



มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะแพทยศาสตร์
ศิริราชพยาบาล

ภาวะขาดออกซิเจนปริกำเนิด และการรักษาภาวะสมองขาดออกซิเจน ในการกแรกเกิดด้วยวิธีลดอุณหภูมิ

Perinatal asphyxia and therapeutic hypothermia for
neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy

CHAPTER 6

ขั้นตอนการรักษาและการดูแลทารกระหว่างการรักษา
ด้วยวิธีลดอุณหภูมิ

Steps and supportive care during therapeutic hypothermia

รัชฎา กิจสมมารท

รัชฎา กิจสมมารท

บรรณาธิการ



บทที่ 6

ขั้นตอนการรักษาและการดูแลการระหว่างการรักษาด้วยวิธีลดอุณหภูมิ

Steps and supportive care during therapeutic hypothermia

- การดูแลทั่วไปก่อนรักษาด้วยวิธีลดอุณหภูมิ
- คุณสมบัติทารกที่เข้าเกณฑ์การรักษาด้วยวิธีลดอุณหภูมิ
- การเตรียมทารกก่อนเริ่มรักษาด้วยวิธีลดอุณหภูมิ
- ขั้นตอนการรักษา
- การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาระหว่างการรักษาด้วยวิธีลดอุณหภูมิและการดูแลตามระบบ



บทที่ 6

ขั้นตอนการรักษาและการดูแลการระหว่างการรักษาด้วยวิธีลดอุณหภูมิ

Steps and supportive care during therapeutic hypothermia

วิชา กิจสมมาตร



การดูแลทารกที่เกิดภาวะสมองขาดออกซิเจน (hypoxic ischemic encephalopathy; HIE) จากภาวะขาดออกซิเจนปริกำเนิด (perinatal asphyxia) ต้องได้รับการดูแลอย่างต่อเนื่องตั้งแต่สิ้นสุดขั้นตอนการกู้ชีพ ระหว่างการเคลื่อนย้าย และระหว่างการรักษาด้วยวิธีลดอุณหภูมิ (therapeutic hypothermia; TH) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของการทำงานทุกระบบในร่างกาย ดังนั้นความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากภาวะขาดออกซิเจนและผลของการรักษาด้วยวิธี TH ต่อการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการดูแลทารกกลุ่มนี้เพื่อให้การรักษามีประสิทธิภาพโดยไม่เพิ่มความเสี่ยงของการเกิดภาวะแทรกซ้อน

การดูแลทั่วไปก่อนรักษาด้วยวิธีลดอุณหภูมิ

เนื่องจากภาวะขาดออกซิเจนก่อให้เกิดความเสียหายต่อทุกระบบ ดังนั้น การดูแลภายหลังสิ้นสุดการกู้ชีพจึงมุ่งเน้นในการควบคุมให้สัญญาณชีพและการทำงานของอวัยวะสำคัญ ได้แก่ ระบบหายใจ ระบบไหลเวียนเลือด ระบบไตและสมดุลอิเล็กโทรไลต์ รวมทั้งระดับน้ำตาลในเลือดให้เป็นปกติ แนวทางในการดูแลระหว่างเคลื่อนย้ายจนถึงก่อนเริ่มรักษาด้วยวิธี TH สรุปใน [ตารางที่ 6.1](#) มีดังนี้

ตารางที่ 6.1 แนวทางการดูแลระดับประคองเบื้องต้นสำหรับการที่เกิดภาวะสมองขาดออกซิเจน

ระบบหายใจ	เป้าหมายค่า PaCO_2 อยู่ระหว่าง 40-50 มม.ปรอท ปรับเครื่องช่วยหายใจ เมื่อ PaCO_2 ต่ำกว่า 35 หรือสูงกว่า 55 มม.ปรอท เป้าหมายค่า PaO_2 อยู่ระหว่าง 50-100 มม.ปรอท เป้าหมาย SpO_2 ที่ข้อมือขวา อยู่ระหว่างร้อยละ 92-98 หากมีภาวะ ความดันหลอดเลือดในปอดสูงให้ยอมรับที่ร้อยละ 90-97
ระบบไหลเวียนเลือด	รักษาภาวะความดันเลือดต่ำ ตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง โดยเฉพาะเมื่อมีความดันเลือดต่ำหรือ มีภาวะกรดเมแทบอลิก หลีกเลี่ยงการให้ยาเพิ่มความดันกลุ่ม vasopressor ในระดับสูงในกรณีที่มี กล้ามเนื้อหัวใจอ่อนแรง
การให้สารน้ำ	เริ่มให้สารน้ำปริมาณปกติ ปรับปริมาณสารน้ำแต่ละวันตามปริมาณปัสสาวะและน้ำหนักตัว
สมดุลน้ำตาลและ เกลือแร่	ติดตามค่าน้ำตาลในเลือดให้อยู่ระหว่าง 75-100 มก./ดล. ป้องกันและรักษาภาวะโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมต่ำในเลือด
อาการชัก	ติดตามและรักษาอาการชักทั้งทางคลินิกและการติดตาม EEG เลือกใช้ phenobarbital เป็นยากันชักตัวแรก

(PaCO_2 ; partial pressure of carbon dioxide, PaO_2 ; partial pressure of oxygen, SpO_2 ; peripheral arterial oxygen saturation)

(ข้อมูลจากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์และอ้างอิงจากเอกสารหมายเลข 1 และ 2)

1. การควบคุมอุณหภูมิกาย

ภาวะ HIE ทำให้อุณหภูมิในสมองสูงขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากอาการชักทำให้มีการสร้างความร้อนเพิ่มขึ้น เกิดจากการอักเสบในสมอง หรืออาจเกิดจากการดูแลอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม พบว่า ทารกที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 38.0 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) มีการทำลายสมองที่รุนแรงขึ้นและลดประสิทธิภาพของการรักษาด้วยวิธี TH รวมทั้งเพิ่มโอกาสเกิดความพิการทางสมองอีกด้วย ดังนั้น การควบคุมอุณหภูมิกายไม่ให้สูงผิดปกติจึงเป็นหนึ่งในประเด็นหลักในการลดความรุนแรงของโรคสมอง แม้ว่าภาวะอุณหภูมิกายต่ำจะช่วยลดการทำลายสมอง แต่ทารกแรกเกิดยังต้องอาศัยอุณหภูมิที่อุ่นขึ้นเพื่อให้มีการปรับตัว

ของอวัยวะต่าง ๆ เป็นไปอย่างราบรื่นโดยเฉพาะการปรับระบบไหลเวียนเลือด จึงมีข้อแนะนำให้จัดการเรื่องอุณหภูมิภายในระยะแรกเกิด รวมทั้งระหว่างการใช้ชีวิตตามปกติ โดยรักษาอุณหภูมิภายในอยู่ระหว่าง 36.5-37.5°C ต้องติดตามอุณหภูมิหลังสิ้นสุดการใช้ชีวิตเป็นระยะ ๆ โดยเฉพาะในรายที่มีภาวะขาดออกซิเจนต้องป้องกันไม่ให้อุณหภูมิสูงกว่า 38.0°C⁽³⁻¹⁴⁾

เนื่องจากขั้นตอนการเคลื่อนย้ายอาจส่งผลให้ทารกเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลที่มีความพร้อมล่าช้ากว่าอายุ 6 ชม. ซึ่งเป็นช่วงอายุที่ควรเริ่มให้การรักษาดังวิธี TH จึงมีแนวคิดในการเริ่มการรักษาตั้งแต่ก่อนเคลื่อนย้ายและระหว่างการเคลื่อนย้ายเพื่อให้ทารกได้รับโอกาสรักษาอย่างทันทั่วทั้งที่ อย่างไรก็ตาม การรักษาวิธี TH ในระหว่างเคลื่อนย้ายทารกนี้ต้องอาศัยความพร้อมทั้งบุคลากรและเครื่องมือที่ใช้ปรับอุณหภูมิทารก ซึ่งการใช้เครื่องปรับอุณหภูมิระบบอัตโนมัติที่สามารถทำงานได้ระหว่างการเคลื่อนย้าย จะทำให้ทารกมีอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้รักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด⁽¹⁵⁾ นอกจากนี้ การรักษาด้วยวิธีลดอุณหภูมิโดยไม่ชักนำ (passive hypothermia) เป็นอีกวิธีหนึ่งเพื่อเปิดโอกาสให้ทารกได้รับการรักษาดังวิธี TH ได้ในกรณีฉุกเฉินหรือระหว่างการเคลื่อนย้าย แต่ต้องอาศัยความชำนาญอย่างสูงของผู้ดูแลในการควบคุมอุณหภูมิทารกไม่ให้ออกนอกเกณฑ์ที่ใช้รักษาจากการศึกษาส่วนใหญ่เกี่ยวกับการรักษาดังวิธี passive hypothermia รวมทั้งในโรงพยาบาลศิริราชพบว่าอุณหภูมิทารกมีความแปรปรวนออกนอกเกณฑ์รักษาเป็นส่วนใหญ่ทั้งสูงและต่ำเกินไป ทารกที่มีอาการของโรคสมองทารก (neonatal encephalopathy; NE) ระดับรุนแรงมีแนวโน้มเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำเกินไป จึงต้องมีมาตรการแก้ไขในกรณีที่ทารกมีสัญญาณชีพผิดปกติจากภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ ซึ่งผู้นิพนธ์มีความเห็นว่าการดูแลทารกของโรงพยาบาลที่ส่งต่อส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถติดตามอุณหภูมิและสัญญาณชีพทารกได้อย่างปลอดภัย จึงแนะนำว่าควรให้การดูแลอุณหภูมิร่างกายตามปกติ โดยเน้นการป้องกันไม่ให้ทารกมีอุณหภูมิสูงระหว่างการเคลื่อนย้ายเป็นหลัก⁽¹⁶⁻²⁰⁾

2. การดูแลระบบหายใจ

ทารกที่มีอาการ NE ระดับอ่อนหรือปานกลางมักมีอาการหายใจเร็วหรือหายใจลึกตอบสนองต่อภาวะกรดเมแทบอลิก นอกจากนี้ การที่ทารกมีการใช้พลังงานลดลงจึงมีการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide; CO₂) น้อยลงกว่าปกติ และต้องการ minute ventilation (MV) ที่น้อยกว่าปกติตามมา ในภาวะขาดออกซิเจนจึงมีแนวโน้มค่าความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือด (partial pressure of carbon dioxide; PaCO₂) ต่ำ การใส่ท่อหลอดลมคอเพื่อควบคุมการหายใจของทารกอาจเป็นการเพิ่มความเสี่ยงที่จะทำให้ค่า PaCO₂ สูงหรือต่ำเกินไปและส่งผลให้ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ในเลือดผิดปกติรุนแรงขึ้น ให้พิจารณาใส่ท่อหลอดลมคอในรายที่มีอาการ NE รุนแรง ไม่ว่าจะเกิดจากภาวะ HIE โดยตรง หรือเกิดจากภาวะสมองถูกทำลายจากสาเหตุอื่น ๆ ที่ทำให้ทารกไม่สามารถหายใจเองได้เพียงพอ ซึ่งกรณีนี้ต้องระมัดระวังในการตั้งเครื่องช่วยหายใจไม่ให้

มากเกินไปเนื่องจากทารกมักไม่มีโรคเฉพาะของปอดร่วมด้วย การตั้งเครื่องช่วยหายใจที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้ PaCO_2 ไม่อยู่ในเกณฑ์ปกติ การที่ PaCO_2 คั่ง ทำให้หลอดเลือดสมองขยายตัวและมีเลือดไหลไปที่สมองเพิ่มขึ้นจนเกิด reperfusion injury มากขึ้น รวมทั้งเพิ่มความเสี่ยงของการมีเลือดออกในสมองอีกด้วย ส่วนกรณีที่ PaCO_2 ต่ำเกินไปจะทำให้หลอดเลือดสมองหดตัว เกิดภาวะ HIE รุนแรงขึ้น นอกจากนั้น ต้องพึงระวังการให้ออกซิเจนโดยไม่จำเป็น เนื่องจากจะยิ่งทำให้มีการสร้างสารอนุมูลอิสระมากขึ้น ทำให้สมองถูกทำลายมากขึ้น และลดประสิทธิภาพการรักษาด้วยวิธี TH อีกด้วย⁽²¹⁻³²⁾ สรุปแนวทางการดูแลระบบหายใจดังนี้

- ไม่จำเป็นต้องใส่ท่อหลอดลมคอในทารกที่เกิดภาวะ HIE ทุกรายเพื่อเปิดโอกาสให้ทารกปรับการหายใจเพื่อรักษาค่า pH ในเลือดได้เอง ทารกที่หายใจได้เองให้จัดทำศีรษะและคอในท่า sniffing คล้ายลักษณะการสูดจมูก ดูดเสมหะเพื่อให้ทางเดินอากาศเปิดโล่ง

- ใส่ท่อหลอดลมคอในรายที่มีอาการหยุดหายใจ หายใจเฮือก หายใจเข้าร่วมกับมีค่าอิ่มตัวออกซิเจนทางผิวหนัง (peripheral arterial oxygen saturation; SpO_2) ต่ำลงหรือหัวใจเต้นช้า มีค่า PaCO_2 คั่ง หรือทารกมีกล้ามเนื้ออ่อนแรงจนไม่สามารถประกอบทางเดินอากาศได้ ให้ตั้งเครื่องช่วยหายใจโดยใช้แรงดันบวกระดับต่ำ ปรับให้ได้ปริมาตรอากาศหายใจเข้า (tidal volume; TV) ประมาณ 4-6 มล./กก. หากมีอาการซึมมากหรือมีกล้ามเนื้ออ่อนแรงให้ตั้งค่า positive end-expiratory pressure (PEEP) ให้เพียงพอ เพื่อป้องกันภาวะปอดแฟบจากการที่กะบังลมอ่อนแรงจนไม่สามารถรักษาปริมาตรปอดได้เอง ตั้งระยะเวลาหายใจเข้า (inspiratory time; Ti) ให้ยาวเพียงพอ เนื่องจากกล้ามเนื้อทรวงอกอ่อนแรงทำให้มี inspiratory time constant ยาวขึ้น ใช้อัตราเร็ว 30-40 ครั้ง/นาที แล้วติดตามค่า PaCO_2 ทั้งจากการตรวจเลือดหรือจากวิธีไม่รุกราน ได้แก่ การวัดค่าความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทางผิวหนัง (transcutaneous partial pressure of carbon dioxide; TcpCO_2) หรือการวัดค่าความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจ (end-tidal carbon dioxide; ETCO_2) ซึ่งการตรวจทั้งสองวิธีนี้ยังมีข้อจำกัดของความถูกต้องในการใช้งานในทารกป่วยหลายประการเมื่อเทียบกับค่า PaCO_2 จึงต้องมีการตรวจเทียบกับผลเลือดก่อนใช้ในการติดตามหรือรักษาทารก⁽³³⁾

ตารางที่ 6.2 สรุปแนวทางการตั้งเครื่องช่วยหายใจทารกที่เกิดภาวะ HIE

ตารางที่ 6.2 แนวทางการตั้งเครื่องช่วยหายใจสำหรับการกักตัวภาวะสมองขาดออกซิเจน

	ความรุนแรงของภาวะสมองขาดออกซิเจน	
	น้อยถึงปานกลาง	ปานกลางถึงรุนแรงมาก
ลักษณะการหายใจ	หายใจเร็วหรือลึก	หายใจช้า หยุดหายใจ หายใจเฮือกทางเดินอากาศอุดกั้นจากกล้ามเนื้ออ่อนแรง
ความจำเป็นในการใส่ท่อหลอดลมคอ	น้อย	มาก
การตั้งเครื่องช่วยหายใจ		
วิธีช่วยหายใจของเครื่องช่วยหายใจ	SIMV โดยไม่ตั้งค่า PS หรือตั้งค่า PS ในระดับต่ำ	
PIP (ชม. น้ำ)	เริ่มต้น 20 แล้วปรับเพิ่มหรือลด ให้ได้ค่า TV 4-6 มล./กก.	
PS (ชม. น้ำ)	เริ่มต้น 10 แล้วปรับเพิ่มหรือลด ให้ได้ค่า TV 4-6 มล./กก.	
PEEP (ชม. น้ำ)	4-5	4-6
เวลาช่วยหายใจเข้า (วินาที)	0.35-0.4	0.4
อัตราเร็ว (ครั้ง/นาที)	25-30	35-40
ความเข้มข้นออกซิเจน	ร้อยละ 21 หรือต่ำที่สุดเพื่อให้ค่า SpO ₂ มากกว่าร้อยละ 92	

(PEEP; positive end-expiratory pressure, PIP; peak inspiratory pressure, PS; pressure support, SIMV; synchronized intermittent mandatory ventilation, TV; tidal volume)

หมายเหตุ กรณีทารกมีโรคปอดให้ปรับเครื่องช่วยหายใจให้เหมาะสมกับโรคปอดนั้น ๆ

(แนวทางการตั้งเครื่องช่วยหายใจจากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์และอ้างอิงจากเอกสารหมายเลข 33 ถึง 35)

- เลือกใช้วิธีช่วยหายใจจากเครื่องชนิดที่ไม่ส่งเสริมให้ช่วยหายใจมากเกินไป เนื่องจากทารกหายใจเร็วจากภาวะกรดเมแทบอลิกโดยไม่มีคามผิดปกติในปอด การเลือกใช้ assisted-control mode หรือ pressure support ด้วย tidal volume ปกติ มีโอกาสทำให้ PaCO₂ ต่ำเกินไป ควรเลือกใช้ synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV) ช่วยหายใจที่กำหนดอัตราเร็วได้แน่นอน โดยเริ่มตั้งอัตราเร็วที่ต่ำและไม่ต้องใช้ร่วมกับ pressure support หรือตั้งค่า pressure support ในระดับต่ำ

- เป้าหมายของการควบคุมค่าก๊าซในเลือด คือให้ค่า pH สูงกว่า 7.25 ค่า PaCO_2 อยู่ระหว่าง 40-50 มม.ปรอท ต้องปรับเครื่องช่วยหายใจหากต่ำกว่า 35 มม.ปรอท หรือสูงเกิน 55 มม.ปรอท (2,26,33,36,37)

- ใช้ออกซิเจนความเข้มข้นต่ำที่สุด รักษาค่าความดันก๊าซออกซิเจนในเลือด (partial pressure of oxygen; PaO_2) ให้อยู่ระหว่าง 50-80 มม.ปรอท และค่า SpO_2 ร้อยละ 92-98 ในรายที่มีความดันหลอดเลือดในปอดสูงต้องได้รับออกซิเจน ให้ยอมรับค่า SpO_2 ข้อมือขวาซึ่งเป็น preductal SpO_2 ร้อยละ 90-97 เพื่อไม่ให้ค่า PaO_2 สูงเกินไป

- ในรายที่มีโรคปอดร่วมด้วย เช่น ปอดอักเสบ ภาวะหลอดเลือดดำอักเสบ หรือภาวะความดันเลือดในปอดสูงในทารกแรกเกิด (persistent pulmonary hypertension of the newborn; PPHN) ให้พิจารณาตั้งเครื่องช่วยหายใจและให้การรักษารักษาอื่น ๆ ตามความเหมาะสมของแต่ละโรค เช่น ยาปฏิชีวนะ สารต้านแรงตึงผิว สูดก๊าซไนตริกออกไซด์ (inhaled nitric oxide; iNO) ซึ่งหากต้องมีการรักษาที่ก่อให้เกิดความเจ็บปวดหรือเครียด ต้องพิจารณาให้ยากดประสาทหรือยาแก้ปวดเพื่อบรรเทาอาการ เพราะสิ่งเหล่านี้ทำให้สมองถูกทำลายมากขึ้น

- ทารกที่กล้ามเนื้ออ่อนแรงมีโอกาสเกิดปอดแฟบได้ง่าย ให้ดูแลการระบายเสมหะ และพลิกตะแคงตัวเป็นระยะ ๆ

3. การดูแลระบบไหลเวียนเลือด

ระบบไหลเวียนเลือดมีผลต่อภาวะ HIE โดยตรง เนื่องจากสมองทารกสูญเสียความสามารถในการควบคุมอัตราไหลของเลือดไปสมองแบบอัตโนมัติ (cerebral autoregulation) ดังนั้น อัตราไหลของเลือดจึงขึ้นกับความดันเลือดในร่างกาย และสมองที่ถูกทำลายจะมีความดันในสมองและกะโหลกศีรษะเพิ่มขึ้น จึงต้องรักษาความดันเลือดให้ปกติและไม่แปรปรวนเกินไป เพื่อให้เลือดยังคงไปเลี้ยงสมองได้อย่างเพียงพอและไม่มากเกินไปจนเกิด reperfusion injury ซ้ำซ้อน^(38,39)

ความผิดปกติของระบบไหลเวียนเลือดเกิดจากกล้ามเนื้อหัวใจอ่อนแรงเป็นหลัก และอาจพบร่วมกับภาวะ PPHN ส่งผลให้มีหลอดเลือดส่วนปลายหดตัวเพื่อให้เลือดไปเลี้ยงอวัยวะสำคัญ ทำให้ทารกมีอาการตัวลายและมือเท้าเย็น ต้องมีการตรวจติดตามความแรงของชีพจร อัตราหัวใจเต้น ความดันเลือด บันทึกปริมาณปัสสาวะ และตรวจวิเคราะห์ค่าก๊าซในเลือดที่แสดงภาวะกรดเมแทบอลิก โดยเฉพาะค่า pH, base excess (BE), lactate และไบคาร์บอเนต นอกจากนี้ หากมีการติดตามค่าออกซิเจนระดับเนื้อเยื่อด้วยเครื่อง near-infrared spectrometry (NIRS) จะแสดงระดับออกซิเจนที่เนื้อสมองได้ตลอดเวลาและเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินความเหมาะสมของระบบไหลเวียนร่วมด้วย รายที่มีอาการ NE รุนแรงหรือมีอาการของระบบไหลเวียนเลือดผิดปกติควรได้รับการตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (echocardiography) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการบีบตัวของหัวใจและภาวะความดันเลือดในปอดสูง เพื่อให้แนวทางการรักษาถูกต้องตามพยาธิสภาพมากที่สุด

แนวทางการดูแลระบบไหลเวียนเลือด มีดังนี้^(40,41)

- สังเกตอาการทางคลินิกที่แสดงถึงภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอ่อนแรง ได้แก่ หัวใจเต้นเร็ว ความดันเลือดต่ำทั้งความดันซิสโตลิก (systolic blood pressure; SBP) ความดันไดแอสโตลิก (diastolic blood pressure; DBP) และผลต่างความดัน (pulse pressure) มีชีพจรเบา ปริมาณปัสสาวะออกน้อย และหากรุนแรงจนเกิดภาวะหัวใจวายจะพบอาการหัวใจโต ตับโต หายใจหอบเหนื่อยจากภาวะเลือดคั่งในปอด ในกรณีที่มีความดันเลือดต่ำและหัวใจเต้นเร็ว อาจแยกได้ยากระหว่างภาวะที่มีปริมาณเลือดน้อย (hypovolemia) จนมีปริมาณเลือดไหลกลับเข้าหัวใจห้องขวา (preload) น้อย กับภาวะกล้ามเนื้อหัวใจอ่อนแรง หรืออาจเกิดร่วมกันทั้งสองภาวะ ดังนั้น การตรวจ echocardiography จะช่วยวินิจฉัยแยกทั้งสองภาวะนี้จากกันได้ดียิ่งขึ้น ในกรณีที่ไม่สามารถตรวจได้ ให้ประเมินความเสี่ยงจากประวัติ เช่น มีเลือดออกรุนแรง ค่าความเข้มข้นของเลือดต่ำลง มารดามีเลือดออก หรืออาจพิจารณาให้น้ำเกลือไอโซโอสโมล 10 มล./กก. ทางหลอดเลือดดำในเวลาประมาณ 5-10 นาที แล้วประเมินการตอบสนองของอาการทั้งหมดอีกครั้ง หากทารกมี preload ไม่พอ จะมีการตอบสนองต่อการทดสอบนี้แต่ไม่ควรให้สารน้ำเพื่อการทดสอบซ้ำ ๆ เนื่องจากจะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจอ่อนแรงจนหัวใจวายได้

- ไม่สามารถกำหนดค่าเฉลี่ยความดันเลือด (mean arterial pressure; MAP) ที่เหมาะสมสำหรับทารกทุกราย เนื่องจากทารกมีความแตกต่างกันโดยเฉพาะน้ำหนักตัวและสาเหตุของความผิดปกติของระบบไหลเวียนเลือด ซึ่งต้องการระดับของความดันเลือดแตกต่างกันตามพยาธิสภาพ แต่ละสาเหตุต้องการการรักษาที่ต่างกัน อีกทั้งยาบางชนิดที่ให้เพื่อเพิ่มความดันเลือดอาจส่งผลให้กล้ามเนื้อหัวใจทำงานมากขึ้นจนเกิดภาวะหัวใจวายได้ เช่น หากมีกล้ามเนื้อหัวใจอ่อนแรงจะไม่เพิ่มความดันเลือดให้สูงมากและไม่ให้ยาที่เร่งอัตราหัวใจเต้นให้เร็วเกินไป เพื่อให้มีเลือดไปเลี้ยงร่างกายได้เพียงพอ ในขณะที่ทารกที่มีภาวะ PPHN ต้องรักษาความดันเลือดให้ค่อนข้างสูงและเลือกใช้ยาที่ช่วยลดแรงต้านหลอดเลือดในปอด ดังนั้น การตรวจ echocardiography เพื่อการวินิจฉัยลักษณะพยาธิสภาพและติดตามผลการรักษาจึงมีประสิทธิภาพมากกว่าการติดตามด้วยระดับความดันเลือดเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ไม่สามารถตรวจ echocardiography อาจยอมรับค่า MAP ประมาณ 40-60 มม.ปรอท แล้วติดตามอาการทางคลินิกของระบบไหลเวียนและผลตรวจเลือดที่แสดงภาวะกรดเมแทบอลิก⁽²⁾

- หากประเมินว่ากล้ามเนื้อหัวใจอ่อนแรง ไม่ว่าจะจากการประเมินอาการทางคลินิกหรือการตรวจ echocardiography ต้องให้ยากระตุ้นการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ ที่ใช้บ่อยคือ **dobutamine** ขนาด 2-20 ไมโครกรัม/กก./นาที พบว่าขนาดที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 5-15 ไมโครกรัม/กก./นาที^(42,43) หรือ **epinephrine** ขนาด 0.02-0.1 ไมโครกรัม/กก./นาที หากมีภาวะ PPHN ร่วมกับกล้ามเนื้อหัวใจอ่อนแรงให้เลือกใช้ยา milrinone เริ่มให้ขนาด 1.25 ไมโครกรัม/กก./นาที ใน 1 ชม. ตามด้วยอัตรา 0.25-0.75 ไมโครกรัม/กก./นาที⁽⁴³⁾ ยกเว้นทารกได้รับการรักษาด้วยวิธี TH ไม่ควรใช้ยาชนิดนี้เนื่องจาก

มีโอกาสเกิดความดันเลือดต่ำได้มาก⁽⁴⁴⁾

- หลีกเลี่ยงการใช้ยาที่ออกฤทธิ์ให้หลอดเลือดส่วนปลายหดตัว (vasopressor) ขนาดสูง ได้แก่ **dopamine** ขนาดสูงกว่า 10 ไมโครกรัม/กก./นาที่ หรือ **epinephrine** ขนาดสูงกว่า 0.1 ไมโครกรัม/กก./นาที่ เพราะเป็นการเพิ่มแรงต้านหลอดเลือดที่บีบออกจากหัวใจ ทำให้กล้ามเนื้อหัวใจทำงานมากขึ้นจนอ่อนแรง อีกทั้งยังกระตุ้นให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น ทำให้มีเลือดถูกบีบออกจากหัวใจห้องล่างน้อยลง⁽⁴⁵⁾ โดยเฉพาะการให้ยาในทารกที่ไม่มีอาการทางคลินิกอื่นที่แสดงถึงภาวะระบบไหลเวียนเลือดล้มเหลว และไม่ได้ยืนยันการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนเลือดด้วยการตรวจ echocardiography

- ติดตามค่าน้ำตาลและอิเล็กโทรไลต์ในเลือดที่มีผลต่อการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ โดยเฉพาะแคลเซียม และโพแทสเซียม

- รักษาภาวะติดเชื้อเพราะมีผลกระทบทั้งการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ และทำให้ระบบไหลเวียนเลือดผิดปกติ

- พิจารณาย้ายเลือดหากทารกมีภาวะช็อค รวมทั้งรักษาภาวะเลือดข้นเพราะจะส่งผลให้เลือดไหลเวียนไปสมองลดลง

- รายที่มีกล้ามเนื้อหัวใจอ่อนแรงโดยไม่ตอบสนองต่อการรักษา อาจเกิดจากภาวะ adrenal insufficiency ให้ **hydrocortisone** ขนาด 3-5 มก./กก./วัน ทางหลอดเลือดดำ ทุก 6-8 ชม. แล้วปรับลดขนาดลงตามการตอบสนองของทารกซึ่งใช้เวลาประมาณ 3-5 วัน⁽⁴³⁾

4. การให้สารน้ำและสมดุลเกลือแร่

ทารกมีความเสี่ยงต่อภาวะไตเสียหายแบบเฉียบพลัน (acute kidney injury; AKI) ซึ่งพบได้ถึงร้อยละ 38-46 จึงต้องติดตามการทำงานของไต โดยติดตามปริมาณปัสสาวะและตรวจค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือด (blood urea nitrogen; BUN) ครีอาตินีน (creatinine; Cr) และอิเล็กโทรไลต์เป็นระยะ ๆ และประเมินการทำงานของไตโดยใช้ค่า fractional extraction of sodium (FE_{Na}) หรือ renal failure index (RFI) ดังนี้^(46,47)

$$FE_{Na} = \frac{\text{ความเข้มข้นของโซเดียมในเลือด} \times \text{ความเข้มข้นของครีอาตินีนในปัสสาวะ}}{\text{ความเข้มข้นของโซเดียมในปัสสาวะ} \times \text{ความเข้มข้นของครีอาตินีนในเลือด}}$$

$$RFI = \frac{\text{ความเข้มข้นของโซเดียมในปัสสาวะ} \times \text{ความเข้มข้นของครีอาตินีนในเลือด}}{\text{ความเข้มข้นของครีอาตินีนในปัสสาวะ}}$$

ค่า FE_{Na} หรือ RFI ที่เกิน 3 แสดงถึงภาวะ AKI

ประเมินความรุนแรงของภาวะ AKI โดยใช้เกณฑ์ของ KDIGO ที่ปรับสำหรับทารกแรกเกิด⁽⁴⁸⁾ ดังนี้