery. *Cureus, 15*(9), Article e46184. https://doi.org/10.7759/cureus.46184

Rosero, E. B., Ozayar, E., Eslava-Schmalbach, J., Minhajuddin, A., & Joshi, G. P. (2018). Effects of increasing airway pressures on the pressure of the endotracheal tube cuff during pelvic laparoscopic surgery. *Anesthesia & Analgesia, 127*(1), 120–125. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002657

Shibasaki, M., Nakajima, Y., Ishii, S., Shimizu, F., Shime, N., & Sessler, D. I. (2010). Prediction of pediatric endotracheal tube size by ultrasonography. *Anesthesiology, 113*(4), 819–824. https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181ef6757

Simonato, M., Padalino, M., Vedovelli, L., Carollo, C., Sartori, A., Vida, V., Gregori, D., Carnielli, V., & Cogo, P. (2023). Effect of preoperative pulmonary hemodynamic and cardiopulmonary bypass on lung function in children with congenital heart disease. *European Journal of Pediatrics, 182*(6), 2549–2557. https://doi.org/10.1007/s00431-023-04926-0

Zaqout, M., De Baets, F., Schelstraete, P., Suys, B., Panzer, J., Francois, K., Bove, T., Coomans, I., & De Wolf, D. (2010). Pulmonary function in children after surgical and percutaneous closure of atrial septal defect. *Pediatric Cardiology, 31*(8), 1171–1175. https://doi.org/10.1007/s00246-010-9778-6