

Critical Nursing Care for Children after Modified Blalock-Taussig Shunt Surgery

Narisa Ajonsre, RN, MS¹, Teerapong Tocharoenchok, MD¹

Abstract

Modified Blalock-Taussig Shunt placement (MBTS) is one of the palliative surgeries to enhance pulmonary blood flow in patients with cyanotic congenital heart disease. To prevent and timely treat the specific complications of this operation, skill and knowledge of nurses and caregivers are essential. Important nursing care is to closely monitor vital signs, prevent possible complications (including acute shunt thrombosis, inadequate pulmonary blood flow, and pulmonary overflow), assist and collaborate with attending physicians for the improvement of survival rate and the quality of life of the patients and their families.

Keywords: critical care, cyanotic congenital heart disease, Modified Blalock Taussig Shunt

Nursing Science Journal of Thailand. 2020;38(2):19-31

Corresponding Author: Narisa Ajonsre, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700 Thailand;
e-mail: narisa.aro@mahidol.edu

¹ Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok, Thailand

Received: 5 January 2020 / Revised: 24 March / Accepted: 27 March 2020

การพยาบาลผู้ป่วยเด็กหลังการได้รับการผ่าตัด Modified Blalock-Taussig Shunt (MBTS) ในระยะวิกฤต

นริศา อางอ่อนศรี, วท.ม.¹ อธิพนธ์ ไทเจริญโชค, พ.บ.¹

บทคัดย่อ

การผ่าตัด Modified Blalock-Taussig Shunt (MBTS) เป็นการผ่าตัดประคับประคอง (palliative surgery) เพื่อแก้ไขปัญหาเลือดไปปอดน้อยในผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจพิการแต่กำเนิดชนิดเขียว ซึ่งพยาบาลผู้ดูแลผู้ป่วยจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจ และทักษะการดูแลผู้ป่วยกลุ่มนี้ให้มีความปลอดภัยจากภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัด สามารถตัดสินใจแก้ไขความผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังผ่าตัดได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง โดยแนวทางการพยาบาล คือ การเฝ้าระวังสัญญาณชีพอย่างใกล้ชิด ลดภาวะแทรกซ้อนสำคัญที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่ ความดันโลหิตต่ำหรือภาวะที่หัวใจบีบเลือดออกจากหัวใจได้น้อยลง ภาวะเลือดไปปอดน้อยเกินไป และภาวะเลือดไปปอดมากเกินไป ร่วมกับการให้ความช่วยเหลือและร่วมมือกับแพทย์ในการดูแลรักษา เพื่อเพิ่มอัตราการรอดชีวิตและเพิ่มคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นให้กับผู้ป่วยและครอบครัว

คำสำคัญ: การดูแลระยะวิกฤต โรคหัวใจพิการแต่กำเนิดชนิดเขียว Modified Blalock-Taussig Shunt

Nursing Science Journal of Thailand. 2020;38(2):19-31

ผู้ประสานงานการเผยแพร่: นริศา อางอ่อนศรี, คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล บางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700,
e-mail: narisa.aro@mahidol.edu

¹ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

วันที่รับบทความ: 5 มกราคม 2563 / วันที่แก้ไขบทความเสร็จ: 24 มีนาคม 2563 / วันที่ตอบรับบทความ: 27 มีนาคม 2563

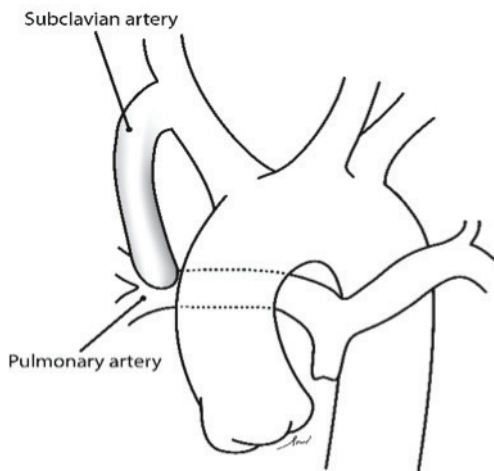
บทนำ

อุบัติการณ์โรคหัวใจพิการแต่กำเนิดในประเทศไทย มีประมาณ 8 ราย ต่อทารกเกิดมีชีวิต 1,000 ราย¹ แบ่งเป็น โรคหัวใจพิการแต่กำเนิดชนิดเขียว ประมาณร้อยละ 35² ซึ่งในเด็กกลุ่มนี้มักมีความรุนแรงของโรคมามาก และมีอาการเร็วตั้งแต่แรกเกิด ส่วนใหญ่ต้องได้รับการรักษาด้วยการผ่าตัดจึงจะทำให้มีอัตราการรอดชีวิตเพิ่มขึ้น จากสถิติของสมาคมศัลยแพทย์ทรวงอกแห่งประเทศไทยในปี ค.ศ. 2015-2018 พบว่ามีการผ่าตัดหัวใจเด็ก 3,000-3,100 รายต่อปี³ แม้จะยังไม่มีรายงานสถิติของผู้ป่วยกลุ่มที่ได้รับการผ่าตัด Modified Blalock-Taussig Shunt (MBTS) ในประเทศไทย แต่ในโรงพยาบาลศิริราชพบว่ามีการผ่าตัดผู้ป่วยประมาณ 80-100 รายต่อปี

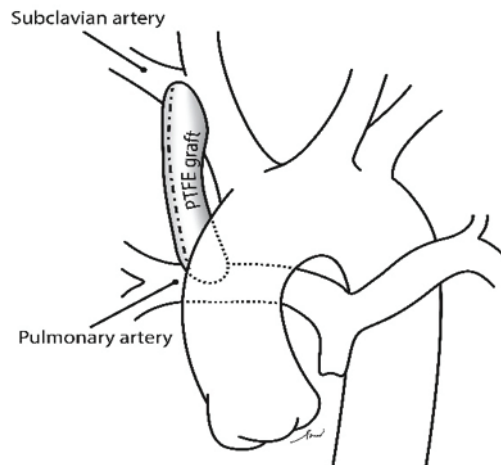
การผ่าตัด MBTS เป็นการผ่าตัดแบบประคับประคอง (palliative surgery) เพื่อแก้ไขปัญหาลิ้นเลือดไปปอดน้อยในผู้ป่วยที่มีโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดชนิดเขียว (cyanotic

congenital heart disease) เช่น pulmonary atresia, univentricular heart with pulmonary stenosis, double outlet right ventricle บางชนิด เพื่อเพิ่มเลือดไปปอดที่ปอด โดยเฉพาในรายที่ยังไม่เหมาะกับการแก้ไขความผิดปกติของหัวใจได้ทั้งหมด

ผู้คิดค้นวิธีผ่าตัด Blalock-Taussig Shunt (BTS) ครั้งแรก คือ นายแพทย์ Alfred Blalock และแพทย์หญิง Helen Taussig ในปี ค.ศ. 1940 โดยใช้วิธีต่อ subclavian artery ไปยัง pulmonary artery (PA) โดยตรง หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาขึ้นเป็นการผ่าตัดแบบ modified BTS ในปี ค.ศ. 1970 โดยมีการนำ polytetrafluoroethylene (PTFE; Gore-Tex™) tube graft มาเย็บต่อระหว่าง right หรือ left subclavian artery และ pulmonary artery (PA) เข้าด้วยกัน แทนวิธีต่อโดยตรงแบบเดิม ซึ่งวิธีนี้ได้รับความนิยมและถูกใช้แทนวิธีเดิมจนถึงปัจจุบัน⁴



Classic Blalock-Taussig Shunt



Modified Blalock-Taussig Shunt

ผู้ป่วยที่มีภาวะเลือดไปปอดน้อยยังสามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มี ventricle ครบทั้ง 2 ห้อง เช่น ผู้ป่วยโรค tetralogy of fallot (TOF), transposition of the great arteries (TGA) ซึ่งในปัจจุบันส่วนมากสามารถรับการผ่าตัดเพื่อแก้ไขพยาธิสภาพทั้งหมดได้ และกลุ่มที่มี ventricle เพียงห้องเดียว เช่น ผู้ป่วย hypoplastic left heart syndrome, pulmonary atresia with intact

ventricular septum บางราย และ tricuspid atresia บางชนิด ซึ่งผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มบางรายยังต้องได้รับการผ่าตัด MBTS เพื่อประคับประคองอาการ และรอเวลาให้ผ่าตัดแก้ไขในขั้นตอนต่อไป โดยมีอัตราเสียชีวิตหลังผ่าตัดประมาณ ร้อยละ 3-5 ในผู้ป่วยที่มี ventricle สองห้อง และประมาณร้อยละ 15 ในผู้ป่วยที่มี ventricle ห้องเดียว⁵⁻⁷

แนวทางการพยาบาลผู้ป่วยหลังผ่าตัด Modified Blalock-Taussig Shunt (MBTS) ในระยะวิกฤต

หลังจากผู้ป่วยได้รับการผ่าตัด MBTS ผู้ป่วยควรได้รับการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ โดยการติดตามสัญญาณชีพตลอดเวลาขณะที่ผู้ป่วยอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤต โดยบันทึกทุก 30 นาที หรือทุกครั้งที่มีความผิดปกติจนครบ 6-8 ชั่วโมง หลังจากนั้นบันทึกทุก 1 ชั่วโมง จนกว่าจะมีการย้ายออกจากหอผู้ป่วยวิกฤต โดยผู้ป่วยควรได้รับการเฝ้าระวัง (monitor) ดังนี้⁵

1. Electrocardiography (ECG) monitoring เพื่อประเมินจังหวะการเต้นของหัวใจ ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะและการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ การเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ ช้าหรือเร็วเกินไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจซึ่งสามารถเกิดได้หลังผ่าตัด

2. Arterial blood pressure (ABP) monitoring วัดความดันโลหิตในหลอดเลือดแดงของผู้ป่วยตลอดเวลาเพื่อเฝ้าระวังภาวะความดันโลหิตผิดปกติ และใช้สำหรับส่งวิเคราะห์ผลก๊าซของเลือดแดง (arterial blood gas) เพื่อประเมินปริมาณเลือดที่ไปปอดและการแลกเปลี่ยนก๊าซของปอด

3. Pulse oxygen saturation (SpO₂) monitoring โดยใช้เครื่องตรวจวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในฮีโมโกลบินจากซีพจร (pulse oximetry) อาจวัดจากปลายนิ้วมือ นิ้วเท้า หรือฝ่ามือฝ่าเท้า ในกรณีที่เป็นการแรกเกิดเพื่อประเมินความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด MBTS ควรมีค่า SpO₂ อยู่ที่ประมาณ 75-85%

4. Central venous pressure (CVP) monitoring เพื่อประเมินความเพียงพอของสารน้ำในหลอดเลือด และเป็นแนวทางในการปรับการให้สารน้ำแก่ผู้ป่วย นอกจากนี้สามารถใช้เป็นช่องทางการให้ยาและสารน้ำแก่ผู้ป่วยหากไม่มีเส้นทางหลอดเลือดส่วนปลาย

5. Urine output monitoring ปริมาณปัสสาวะเป็นสิ่งบ่งบอกถึงการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตการทำงานของไต และบอกความเพียงพอของสารน้ำที่ผู้ป่วยได้รับ ซึ่งปริมาณปัสสาวะของผู้ป่วยหลังผ่าตัด MBTS ควรมีค่ามากกว่า 0.5 cc/kg/hr

6. Chest drainage output คือ ปริมาณเลือดที่

ไหลออกมาจากสายระบายในทรวงอก (chest drain) เพื่อเฝ้าระวังภาวะเลือดออกมากหลังผ่าตัด (excessive bleeding) ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดภาวะ low cardiac output โดยปริมาณเลือดที่ไหลจากสายระบายในทรวงอกในเด็ก ถ้าออกมากกว่า 4 cc/kg/hr ต้องรายงานแพทย์เพื่อหาสาเหตุและแก้ไขให้ได้โดยเร็ว

7. การส่งเลือดเพื่อตรวจทางห้องปฏิบัติการ

- Complete blood count (CBC) เพื่อประเมินค่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (hematocrit) ในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด MBTS ความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (hematocrit) ควรอยู่ระหว่าง 35-45%⁴ จำนวนเกร็ดเลือด (platelet count) ค่าปกติ คือ 150,000-440,000 /cu. mm ถ้ามีน้อยกว่าค่าปกติ เป็นเหตุส่งเสริมให้เกิดภาวะเลือดออกมากหลังผ่าตัด หรือแสดงการติดเชื้อในร่างกาย จำนวนเม็ดเลือดขาวในกระแสเลือด (white cell count) ควรมีค่าปกติที่ 4,000-10,000 /cu.mm ถ้าสูงขึ้นหรือต่ำมากกว่าปกติ แสดงว่ามีการอักเสบหรือการติดเชื้อในร่างกายเกิดขึ้น

- Coagulation profile คือ การตรวจค่า partial thromboplastin time (PTT) และ prothrombin time (PT) เพื่อดูระบบการแข็งตัวของเลือดและผลการรักษาโดยใช้ยา heparin ในผู้ป่วย ถ้าค่าที่สูงกว่าค่าปกติมากอาจทำให้ผู้ป่วยเกิดเลือดออกมากหลังผ่าตัดได้ หรือถ้าต่ำจนเกินไปอาจทำให้ผู้ป่วยเกิดภาวะ shunt ตันเยื่อปอดได้

- Serum electrolytes คือ การตรวจค่าแร่ธาตุต่างๆ ในร่างกาย ได้แก่ ค่า sodium (Na⁺), potassium (K⁺), chloride (Cl⁻), bicarbonate liquid (HCO₃⁻), ionized calcium (Ca⁺⁺), magnesium (Mg⁺⁺) ให้อยู่ในค่าปกติ ซึ่งระดับแร่ธาตุเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อ การกระตุ้นไฟฟ้าหัวใจ การบีบตัวของหัวใจ และความผิดปกติของจังหวะการเต้นของหัวใจ ถ้ามีความผิดปกติอาจทำให้ผู้ป่วยเกิดภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรงหัวใจเต้นผิดปกติ⁹ ชัก หรือเป็นปัจจัยร่วมที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตในผู้ป่วยหลังผ่าตัดมากขึ้นได้ ดังนั้นควรเจาะตรวจเพื่อเฝ้าระวังและรีบแก้ไขให้กลับมามีค่าที่ปกติ

- Arterial blood gas (ABG) analysis คือ การวัดค่าความเป็นกรดต่าง และการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ปอดในหลอดเลือดแดง ประกอบไปด้วย การแสดงผลค่า

pH เพื่อบอกความเป็นกรดหรือด่างของเลือด ค่าปกติ 7.35-7.45

PaO_2 (partial pressure of oxygen) บอกค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในพลาสมา มีความสัมพันธ์กับค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนของเนื้อเยื่อ (tissue oxygen saturation) ถ้ามีค่าน้อยกว่าปกติ แสดงถึงความต้องการใช้ออกซิเจนของเนื้อเยื่อที่มากขึ้น อาจมีสาเหตุมาจากร่างกายอยู่ในภาวะเครียดหรือมีความผิดปกติของระบบไหลเวียนและการหายใจ สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด MBTS อาจมีการอุดตันของ shunt จากประสิทธิภาพของผู้เย็บ ค่าของ PaO_2 ในผู้ป่วยหลังผ่าตัด MBTS ในระยะวิกฤตส่วนใหญ่จะมีค่าประมาณ 35-45 mmHg

PaCO_2 (partial pressure of carbon dioxide) บอกค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดง ค่าปกติ 35-45 mmHg ผู้ป่วยที่มีค่า PCO_2 สูง อาจพบได้ในผู้ป่วยมีภาวะ hypoventilation หรือ shunt ทำงานได้ไม่ดีหรืออุดตัน

HCO_3^- บอกค่าความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต ค่าปกติ 22-26 mEq/L มักจะตรวจพบค่าต่ำกว่าปกติ (metabolic acidosis) ในภาวะที่ร่างกายเป็นกรดจากภาวะ low cardiac output มีความผิดปกติของไต หรือมีการติดเชื้อรุนแรง

นอกจากนี้ ABG ยังแสดงผลของ actual bicarbonate, standard bicarbonate, base excess และ buffer base เป็นตัวที่จะบ่งชี้ความผิดปกติของระบบหายใจและระบบไหลเวียนได้ในผู้ป่วยหลังผ่าตัด MBTS

- Chest X-ray แสดงภาพเงาของหัวใจ สามารถช่วยวินิจฉัยการคั่งของเลือดหรือของเหลวในเยื่อหุ้มหัวใจ และแสดงภาพเงาของปอด-ช่องอก สามารถช่วยวินิจฉัยความผิดปกติของปอดที่อาจเกิดขึ้น เช่น ภาวะปอดแฟบ (atelectasis) ติดเชื้อในปอดและทางเดินหายใจ (acute respiratory infection) แสดงปริมาณเลือดที่ไปปอด นอกจากนี้ยังใช้แสดงตำแหน่งของท่อช่วยหายใจและสายวัดความดันในหลอดเลือดดำส่วนกลาง (CVP line) ว่าอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมหรือไม่

ภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด Modified Blalock-Taussig shunt (MBTS)

การผ่าตัด MBTS ถือเป็นการผ่าตัดหัวใจที่มีความ

เสี่ยงสูง สามารถนำผู้ป่วยไปสู่การเสียชีวิตได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว หากทีมดูแลมีประสบการณ์และความสามารถในการแก้ไขปัญหาได้ทันทั่วทั้งที่อาจช่วยลดอัตราการเสียชีวิตในผู้ป่วยลงได้ ภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญที่เกิดขึ้นหลังจากผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดนี้ ในระยะวิกฤต ได้แก่

1. ความดันโลหิตต่ำหรือภาวะที่หัวใจบีบเลือดออกจากหัวใจได้น้อยลง (low cardiac output) หมายถึง ภาวะลดลงชั่วคราวของของเหลวในระบบไหลเวียนเลือด ทำให้ส่งออกซิเจนไปเลี้ยงร่างกายไม่เพียงพอ นำไปสู่การเกิดภาวะ metabolic acidosis ระบบไหลเวียนเลือดล้มเหลว และเป็นสาเหตุนำไปสู่การเสียชีวิตได้

สาเหตุ

1) ได้รับสารน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย
2) มีเลือดออกมากหลังผ่าตัด (excessive bleeding) โดยทั่วไปถ้ามีปริมาณมากกว่า 1.5 mL/kg/h เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมงติดต่อกัน หรือมากกว่า 4 mL/kg/hr เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ควรปรึกษาแพทย์ที่ผ่าตัดเพราะผู้ป่วยอาจเกิดภาวะ excessive bleeding¹⁰

3) shunt มีขนาดใหญ่เกินไป หรือมีทางเดินเลือดไปปอดอื่นๆ หลงเหลือมากเกินไป เช่น patent ductus arteriosus (PDA) กล่าวคือ เมื่อมีช่องทางเดินเลือดจากร่างกายไปปอดมากเกินไป จะทำให้เลือดจำนวนมากไปพอกที่ปอด แต่เลือดไปเลี้ยงร่างกายตลอดจนอวัยวะสำคัญอื่นๆ ลดลง ขนาดของ shunt และการมีอยู่ของ PDA ขนาดใหญ่ จึงเป็นปัจจัยกำหนดปริมาณเลือดที่ไหลไปยังปอดที่สำคัญ โดยทั่วไปจะใช้ขนาดของ shunt ตามน้ำหนักตัวของผู้ป่วย

4) ผู้ป่วยได้ยาระงับปวดหรือระงับความรู้สึกภายหลังผ่าตัดจำนวนมากเกินไป ทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำได้

5) shunt มีขนาดเล็กเกินไปหรืออุดตันเฉียบพลัน ส่งผลให้ปริมาณ oxygen ในเลือดต่ำ และทำให้การทำงานของหัวใจเลวลงจากกล้ามเนื้อหัวใจขาดออกซิเจน (hypoxia)

อาการแสดง

ในช่วงแรกอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้น เริ่มหายใจหอบเร็ว ปลายมือปลายเท้าเย็น capillary refill ช้ากว่าปกติ เมื่ออาการรุนแรงขึ้น ชีพจร (โดยเฉพาะบริเวณส่วนปลาย เช่น radial artery, dorsalis pedis) เบาลง ระดับความรู้สึกตัวลดลง ปริมาณปัสสาวะลดลง และเมื่อมีอาการรุนแรงที่สุด ผู้ป่วยจะมี pulse pressure แคบ และ

มีความดันโลหิตลดลงต่ำลง¹¹

แนวทางการรักษาพยาบาล

1) บันทึกและติดตามสัญญาณชีพ เฝ้าระวังอาการแสดงต่างๆ ของ low cardiac output ตลอดจนรักษาให้ค่าความดันโลหิตอยู่ในเกณฑ์ปกติ ถ้าผู้ป่วยเริ่มมีอาการของ low cardiac output เช่น ระดับความรู้สึกตัวลดลง ปัสสาวะน้อยลง มีความจำเป็นต้องหาสาเหตุ แก้ไขปัญหาโดยเร็ว และอาจต้องใช้ยากระตุ้นระบบไหลเวียนเลือดเพื่อพยุงอาการไม่ให้ผู้ป่วยมีความดันโลหิตต่ำซึ่งจะแก้ไขได้ยากและซับซ้อนกว่า

2) ดูแลผู้ป่วยหลังผ่าตัด MBTS ให้ได้รับสารน้ำที่เพียงพอ (ตามอายุ น้ำหนัก และลักษณะการผ่าตัดว่าใช้เครื่องปอด-หัวใจเทียมหรือไม่) โดยทั่วไป ผู้ป่วยควรได้รับสารน้ำ 60-80 ml/kg/day ในวันแรกหลังผ่าตัด แต่สามารถให้เพิ่มได้อีกประมาณ 10-20 ml/kg/day ถ้าอาการยังไม่คงที่ ควรระวังภาวะขาดน้ำในผู้ป่วย เพราะจะทำให้เกิดภาวะ shunt อุดตันได้

3) เฝ้าระวังภาวะ excessive bleeding รูดสายระบายบ่อยๆ เพื่อติดตามปริมาณเลือดที่ออกจากสายระบายติดตาม chest x-ray เป็นระยะเพื่อดูเลือดคั่งในช่องทรวงอก ดูแลให้ยาหรือสารประกอบของเลือดเพื่อแก้ไขความผิดปกติของเลือดจนผู้ป่วยพ้นจากภาวะ excessive bleeding และติดตามค่า coagulogram

4) เมื่อผู้ป่วยมีความเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนเลือด เช่น ความดันโลหิตต่ำ ปัสสาวะน้อยลง ร่วมกับมีระดับ SpO₂ ต่ำลงควรพิจารณาให้ตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงสะท้อนความถี่สูง (echocardiogram: ECHO) เพื่อประมาณการทำงานของ shunt และประเมินการทำงานของหัวใจ

5) โดยทั่วไปหลังผ่าตัดวันแรกมัก มีภาวะ low cardiac output ควรงดการให้อาหารผู้ป่วยไปก่อนเพื่อหลีกเลี่ยงภาวะ necrotizing enterocolitis (NEC)

2. ภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำ กล่าวคือ มีระดับ oxygen saturation (SpO₂) น้อยกว่า 70%

สาเหตุ

1) shunt อุดตัน เนื่องจากมีลิ่มเลือดไปเกาะ อุบัติการณ์เกิดขึ้นประมาณ ร้อยละ 12¹² มักพบในเด็กเล็กหรือทารกแรกเกิดที่ใช้ shunt ขนาดเล็กกว่า 4 mm. โดยมักจะเกิด

ขึ้นใน 6 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด และมักเกิดในผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตต่ำ หรือมีระดับฮีโมโกลบินในเลือดสูงเกินไป

2) ผู้ป่วยมีการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ไม่มีประสิทธิภาพ เช่น เกิดภาวะปอดแฟบ มีลมรั่วในช่องปอด ภาวะติดเชื้อในช่องปอด น้ำท่วมปอด มีเลือดออกในปอด (hemothorax) หรือมีการเลื่อนตำแหน่งของท่อช่วยหายใจ

3) เกิดภาวะ low cardiac output

4) shunt มีขนาดเล็กไม่เหมาะสมกับผู้ป่วย โดยปกติ ศัลยแพทย์จะพิจารณาใส่ shunt ที่สามารถใช้ได้จนผู้ป่วยอายุมากขึ้นและแข็งแรงพอที่จะทำการผ่าตัดครั้งต่อไป อย่างไรก็ตาม ในบางสถานการณ์ ด้วยข้อจำกัดของเส้นเลือดแดงส่วนต้นและส่วนปลายที่มีขนาดเล็ก ทำให้ไม่สามารถเลือกใช้ shunt ที่มีขนาดเหมาะสมได้

5) pulmonary artery ที่รับเลือดจาก shunt มีขนาดเล็กเกินไป ทำให้เลือดไหลไปสู่ปอดได้น้อยกว่าที่ต้องการ

อาการแสดง

กรณีที่เกิดการอุดตันของ shunt ผู้ป่วยมักแสดงแบบเฉียบพลันหรือกึ่งเฉียบพลัน ถือว่าเป็นกรณีฉุกเฉิน อาการแสดงที่พบได้บ่อย คือ ระดับ oxygen saturation ลดต่ำลงน้อยกว่า 70% อย่างเฉียบพลัน โดยที่ความดันโลหิตอาจอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือต่ำลงได้ การทำงานของระบบหายใจมักจะเป็นปกติ เมื่อฟังเสียงลมเข้าปอด มีลมเข้าปอดเป็นปกติ แต่มักจะฟังไม่ได้ยินเสียงเลือดที่ไหลผ่าน shunt (shunt murmur) ซึ่งมีลักษณะเป็น continuous murmur

ในกรณีเกิดจากการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ไม่มีประสิทธิภาพ ผู้ป่วยมักแสดงอาการ หายใจไม่สัมพันธ์กับเครื่องช่วยหายใจ อาจหายใจเร็ว มีการเหนื่อย เมื่อฟังเสียงปอดอาจฟังได้เสียงเสมหะ wheezing rhonchi หรือเสียงลมเข้าปอดทั้งสองข้างไม่เท่ากัน เมื่อคุณพลเอกชเรย์ทรวงอกจะพบความผิดปกติของปอด ได้ยินเสียงเสียง shunt murmur ชัดเจนดี

กรณีที่เกิดจาก low cardiac output ผู้ป่วยมักแสดงอาการความดันโลหิตต่ำ ปลายมือปลายเท้าเย็น ปัสสาวะออกน้อย CVP มีค่าต่ำ หัวใจเต้นเร็ว pulse pressure แคบ แต่ผู้ป่วยจะไม่มีปัญหาทางด้านระบบการหายใจ หรือปัญหาในการแลกเปลี่ยนก๊าซ ได้ยินเสียงเสียง shunt murmur ชัดเจนดี

ในกรณีที่เกิดจาก shunt หรือ pulmonary artery มีขนาดเล็ก ผู้ป่วยจะมี SpO₂ ที่ต่ำลงจากเดิมเรื่อยๆ

โดยไม่มีสาเหตุนำทั้งจากระบบการหายใจและระบบไหลเวียน หรือแก้ปัญหาจากสาเหตุอื่นเรียบร้อย ไม่ได้ยินเสียง shunt murmur หรือเสียงเบาจากเดิม ต้องใช้การตรวจ ECHO ร่วมเพื่อช่วยประเมิน

แนวทางการรักษาพยาบาล^{4,13-14}

1) ทำการประเมินก่อนว่าค่าออกซิเจนที่ลดต่ำลง ไม่ได้มาจากความผิดปกติของระบบหายใจ โดยสามารถประเมินได้จากท่อช่วยหายใจต้องอยู่ในตำแหน่งที่ดี ไม่มีการอุดตันของท่อช่วยหายใจ ผู้ป่วยไม่มีลมรั่วในช่องปอด และเครื่องมือที่ใช้วัดออกซิเจนปลายนิ้วของผู้ป่วยทำงานไม่ผิดปกติ อาจลองเปลี่ยนจากเครื่องช่วยหายใจเป็นการบีบ self-inflating bag ให้ผู้ป่วย

2) ตรวจสอบการตั้งค่าของเครื่องช่วยหายใจ ติดตาม arterial blood gas, ระดับ serum lactate, chest x-ray และสัญญาณชีพ

3) ฟังเสียง shunt murmur ตั้งแต่เริ่มดูแลผู้ป่วย และติดตามเป็นระยะๆ ควรตรวจสอบฟังซ้ำ เมื่อผู้ป่วยมีระดับออกซิเจนลดลง จากค่าตั้งต้นเดิมของผู้ป่วย

4) ตรวจสอบความเพียงพอของสารน้ำและเลือดในร่างกาย อาจทดแทนด้วย normal saline solution หรือ 5% albumin ด้วยอัตราทดแทน 5 ml/kg และสังเกตความเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนเลือด เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยมีภาวะน้ำเกิน

5) ถ้ามีภาวะความดันโลหิตต่ำกว่าเกณฑ์ร่วมด้วย อาจเลือกใช้ยาที่เป็น vasoconstrictors ในการเพิ่มความดันของระบบไหลเวียน เช่น dopamine ขนาด 5 mcg/kg/min เพิ่มได้ถึง 20 mcg/kg/min หรือ adrenaline ขนาด 0.05 mcg/kg/min เพิ่มได้ถึง 0.5 mcg/kg/min เพื่อเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตให้เพิ่มขึ้น ในกรณีที่ผู้ป่วยมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงอยู่แล้ว แต่ยังมีภาวะความดันโลหิตต่ำ ควรพิจารณาเพิ่ม noradrenaline ที่ 0.05 mcg/kg/min เพิ่มได้ถึง 0.5 mcg/kg/min เพื่อเพิ่มความดันโลหิตให้ผู้ป่วย

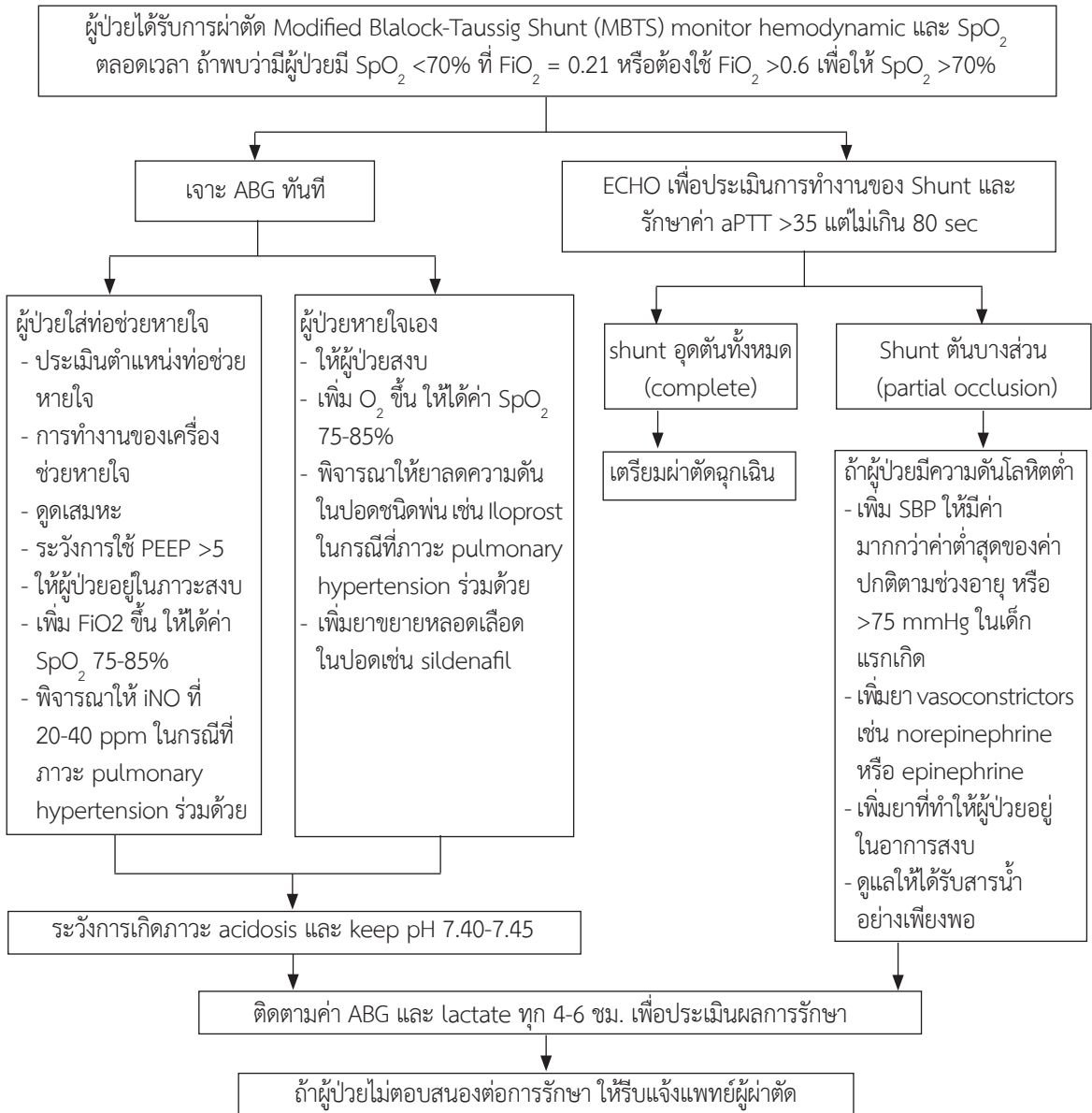
6) ป้องกันการเกิดปัจจัยร่วมที่จะทำให้เกิดลิ่มเลือดอุดตัน shunt อาจเริ่มให้ยาต้านการแข็งตัวของเลือด (heparin) หลังผ่าตัด ขนาด 10 unit/kg/hr สามารถเพิ่มได้ถึง 20 unit/kg/hr¹⁵ ภายใน 2-4 ชั่วโมงหลังผ่าตัด กรณี

ที่ผู้ป่วยไม่มีภาวะเลือดออกหลังผ่าตัด แต่ถ้าผู้ป่วยมีภาวะเลือดออกมากหลังผ่าตัด อาจแก้ไขภาวะเลือดออกให้ดีขึ้นก่อนจึงเริ่มให้ยา heparin หลังจากนั้นให้ตรวจค่า activated partial thromboplastin time (aPTT) ในช่วงเวลาที่ 4 หลังเริ่มให้ heparin และส่งเลือดตรวจ ติดตามค่า aPTT อย่างน้อยวันละหนึ่งครั้ง โดยควรให้ค่าอยู่ในระดับมากกว่า 35 แต่ไม่ควรเกิน 80 seconds¹⁵⁻¹⁷ โดยขึ้นอยู่กับการพิจารณาของแพทย์ผู้รักษา ระหว่างที่ได้รับยา heparin ผู้ป่วยควรได้รับการเฝ้าติดตามภาวะ excessive bleeding เช่น มีเลือดไหลออกจากสายระบายเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของเลือดน้อยลง นอกจากนี้ควรติดตามค่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (hematocrit: Hct) หลังผ่าตัด เนื่องจาก Hct ที่สูงมากกว่า 65% จะส่งเสริมให้เกิดภาวะ shunt ตันได้มากขึ้น¹⁷ ในกรณีนี้อาจพิจารณาทำ therapeutic phlebotomy (bloodletting)¹⁸ จนความเข้มข้นของเลือดผู้ป่วยลดลงน้อยกว่า 45% ซึ่งจะสามารถลดการเกิดการอุดตันของหลอดเลือด (vascular thrombosis) และอัตราการตายลงได้¹⁹ โดยการนำเลือดออกจากตัวผู้ป่วยเพื่อลดความเข้มข้นของเลือดอย่างช้าๆ ร่วมกับการให้สารน้ำชดเชยปริมาณในหลอดเลือดที่เสียไปด้วย normal saline หรือ 5% albumin และติดตามค่า Hct ทุก 4-6 ชั่วโมง

7) ผู้ป่วยควรได้ยาระงับปวดหรือระงับความรู้สึกภายหลังผ่าตัด แนะนำให้ใช้ midazolam ทางหลอดเลือดดำ ขนาด 0.01 mg/kg หรือ fentanyl ทางหลอดเลือดดำ ขนาด 0.1-0.25 mg/kg⁵ เพื่อลดการกระตุ้น sympathetic จากการร้องไห้ วิตกกังวล ความเจ็บปวด ถ้าภาวะกระสับกระส่าย พักไม่ได้ พิจารณาเพิ่มยาที่ทำให้ผู้ป่วยสงบลง (sedative agents) หรือให้ยาที่หยุดการทำงานของกล้ามเนื้อ (paralytic agents) ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยอยู่ในอาการสงบช่วยลดการใช้ออกซิเจนในร่างกาย รวมถึงร่วมมือในการรักษามากขึ้น

8) ถ้าผู้ป่วยมีภาวะความดันในเลือดแดงในปอดสูงร่วมด้วย พิจารณาให้ inhaled nitric oxide เพื่อลดแรงต้านทานจากหลอดเลือดปอด โดยให้ nitric oxide ขนาด 20-40 ppm และถ้าผู้ป่วยเริ่มรับประทานได้ ให้เริ่ม sildenafil ขนาด 0.3 mcg/kg เพิ่มได้ถึง 1 mcg/kg ทุก 8 ชั่วโมง เมื่อรับได้จึงลดและหยุดการให้ nitric oxide

9) ถ้า $SpO_2 < 70\%$ ร่วมกับฟังเสียง shunt murmur กุมารแพทย์โรคหัวใจอย่างเร่งด่วน เพื่อมาร่วมประเมิน ลดลงหรือไม่ได้ยิน ให้ปรึกษาศัลยแพทย์หัวใจและ



(SpO_2 : pulse oxygen saturation, FiO_2 : fraction of inspired, PH: potential of hydrogen, ETT: endo-tracheal tube, PEEP: positive end expiratory pressure, iNO: inhaled nitric oxide, PPM: parts per million, ECHO: echocardiography, BP: blood pressure, SBP: systolic blood pressure, gm.: gram, dl: deciliter, ABG: arterial blood gas)

แผนภูมิที่ 1 แนวทางการดูแลผู้ป่วยหลังได้รับการผ่าตัด Modified Blalock-Taussig Shunt (MBTS) ที่มีระดับ $SpO_2 < 70\%$

3. ภาวะออกซิเจนในเลือดสูง กล่าวคือ มีระดับ oxygen saturation (SpO₂) มากกว่า 85%^{4,16}

โดยปกติแล้วจะเกิดจากภาวะเลือดไหลไปปอดจำนวนมาก ทำให้เกิดภาวะไหลเวียนเลือดที่ไม่สมดุลระหว่างเลือดที่ไปเลี้ยงร่างกายและเลือดที่ไปเลี้ยงปอด

สาเหตุ

- 1) ตั้งค่า FiO₂ หรือให้ออกซิเจนมากเกินไปจนจำเป็น
- 2) ผู้ป่วยยังมี Patent Ductus Arteriosus (PDA) เปิดอยู่ ทำให้มีเลือดไหลไปที่ปอดมาก
- 3) ผู้ป่วยมีเส้นเลือดผิดปกติจาก aorta ไปเชื่อมกับปอด (major aorto-pulmonary collateral arteries: MAPCAs) ทำให้มีเลือดไหลเวียนไปที่ปอดมาก
- 4) shunt มีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้มีเลือดไหลเวียนไปที่ปอดมาก

อาการแสดง^{4,16}

หากมีสาเหตุมาจากการให้ออกซิเจนมากเกินไปจนจำเป็น เมื่อปรับลดออกซิเจนลง ระดับ SpO₂ ก็มักจะลดต่ำลงไปด้วย แต่หากมีสาเหตุมาจากเลือดไหลไปปอดมากเกินไป การแลกเปลี่ยนก๊าซในปอดมักจะแย่ลง มีเลือดคั่งในปอดมากขึ้น (lung congestion) ส่งผลให้เกิดภาวะหัวใจล้มเหลว (congestive heart failure) ผู้ป่วยจะมีอาการเหนื่อยหอบ ตรวจร่างกายพบ crepitation ในปอด หัวใจเต้นเร็ว วัดความดันโลหิตจะพบว่า diastolic blood pressure ต่ำลงจากเดิม หากมีอาการรุนแรง ผู้ป่วยอาจมีเลือดออกในปอด มี signs of shock ได้แก่ ปลายมือปลายเท้าเย็น ปัสสาวะออกน้อยลงหรือไม่มีปัสสาวะ กระสับกระส่าย ความรู้สึกตัวลดลง มีระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดดำ (ScVO₂) ต่ำลง มีความเป็นกรดในเลือดสูงขึ้น (metabolic acidosis) พบระดับ lactate ในเลือดสูงขึ้นกว่า 2.5 mmol/L ตรวจ chest x-ray อาจพบหัวใจโตขึ้นกว่าเดิม มีลักษณะปอดบวมน้ำ (pulmonary plethora/edema หนึ่งหรือสองข้าง) ตรวจ ECG อาจพบว่ามี ST depression ความดันโลหิตอาจมี pulse pressure กว้างขึ้น

แนวทางการรักษาพยาบาล

1. ตรวจสอบปริมาณออกซิเจน (FiO₂) ที่ได้รับไม่มากเกินไปจนจำเป็น ในรายที่ SpO₂ >85% ควรพิจารณาลด FiO₂ ให้เหลือ 0.21 และระวังการให้ออกซิเจน

ความเข้มข้นในขณะพ่นยาผู้ป่วย หรือดูดเสมหะ

2. ตรวจสอบการตั้งค่าของเครื่องช่วยหายใจ ติดตาม arterial blood gas ระดับ lactate ในเลือด ตรวจ chest x-ray และ รักษาระดับ pH ในเลือดให้อยู่ระหว่าง 7.35-7.40

3. ประเมินความดันโลหิต systolic และ diastolic อย่างสม่ำเสมอ หากความดัน systolic >75 mmHg และความดัน diastolic >30 mmHg พิจารณาลดยา vasoconstrictors (เช่น norepinephrine หรือ epinephrine) เพิ่มยา vasodilator (เช่น nitroglycerine, sodium nitroprusside) เพื่อลดความดันโลหิต ลดการไหลเวียนเลือดไปปอด เพิ่มยา milrinone ขนาด 0.3 -1 mcg/kg/min ติดตาม sign of low cardiac output

4. จำกัดน้ำ และสารน้ำต่างๆ ที่เข้าสู่ร่างกายผู้ป่วย และพิจารณาให้ยาขับปัสสาวะตามความเหมาะสม เพื่อลดปริมาณสารน้ำส่วนเกินให้ออกจากร่างกาย

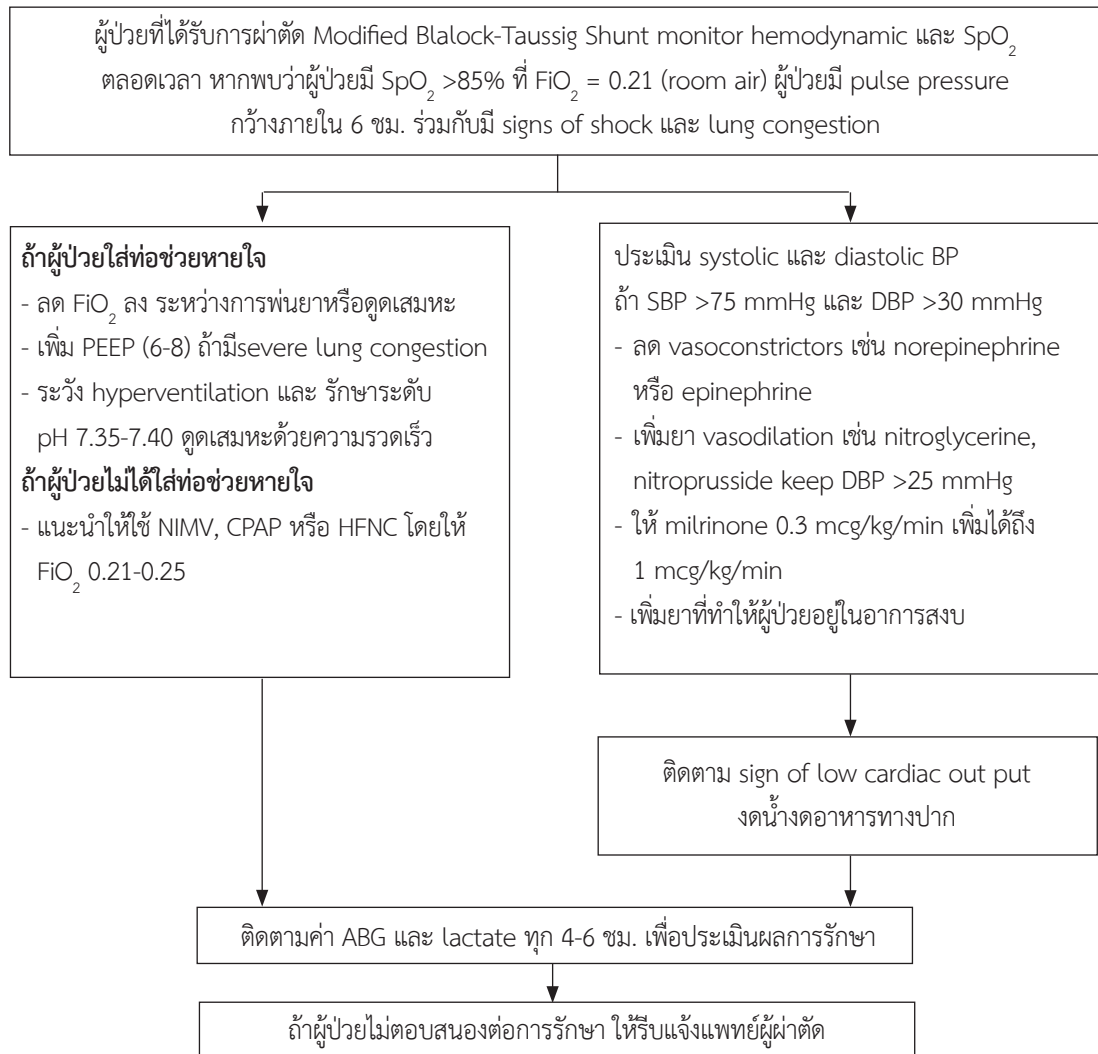
5. ในกรณีผู้ป่วยใช้เครื่องช่วยหายใจ พิจารณาปรับ PEEP ให้อยู่ระหว่าง 6-8 mmHg¹⁶ เพื่อเพิ่มความต้านทานของหลอดเลือดแดงในปอดได้ ทำให้เลือดไหลเวียนไปที่ปอดลดลง

6. การเพิ่มค่าคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดให้มากขึ้น (hypercapnia) แต่ไม่เกินค่าปกติ ร่วมกับการให้ออกซิเจน (FiO₂) ในระดับต่ำ ลด minute ventilation สามารถช่วยเพิ่มความต้านทานของหลอดเลือดแดงในปอดได้ ทำให้เลือดไหลเวียนไปที่ปอดลดลง

7. รักษาอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมให้อบอุ่น และรักษาอุณหภูมิร่างกายของผู้ป่วยให้อยู่ในค่า 36.5-37.5°C เพื่อลดความต้านทานของหลอดเลือดแดงส่วนปลายของร่างกาย (systemic vascular resistance: SVR) ทำให้เพิ่มการไหลเวียนเลือดไปเลี้ยงหลอดเลือดแดงส่วนปลายเพิ่มมากขึ้น และลดเลือดไปเลี้ยงปอดให้ลดน้อยลง

8. ดูแลให้ผู้ป่วยพักผ่อน ถ้าพักไม่ได้ควรให้ยาระงับปวดหรือระงับความรู้สึกภายหลังผ่าตัด

9. แจ้งแพทย์ผู้ดูแล ทั้งศัลยแพทย์หัวใจและกุมารแพทย์โรคหัวใจ ให้ทราบ โดยเฉพาะในรายที่ SpO₂ >90% อาจต้องทำ ECHO เพื่อประเมินเพิ่มเติม ถ้าจำเป็น อาจต้องผ่าตัดใหม่เพื่อลดขนาดของ shunt ลง



(SpO₂: pulse Oxygen saturation, PH: potential of hydrogen, PEEP: positive end expiratory pressure, NIMV: noninvasive mechanical ventilation, CPAP: continuous positive airway pressure, HFNC: high flow nasal cannula, BP: blood pressure, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, mcg: microgram, KG: kilogram, MIN: minute, ECG: electrocardiogram, ABG: arterial blood gas)

แผนภูมิที่ 2 แนวทางการดูแลผู้ป่วยหลังการผ่าตัด Modified Blalock-Taussig Shunt (MBTS) ที่มีระดับ SpO₂ >85%

แนะนำให้ใช้เครื่องช่วยหายใจจนผู้ป่วยตื่นดี สัญญาณชีพต่างๆ คงที่ ไม่มีความผิดปกติของภาวะกรดต่างในเลือด และก่อนหย่าเครื่องช่วยหายใจ ควรลดเปอร์เซ็นต์ออกซิเจนในเครื่องช่วยหายใจ (FiO₂) ให้เท่ากับค่าออกซิเจนในอากาศ คือ 21% หลังลดเปอร์เซ็นต์ออกซิเจนในเครื่องช่วยหายใจ ควรมีค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนหลอดเลือดดำส่วนปลาย

(SpO₂) ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 80-85% และส่งวิเคราะห์ค่าก๊าซในหลอดเลือดแดง ทำ ECHO ให้ผู้ป่วย ควรเห็นการทำงานของ shunt อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบไหลเวียนคงที่ไม่มีภาวะเลือดออกผิดปกติ ผู้ป่วยรู้สึกตัวดี ผลเอกซเรย์ของปอดปกติ จากนั้นจึงพิจารณานำท่อช่วยหายใจออก หลังจากนำท่อช่วยหายใจออก ควรประเมินการหายใจของ

ผู้ป่วย ติดตามค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนหลอดเลือดดำส่วนปลาย (SpO₂) รวมทั้งสัญญาณชีพต่างๆ ของผู้ป่วยจนปกติ ส่วนการดูแลต่อเนื่องในเรื่องยาที่ด้านการแข็งตัวของเลือด โดยในระยะวิกฤตงดน้ำงดอาหาร ผู้ป่วยจะได้รับการให้ยา Heparin ทางหลอดเลือดดำ และมีการปรับระดับยาให้ได้ระดับ แต่หลังจากที่ผู้ป่วยได้รับการถอดท่อช่วยหายใจ และสัญญาณชีพคงที่ผู้ป่วยจะได้รับยา aspirin ขนาด 3-5 mg/kg/day ทางปากและหยุดให้ยา Heparin

สำหรับสายระบายต่างๆ เช่น สายระบายเลือดต้องดูปริมาณของเหลวในสายระบายถ้าออกน้อย ไม่มีของเหลวออกมาจากสายระบาย ผลเอกซเรย์ไม่มีลมหรือน้ำค้างในช่องอก สามารถนำออกได้ หนึ่งถึงสามวันหลังผ่าตัด แต่ถ้ายังมีของเหลวเช่นน้ำหรือเลือดออกมาจำนวนมาก ยังคงใส่ไว้และรอการประเมิน

นอกจากนี้พยาบาลยังต้องดูแลเรื่องการนิยทาทางหลอดเลือดดำ ควรระวังเป็นอย่างมากไม่ให้มีฟองอากาศเข้าไปในหลอดเลือดของผู้ป่วย เพราะเลือดบางส่วนจะไม่มี การผ่านเข้าไปที่ปอด แต่จะส่งตรงไปยังสมองหรือตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งฟองอากาศเล็กๆ เหล่านี้ อาจจะไปอุดตันหรือทำให้เกิดการขาดเลือดในอวัยวะอื่นๆ ได้ เช่น สมอง ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนตามมาได้

ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่มีภาวะแทรกซ้อน หรือมีภาวะผิดปกติแต่ได้รับการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว จนสัญญาณชีพคงที่ สามารถย้ายออกจากหอผู้ป่วยวิกฤติเพื่อการดูแลต่อเนื่อง จนผู้ป่วยสามารถกลับไปพักฟื้นที่บ้านได้

สรุป

การผ่าตัด MBTS เป็นการแบบประคับประคอง มีโอกาสเสียชีวิตได้สูงหลังผ่าตัด พยาบาลมีหน้าที่เฝ้าระวังระบบไหลเวียนของผู้ป่วยให้มีความสมดุลของเลือดที่ไปเลี้ยงปอดและร่างกาย ไม่ให้ไปเลี้ยงส่วนใดส่วนหนึ่งมากเกินไปหรือน้อยเกินไป โดยสังเกตความเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียน ระบบหายใจ และสัญญาณชีพต่างๆ อย่างรอบด้าน ทั้งนี้การรักษามักแตกต่างกันไปตามการรักษาของแพทย์ผ่าตัดและแพทย์โรคหัวใจเด็ก บางครั้งอาจต้องใช้เครื่องมือพิเศษ เช่น ECHO มาช่วยในการตรวจวินิจฉัย เพื่อความแม่นยำมากขึ้น จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่าการ monitor ระบบไหลเวียนอย่างเดียวยังไม่

เพียงพอ พยาบาลควรสังเกตความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับตัวของผู้ป่วยด้วย ซึ่งบางครั้งผู้ป่วยมีค่า monitor ของระบบไหลเวียนได้ตัวเลขตามเกณฑ์ แต่อาการแสดงของผู้ป่วยมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมอย่างมาก และผู้ที่ตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยได้ก่อนที่ monitor จะตรวจจับได้ คือ พยาบาลที่ดูแลอย่างใกล้ชิด ถ้าพยาบาลสามารถตรวจจับความผิดปกติได้อย่างรวดเร็วจะสามารถช่วยแพทย์ในการรักษาและแก้ไขภาวะผิดปกติได้อย่างทันท่วงที ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ป่วยปลอดภัยจากภาวะแทรกซ้อน และย้ายออกจากหอผู้ป่วยวิกฤติได้อย่างปลอดภัย

References

1. Somchue N, Sanasuttipun W, Srichantarani A. The effect of a teaching program on knowledge and behaviors of caregivers to promote nutrition in children with acyanotic congenital heart disease. *Journal of Nursing Science*. 2016;34(3):79-93. (in Thai).
2. Thamjamratsri K, Prangvatanagul W. Critical congenital heart disease screening in neonates in Prapokklao Hospital. *Journal Prapokklao Hospital Clinic Medication Education Center*. 2019;36(2):134-41. (in Thai).
3. The Society of Thoracic Surgeons of Thailand. Statistical statistics for heart surgery in Thailand from 2001 - present [Internet]. Bangkok: The Society of Thoracic Surgeons of Thailand; 2005 [cited 2019 Dec 20]. Available from: http://thaists.org/news_detail.php?news_id=212. (in Thai).
4. NHS Greater Glasgow and Clyde. Modified Blalock-Taussig Shunt (MBTS), immediate post-operative management [Internet]; Glasgow, Scotland: NHS Greater Glasgow and Clyde; 2020 [cited 2019 Dec 20]. Available from: <http://www.clinicalguidelines.scot.nhs.uk/ggc-paediatric-guidelines/ggc-guidelines/cardiovascular-diseases/>

- Modified-ballock-taussig-Shunt-mbts-immediate-post-operative-management/
5. Kiran U, Aggarwal S, Choudhary A, Uma B, Kapoor PM. The Blalock and Taussig shunt revisited. *Ann Card Anaesth*. 2017;20(3):323-30. doi: 10.4103/aca.ACA_80_17.
6. Petrucci O, O'Brien SM, Jacobs ML, Jacobs JP, Manning PB, Eghtesady P. Risk factors for mortality and morbidity after the neonatal Blalock-Taussig shunt procedure. *Ann Thorac Surg*. 2011;92(2):642-51. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2011.02.030.
7. McKenzie ED, Khan MS, Samayoa AX, Vener DS, Ishak YM, Santos AB, et al. The Blalock-Taussig shunt revisited: a contemporary experience. *J Am Coll Surg*. 2013;216(4):699-704. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2012.12.027.
8. Shahidi M, Bakhshandeh H, Rahmani K, Afkhamzadeh A. Hypomagnesaemia and other electrolytes imbalances in open and closed pediatrics cardiac surgery. *Pak J Med Sci*. 2019;35(2):353-9. doi: 10.12669/pjms.35.2.367.
9. Polderman KH, Girbes AR. Severe electrolyte disorders following cardiac surgery: a prospective controlled observational study. *Crit Care*. 2004;8(6):R459-66. doi: 10.1186/cc2973.
10. Colson PH, Gaudard P, Fellahi JL, Bertet H, Faucanie M, Amour J, et al. Excessive bleeding after cardiac surgery: a prospective observational multicenter study. *PLoS One*. 2016;11(9):e0162396. doi: 10.1371/journal.pone.0162396.
11. Perez Vela JL, Martín Benítez JC, Carrasco Gonzalez M, de la Lopez MA, Hinojosa Perez R, Sagredo Meneses V, et al. Summary of the consensus document: "clinical practice guide for the management of low cardiac output syndrome in the postoperative period of heart surgery". *Med Intensiva*. 2012;36(4):277-87. doi: 10.1016/j.medin.2012.01.016.
12. Li JS, Yow E, Berezny KY, Rhodes JF, Bokesch PM, Charpie JR, et al. Clinical outcomes of palliative surgery including a systemic-to-pulmonary artery shunt in infants with cyanotic congenital heart disease: does aspirin make a difference? *Circulation*. 2007;116(3):293-7. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.652172.
13. Lok JM, Spevak PJ, Nichols DG. Tricuspid atresia. In: Nichols DG, Lok JM, Spevak PJ, Nichols DG, editors. *Critical heart disease in infants and children*. Philadelphia: Mosby Inc; 2010. p.806-7.
14. Peter D. Post operative cardiovascular dysfunction pharmacologic support. In: Lake CL, Booker PD, editors. *Pediatric cardiac anesthesia*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005. p.654-81.
15. NHS Greater Glasgow and Clyde. Cardiac post-op patients: anti-coagulation therapy in PICU [Internet]. Glasgow, Scotland: NHS Greater Glasgow and Clyde; 2020 [cited 2019 Aug 17]. Available from: <http://www.clinicalguidelines.scot.nhs.uk/ggc-paediatric-guidelines/ggc-guidelines/cardiovascular-diseases/cardiac-post-op-patients-anti-coagulation-therapy-in-picu/>

16. Ismail SR, Almazmi MM, Khokhar R, AlMadani W, Hadadi A, Hijazi O, et al. Effects of protocol-based management on the post-operative outcome after systemic to pulmonary shunt. *Egypt Heart J.* 2018;70(4):271–8. doi: 10.1016/j.ehj.2018.09.007.
17. Kuck M, Ozdemir R, Karacelik M, Doksoz O, Karadeniz C, Yozgat Y, et al. Risk factors for thrombosis, overshunting and death in infants after modified Blalock-Taussig Shunt. *Acta Cardiol Sin.* 2016;32(3):337-42. doi: 10.6515/ACS20150731A.
18. Kim KH, Oh KY. Clinical applications of therapeutic phlebotomy. *J Blood Med.* 2016;7:139-44. doi: 10.2147/JBM.S108479.
19. Marchioli R, Finazzi G, Specchia G, Cacciola R, Cavazzina R, Cilloni D, et al. Cardiovascular events and intensity of treatment in polycythemia vera. *N Engl J Med.* 2013;368(1):22-33. doi: 10.1056/NEJMoa1208500.