



แนวทางเวชปฏิบัติเพื่อการป้องกันและรักษาภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะ ก่อน ระหว่างและหลังผ่าตัด (Clinical guideline for prevention and management of perioperative hypothermia)

บทนำ

ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะก่อน ระหว่างและหลังผ่าตัด (perioperative hypothermia) เป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยในผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดและระงับความรู้สึก และมีหลักฐานแสดงถึงความสัมพันธ์กับผลกระทบที่เกิดกับผู้ป่วยซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของการรักษา¹⁻³ ผู้ปฏิบัติงานด้านวิสัญญีวิทยาเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการดูแลอุณหภูมิร่างกายของผู้ป่วยในระยะก่อน ระหว่างและหลังผ่าตัด การดำเนินการเพื่อป้องกันและรักษาภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการให้บริการระงับความรู้สึกแก่ผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดหรือหัตถการ อย่างไรก็ตามจากการสำรวจในกลุ่มประเทศเอเชีย-แปซิฟิกพบว่ามีหลากหลายในวิธีการดูแลอุณหภูมิร่างกายในระยะก่อน ระหว่างและหลังผ่าตัดอย่างมาก จึงมีข้อเสนอแนะให้แต่ละประเทศจัดทำแนวทางเวชปฏิบัติที่เกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิร่างกายในระยะก่อน ระหว่างและหลังผ่าตัดขึ้นเป็นแนวทางของตนเอง⁴

ราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทยจึงได้จัดทำแนวทางเวชปฏิบัติเพื่อการป้องกันและรักษาภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะก่อน ระหว่างและหลังผ่าตัดนี้ขึ้น เพื่อเป็นแนวทางให้บุคลากรทางวิสัญญีและทีมบุคลากรอื่นๆที่มีส่วนร่วมในการดูแลผู้ป่วยได้ปรับใช้ให้เข้ากับทรัพยากรและบริบทของสถานพยาบาลของตนต่อไป

แนวทางเวชปฏิบัติเพื่อการป้องกันและรักษาภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะก่อน ระหว่างและหลังผ่าตัดนี้จัดทำขึ้นโดยคณะกรรมการภายใต้การกำกับของราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทย แนวทางเวชปฏิบัตินี้อาจมีการปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม หากมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ยืนยันผลการรักษาที่แตกต่างออกไป รวมถึงการมีเทคโนโลยีใหม่ๆต่อไปในอนาคต อนึ่ง คณะผู้จัดทำไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนในการจัดทำแนวทางเวชปฏิบัติแต่อย่างใด

วัตถุประสงค์

เพื่อใช้เป็นแนวทางเวชปฏิบัติในผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัด เพื่อลดอุบัติการณ์การเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะก่อน ระหว่างและหลังผ่าตัด โดยผู้ใช้นำแนวทางฯสามารถปรับใช้ให้เข้ากับทรัพยากรและบริบทของสถานพยาบาลของตน

ขอบเขต

1. ผู้รับบริการ: ใช้กับผู้ป่วยผู้ใหญ่ อายุ 18 ปีขึ้นไป ที่เข้ารับการระงับความรู้สึกสำหรับการทำผ่าตัดหรือหัตถการ รวมถึงครอบครัว/ผู้ดูแล
2. บุคลากร: วิสัญญีแพทย์ วิสัญญีพยาบาล และทีมสหวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับการดูแลผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดหรือหัตถการ
3. การผ่าตัด: การผ่าตัดทุกชนิด ยกเว้นการผ่าตัดที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้ต่ำหรือสูงกว่าปกติ เช่น การผ่าตัดหัวใจแบบเปิด หรือ การผ่าตัดสมอง ทั้งนี้ไม่รวมถึงหัตถการที่ทำนอกห้องผ่าตัด

คำจำกัดความของคำที่ใช้ในแนวทางฯ

คำที่ใช้	คำจำกัดความ
อุณหภูมิภายใน (temperature)	อุณหภูมิแกนกลางร่างกาย (core temperature) หรือ อุณหภูมิใกล้เคียงแกนกลางร่างกาย (near-core temperature)
ภาวะอุณหภูมิภายในต่ำ (hypothermia)	อุณหภูมิแกนกลางของร่างกาย (core temperature) ต่ำกว่า 36 องศาเซลเซียส (36°C)
การวัดอุณหภูมิภายใน (temperature measurement)	การวัดอุณหภูมิแกนกลางร่างกาย หรือ อุณหภูมิใกล้เคียงแกนกลางร่างกาย (ภาคผนวก)
Active warming	การให้ความอบอุ่นแก่ผู้ป่วยโดยการใช้อุปกรณ์เพื่อถ่ายเทความร้อนให้แก่ผู้ป่วย (active warming device) ตัวอย่างอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องเป่าลมร้อน (force-air warming device) หรือ ผ้าห่มให้ความอบอุ่นชนิดน้ำหมุนวน (circulating water mattress) หรือ ชนิด resistive heating mattress เป็นต้น
Passive warming	การให้ความอบอุ่นแก่ผู้ป่วยโดยป้องกันการสูญเสียความร้อน ตัวอย่างอุปกรณ์ (passive warming device) ได้แก่ ผ้าห่มสำลี (cotton blanket) หรือ ผ้าห่มสะท้อนความร้อน (reflective blanket) เป็นต้น

คำแนะนำเพื่อการป้องกันและรักษาภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะ ก่อน ระหว่างและหลังผ่าตัด

I. การเตรียมตัวของผู้ป่วยและบุคลากร

1. การเตรียมตัวของผู้ป่วย/ครอบครัว/ผู้ดูแล

- บุคลากรควรให้ข้อมูลและแนะนำผู้ป่วย/ครอบครัว/ผู้ดูแลในเรื่องการรักษาอุณหภูมิร่างกายและภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ เพื่อเตรียมตัวก่อนเข้าผ่าตัด และจัดเตรียมเครื่องนุ่งห่ม และผ้าห่มให้เหมาะสม เพื่อช่วยให้ความอบอุ่นร่างกายก่อนผ่าตัด โดย ดูแลอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในช่วง 36-37.5 องศาเซลเซียส⁵ เนื่องจากห้องพักและสภาพแวดล้อมภายในโรงพยาบาล อาจมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าสภาพแวดล้อมที่ผู้ป่วยคุ้นเคย เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ
- ขณะอยู่ในโรงพยาบาล หากผู้ป่วยรู้สึกหนาว ให้ผู้ป่วยแจ้งบุคลากรได้ตลอดเวลา

2. การเตรียมความพร้อมของบุคลากร

- บุคลากรทางการแพทย์ควรมีความชำนาญในการใช้งานเครื่องมือวัดอุณหภูมิ และอุปกรณ์ในการให้ความอบอุ่น โดยมีมาตรการการทำความสะอาดเพื่อป้องกันการติดเชื้อ และมีการเปรียบเทียบการใช้งาน รวมถึงการบำรุงรักษาตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

II. การดูแลในระยะก่อน ระหว่าง และหลังผ่าตัด (Perioperative care)⁶

1. ระยะก่อนผ่าตัด (Preoperative phase)

ระยะก่อนผ่าตัด หมายถึง ช่วงเวลา 1 ชั่วโมงก่อนเริ่มให้การระงับความรู้สึก รวมถึงช่วงเวลาที่ให้ยาคลายกังวลก่อนระงับความรู้สึก (premedication) โดยผู้ป่วยอาจอยู่ที่หอผู้ป่วย หอผู้ป่วยวิกฤต หรือที่ห้องฉุกเฉิน เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับเข้าผ่าตัด ข้อแนะนำสำหรับบุคลากร ได้แก่

- 1.1 บันทึกอุณหภูมิร่างกายของผู้ป่วย ในช่วงเวลา 1 ชั่วโมงก่อนที่จะเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากหอผู้ป่วย ไปยังห้องผ่าตัด
- 1.2 ผู้ป่วยที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 36 องศาเซลเซียส ควรได้รับการอบอุ่นร่างกายด้วย active warming device ตั้งแต่ระยะก่อนผ่าตัดที่หอผู้ป่วยเพื่อไม่ให้อุณหภูมิร่างกายต่ำ และควรอบอุ่นร่างกายอย่างต่อเนื่องตลอดระยะผ่าตัด
- 1.3 ประเมินปัจจัยเสี่ยงของผู้ป่วยในการเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะผ่าตัด ก่อนเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังห้องผ่าตัด ผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูง ได้แก่ ผู้ป่วยที่มีเกณฑ์ตามข้อบ่งชี้ มากกว่าหรือเท่ากับ 2 ข้อ ดังนี้
 - 1) American Society of Anesthesiologists (ASA) grade II-V (ผู้ป่วยที่ ASA สูงขึ้น พบว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะผ่าตัดสูงขึ้น)
 - 2) ผู้ป่วยที่มีอุณหภูมิก่อนผ่าตัดต่ำกว่า 36 องศาเซลเซียส (โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อไม่สามารถทำการอบอุ่นร่างกายก่อนผ่าตัดได้ เนื่องจากเป็นการผ่าตัดชนิดเร่งด่วน)
 - 3) ผู้ป่วยที่เข้ารับการระงับความรู้สึกด้วยวิธีการระงับความรู้สึกแบบทั่วไปร่วมกับการระงับความรู้สึกเฉพาะส่วน (combined general and regional anesthesia)
 - 4) ผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดใหญ่หรือการผ่าตัดที่มีความเสี่ยงสูงและซับซ้อน
 - 5) ผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนของระบบหัวใจและหลอดเลือด

- 1.4 ประเมินปัจจัยอื่นๆ ที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะผ่าตัด ได้แก่
 - ผู้ป่วยที่อายุมากกว่าหรือเท่ากับ 60 ปี⁷
 - ผู้ป่วยที่มีดัชนีมวลกายต่ำ (low body mass index)⁸
 - ผู้ป่วยที่มีอุณหภูมิร่างกายต่ำก่อนผ่าตัด⁹
 - ผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัว เช่น ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดจอประสาทตาเสื่อม¹⁰ ผู้ป่วยที่มีภาวะพร่องไทรอยด์ฮอร์โมนรุนแรง
 - ผู้ป่วยที่ได้รับยาต้านอาการทางจิต (antipsychotic drugs)¹¹ ยาคลายกังวล เช่น ยากลุ่มเบนโซไดอะซีปีน (benzodiazepine)¹² หรือยาในกลุ่มโอปิออยด์ (opioid)¹³
 - ผู้ป่วยฉุกเฉิน เช่น ผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บหลายระบบ¹⁴
- 1.5 อบอุ่นร่างกายด้วย passive warming device¹⁵ ในผู้ป่วยทุกรายที่เข้ารับการระงับความรู้สึกนานกว่า 30 นาที โดยเฉพาะหากผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงแนะนำให้ใช้ active warming device ก่อนเริ่มให้การระงับความรู้สึกอย่างน้อย 30 นาที¹⁶ (ยกเว้นหากทำให้การผ่าตัดฉุกเฉินต้องล่าช้า)
- 1.6 สังเกตและประเมินปัญหาจากการอบอุ่นร่างกายผู้ป่วย เพื่อป้องกันการเกิดอันตรายจากการให้ความอบอุ่น โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีปัญหาการสื่อสาร หรือผู้ป่วยที่ได้รับยาคลายกังวลก่อนระงับความรู้สึก
- 1.7 ผู้ป่วยควรมีอุณหภูมิสูงกว่าหรือเท่ากับ 36 องศาเซลเซียสก่อนเคลื่อนย้ายจากหอผู้ป่วย ไปยังห้องผ่าตัด
- 1.8 ผู้ป่วยควรได้รับการดูแลให้รู้สึกอบอุ่น โดยดูแลอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในช่วง 36-37.5 องศาเซลเซียส ระหว่างเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังห้องผ่าตัด

2. ระยะระหว่างผ่าตัด (Intraoperative phase)^{6,17,18}

ระยะระหว่างผ่าตัด หมายถึง ระยะเวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในห้องผ่าตัดจนถึงเวลาที่เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากห้องผ่าตัดไปยังห้องพักฟื้น ข้อเสนอแนะสำหรับบุคลากร ได้แก่

- 2.1 วัดอุณหภูมิก่อนเริ่มนำสลบและวัดซ้ำทุก 30 นาที จนกระทั่งเสร็จผ่าตัด
- 2.2 หากผู้ป่วยมีอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่า 36 องศาเซลเซียส ควรให้ความอบอุ่นจนมีอุณหภูมิร่างกายเป็นปกติจึงเริ่มนำสลบ ยกเว้นเป็นการผ่าตัดเร่งด่วน
- 2.3 ปรับอุณหภูมิห้องผ่าตัดให้ไม่ต่ำกว่า 21 องศาเซลเซียส
- 2.4 ใช้ passive warming device อย่างเหมาะสมตลอดการผ่าตัด
- 2.5 ใช้ active warming device ในการให้ความอบอุ่น ตั้งแต่เริ่มการนำสลบในกรณีต่อไปนี้
 - 1) ได้รับการระงับความรู้สึกนานกว่า 30 นาที หรือ
 - 2) ได้รับการระงับความรู้สึกน้อยกว่า 30 นาที แต่มีปัจจัยเสี่ยงที่จะเกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำระหว่างผ่าตัด
- 2.6 ปรับอุปกรณ์ให้ความอบอุ่นให้เหมาะสม (ตามคำแนะนำด้านความปลอดภัยของบริษัทผู้ผลิต) เพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกายให้ไม่ต่ำกว่า 36 องศา และระมัดระวังอันตรายที่เกิดจากการให้ความอบอุ่น
- 2.7 อุ่นสารน้ำ (กรณีต้องให้สารน้ำปริมาณมากกว่า 500 มิลลิลิตร) และส่วนประกอบของเลือดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสก่อนที่จะให้กับผู้ป่วย
- 2.8 กรณีมีการใช้สารน้ำ irrigating fluid ให้อุ่นที่อุณหภูมิ 38-40 องศาเซลเซียส

3. ระยะหลังผ่าตัด (Postoperative phase)

ระยะหลังผ่าตัด หมายถึง ระยะเวลาที่ผู้ป่วยได้รับการดูแลที่ห้องพักฟื้นและหอผู้ป่วยหลังผ่าตัด

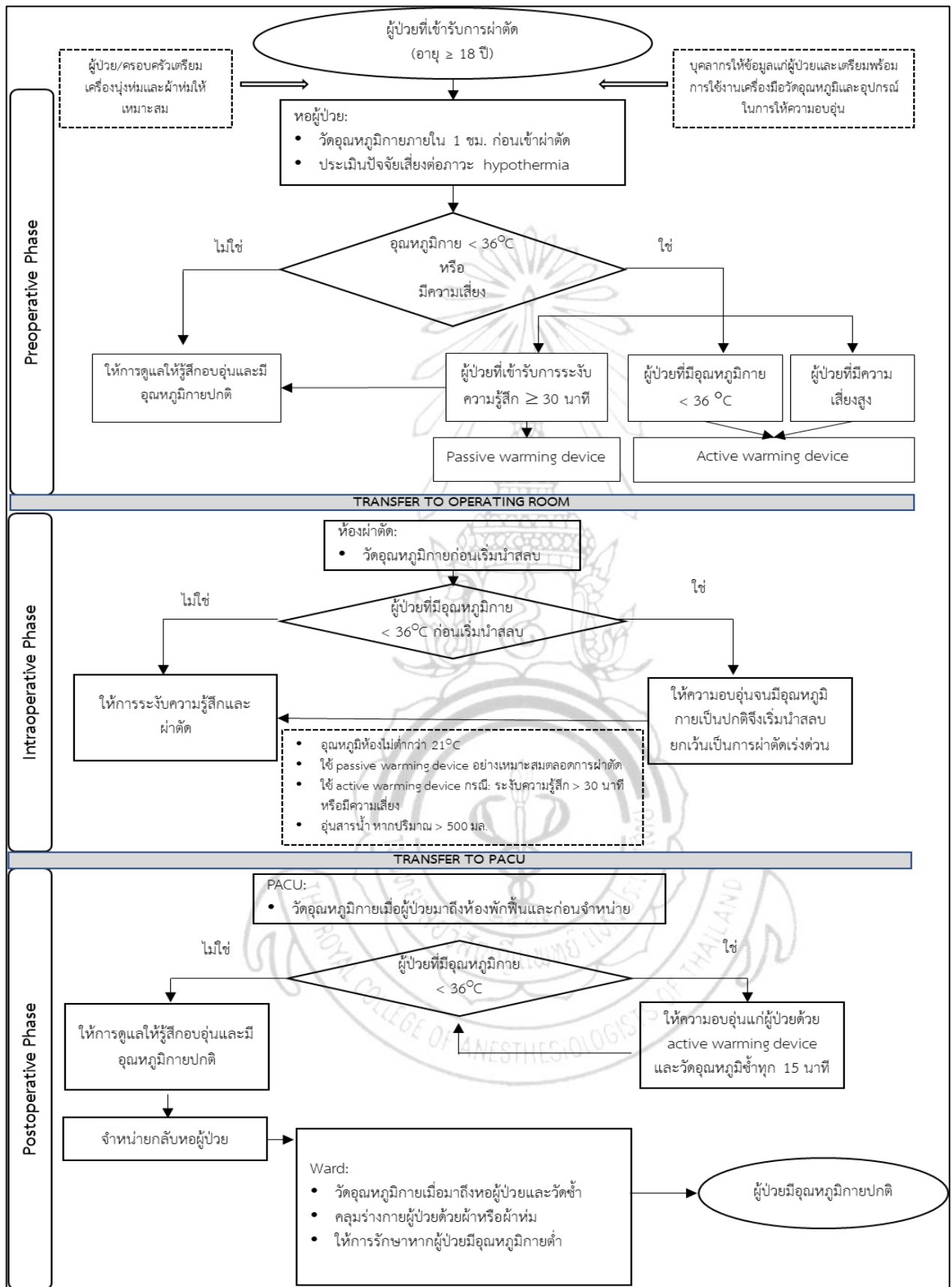
3.1 การดูแลที่ห้องพักฟื้น

- 1) วัดอุณหภูมิกายเมื่อผู้ป่วยมาถึงห้องพักฟื้นและก่อนจำหน่าย
- 2) ใช้ passive warming device อย่างเหมาะสมในผู้ป่วยทุกราย
- 3) หากผู้ป่วยมีอุณหภูมิกายต่ำกว่า 36 องศาเซลเซียส ให้ความอบอุ่นแก่ผู้ป่วยด้วย active warming device และวัดอุณหภูมิซ้ำทุก 15 นาที จนกระทั่งสามารถจำหน่ายผู้ป่วยออกจากห้องพักฟื้น
- 4) จำหน่ายผู้ป่วยออกจากห้องพักฟื้นเมื่ออุณหภูมิกายมากกว่าหรือเท่ากับ 36 องศาเซลเซียส

3.2 การดูแลที่หอผู้ป่วย

- 1) วัดอุณหภูมิกายเมื่อมาถึงหอผู้ป่วยและวัดซ้ำทุก 4 ชั่วโมง หรือตามมาตรฐานการดูแลผู้ป่วยหลังผ่าตัดของสถานพยาบาล
- 2) คลุมร่างกายผู้ป่วยด้วยผ้าหรือผ้าห่ม
- 3) หากผู้ป่วยมีอุณหภูมิกายต่ำกว่า 36 องศาเซลเซียส ให้ความอบอุ่นแก่ผู้ป่วยด้วย active warming device และวัดอุณหภูมิกายอย่างน้อยทุก 30 นาที ระหว่างที่ให้ความอบอุ่นแก่ผู้ป่วย

ผู้ป่วยหลังผ่าตัดทุกคนควรได้รับการดูแลให้อุณหภูมิกายเป็นปกติ และได้รับการดูแลหลังผ่าตัดตามมาตรฐานต่อไป หากมีภาวะอุณหภูมิกายต่ำ ควรได้รับการรักษาที่เหมาะสม (ภาคผนวก)



แผนภูมิที่ 1 แสดงแนวทางเวชปฏิบัติเพื่อการป้องกันและรักษาภาวะอุณหภูมิภายในต่ำในระยะ ก่อน ระหว่างและหลังผ่าตัด

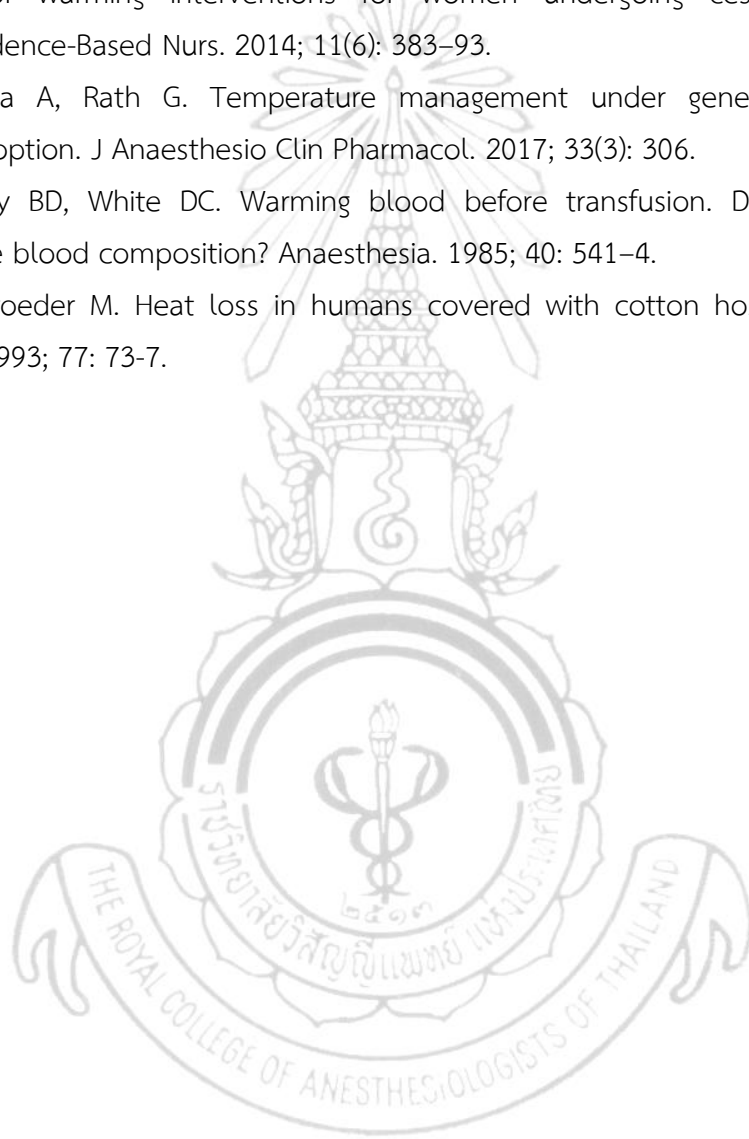
เอกสารอ้างอิง

1. Yi J, Lei Y, Xu S, Si Y, Li S, Xia Z, et al. Intraoperative hypothermia and its clinical outcomes in patients undergoing general anesthesia: national study in China. PLoS ONE. 2017;12(6):e0177221. DOI: 10.1371/journal.pone.0177221.
2. Akers JL, Dupnick AC, Hillmna EL, Bauer AG, Kinker LM, Wonder AH. Inadvertent perioperative hypothermia risks and postoperative complications: a retrospective study. AORN J. 2019; 109(6): 741-7. DOI: 10.1002/aorn.12696.
3. Sessler DI, Pei L, Cui S, Chan MT, Huang Y, Wu J, et al. Aggressive intraoperative warming versus routine thermal management during non-cardiac surgery (PROTECT): a multicentre, parallel group, superiority trial. Lancet. 2022;399:1799–808. DOI: 10.1016/S0140-6736(22)00560-8.
4. Koh W, Chakravarthy M, Simon E, Rasiah R, Charuluxananan S, Kim TY, et al. Perioperative temperature management: a survey of 6 Asia–Pacific countries. BMC Anesthesiol. 2021;21:205. DOI: 10.1186/s12871-021-01414-6.
5. Prevention and management of inadvertent perioperative hypothermia in adults: practice guideline 01 [Internet]. Australian College of PeriAnaesthesia Nurses (ACPAN) [cited 2021 Apr]. Available from: <https://acpan.edu.au/acpan-guidelines>.
6. NICE National Institute for Health and Care Excellence. Hypothermia: prevention and management in adults having surgery: Clinical guideline [CG65]. UK: NICE National Institute for Health and Care Excellence; 2016.
7. Frank SM, Raja SN, Bulcao C, Goldstein DS. Age-related thermoregulatory differences during core cooling in humans. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2000;279(1):R349-R354. DOI: 10.1152/ajpregu.2000.279.1.r349.
8. Jonas JM, Ehrenkranz J, Gold MS. Urinary basal body temperature in anorexia nervosa. Biol Psychiatry. 1989;26(3):289-96. DOI: 10.1016/0006-3223(89)90041-3.
9. Kongsayreepong S, Chaibundit C, Chadpaibool J, et al. Predictor of core hypothermia and the surgical intensive care unit. Anesth Analg 2003; 96(3): 826-33.
10. Kitamura A, Hoshino T, Kon T, Ogawa R. Patients with diabetic neuropathy are at risk of a greater intraoperative reduction in core temperature. Anesthesiology. 2000; 92(5): 1311-8.
11. Scherl TA, Langguth B, Kreuzer PM. Hypothermia Associated with antipsychotic medication: A clinical surveillance study. J Clin Psychopharmacol. 2017; 37(6): 751-3.
12. Bräuer A, Müller MM, Wetz AJ, et al. Influence of oral premedication and prewarming on core temperature of cardiac surgical patients: a prospective, randomized, controlled trial. BMC Anesthesiol. 2019;19(1):55. DOI: 10.1186/s12871-019-0725-7.
13. De Witte JL, Kim JS, Sessler DI, et al. Tramadol reduces the sweating, vasoconstriction, and shivering thresholds. Anesth Analg. 1998; 87(1): 173-9.

14. Wang HE, Callaway CW, Peitzman AB, Tisherman SA. Admission hypothermia and outcome after major trauma. *Crit Care Med*. 2005; 33(6): 1296-301.
15. Simegn GD, Bayable SD, Fetene MB. Prevention and management of perioperative hypothermia in adult elective surgical patients: A systematic review. *Ann Med Surg (Lond)*. 2021;72:103059. DOI: 10.1016/j.amsu.2021.103059. eCollection 2021 Dec.
16. Torossian A, Bräuer A, Höcker J, et al. Preventing inadvertent perioperative hypothermia. *Dtsch Arztebl Int*. 2015; 112(10): 166-72.
17. Riley C, Andrzejowski J. Inadvertent perioperative hypothermia. *BJA Education*. 2018; 18(8): 227-33.
18. American Society of PeriAnesthesia Nurses (ASpan). Clinical guideline for the prevention of unplanned perioperative hypothermia [Internet]. [cited 2022 Nov 21]. Available from: <http://www.aspan.org>.
19. Rauch S, et al. Perioperative Hypothermia-A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(16):8749. DOI: 10.3390/ijerph18168749.
20. Gropper M, Fleisher LE, Wiener-Kronish J, Cohen N, Leslie K, editors. *Miller's anesthesia*. 9th. ed. Philadelphia: Elsevier; 2019.
21. Barash PG, Cahalan MK, Cullen BF, Stock MC, Stoelting RK, Ortega R, et.al, editors. *Clinical anesthesia*. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2017.
22. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD, editors. *Morgan and Mikhail's clinical anesthesiology* 7th ed. New York: McGraw Hill; 2020.
23. Diaz M, Becker DE. Thermoregulation: physiological and clinical considerations during sedation and general anesthesia. *Anesth Prog*. 2010; 57(1): 25-32.
24. Sessler D I. Perioperative thermoregulation and heat balance. *Lancet*. 2016; 387(10038): 2655-64.
25. Lohsiriwat V, Chinswangwatanakul V, Lohsiriwat D, Rongrungruang Y, Malathum K, Ratanachai P, et al. Guidelines for the prevention of surgical site infection: the surgical infection society of Thailand recommendations (executive summary). *J Med Assoc Thai*. 2022; 103(1): 99-105.
26. Luginbuehl I, Bissonatte B, Davis PJ. In: Davis PJ, editor. *Smith's Anesthesia for infants and children*. 9th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017. p163.
27. Reynold L, Beckman J, Kurz A. Perioperative complication of hypothermia. *Clin Anesth*. 2008; 22(4): 654-57.
28. Kaufman RD. Relationship between esophageal temperature gradient and heart and lung sounds heard by esophageal stethoscope. *Anesth Analg*. 1987; 66(10): 1046-8.

29. Wang M, Singh A, Qureshi H, Leone A, Mascha EJ, Sessler DI. Optimal depth for nasopharyngeal temperature probe positioning. *Anesth Analg*. 2016; 122(5): 1434-8.
30. Pei L, Huang Y, Mao G, Sessler DI. Axillary Temperature, as recorded by the iThermonitor WT701, well represents core temperature in adults having noncardiac surgery. *Anesth Analg*. 2018; 126(3): 833-8.
31. Iazzo PA, Kehler CH, Zink RS, Belani KG, Sessler DI. Thermal response in acute porcine malignant hyperthermia. *Anesth Analg*. 1996; 82(4): 782-9.
32. Conway A, Bittner M, Phan D, Chang K, Kamboj N, Tipton E, et. al. Accuracy and precision of zero-heat-flux temperature measurements with the 3M™ Bair Hugger™ temperature monitoring system: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Monit Comput*. 2021; 35(1): 39-49.
33. Arndt K. Inadvertent hypothermia in the OR. *AORN J*. 1999; 70: 204-6.
34. Macario A, Dexter F. What are the most important risk factors for a patient's developing intraoperative hypothermia? *Anesth Analg*. 2002; 94: 215-20.
35. Balaras CA, Dascalaki E, Gaglia A. HVAC and indoor thermal conditions in hospital operating rooms. *Energ Build*. 2007; 39: 454-70.
36. Katz JD. Control of the environment in the operating room. *Anesth Analg*. 2017; 125: 1214-8.
37. American Society of PeriAnesthesia Nurses (ASPAN). Clinical guideline for the prevention of unplanned perioperative hypothermia. *J Perianesthesia Nursing*. 2001; 16(5): 305-14.
38. Horn EP, Bein B, Boehm R et al. The effect of short time periods of pre-operative warming in the prevention of peri-operative hypothermia. *Anaesthesia*. 2012; 67: 612e7.
39. Torossian A, Bräuer A, Höcker J, Bein B, Wulf H, Horn EP: Clinical practice guideline: Preventing inadvertent perioperative hypothermia. *Dtsch Arztebl Int*. 2015; 112: 166-72.
40. Gendron F. "Burns" occurring during lengthy surgical procedures. *Journal of Clinical Engineering*. 1980; 5: 19-26.
41. Brauer A, Pacholik L, Perl T, English MJ, Weyland W, Braun U. Conductive heat exchange with a gel-coated circulating water mattress. *Anesthesia and Analgesia*. 2004; 99: 1742-6.
42. Chung K, Lee S, Oh S-C, Choi J, Cho H-S. Thermal burn injury associated with a forced-air warming device. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2012; 62: 391-2.
43. Uzun G, Mutluoglu M, Evinc R, Ozdemir Y, Sen H. Severe burn injury associated with misuse of forced-air warming device. *Journal of Anesthesia*. 2010; 24: 980-1.
44. Uzun G, Mutluoglu M, Evinc R, Ozdemir Y, Sen H. Severe burn injury associated with misuse of forced-air warming device. *Journal of Anesthesia*. 2010; 24: 980-1.

45. Munday J, Hines S, Wallace K, Chang A, Gibbons K, Yates P. A systematic review of the effectiveness of warming interventions for women undergoing cesarean section. *Worldviews Evidence-Based Nurs.* 2014; 11(6): 383–93.
46. Bindu B, Bindra A, Rath G. Temperature management under general anesthesia: compulsion or option. *J Anaesthesio Clin Pharmacol.* 2017; 33(3): 306.
47. Marks RJ, Minty BD, White DC. Warming blood before transfusion. Does immersion warming change blood composition? *Anaesthesia.* 1985; 40: 541–4.
48. Sessler DI, Schroeder M. Heat loss in humans covered with cotton hospital blankets. *Anesth Analg.* 1993; 77: 73-7.



ภาคผนวก

ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ (hypothermia)

คำจำกัดความของภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ คือ การที่ภาวะอุณหภูมิแกนกลางของร่างกายต่ำกว่า 36 องศาเซลเซียส อุบัติการณ์ของภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำพบได้ตั้งแต่ร้อยละ 4 จนถึงร้อยละ 70¹⁹ การผ่าตัดและการระงับความรู้สึกถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะอุณหภูมิในร่างกายต่ำ ซึ่งส่งผลเสียต่อผู้ป่วยหลายด้านเช่น ผลต่อการแข็งตัวของเลือด การติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัด ระยะเวลาที่ใช้ในห้องผ่าตัดเพิ่มขึ้น เป็นต้น

กลไกการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย (mechanism of heat loss & thermoregulation)²⁰⁻²²

ในภาวะปกติร่างกายจะมีกลไกในการควบคุมให้อยู่ในค่าปกติ คือ 36.5-37.6 องศาเซลเซียส เพื่อให้ในระบบเมตาบอลิซึมและเอนไซม์ทำงานได้อย่างปกติ โดยอุณหภูมิภายในแต่ละตำแหน่งอาจมีความแตกต่างกันเนื่องมาจากการกระจายความร้อนไม่เท่ากัน อุณหภูมิแกนกลางของร่างกายอาจจะสูงกว่าอุณหภูมิที่ผิวหนังได้ถึง 2-4 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิแกนกลางจะถูกควบคุม ผ่านทาง thalamus

การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย (thermoregulation) ประกอบด้วยกระบวนการสำคัญ ได้แก่

- 1) การรับรู้อุณหภูมิ (temperature sensing)
- 2) การควบคุมโดยศูนย์ควบคุมส่วนกลาง (central temperature regulation)
- 3) กลไกตอบสนอง (efferent responses)

โดย temperature sensing ของร่างกายได้รับสัญญาณจาก thermoreceptor ที่ผิวหนัง ตับ กล้ามเนื้อ และส่งสัญญาณไปยังระบบ central thermoregulation คือ ไขสันหลัง (spinal cord) และสมองส่วน hypothalamus ซึ่งเมื่อร่างกายมีภาวะที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป จะมีกลไกตอบสนอง efferent responses นำไปสู่การปรับพฤติกรรม (behavioral response) หรือปรับระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic mechanism) ยกตัวอย่างเช่น หากร่างกายอยู่ในอุณหภูมิต่ำ จะเกิดการปรับพฤติกรรมโดยการหาเครื่องนุ่งห่มอุ่นๆ มาใส่ และเกิดการปรับระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic mechanism) ทำให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือดเพื่อลดการสูญเสียความร้อน หรือการหนาวสั่น (shivering) ซึ่งจะทำให้เกิดสมดุลระหว่างการสร้างความร้อนและการสูญเสียความร้อน นำไปสู่การควบคุมอุณหภูมิให้เป็นปกติ

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแกนกลางจากค่าปกติ อาจกระตุ้นระบบการควบคุมอุณหภูมิดังกล่าวข้างต้น ซึ่งค่าของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่กระตุ้นให้เกิดการตอบสนองนี้จะถูกเรียกว่า interthreshold range โดยปกติ interthreshold range ของการปรับระบบประสาทอัตโนมัติเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้เป็นปกติ มีค่าประมาณ 0.2 องศาเซลเซียส แต่ในผู้ป่วยที่ได้รับการระงับความรู้สึกไม่ว่าจะเป็นการระงับความรู้สึกทั้งแบบชนิดทั่วไป (general anesthesia) หรือ การระงับความรู้สึกเฉพาะส่วน (regional anesthesia) จะทำให้การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายนั้นเปลี่ยนแปลงไป และทำให้ interthreshold range นี้กว้างขึ้น

ผลของการระงับความรู้สึกต่อการกลไกการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย (effect of anesthesia on thermoregulation)

- การระงับความรู้สึกทั่วไป (general anesthesia)

ยาสลบทางหลอดเลือดดำ/ยาตมสลบแบบไอระเหย จะยับยั้งกลไกการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายแบบ dose dependent โดยจะเพิ่ม interthreshold range สูงขึ้นถึง 20 เท่า จาก 0.2 องศาเซลเซียส เป็น 4 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังส่งผลให้หลอดเลือดขยายตัว (vasodilatation) ซึ่งทำร่างกายสูญเสียความร้อนได้มากขึ้นอีกทางหนึ่ง

- การระงับความรู้สึกเฉพาะส่วน (regional anesthesia)

กลไกการควบคุมอุณหภูมินั้นถูกส่งผ่านทางระบบประสาท ดังนั้นการระงับความรู้สึกเฉพาะส่วนจะยับยั้งการส่งสัญญาณดังกล่าว โดยระดับของการชาจะส่งผลต่อความรุนแรงของภาวะอุณหภูมิต่ำ เพราะ thermoregulation ของร่างกายในส่วนที่อยู่สูงกว่าระดับการชายังสามารถทำงานได้ อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของ interthreshold range จากเดิม 0.2 องศาเซลเซียส เพิ่มเป็น 0.8 องศาเซลเซียสในการระงับความรู้สึกเฉพาะส่วน ถือว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการระงับความรู้สึกทั่วไป

ในการระงับความรู้สึกนั้น ผู้ป่วยจะสูญเสียความร้อนจากร่างกายได้โดยกลไกดังต่อไปนี้²³

1. **การแผ่รังสีความร้อน (radiation)** เป็นการแผ่รังสีอินฟราเรดจากร่างกายซึ่งการแผ่รังสีความร้อนไม่ต้องการตัวกลางในการเคลื่อนที่ และถือว่าเป็นกลไกหลักในการสูญเสียความร้อนจากร่างกายคิดเป็น โดยคิดเป็นร้อยละ 60 ของการสูญเสียความร้อนทั้งหมด
2. **การพาความร้อน (convection)** การถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่เกิดขึ้นในของไหล
3. **การนำความร้อน (conduction)** การสูญเสียความร้อนออกจากร่างกายจากวัตถุโดยการสัมผัสโดยตรง
4. **การระเหย (evaporation)** การระเหยของเหงื่อจะสามารถทำให้อุณหภูมิร่างกายลดลงได้ โดยจะเกิดก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงกว่าในร่างกาย ทั้งนี้คิดเป็นร้อยละ 22 ของการสูญเสียความร้อนทั้งหมด

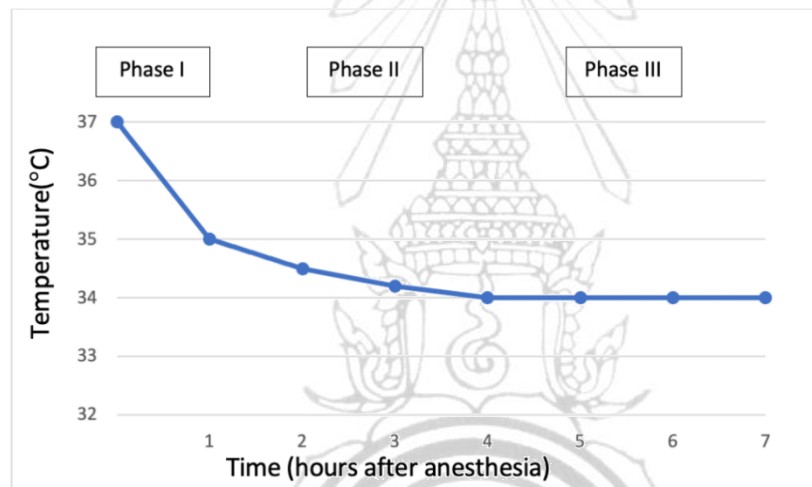
การสูญเสียความร้อนในร่างกายแบบ convection และ conduction คิดเป็นร้อยละ 15 ของการสูญเสียความร้อนในทั้งหมดของร่างกาย

รูปแบบการสูญเสียความร้อนของร่างกายขณะได้รับการระงับความรู้สึก แบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้^{22, 23} รูปที่1)

ระยะที่ 1 (phase I) เป็นระยะที่มีการลดลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและลดลงอย่างมาก โดยกลไกหลักเกิดจากการแผ่รังสีความร้อน (radiation) ร่วมกับการเคลื่อนที่ของความร้อน (redistribution) จากแกนกลางลำตัว (abdomen, thorax) ไปยังผิวหนังบริเวณรยางค์ของร่างกาย (arms, legs) ซึ่งทำให้อุณหภูมิแกนกลางของร่างกายจะลดลง 1-2 องศา โดยเป็นผลมาจากยาสลบทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด ระยะเวลาคือ 1 ถึง 1 ชั่วโมงครึ่ง หลังจากเริ่มระงับความรู้สึก

ระยะที่ 2 (phase II) เกิดภายหลังจากชั่วโมงแรกที่ได้รับการระงับความรู้สึกโดยอุณหภูมิแกนกลางจะลดลงอย่างช้าๆ

ระยะที่ 3 (phase III) เกิดในช่วง 3-5 ชั่วโมงหลังจากเริ่มการระงับความรู้สึก เมื่ออุณหภูมิกายลดต่ำลงมากทำให้เกิด thermoregulate vasoconstriction ร่างกายจะเข้าสู่ภาวะสมดุลเมื่ออัตราการสูญเสียความร้อนมีค่าเท่ากับอัตราการสร้างความร้อนของร่างกาย



รูปที่ 1 แสดงระยะของการสูญเสียความร้อนจากร่างกายในระหว่างการระงับความรู้สึก²²

ผลของภาวะอุณหภูมิกายต่ำต่อสรีรวิทยาของร่างกาย (physiologic effect of hypothermia)

เมื่อร่างกายเกิดภาวะอุณหภูมิกายต่ำจะทำให้การทำงานของเซลล์ต่างๆไม่เป็นปกติ ซึ่งกระตุ้นให้เกิดความผิดปกติต่างๆดังต่อไปนี้

I. ความผิดปกติของการแข็งตัวของเลือด (coagulopathy)²⁴

เกิดจากความผิดปกติของเกล็ดเลือด (platelet aggregation) โดยเกิดจากการหลั่ง thromboxane A₂ ลดลง ภาวะอุณหภูมิกายต่ำยังมีผลต่อการสร้างเอนไซม์ใน coagulation cascade ทำให้มีการสร้างลิ่มเลือดลดลง เมื่อรวมผลกระทบที่มีต่อเกล็ดเลือดและการสร้างเอนไซม์ ทำให้การแข็งตัวของเลือดลดลง ส่งผลให้มีการเสียเลือดระหว่างผ่าตัดเพิ่มขึ้น

มีการศึกษา metanalysis พบว่าเมื่ออุณหภูมิกายลดลง 1 องศาเซลเซียส เพิ่มการเสียเลือดมากถึงร้อยละ 20 และเพิ่มอุบัติการณ์การให้เลือดแดงอย่างมีนัยสำคัญ

II. แผลผ่าตัดติดเชื้อ (surgical wound infection)

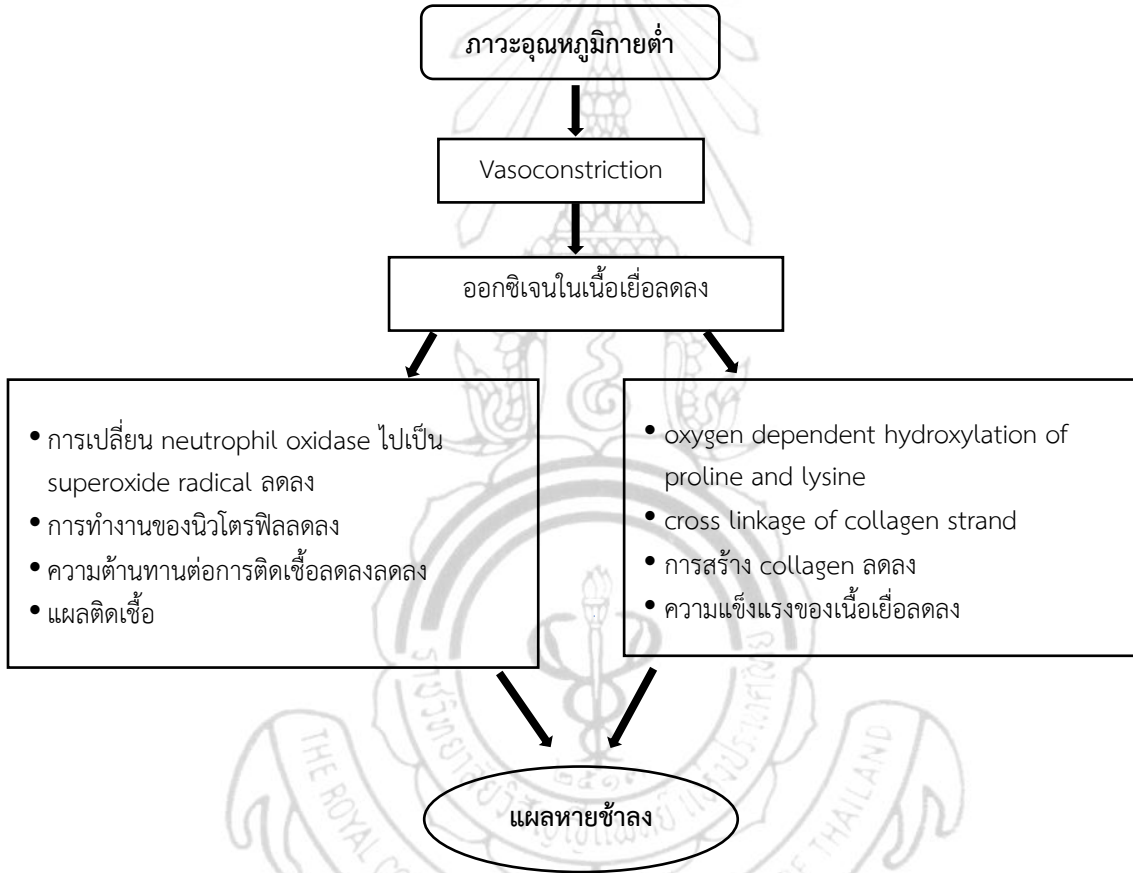
ภาวะอุณหภูมิกายต่ำทำให้ภูมิคุ้มกันร่างกายลดลง จากกลไกต่างๆ ได้แก่

- 1) เมื่ออุณหภูมิกายต่ำลงเล็กน้อยจะกระตุ้นให้เกิด vasoconstriction ทำให้เลือดไปเลี้ยงบาดแผลลดลง ส่งผลให้ออกซิเจนที่ไปเนื้อเยื่อลดลงตาม รวมทั้งการทำงานของนิวโทรฟิลก็จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในโมเลกุลเนื้อเยื่อ

2) ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำจะลดการกระตุ้นภูมิคุ้มกันร่างกายและลดการเคลื่อนไหวของ macrophages

3) ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำจะลดการซ่อมแซมเนื้อเยื่อ นำไปสู่ภาวะแผลแยกและแผลติดเชื้อ

การควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้ปกติในระหว่างผ่าตัดช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดการติดเชื้อของแผลผ่าตัด²⁵



แผนภูมิที่ 2 แสดงผลกระทบของภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำต่อภูมิคุ้มกันร่างกายที่ส่งผลต่อการหายของบาดแผล²⁶

III. ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจบาดเจ็บ (myocardial injury)²⁷

ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจบาดเจ็บโดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (myocardial ischemia) เป็นสาเหตุหลักในการเกิดอัตรารายและอัตรามรณะระหว่างผ่าตัด โดย Frank และคณะพบว่า เมื่ออุณหภูมิผู้ป่วยลดลง 1.4 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดภาวะไม่พึงประสงค์จากกล้ามเนื้อหัวใจบาดเจ็บเพิ่มมากถึง 3 เท่า โดยกลไกที่ทำให้เกิดยังไม่แน่ชัด สันนิษฐานว่าน่าจะเกิดจากการที่อุณหภูมิร่างกายต่ำนำไปสู่หัวใจเต้นเร็วและความดันเลือดสูง ความดันเลือดสูงในผู้สูงอายุจากอุณหภูมิร่างกายต่ำพบว่า norepinephrine ในเลือดสูงกว่าปกติถึงสามเท่า จึงนำไปสู่การกระตุ้นหัวใจห้องล่างซ้ายเต้นผิดปกติง่าย เมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อหัวใจเพิ่มขึ้นในขณะที่เลือดมาเลี้ยงหัวใจเท่าเดิมนำไปสู่ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด

IV. ผลกระทบต่อการออกฤทธิ์ของยา (prolong the action of various drugs)²⁴

การทำงานของเอนไซม์ต่างๆขึ้นกับอุณหภูมิ ดังนั้นจึงอาจทำให้การออกฤทธิ์ของยานานขึ้น ในภาวะอุณหภูมิร่างกายลดลง 2 องศาเซลเซียส ตัวอย่างเช่น

- vecuronium ออกฤทธิ์นานขึ้น 2 เท่า ถ้าอุณหภูมิร่างกายลดลง 3 องศาเซลเซียส
- atracurium ออกฤทธิ์นานขึ้นอีกร้อยละ 30
- ระดับยาในเลือดของยา propofol เพิ่มอีกร้อยละ 28 จากการที่เลือดไปเลี้ยงตับลดลง

ดังนั้นเมื่อระดับยาต่างๆออกฤทธิ์นานขึ้นทำให้ผู้ป่วยที่อุณหภูมิร่างกายต่ำตื่นช้าได้ (delay emergence)

V. ภาวะหนาวสั่น (shivering)²⁷

Postoperative shivering พบได้บ่อยในผู้ป่วยอุณหภูมิร่างกายต่ำ shivering เป็น autonomic thermoregulatory response โดยการเกิด shivering อาจทำให้ผู้ป่วยเกิดภาวะไม่สบายตัว ทั้งยังทำให้ปวดแผลผ่าตัดเพิ่มขึ้น เพิ่มความดันกะโหลกศีรษะ เพิ่มความดันลูกตา และเพิ่มเมตาบอลิซึม เมื่อเมตาบอลิซึมเพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มการใช้ออกซิเจนมากถึง 2-3 เท่า การเพิ่มการใช้ออกซิเจนอาจส่งผลเสียต่อผู้ป่วยที่มีปัญหา intrapulmonary shunt, fixed cardiac output หรือผู้ป่วยที่มี respiratory reserve จำกัดได้

VI. ความรู้สึกไม่สบายจากภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ (thermal discomfort)

ความรู้สึกหนาวหลังการผ่าตัดแม้ไม่ใช่ปัญหาร้ายแรงถึงชีวิต แต่ทำให้ผู้ป่วยไม่สบาย และอาจทำให้จำหน่ายผู้ป่วยออกจากห้องพักฟื้นได้ช้า เพิ่มความดันเลือด เพิ่มการเต้นหัวใจ และมักเกิดพร้อมกับ shivering ทำให้เกิดปัญหาของ shivering ตามมาอีกด้วย

การติดตามอุณหภูมิร่างกาย และการแปลผล (temperature monitoring and interpretation)

ในช่วงระหว่างการผ่าตัด มีเหตุการณ์มากมายที่อาจส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายของผู้ป่วยเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ การเฝ้าระวังติดตามอุณหภูมิร่างกายจึงมีความจำเป็นในผู้ป่วยทุกรายที่มาเข้ารับการผ่าตัดที่นานกว่า 30 นาทีขึ้นไป ซึ่งจะได้ประโยชน์ทั้งในด้านการเฝ้าระวังภาวะที่อุณหภูมิร่างกายสูง เช่น malignant hyperthermia ภาวะไข้จากสาเหตุต่าง ๆ และภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าปกติ (น้อยกว่า 36 องศาเซลเซียส)

ตำแหน่งในการติดตามอุณหภูมิร่างกาย

เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิร่างกายที่ได้มีผลมาจากตำแหน่งที่วัด และชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ อย่างไรก็ตามเมื่อรวมกันแล้วไม่ควรเบี่ยงเบนเกิน 0.5 องศาเซลเซียส การวัดอุณหภูมิที่เชื่อถือได้ แบ่งออกเป็นการวัดอุณหภูมิแกนกลางร่างกาย และการวัดอุณหภูมิใกล้เคียงแกนกลางร่างกาย

อุณหภูมิแกนกลางร่างกาย (core temperature)

สามารถวัดได้จากตำแหน่งเส้นเลือดแดงสู่ปอด หลอดอาหารส่วนปลาย โพรงจุมก หรือเยื่อแก้วหู เนื่องจากบริเวณเหล่านี้ได้รับเลือดเลี้ยงปริมาณมากจากแกนกลางร่างกาย และยังแสดงถึงอุณหภูมิที่ถูกต้อง ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายอย่างรวดเร็วรุนแรง เช่น การใช้เครื่องพองปอดและหัวใจ

อุณหภูมิที่วัดจากตำแหน่งเส้นเลือดแดงสู่ปอดเป็นจุดที่ดีที่สุดในการบอกอุณหภูมิแกนกลางร่างกาย แต่มักไม่ค่อยแพร่หลายเนื่องจากเข้าถึงได้ยาก ในขณะที่ดมยาสลบและใส่ท่อช่วยหายใจจึงมักวัดอุณหภูมิจากตำแหน่งหลอดอาหารส่วนปลายมากกว่า โดยพึงระลึกเสมอว่าตำแหน่งของหัววัดอุณหภูมิต้องอยู่ ณ จุดที่ฟังเสียงหัวใจได้ ดังที่สุดหรือลึกกว่านั้นเพื่อจะไม่ได้รับผลกระทบจากความเย็นของแก๊สในระบบหายใจ²⁸ ในกรณีที่ไม่สามารถวัดอุณหภูมิจากหลอดอาหารได้ อาจเลือกใช้เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิในโพรงจุมก โดยต้องใส่หัววัดลึกจากปลายจุมกอย่างน้อย 10 – 20 เซนติเมตรถึงจะอ่านค่าได้อย่างถูกต้อง²⁹ ส่วนการวัดอุณหภูมิจากตำแหน่งเยื่อแก้วหูมักพบปัญหาอุณหภูมิตลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เพราะใส่หัววัดไม่ลึกถึงตำแหน่งเยื่อแก้วหูจริง เนื่องจากช่องหูมีความลึกและแคบกว่าที่คาดคิด อีกทั้งการเลือกใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิจากเยื่อแก้วหูโดยการอ่านคลื่นอินฟราเรดก็ไม่สามารถแสดงถึงอุณหภูมิแกนกลางร่างกายได้จริง เนื่องจากอุปกรณ์กลุ่มนี้จะมีขนาดใหญ่เกินไปที่จะใส่ในช่องหูแล้วมองเห็นคลื่นอินฟราเรดจากเยื่อแก้วหู เป็นเพียงการอ่านค่าจากผิวหนังในช่องหูเท่านั้น จึงไม่แนะนำให้ใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ในการวัดอุณหภูมิแกนกลางร่างกาย⁶

อุณหภูมิใกล้เคียงแกนกลางร่างกาย (near-core temperature)

เป็นทางเลือกในการวัดอุณหภูมิที่ง่ายกว่า และรบกวนผู้ป่วยน้อยกว่าการวัดอุณหภูมิแกนกลางร่างกาย ด้วยอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้น ตำแหน่งที่แนะนำคือใต้ลิ้นหรือรักแร้ โดยหากวัดอย่างระมัดระวังจะสามารถนำค่าที่วัดได้มาแสดงถึงอุณหภูมิแกนกลางร่างกายได้เลย³⁰ โดยไม่ต้องคำนวณเรื่อง correction factor¹⁹ แต่ให้พึงระวังเรื่องความถูกต้องของอุปกรณ์หากค่าอุณหภูมิที่วัดได้อยู่นอกเหนือช่วงอุณหภูมิปกติของร่างกาย (36.5 – 37.5 องศาเซลเซียส)⁶ ในทางกลับกันการวัดอุณหภูมิทางกระเพาะปัสสาวะหรือทางทวารหนักบางครั้งอาจจะแสดงถึงอุณหภูมิแกนกลางร่างกายคลาดเคลื่อนไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายอย่างรวดเร็ว เช่น การใช้เครื่องช่วยพองปอดและหัวใจ หรือภาวะ malignant hyperthermia³¹ และไม่แนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่ประมาณค่าอุณหภูมิด้วยวิธี indirect ได้แก่ การอ่านค่าคลื่นอินฟราเรดที่แก้วหู ข้างขมับ หน้าผาก⁶ เนื่องจากพบความคลาดเคลื่อนสูง ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีในการวัดอุณหภูมิใกล้เคียงแกนกลางร่างกายที่เป็นชนิด non-invasive ได้แก่ เทคโนโลยี zero heat flux³² ซึ่งพบว่ามีความแม่นยำในการใช้ทางคลินิกเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จึงอาจเป็นตัวเลือกในการวัดอุณหภูมิใกล้เคียงแกนกลางได้ตามบริบทของผู้ใช้ โดยต้องติดตามผลการศึกษาดังกล่าวอย่างต่อเนื่องต่อไป

การแปลผล

ผู้ป่วยมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ (hypothermia) เมื่อวัดอุณหภูมิแกนกลางร่างกายได้น้อยกว่า 36 องศาเซลเซียส โดยแบ่งระดับความรุนแรง²³ ดังนี้

- ระดับเล็กน้อย (mild hypothermia) : อุณหภูมิร่างกายระหว่าง 34 – 36 องศาเซลเซียส
- ระดับปานกลาง (moderate hypothermia) : อุณหภูมิร่างกายระหว่าง 32 - 34 องศาเซลเซียส
- ระดับรุนแรง (severe hypothermia) : อุณหภูมิร่างกายต่ำกว่า 32 องศาเซลเซียส

การป้องกันและรักษาอุณหภูมิร่างกายต่ำ (management of hypothermia)

การป้องกันการสูญเสียความร้อนในห้องผ่าตัดเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการคงอุณหภูมิร่างกายให้ปกติ การดูแลเพื่อป้องกันและรักษาภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำมีดังนี้

1. **ควบคุมอุณหภูมิห้องผ่าตัด (ambient room temperature)**³³⁻³⁷ ห้องผ่าตัดที่เย็นเป็นปัจจัยเสี่ยงอันหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิร่างกายต่ำ อุณหภูมิในห้องผ่าตัดควรอยู่ประมาณ 20-24 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะช่วงแรกที่ทำความสะอาดผู้ป่วยก่อนปูผ้าปราศจากเชื้อเพื่อก่อนเริ่มการผ่าตัด
2. **การอบอุ่นร่างกายก่อนเริ่มการระงับความรู้สึก (prewarming)**^{6,38-40} โดยปกติขณะตื่นร่างกายจะมีอุณหภูมิแกนกลางของร่างกายต่างจากส่วนปลายประมาณ 5 ถึง 8 องศาเซลเซียส การอบอุ่นร่างกายก่อนเริ่มการระงับความรู้สึกเป็นการเก็บความร้อนไว้ในร่างกายส่วนปลายทำให้ความแตกต่างนี้ลดลง ดังนั้นเมื่อได้รับการระงับความรู้สึกการลดลงของอุณหภูมิแกนกลางจึงลดลงด้วย แนะนำให้อบอุ่นร่างกายก่อนเริ่มการระงับความรู้สึก 10-30 นาที ด้วย active warming device
3. **การปกคลุมร่างกายหรือสวมใส่เครื่องนุ้มนุ่มห่มให้ผู้ป่วย (passive insulation)**³⁷ เช่น หมวก ถุงเท้า ผ้าห่ม หากนำไปอุ่นก่อนนำมาห่มให้ผู้ป่วยก็จะช่วยลดการสูญเสียความร้อนได้บ้าง
4. **ผ้าห่มให้ความอบอุ่นชนิดน้ำหมุนวน (circulating water mattress)** เป็นการให้น้ำอุ่นวิ่งวนเข้าไปในผ้าห่มและเป็นการถ่ายเทความร้อนจากการสัมผัสโดยตรงกับผู้ป่วย (conduction) ดังนั้นจำนวนพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับผ้าห่มน้ำมีผลต่อประสิทธิภาพ พื้นที่ผิวด้านล่างนั้นมักมีการเลือดไหลเวียนไม่ดีเพราะถูกกดทับด้วยน้ำหนักของร่างกาย ทำให้ไม่สามารถตั้งอุณหภูมิสูงได้ เพื่อเป็นการป้องกันการบาดเจ็บ (pressure-heat necrosis)³⁴ นอกจากนี้การปูผ้าห่มน้ำไว้ด้านล่าง จึงไม่สามารถป้องกันการสูญเสียความร้อนด้วยกลไกการแผ่รังสีความร้อน (radiation) และการพาความร้อน (convection) ทางด้านบนได้ จึงมีการนำผ้าห่มน้ำมาปูทับด้านบนแต่ก็ยังมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าผ้าห่มเป่าลมร้อน⁴¹
5. **ผ้าห่มเป่าลมร้อน (forced air warming blanket)** เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการถ่ายโอนความร้อนที่เกิดขึ้นในของไหล (การพาความร้อน – convection) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเพราะร่างกายส่วนใหญ่สูญเสียความร้อนด้วยกลไกการแผ่รังสีความร้อน (radiation) และการพาความร้อน (convection) ผ้าห่มเป่าลมร้อนนอกจากจะให้ความร้อนโดยการพาความร้อนแล้วยังหยุดการสูญเสียความร้อนของร่างกาย

ด้วย จำนวนพื้นที่ผิวที่ห่มมีผลต่อประสิทธิภาพ ไม่ควรเป่าลมร้อนโดยตรงกับตัวผู้ป่วยเพราะอาจเกิดการบาดเจ็บได้⁴²⁻⁴⁴ ควรทำความสะอาดเครื่องและเปลี่ยนตัวกรองตามระยะเวลาการใช้งานตามที่บริษัทแนะนำ

6. **อุ่นสารละลายที่ให้ทางหลอดเลือดดำ (intravenous fluid warmer)** การให้สารละลายที่อุณหภูมิห้อง (21 องศาเซลเซียส) ทางหลอดเลือดดำจำนวน 1 ลิตร ทำให้อุณหภูมิกายแกนกลางลดลง 0.25 องศาเซลเซียส³⁷ ดังนั้นควรอุ่นสารละลายหรือส่วนประกอบของเลือดที่ให้ โดยเฉพาะเมื่อให้มากกว่า 500 มิลลิลิตร⁴⁰ หรือให้อัตราเร็วกว่า 500 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง⁴⁵ ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกให้ความสำคัญกับการอบอุ่นผู้ป่วยมากกว่าส่วนประกอบของเลือด แต่หากต้องให้ในปริมาณที่เร็ว (massive transfusion) ก็แนะนำให้อุ่นก่อนให้ (ผู้ใหญ่ ให้เร็วกว่า 50 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/ชั่วโมง หรือเด็ก ให้เร็วกว่า 15 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/ชั่วโมง)⁴⁶ นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงเกินไปอาจทำลายเม็ดเลือดแดง เกิด hemolysis ได้เช่นกัน⁴⁷
7. **อุ่นสารน้ำที่ใช้ในการสวนล้างผู้ป่วย** ควรอุ่นในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 38-40 องศาเซลเซียส²⁴
8. **Humidify and warm gases**²³ การอุ่นลมที่ช่วยหายใจเป็นอีกวิธีที่ช่วยรักษาอุณหภูมิกายของผู้ป่วย

การป้องกันการสูญเสียความร้อนในห้องผ่าตัดเป็นวิธีที่ดีที่สุด ในการรักษาภาวะอุณหภูมิกายต่ำ วิธีการแบบ passive warming นั้นมีค่าใช้จ่ายต่ำ เช่น การห่มผ้าหรือปกคลุมบนพื้นผิวของร่างกายเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจลดการสูญเสียความร้อนได้ถึง 30%⁴⁸ และเมื่อเกิดภาวะอุณหภูมิการต่ำแล้วการใช้ active warming เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการรักษา



คณะผู้จัดทำแนวทางเวชปฏิบัติเพื่อการป้องกันและรักษาภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำในระยะ ก่อน ระหว่างและหลังผ่าตัด

- | | | |
|------------------------------------|---|------------|
| 1. ศ.นพ.รีนเริง ลีลานุกรม | ประธานราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทย | ที่ปรึกษา |
| 2. รศ.พญ.สุวิมล ต่างวิวัฒน์ | ประธานวิชาการราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทย | ที่ปรึกษา |
| 3. พญ.เดือนเพ็ญ ห่อรัตนารื่อง | สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี | คณะกรรมการ |
| 4. พญ.พรรณิกา วรผลึก | โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ | คณะกรรมการ |
| 5. ผศ.นพ.เชิดเกียรติ กาญจนรชตะ | คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี | คณะกรรมการ |
| 6. ผศ.พญ.อรรัตน์ กาญจนวนิชกุล | คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | คณะกรรมการ |
| 7. พญ.ภัทราพรรณ วงศ์ศรีภูมิเทศ | คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล | คณะกรรมการ |
| 8. พญ.พิมพ์วรรณ สุขปลั่ง | สถาบันประสาทวิทยา | คณะกรรมการ |
| 9. พญ.พัฒนรินทร์ จุฬาลักษณ์ศิริบุญ | คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี | คณะกรรมการ |

