



มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะแพทยศาสตร์
ศิริราชพยาบาล

ส่วนที่ 6

โรคหัวใจ พิการแต่กำเนิด

ชนิดวิกฤตในการก่อกำเนิดและเด็กเล็ก

การดูแลระหว่างและ
หลังการผ่าตัด

บทที่ 35-37

ส่วนที่

6

การดูแลระหว่างและหลังการผ่าตัด
(intraoperative and postoperative care)

การดูแลระหว่างการผ่าตัดโรคหัวใจ พิการแต่กำเนิดชนิดวิกฤต

Intraoperative Management in Critical Congenital Heart Surgery

- บทนำ
- การประเมินผู้ป่วยก่อนการผ่าตัด
- การเตรียมผู้ป่วยเพื่อมาผ่าตัด
- การติดตามผู้ป่วยในระหว่างผ่าตัด
- การระงับความรู้สึกสำหรับการผ่าตัดหัวใจพิการแต่กำเนิด
- การดูแลผู้ป่วยระหว่างอยู่ใน Cardiopulmonary bypass
- การดูแลผู้ป่วยเฉพาะโรค
- สรุป
- เอกสารอ้างอิง

บทนำ

ทีมแพทย์และพยาบาลที่ให้การดูแลผู้ป่วยโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดที่มารับการผ่าตัดแก้ไขความผิดปกติควรมีความเข้าใจถึงพยาธิสภาพ และ hemodynamic ของความผิดปกติแต่ละชนิด การดูแลผู้ป่วยจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ การประเมินผู้ป่วยก่อนผ่าตัด การดูแลในระหว่างทำผ่าตัด และการดูแลหลังการผ่าตัด

การประเมินผู้ป่วยก่อนการผ่าตัด

การซักประวัติ

แพทย์ผู้เตรียมผู้ป่วยก่อนผ่าตัดควรซักประวัติผู้ป่วยจากบิดา มารดาหรือผู้ป่วยเอง และหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแฟ้มประวัติผู้ป่วยของโรงพยาบาลซึ่งมีผลการประเมินของทีมกุมารแพทย์หัวใจและศัลยแพทย์ทรวงอกว่าผู้ป่วยมีความผิดปกติอย่างไร ได้รับการแก้ไขหรือช่วยบรรเทาอาการได้ด้วยวิธีใดบ้าง มีอาการรุนแรงมากน้อยเพียงใด และพิจารณาหาความผิดปกติของโรคร่วมในระบบอื่น ๆ เช่น Down syndrome, DiGeorge syndrome, Noonan syndrome, VACTERL ควรให้ความสำคัญกับประวัติการผ่าตัดและวิธีการระงับความรู้สึกในอดีต รวมถึงยาที่ได้รับและการแพ้ยาด้วย รวมทั้งประเมินอาการของหัวใจวายของผู้ป่วยแต่ละรายเช่น สอบถามและตรวจดูอาการหายใจเร็วซึ่งมักเป็นอาการแสดงแรกเริ่มของหัวใจวาย อาการหายใจลำบาก มี retraction เวลาดูดนมหรือเล่นแล้วมีอาการเหนื่อย โดยประวัติเหล่านี้จะช่วยบอกถึงความสามารถในการทำกิจกรรม (functional status) ควรซักประวัติอาการติดเชื้อทางเดินหายใจซึ่งเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาในระหว่างการระงับความรู้สึก⁽¹⁾ เนื่องจากในปอดที่มีพยาธิสภาพ เช่น กลุ่มที่มีน้ำคั่งในปอด (pulmonary congestion) จะทำให้มีการติดเชื้อในปอดได้บ่อย ที่สำคัญในระหว่างการผ่าตัดผู้ป่วยต้องใส่อุปกรณ์เปิดทางเดินหายใจ อาจกระตุ้นให้เกิดกล่องเสียงหดเกร็ง และทางเดินหายใจหดเกร็งได้ง่ายขึ้นอีกด้วย

ผู้ป่วยเด็กโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดมักได้รับยาหลายชนิด เช่น ยาขับปัสสาวะ, beta blocker, angiotensin converting enzyme inhibitor (ACEI), angiotensin receptor blocker (ARB), digoxin, ยาด้านหัวใจเต้นผิดจังหวะ ยาลดความดันหลอดเลือดปอด ยาด้านเกร็ดเลือด ยาด้านการแข็งตัวของเลือด และ prostaglandin E1 (PGE1) โดยยาบางกลุ่มควรให้ต่อเนื่องมาจนถึงเข้าวันที่จะทำการผ่าตัด โดยเฉพาะในโรคหัวใจที่จำเป็นต้องเปิด ductus arteriosus (ductal dependent) ต้องมีการให้ PGE1 ต่อเนื่องจนถึงก่อนทำการผ่าตัด แต่อย่างไรก็ตามยาบางกลุ่มควรดอยอย่างน้อย 24 ชม. ก่อนเข้าผ่าตัด เช่น ACEI,

ARB เนื่องจากมีฤทธิ์ขยายหลอดเลือด ถ้าได้รับยานี้อยู่ ในขณะที่ได้รับการระงับความรู้สึก หรือขณะเข้าเครื่องปอดหัวใจเทียม (cardiopulmonary bypass, CPB) ที่จะมีการลดความต้านทานหลอดเลือดส่วนปลายมากอยู่แล้ว อาจทำให้ความดันเลือดลดลงและแก้ไขได้ยาก ยา digoxin เป็นยาอีกตัวหนึ่ง ที่ควรงดก่อนผ่าตัดเนื่องจากขณะทำการผ่าตัดจะมีการเปลี่ยนแปลงของเกลือแร่ในร่างกายได้มากจึงมีความเสี่ยงต่อภาวะเป็นพิษได้ (digitalis intoxication)

การตรวจร่างกาย

ควรตรวจน้ำหนักและส่วนสูงในปัจจุบันรวมถึงค่าการเติบโตของผู้ป่วย เนื่องจากเด็กที่เติบโตต่ำกว่าเกณฑ์อาจมีการสำรองของปอดและหัวใจ (cardiopulmonary reserve) ไม่ดี โดยการตรวจร่างกายควรตรวจทุกระบบ เริ่มจากตรวจดูลักษณะภายนอก เช่น อาการเขียว อาการหอบ รวมทั้งลักษณะพิการผิดปกติภายนอก นอกจากนี้ควรมีการวัดความดันเลือดทั้งแขนและขา และวัดความเข้มข้นของออกซิเจนทั้งตำแหน่ง preductal และ postductal วัสดุอุปกรณ์ผู้เตรียมการดมยาสลบเพื่อผ่าตัดจะเน้นการตรวจทางเดินหายใจ (airway) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายที่มีความผิดปกติของโครโมโซมชนิดต่าง ๆ เช่น Down syndrome อาจจะมี atlanto-occipital joint subluxation ซึ่งอาจเป็นอันตรายขณะที่เราใส่ท่อช่วยหายใจ รวมทั้งตรวจระบบหัวใจและหลอดเลือด และการตรวจระบบหายใจ

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

ผู้ป่วยโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดเมื่อมารับการผ่าตัดแก้ไขต้องได้รับการตรวจเลือดก่อนทำการผ่าตัดเพื่อดู ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (complete blood count) เกลือแร่ในร่างกาย การทำงานของไต การแข็งตัวของเลือด การทำงานของตับ เพราะในผู้ป่วยที่มีภาวะขาดออกซิเจนอยู่เป็นเวลานาน ค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบินจะปรับตัวสูงขึ้นเพื่อเพิ่มการส่งออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ อย่างไรก็ตามการที่เม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้นมากเกินไปจะทำให้ภาวะเลือดหนืดขึ้น ส่งผลให้เกิดลิ่มเลือดในอวัยวะต่าง ๆ ได้ รวมถึงการที่ผู้ป่วยได้รับยาขับปัสสาวะอาจทำให้มีค่าเกลือแร่ในร่างกายผิดปกติได้

การตรวจเพิ่มเติม

การตรวจภาพรังสีทรวงอก การตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง เอกซเรย์คอมพิวเตอร์หัวใจ เอ็มอาร์ไอหัวใจ และการสวนหัวใจ จะช่วยบอกลักษณะทางกายวิภาค การประเมินการดำเนินโรค hemodynamic และช่วยประเมินความเสี่ยงในระหว่างการทำผ่าตัดด้วย

การเตรียมผู้ป่วยเพื่อมาผ่าตัด

การงดอาหารและน้ำ จากแนวปฏิบัติของ American Society of Anesthesiologist ในการงดอาหาร และน้ำก่อนมาผ่าตัดเพื่อป้องกันการสำลักระหว่างการผ่าตัดนั้น ให้งดน้ำ (clear liquid) 2 ชม. งดนมแม่ 4 ชม. สำหรับนม infant formula และนมวัวให้งด 6 ชม. สำหรับอาหารปกติ (solid food) ให้งด 8 ชม.⁽²⁾ อย่างไรก็ตามในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของระบบทางเดินอาหารร่วมด้วย ยังอาจพบมีการสำลักได้แม้จะงดน้ำและอาหารตามสูตรดังกล่าว จึงต้องพิจารณาใช้อุปกรณ์เปิดทางเดินหายใจให้เหมาะสมด้วย นอกจากนี้ในผู้ป่วยทารกแรกเกิดและเด็กเล็ก จะมีความเสี่ยงต่อภาวะน้ำตาลต่ำได้มาก ดังนั้นอาจพิจารณาให้สารน้ำที่มีกลูโคสหลังการงดน้ำและอาหารด้วย

การให้ยา premedication นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความกังวลของผู้ป่วย ในผู้ป่วยโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดไม่ได้มีข้อห้ามในการใช้ยาเพื่อลดความกังวล แต่ควรเพิ่มความระมัดระวัง ร่วมกับเฝ้าระวังหลังการให้ยาและระหว่างการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย เพราะผลข้างเคียงที่สำคัญจากการให้ยาคือ ภาวะกดการหายใจ ยาที่ให้ได้นั้นมีหลายกลุ่ม เช่น กลุ่ม benzodiazepine อาจให้เป็น midazolam หยอดจมูก 0.3 มก./กก. หรือฉีดเข้าหลอดเลือด 0.05 มก./กก. หรือ ให้กิน chloral hydrate 25-50 มก./กก. หรือ ketamine ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ 2-5 มก./กก.

การให้ยาปฏิชีวนะเพื่อป้องกันการติดเชื้อนั้น อ้างอิงจากแนวปฏิบัติเพื่อลดการติดเชื้อของการผ่าตัด โดยสำหรับการผ่าตัดในทรวงอกให้ใช้ cefazolin ฉีดเข้าหลอดเลือด 30 มก./กก. ภายใน 60 นาทีก่อนการผ่าตัด และให้ซ้ำทุก 4 ชม.

การติดตามผู้ป่วยในระหว่างผ่าตัด

การเฝ้าระวังและติดตามผู้ป่วยในระหว่างผ่าตัดขณะที่ได้รับการระงับความรู้สึกนั้นจะต้องใช้เครื่องมือหลายอย่างในการดูแลผู้ป่วย โดยเฉพาะเด็กที่มารับการผ่าตัดหัวใจ นอกเหนือจากการติดตามด้วยเครื่องมือมาตรฐานทั่วไป ได้แก่ การวัดความดันเลือดแบบไม่รุกราน (non-invasive blood pressure, NIBP) คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (electrocardiogram, ECG) และ pulse oximeter แล้ว ยังต้องมีการติดตามด้วยเครื่องมือแบบรุกราน (invasive) เพื่อจะได้สังเกตความเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ ใส่สายความดันในหลอดเลือดแดง (arterial line, A line) และใส่สายความดันในหลอดเลือดดำ (central venous pressure, CVP) อย่างไรก็ตามการติดตามแบบรุกรานทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนตามมาได้ เช่น การเกิดลิ้มเลือด การติดเชื้อ การบาดเจ็บของหลอดเลือด สมรั่วในปอด (pneumothorax) เลือดออก

ในช่องอก หัวใจเต้นผิดจังหวะ และภาวะบีบรัดหัวใจ (cardiac tamponade) ได้

การติดตามปริมาณเลือดที่สูบน้ำออกจากหัวใจ (monitoring of cardiac output)

การวัดปริมาณเลือดที่สูบน้ำออกจากหัวใจ (cardiac output, CO)⁽³⁾ ตามมาตรฐานทำโดยวิธี thermodilution โดยการใส่ pulmonary artery (PA) catheter อย่างไรก็ตามไม่มีขนาดที่ใส่ในเด็กเล็กได้ เมื่อต้องการวัด pulmonary artery wedge pressure จะทำการวัดความดันที่หัวใจห้องบนซ้าย (left atrial pressure, LAP) แทน และเมื่อต้องการวัด CO อาจต้องใช้วิธีอื่น ๆ เช่น lithium dilution CO (LiDCO) หรือ pulse contour analysis (PiCCO) อย่างไรก็ตามข้อมูลในการเปรียบเทียบการวัด CO ทั้ง 2 วิธียังมีน้อย และมีข้อจำกัดในการใช้ในผู้ป่วยที่มารับการผ่าตัดแก้ไขความผิดปกติที่หัวใจ จึงมีอุปกรณ์อีกกลุ่มที่ใช้หลักการของ ultrasound มาคำนวณหา CO (ultrasound cardiac output monitoring, USCOM) เช่น เครื่อง Cardio Q USCOM ซึ่งยังมีข้อจำกัดเรื่องการปรับหัวตรวจให้ขนานกับการไหลของเลือด อีกทั้งยังขึ้นกับความชำนาญผู้ทำการตรวจซึ่งมีผลอย่างมากในการแปลผลการตรวจ CO

การติดตามเกี่ยวกับระบบประสาท (neurological monitoring)

ในการผ่าตัดหัวใจแบบเปิดที่ต้องใช้เครื่องปอดหัวใจเทียม มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างมากในร่างกายผู้ป่วย ทั้งเรื่อง hemodynamic, hemodilution, การควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งขึ้นกับเทคนิคที่ใช้กับเครื่องปอดหัวใจเทียม การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลต่อการใช้ออกซิเจนของสมอง (cerebral metabolic rate of oxygen, CMRO₂) รวมถึงการนำออกซิเจนไปยังสมอง ทั้งยังส่งผลให้เกิดอันตรายต่อระบบประสาทได้ หากมีเครื่องมือที่ช่วย monitor จะทำให้สามารถป้องกันอันตรายต่อระบบประสาทรุนแรงได้⁽⁴⁾ ซึ่ง neurological monitoring ระหว่างผ่าตัดที่ใช้กันในปัจจุบัน ได้แก่

- Electroencephalogram (EEG) สามารถใช้ตรวจว่าผู้ป่วยมีการชักและสามารถบอกระดับความลึกของการให้การระงับความรู้สึก แต่การใช้งานค่อนข้างยุ่งยากและต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการแปลผล
- The Bispectral index monitor (BIS) เป็นการนำค่า EEG มาประมวลผลโดยใช้เซ็นเซอร์ติดบริเวณหน้าผาก โดยปกติจะนำมาใช้สำหรับวัดระดับการให้การระงับความรู้สึก และสามารถนำมาใช้เพื่อดู EEG burst suppression ได้ในกรณีที่จะทำ deep hypothermic circulatory arrest (DHCA)⁽⁵⁾
- Transcranial Doppler ultrasound เป็นเครื่องมือที่สามารถตรวจหาการอุดตันของหลอดเลือดได้ดีโดยใช้หลักการของ Doppler แต่การตรวจด้วยวิธีนี้ต้องอาศัยความชำนาญของผู้ตรวจ ส่วนใหญ่มักใช้เครื่องตรวจนี้ในการวิจัย
- Jugular bulb venous oxygen saturation ทำโดยการใส่สายตรวจย้อนขึ้นไปทาง internal jugular vein และการตรวจนี้นับว่าเป็นการตรวจมาตรฐาน สำหรับการตรวจ cerebral oximetry โดยสามารถแปลผลได้โดยหากค่าที่ได้ต่ำอาจแปลว่ามีเลือดไปเลี้ยงสมองลดลง

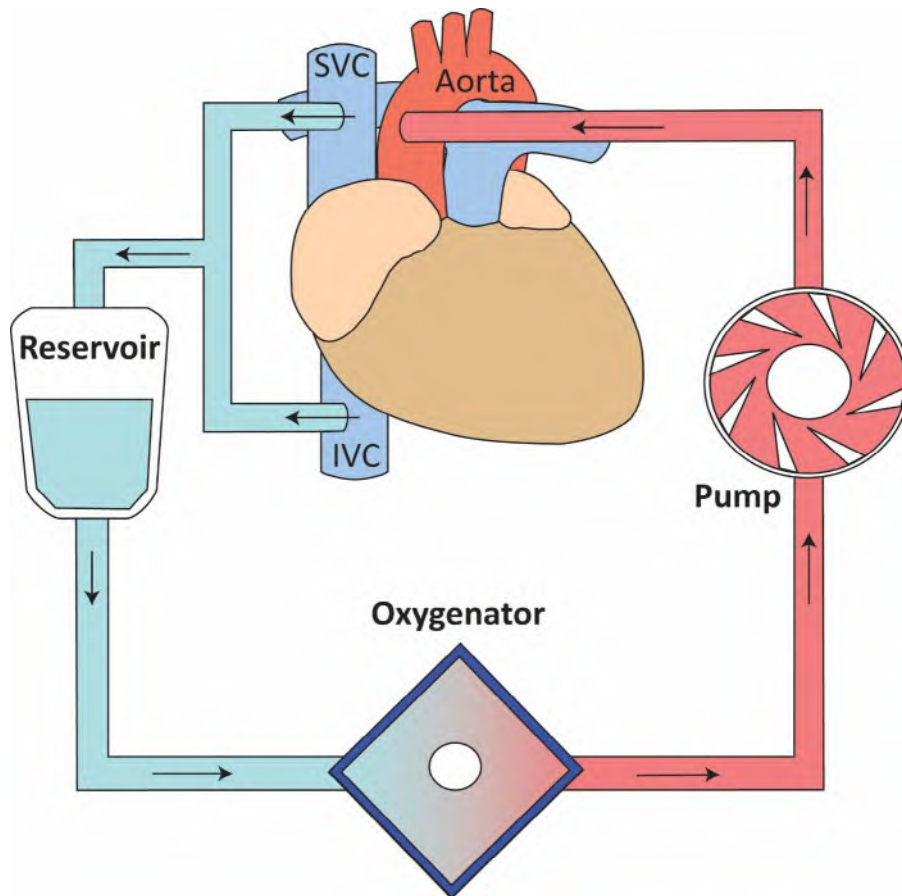
- Near infrared spectroscopy (NIRS) เป็นการใช้แสงวัดค่าความเข้มข้นของออกซิเจนบริเวณส่วนหน้าของสมองด้วยเซ็นเซอร์ที่ติดบริเวณหน้าผากทั้ง 2 ข้าง โดยวัดในหลอดเลือดดำประมาณร้อยละ 70 ในหลอดเลือดฝอยร้อยละ 5 และในหลอดเลือดแดงร้อยละ 25⁽⁶⁾

การระงับความรู้สึกสำหรับการผ่าตัดหัวใจพิการแต่กำเนิด

การระงับความรู้สึกในเด็กโรคหัวใจที่หัวใจพิการแต่กำเนิดมาผ่าตัดแก้ไข มักใช้วิธี general anesthesia โดยจำเป็นต้องติดตามสัญญาณชีพด้วยการติดตามแบบรुक้า ส่วนใหญ่นำสลบด้วยยาฉีดทางหลอดเลือด โดยเฉพาะในรายที่มีภาวะหัวใจวาย แต่หากมีปัญหาในการเปิดหลอดเลือด การนำสลบด้วยยาสลบแบบสูดดมก็สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ⁽⁷⁾ หลังจากนั้นให้ใส่ท่อช่วยหายใจขนาดที่เหมาะสมกับผู้ป่วย และใส่ CVP line และ A line ในเด็กที่มารับการผ่าตัดที่ซับซ้อน มักต้องการการดมยาสลบที่สามารถกดการตอบสนองต่อความเครียดได้ดี และรบกวนต่อการไหลเวียนของเลือดน้อย ส่วนใหญ่จึงเลือกใช้ opioid ในขนาดสูงร่วมกับยาหย่อนกล้ามเนื้อที่ออกฤทธิ์นานปานกลาง หรือค่อนข้างยาว เพื่อหวังผลไปถึงช่วงหลังผ่าตัดที่มักจะต้องให้ยาเพื่อให้ผู้ป่วยอยู่ในภาวะสงบอีกระยะหนึ่งด้วย

เครื่องปอดหัวใจเทียม (cardiopulmonary bypass, CPB)

CPB เป็นเครื่องมือที่ทำหน้าที่แทนหัวใจและปอด (รูปที่ 1) โดยดึงเลือดจากหลอดเลือดดำใหญ่เข้ามาในถังเก็บ (reservoir) ผ่านไปยังปั๊ม เพื่อดันเลือดผ่านปอดเทียม (oxygenator) แล้วส่งเลือดกลับไปยังผู้ป่วยทาง arterial cannula



รูปที่ 1 เครื่องปอดหัวใจเทียม (IVC, inferior vena cava; SVC, superior vena cava)

ข้อแตกต่างระหว่าง CPB ในเด็กกับผู้ใหญ่⁽⁸⁾

1. Hypothermia: DHCA และ low flow CPB เป็นอุณหภูมิที่ใช้บ่อยในระหว่างการผ่าตัดเพื่อป้องกันการบาดเจ็บของระบบประสาท และช่วยให้ศัลยแพทย์ผ่าตัดได้ง่ายขึ้น แต่ในขณะเดียวกันระยะเวลาที่ปลอดภัยในการทำ DHCA นั้นยังไม่สามารถบอกได้ ถ้าใช้เวลานานเกินไปก็จะทำให้เกิดการบาดเจ็บของระบบประสาทได้ อีกทั้ง hypothermia ยังทำให้มีหัวใจเต้นผิดปกติ coagulopathy และทำให้ perfusion ไปยังเนื้อเยื่อส่วนปลายไม่ดีจากการหดตัวของหลอดเลือด เป็นต้น

2. Hemodilution ปริมาณเลือดของเด็กที่น้อยเมื่อเทียบกับปริมาณสารน้ำที่ใส่ไปใน CPB ทำให้เกิดการเจือจางของเลือดได้ ตั้งแต่ร้อยละ 150-300 ในขณะที่ผู้ใหญ่เลือดจะเจือจางลงร้อยละ 25-30 เท่านั้น ทำให้มีโอกาสที่จะต้องเพิ่มปริมาณเลือดเข้าไปในระบบมากกว่า

3. Perfusion pressure ในเด็กต่ำกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากความยืดหยุ่นของหลอดเลือดต่ำ อาจต้องให้ flow rate สูงกว่าเนื่องจากมี metabolism สูง

4. pH stat เป็นวิธีตรวจค่าก๊าซในเลือดโดยตรงที่อุณหภูมิจริงของผู้ป่วย ไม่ได้อุ่นตัวอย่างมาที่ 37°C แต่มีการแก้ไขค่า pH และ $p\text{CO}_2$ ให้อยู่ในค่าปกติ (pH 7.4, $p\text{CO}_2$ 40 มม.ปรอท) โดยการเติม CO_2 เข้าไปในระบบ มีผลช่วยเพิ่มการไหลเวียนของเลือดไปยังสมอง (cerebral blood flow, CBF)⁽⁹⁾

การดูแลผู้ป่วยระหว่างอยู่ใน Cardiopulmonary bypass

1. การให้ยากันเลือดแข็ง และการดูแลการแข็งตัวของเลือด

CPB เป็นสิ่งแปลกปลอมทำให้มีการกระตุ้นการแข็งตัวของเลือด โดยปกติจะใช้ heparin เพื่อป้องกันไม่ให้เลือดแข็งตัว โดยจะให้ก่อนศัลยแพทย์เริ่มทำการใส่ท่อในหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำของผู้ป่วย โดยในทารกแรกเกิดจะต้องใช้ปริมาณ heparin ที่มากขึ้น เพราะเด็กยังมี antithrombin III ในปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับผู้ใหญ่ โดยเฉพาะในเด็กเขียวที่มีเม็ดเลือดแดงมากขึ้น (polycythemia) ซึ่งทำให้มีระดับส่วนประกอบของเลือดที่ทำให้การแข็งตัวของเลือดลดลง ประกอบกับ hemodilution จาก CPB⁽¹⁰⁾ ทำให้ต้องใช้ heparin ถึง 4 มก./กก. เพื่อให้ได้ activate clotting time (ACT) มากกว่า 480 วินาที⁽¹¹⁾ ในกรณีที่ใช้ heparin ปริมาณมากแล้วยังไม่สามารถทำให้ ACT มากกว่า 480 วินาที ให้สงสัยว่ามีภาวะ heparin resistance ควรต้องเพิ่มปริมาณของ antithrombin III โดยการให้ fresh frozen plasma หรือให้ antithrombin III concentrate แล้วติดตามค่า ACT ทุก 30-60 นาที แต่อย่างไรก็ตาม heparin ไม่สามารถยับยั้งการสร้าง thrombin ได้ ดังนั้นจะมีการใช้ clotting factor อยู่ตลอดเวลา เมื่อออกจากเครื่องปอดหัวใจเทียมจึงจะพบภาวะเลือดออกผิดปกติได้บ่อย

2. การเข้าเครื่องปอดหัวใจเทียม

ศัลยแพทย์จะทำการใส่ท่อทางหลอดเลือดแดงใหญ่และหลอดเลือดดำใหญ่ แต่เนื่องจากอวัยวะและหลอดเลือดของเด็กมีขนาดเล็ก อาจทำให้เกิดการกดเบียดหัวใจและเกิดการทงของหลอดเลือด หรือมีการเสียเลือดจนความดันเลือดต่ำได้ វិស័យแพทย์จะต้องคอยเฝ้าระวัง และคอยสื่อสารกับ ศัลยแพทย์และ perfusionist ตลอดเวลา ร่วมกับการให้สารน้ำทดแทน และยาตีบหลอดเลือดเพื่อพุง ความดันเลือดด้วย หลังจากนั้นจะให้เครื่องปอดหัวใจเทียมทำงาน โดยปกติจะให้ flow ของเลือด เท่ากับ cardiac index ซึ่งในทารกแรกเกิดจะมีค่า 2.6-3.2 ลิตร/นาที/ตารางเมตร และในเด็กเล็ก มีค่า 2.4-2.6 ลิตร/นาที/ตารางเมตร และอาศัยค่าเฉลี่ยความดันเลือด ค่าความเป็นกรด-ด่างของเลือด

และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดดำ (mixed venous oxygen saturation) เป็นตัวช่วยประเมินว่ามีการไหลเวียนของเลือดเพียงพอ โดยที่ค่าเฉลี่ยของความดันเลือดจะไม่สูงเท่าในผู้ใหญ่ เนื่องจากความยืดหยุ่นของหลอดเลือดยังไม่ดีนัก

3. การจัดการอุณหภูมิในเครื่องปอดหัวใจเทียม

ผู้ป่วยเด็กจะมีพื้นที่ผิวของร่างกายเมื่อเทียบกับน้ำหนักมาก ทำให้สูญเสียความร้อนได้ง่าย อาจต้องเพิ่มอุณหภูมิห้อง ใช้เครื่องเป่าลมร้อน และอุ่นสารละลายก่อนที่จะให้ผู้ป่วย ในช่วงก่อนเข้าและหลังจากออกจากเครื่องปอดหัวใจเทียมเพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงปกติ

ในระหว่างที่อยู่ในเครื่องปอดหัวใจเทียม มักจะทำให้อุณหภูมิของผู้ป่วยลดลงแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ลดลงเล็กน้อย (mild) 30-36°C ปานกลาง (moderate) 22-30°C และลดลงมาก (deep) 17-22°C⁽¹²⁾ อุณหภูมิที่ลดลงจะทำให้มีการใช้ออกซิเจนน้อยลงจากการลดเมตาโบลิซึมของร่างกาย ทำให้สามารถลด flow ของเลือดลงช่วยศัลยแพทย์ให้สามารถทำผ่าตัดได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะในการผ่าตัดที่มีความซับซ้อนมากในทารกแรกเกิดและเด็กเล็ก ในการผ่าตัดที่ทำ aortic cross clamp ไม่ได้ หรืออาจจะต้องทำให้ไม่มีเลือดผ่านในบริเวณผ่าตัดด้วยวิธี DHCA โดยลดอุณหภูมิด้วย CPB จนได้อุณหภูมิร่างกายระหว่าง 17-22°C แล้วจึงสามารถหยุดการไหลเวียนเลือด ร่วมกับป้องกันการบาดเจ็บจากการขาดเลือดโดยเฉพาะสมอง อย่างไรก็ตามไม่ควรหยุดการไหลเวียนเลือดเกิน 20-30 นาที รวมทั้งรักษาค่าความเข้มข้นของเลือด (hematocrit, Hct) ให้อยู่ระหว่างร้อยละ 25-30 และพิจารณาทำ antegrade cerebral perfusion ระหว่างหยุดการไหลเวียนเลือด

การจัดการความเป็นกรด-ด่างใน CPB นั้น ค่าก๊าซในเลือดที่ตรวจปกติโดยวิสัญญีแพทย์จะอุ่นเลือดที่เจาะได้มาที่ 37°C แล้วจึงวัดค่าต่าง ๆ วิธีนี้เรียกว่า alpha stat ซึ่งจะใช้วิธีนี้ในผู้ใหญ่และเด็กโต แต่เนื่องจากอุณหภูมิที่ต่ำลงมีผลให้ก๊าซละลายในเลือดได้ดีขึ้น จึงมีบางสถาบันใช้การวัดค่าก๊าซในเลือดแบบ pH stat ซึ่งเป็นการวัดค่าก๊าซในเลือดที่อุณหภูมิของผู้ป่วย ณ ขณะนั้นเลย การแก้ไขค่าก๊าซที่วัดแบบ pH stat นั้นมักจะต้องเติมคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในระบบ⁽¹³⁾ มีผลให้หลอดเลือดสมองขยายตัว ทำให้สมองได้รับออกซิเจนได้มากขึ้น⁽¹⁴⁾

4. การทำ aortic cross clamp และ cardioplegia

ในการผ่าตัดเด็กโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดที่มีความซับซ้อนมักจะต้องลดอุณหภูมิผู้ป่วยลง หรือทำ DHCA เนื่องจากในทางปฏิบัติการป้องกันกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดทำได้ยากกว่าผู้ใหญ่ อย่างไรก็ตามในรายที่ไม่ได้ทำ DHCA ถ้าต้องการเปิดเข้าไปทำการผ่าตัดในหัวใจ จะต้องทำ aortic cross clamp และให้ cardioplegia เพื่อหยุดการเต้นของหัวใจและลดการใช้ออกซิเจนของหัวใจ เมื่อการผ่าตัดในหัวใจเสร็จจะไล่อากาศออกจากห้องหัวใจก่อนจะปล่อย aortic cross clamp เพื่อให้เลือดเข้าไปเลี้ยงหัวใจอีกครั้ง

5. การออกจากเครื่องปอดหัวใจเทียม

เมื่อผ่าตัดหัวใจเสร็จแล้ว ขณะรออุ่นเลือดจนอุณหภูมิปกติแต่ต้องระวังไม่ให้สูงเกินไปเพราะอาจทำให้เกิดภาวะ cerebral hyperthermia⁽¹⁵⁾ ให้เริ่มขยายหลอดเลือด และ/หรือยากระตุ้นหัวใจ เริ่มช่วยหายใจโดยทำ lung recruitment เพื่อป้องกันปอดแฟบ พยายามรักษาจังหวะการเต้นของหัวใจให้ปกติ เพิ่มการบีบตัวของหัวใจ และอาจพิจารณาให้ยาตีบหลอดเลือดในรายที่มีความต้านทานหลอดเลือดส่วนปลายต่ำ ทำ ultrafiltration หรือ modified ultrafiltration และยังช่วยกรอง inflammatory cytokines ออกได้ ช่วยเพิ่มการบีบตัวของหัวใจ⁽¹⁶⁾ ลดความต้านทานของหลอดเลือดในปอด และลดการอักเสบทั่วร่างกาย⁽¹⁷⁾

ยาที่ใช้ในการแก้ฤทธิ์ heparin คือ protamine ออกฤทธิ์ได้เร็วภายใน 5 นาทีหลังบริหารยา แต่ต้องให้ด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากสามารถทำให้เกิดความดันเลือดต่ำด้วยกลไกหลายอย่าง เช่น การแพ้ยาแบบ anaphylaxis, ความดันเลือดปอดสูง และอาจเกิดผลข้างเคียงอื่นได้ เช่น หลอดลมหดเกร็ง และการเสียหน้าที่ของเกร็ดเลือด (platelet dysfunction)⁽¹⁸⁾ โดยผลข้างเคียงของ protamine จะสัมพันธ์กับความเร็วในการให้ยา ดังนั้นการให้ยาอย่างช้า ๆ จะช่วยลดความรุนแรงของผลข้างเคียงต่าง ๆ ได้⁽¹⁹⁾

การดูแลผู้ป่วยเฉพาะโรค

การแบ่งผู้ป่วยตามพยาธิสรีรวิทยาของความผิดปกติในแต่ละโรค ได้แก่

1. กลุ่มโรคหัวใจที่เลือดไหลลัดวงจรจากซ้ายไปขวา (left to right shunt) ซึ่งจะทำให้มีเลือดไหลเวียนไปที่ปอด (pulmonary blood flow, PBF) มากขึ้น ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปจะทำให้ความดันเลือดในปอดสูงขึ้น เมื่อความดันเลือดในปอดสูงขึ้นเป็นระยะเวลานานหรือมีเลือดไหลเข้าไปในปอดปริมาณมากในที่สุดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่หลอดเลือดได้ ผู้ป่วยจะหายใจเร็วและลำบากขึ้นเนื่องจากมีน้ำคั่งในปอด ความยืดหยุ่นของปอดจะลดลง ในระหว่างการให้การระงับความรู้สึก ผู้ให้การระงับความรู้สึกสามารถควบคุมความต้านทานเลือดในปอดได้โดยใช้การช่วยหายใจ ร่วมกับปรับความเข้มข้นของออกซิเจนที่ให้ผู้ป่วย เพื่อให้ระดับ PaCO_2 และ pH อยู่ในระดับที่เหมาะสม

2. กลุ่มโรคหัวใจที่เลือดไหลลัดวงจรจากขวาไปซ้าย (right to left shunt) มักเกิดจากการที่มี right ventricular outflow tract obstruction ร่วมกับการที่มีรูรั่วในหัวใจ PBF จะน้อย ผู้ป่วยจึงเขียว การเปลี่ยนแปลงใดก็ตามที่ทำให้เกิด right to left shunt มากขึ้น จะทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนมากขึ้นด้วย ดังนั้นการดูแลผู้ป่วยกลุ่มนี้จึงต้องระวังไม่ให้เลือดที่ไปเลี้ยงปอดน้อยเกินไป และระวังไม่ให้ right to left shunt มากขึ้น อีกทั้งในผู้ป่วยบางรายที่มีภาวะขาดออกซิเจนอยู่เป็นเวลานาน ค่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดสูงขึ้น โดยอาจสูงกว่าร้อยละ 60 เลือดจะหนืดขึ้นทำให้เกิดลิ่มเลือดได้ง่าย ดังนั้นผู้ป่วย

กลุ่มนี้เมื่อต้องอดอาหารก่อนผ่าตัด แพทย์ควรให้สารน้ำทางหลอดเลือดให้เพียงพอเพื่อไม่ให้เลือดหนืดมากขึ้นไปกว่าเดิม

3. กลุ่มโรคหัวใจที่เลือดลัดวงจรแบบซับซ้อน (complex shunt) จะมีการผสมกันของเลือดที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ และเลือดที่มีปริมาณออกซิเจนสูง เป็นผลจากการปรับสมดุลของความต้านทานหลอดเลือดในปอด (pulmonary vascular resistance, PVR) และความต้านทานหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงร่างกาย (systemic vascular resistance, SVR) เช่น โรค single ventricle, truncus arteriosus และ parallel circulation เป็นโรคที่ต้องรักษาสมดุลของ PVR และ SVR ให้เหมาะสม โดยพยายามไม่ให้ความต้านทานปอดลดต่ำเกินไป เนื่องจากถ้ามีเลือดไปปอดมากขึ้นมีผลให้เลือดที่ไปเลี้ยงร่างกายน้อยลง ทำให้ความดันเลือดต่ำลง และมีภาวะเลือดเป็นกรดมากขึ้น ควรรักษาค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนที่ร้อยละ 80-85 โดยลดความเข้มข้นของออกซิเจน (FiO_2) ในเครื่องช่วยหายใจลง รักษาค่า pH และ pCO_2 ให้อยู่ในระดับปกติโดยไม่ช่วยหายใจมากเกินไปจน pCO_2 ต่ำเกินไปเพราะจะมีผลต่อสมดุล PBF

4. กลุ่มโรคหัวใจที่มีการอุดตัน (obstructive lesion) เช่น aortic stenosis, coarctation of aorta, interrupted aortic arch

การให้การระงับความรู้สึกในผู้ป่วยเฉพาะโรค

Truncus arteriosus

ระหว่างผ่าตัดวิสัญญีแพทย์จะต้องรักษาสมดุลของ PVR และ SVR เพื่อให้อัตราส่วนของเลือดที่ไปยังปอดต่อที่ไปยังร่างกาย (Qp/Qs) เข้าใกล้ 1 ต่อ 1 มากที่สุด⁽²⁰⁾ ในการระงับความรู้สึกผู้ป่วยทั่วไป มักใช้ความเข้มข้นของออกซิเจนในปริมาณสูงเพื่อป้องกันการขาดออกซิเจน แต่ในกรณีนี้ ออกซิเจนที่เข้มข้นสูงจะทำให้มีการขยายของหลอดเลือดปอด ดังนั้นจะต้องระวังไม่ให้ FiO_2 สูงไปและช่วยหายใจให้เหมาะสม ไม่ให้เกิด hyperventilation อย่างไรก็ตามการผ่าตัดแก้ไขในเด็กที่มีความดันเลือดปอดสูงแล้วอาจต้องการ FiO_2 ที่สูงขึ้น ในรายที่มี truncal valve รั่ว อาจเกิดภาวะหัวใจขาดเลือดได้ง่ายถ้ามีการไหลไปปอดมากเกินไป อาจทำให้มี ventricular fibrillation ก่อนเข้า CPB ได้ นอกจากนี้เลือดที่ใช้ในการผ่าตัดผู้ป่วยกลุ่มนี้ควรใช้เป็นเลือดที่ฉายรังสี (irradiated blood) เนื่องจากผู้ป่วยกลุ่มนี้มักมีกลุ่มอาการ DiGeorge ร่วมด้วย หลังออกจากเครื่องปอดหัวใจเทียม แพทย์ต้องระวังภาวะความดันเลือดปอดสูง ควร hyperventilate ให้ออกซิเจนร้อยละ 100 ร่วมกับการให้ยาเพื่อให้เกิดภาวะสงบ และ/หรือ ยาหย่อนกล้ามเนื้ออย่างน้อย 24 ชม. เพื่อป้องกันการเกิดความดันเลือดปอดสูงแบบวิกฤต (pulmonary hypertensive crisis)

Total anomalous of pulmonary venous return (TAPVR)

ผู้ป่วย TAPVR ที่มีการอุดกั้นนั้นจะต้องช่วยหายใจด้วย FiO_2 , peak inspiratory pressure (PIP) และ positive end expiratory pressure (PEEP) ที่ค่อนข้างสูงเพื่อช่วยเพิ่มออกซิเจนในเลือด หลีกเลี่ยงการให้ยาขยายหลอดเลือดปอด มักต้องให้ยาตีบหลอดเลือดและช่วยการบีบตัวของหัวใจ

หลังจากออกจากเครื่องปอดหัวใจเทียม อาจมีภาวะความดันเลือดปอดสูง ต้องรักษาตามหลักการดูแล เพื่อลดความดันเลือดปอด มักต้องใช้ยาขยายหลอดเลือดปอดด้วย และยังคงใช้เครื่องช่วยหายใจไปอีก ระยะเวลาหนึ่งเนื่องจากการทำงานของปอดที่ไม่ดีจากการที่มี pulmonary edema ตั้งแต่ก่อนผ่าตัดและมีการอักเสบในระหว่างการใช้เครื่องปอดหัวใจเทียม การใช้สารน้ำและเลือดต้องทำด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากหัวใจห้องล่างซ้าย (left ventricle, LV) ของผู้ป่วย TAPVR ไม่ได้ถูกใช้งานอย่างเต็มที่มาก่อน ทำให้มีความยืดหยุ่นในการรับสารน้ำไม่ดีเกิดภาวะน้ำเกินได้ง่าย⁽²¹⁾

Coarctation of aorta

ผู้ป่วย coarctation of aorta ที่รุนแรงมักจะไดยากระตุ้นหัวใจ และอาจจะได้ PGE1 เพื่อเปิด ductus arteriosus เป็นทางให้เลือดไปเลี้ยงร่างกายส่วนปลาย ควรเลือกใส่ A line ที่แขนขวาเพราะ ขณะผ่าตัดอาจจะต้องมีการ clamp aorta ที่ระดับเหนือต่อ subclavian ซ้ายช่วยในการติดตาม ความดันเลือดที่ไปเลี้ยงสมอง การวัด cerebral oximeter อาจช่วยบอกถึง cerebral perfusion และช่วยในการปรับ aortic cannula และ aortic cross clamp

หลังจากทำ aortic cross clamp จะพบว่าความดันเหนือต่อ clamp สูงขึ้น ในรายที่การบีบตัวของ LV ไม่ดี afterload ที่สูงขึ้นอย่างฉับพลันจะทำให้หัวใจวายได้ จึงอาจต้องให้ยากระตุ้นหัวใจร่วมด้วย ขณะที่ส่วนล่างต่อ aortic cross clamp จะไม่ได้รับเลือดไปเลี้ยง ซึ่งมีผลต่อการขาดเลือดของอวัยวะสำคัญ โดยเฉพาะ spinal cord จึงมักจะลดอุณหภูมิของผู้ป่วยมาที่ 35°C เพื่อไม่ให้ความดันเลือดส่วนบนต่อ aortic cross clamp ต่ำเป็นการช่วยป้องกัน spinal cord ขาดเลือด เมื่อผ่าตัดเสร็จและปล่อย aortic cross clamp ความดันเลือดจะตกลงอย่างรวดเร็วซึ่งมักจะต้องให้สารน้ำ ลดปริมาณ ยาระงับความรู้สึก และให้ยาตีบหลอดเลือด

การผ่าตัดนี้มักทำแบบ thoracotomy ที่ต้องใช้ผ้ากั้นปอดออกไปทำให้เห็นบริเวณที่ทำการผ่าตัดได้ดี จึงต้องช่วยหายใจแบบ pressure control ventilation และใช้ positive inspiratory pressure ให้เหมาะสม⁽²²⁾