

พลศาสตร์การไหลเวียนเลือดเมื่อให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยผ้าห่มมาตรฐาน และผ้าห่มประดิษฐ์

สุปัญญา โพธิ์ปัทม: พย.ม.

หอผู้ป่วยหนักศัลยกรรมทรวงอกไอซียู สถาบันโรคทรวงอก อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

Abstract: Hemodynamic through Rewarming by Standard and Handmade Blankets

Bodhipadma S

Cardiovascular Thoracic Intensive care unit, Central Chest Institute of Thailand, Muang, Nonthaburi, 11000

(E-mail: supanya10@gmail.com)

Hypothermia is not only an important factor affecting hemodynamic of post-operative cardiac surgical patients but also a problem that needed proper management to avoid subsequent various complications. The aim of this research was to study and compare the hemodynamic changes when rewarming post-operative cardiac surgical patients by using standard and handmade blankets in accompany with force-air warming device. This was Quasi-experimental study on scheduled sixty adult hypothermia cardiac surgical patients which were convenience sampling to 30 cases in each group in Intensive care unit, Central Chest Institute of Thailand between January and December 2015. Results revealed that, after rewarming patients with standard and handmade blankets, Systolic blood pressure (SBP), Mean arterial blood pressure (MAP), Central venous pressure (CVP), Heart rate (HR) and Saturation of oxygen in peripheral tissues (SpO₂) from both groups were not statistically significant difference at the 95% confidence level leading to the conclusion that there was no abnormal changing in hemodynamic after rewarming patients by both types of blankets.

Keywords: Hypothermia, Handmade blanket, Cardiac surgery

บทคัดย่อ

ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ ไม่เพียงแต่เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อพลศาสตร์การไหลเวียนเลือดในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจแล้ว ยังเป็นปัญหาที่ต้องการการจัดการโดยด่วนเพื่อไม่ให้เกิดภาวะแทรกซ้อนหลายประการตามมา การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบพลศาสตร์การไหลเวียนเลือดเมื่อให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ ด้วยการใช้ผ้าห่มมาตรฐานและผ้าห่มประดิษฐ์ร่วมกับเครื่องเป่าลมร้อน การศึกษานี้เป็นการศึกษาสังเกตในผู้ป่วยผู้ใหญ่จำนวน 60 ราย ที่มีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ ซึ่งได้รับการผ่าตัดหัวใจแบบไม่เร่งด่วน ด้วยการสุ่มแบบสะดวก กลุ่มละ 30 ราย ในไอซียู สถาบันโรคทรวงอก ระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม 2558 ผลการศึกษาพบว่า ค่าความดันโลหิตซิสโตลิก ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิก ค่าความดันในช่องหัวใจส่วนกลาง อัตราการเต้นของหัวใจ และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนที่วัดจากปลายนิ้ว ของผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มหลังการให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยผ้าห่มมาตรฐานและผ้าห่มประดิษฐ์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งนำไปสู่ข้อสรุปได้ว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติของพลศาสตร์การไหลเวียนเลือด เมื่อให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยด้วยผ้าห่มทั้งสองแบบ

คำสำคัญ : ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ ผ้าห่มประดิษฐ์ การผ่าตัดหัวใจ

บทนำ

จากสถิติของสมาคมศัลยแพทย์โรคทรวงอกแห่งประเทศไทยแสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้ป่วยโรคหัวใจที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจในโรงพยาบาลของประเทศไทย มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องมาตลอด นับแต่ พ.ศ. 2555 ถึง 2558 โดยมีจำนวน 14,043 ราย 10,968 ราย 14,834 ราย และ 14,972 ราย ตามลำดับ และเมื่อจำแนกเฉพาะชนิดการผ่าตัดหลอดเลือดหัวใจหรือ

ลิ้นหัวใจ ที่มีการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม ในจำนวนผู้เข้ารับการผ่าตัดหัวใจ ณ สถาบันโรคทรวงอก พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 ถึง 2558 มีจำนวน 923 ราย 873 ราย 890 ราย และ 774 รายตามลำดับ¹ ในการผ่าตัดหัวใจ ผลลัพธ์สำคัญที่ต้องการคือ ผู้ป่วยมีความปลอดภัยจากภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นหลังการผ่าตัด เนื่องจากลักษณะกลุ่มผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจส่วนมากจะมีความเสี่ยงด้านโรคร่วมต่างๆ และพยาธิสภาพของหัวใจที่มีความรุนแรงของโรคหัวใจในระดับที่มีความเสี่ยงสูงก่อนการผ่าตัด ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการผ่าตัดที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือและการลดอุณหภูมิร่างกายต่ำก็อาจส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่เป็นความเสี่ยงที่สำคัญทางคลินิกในระยะฉับพลันหลังผ่าตัด²

ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ (Hypothermia) ในระยะผ่าตัดและแรกรับหลังผ่าตัด มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงที่สำคัญทางคลินิกในระยะฉับพลันหลังผ่าตัดหัวใจที่เป็นภาวะแทรกซ้อน ซึ่งคุกคามชีวิตของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจ อันอาจนำไปสู่การเสียชีวิตหลังผ่าตัดได้ เช่น ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ ภาวะเสียเลือดมากหลังผ่าตัด และภาวะปริมาตรเลือดออกจากหัวใจก่อนที่เพียงพอ³ ดังนั้นเพื่อลดการเกิดความเสี่ยงทางคลินิกที่จะมีผลต่อคุณภาพการรักษาพยาบาล จึงควรต้องมีการจัดการในเรื่องอุณหภูมิร่างกายต่ำในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ และวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำได้อย่างรวดเร็ว คือการให้ความอบอุ่นจากภายนอกร่างกาย ซึ่งการใช้ระบบลมอุ่นไหลเวียน เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และเหนือกว่าการให้ความอบอุ่นด้วยระบบอื่นๆ หลายๆ ระบบ จึงถูกใช้เป็นมาตรฐานของการให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายในปัจจุบัน⁴⁻⁵ ดังนั้น ตลอดระยะเวลา 15 ปีที่ผ่านมา ไอซียู สถาบันโรคทรวงอก จึงมีวิธีการให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจด้วยการใช้ผ้าห่มมาตรฐานของบริษัทเวชภัณฑ์ชนิดเติมตัว ร่วมกับเครื่องเป่าลมร้อนของบริษัทเวชภัณฑ์ และ

เนื่องจากการใช้ผ้าห่มดังกล่าวมีความจำเป็นต้องทิ้งทุกครั้งหลังใช้งานเสร็จ เมื่อใช้สำหรับผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจประมาณ 800-900 รายต่อปี ทำให้การจัดซื้อไม่เพียงพอหรือทันต่อการใช้งาน นอกจากนี้เมื่อมีปริมาณมากก็จะเป็นการเพิ่มปริมาณขยะกำจัดยากซึ่งมีผลต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนานวัตกรรมการผ้าห่มประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการพยาบาลผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจระยะวิกฤต และการพัฒนานวัตกรรมการทางการแพทย์⁶

ในขณะที่มีการจัดการภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำด้วยการให้ความอบอุ่นร่างกายแก่ผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ สิ่งสำคัญที่ต้องเฝ้าระวังคือ พลศาสตร์การไหลเวียนเลือด เพราะความไม่คงที่ของพลศาสตร์การไหลเวียนเลือด เป็นสิ่งที่พบได้เสมอในผู้ป่วยวิกฤต⁷ เป้าหมายของการเฝ้าระวังพลศาสตร์การไหลเวียนเลือด คือเพื่อให้เห็นภาพสถานะของระบบไหลเวียนเลือด จำแนกได้ถึงขนาดของหลอดเลือดและสาเหตุที่เป็นไปได้ที่สุด และติดตามการตอบสนองต่อการรักษาที่เป็นไปเพื่อนำระบบไหลเวียนเลือดกลับสู่สมดุล ค่าของการเปลี่ยนแปลงพลศาสตร์การไหลเวียนเลือดจึงสามารถบ่งชี้ถึงความเสถียรทางสรีรวิทยา ความเพียงพอของการไหลเวียนเลือดไปยังส่วนปลาย และความต้องการการรักษาที่จำเพาะเจาะจงได้เป็นอย่างดี⁸ ดังนั้นเพื่อความมั่นใจในประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรมผ้าห่มประดิษฐ์ งานศึกษานี้จึงต้องการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการใช้ผ้าห่มมาตรฐานและผ้าห่มประดิษฐ์ร่วมกับเครื่องเป่าลมร้อน ต่อพลศาสตร์การไหลเวียนเลือดของผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ ในระหว่างการบำบัดด้วยความอุ่นระยะฉับพลันขณะที่อยู่ในไอซียู สถาบันโรคทรวงอก

วัตถุประสงค์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ซึ่งได้รับการอนุมัติในแง่จริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมเพื่อการวิจัยสถาบันโรคทรวงอก โดยมีกลุ่มประชากรที่ศึกษาเป็นผู้ป่วยผู้ใหญ่ อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ที่มีการระบุวันผ่าตัดหัวใจล่วงหน้าตามตารางผ่าตัด แบบไม่เร่งด่วน ซึ่งในตารางผ่าตัดแต่ละวันทำการ กำหนดชนิดการผ่าตัดหลายชนิด จำนวนวันละ 5 - 6 ราย เข้ารับการรักษาในไอซียู สถาบันโรคทรวงอก ระหว่างเดือนมกราคม 2558 ถึง เดือนธันวาคม 2558 มีจำนวน 885 ราย เมื่อคัดออก โดยเลือกเฉพาะหลังทำผ่าตัดหัวใจชนิดหลอดเลือดหัวใจหรือผ่าตัดลิ้นหัวใจที่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมในการผ่าตัดในสถาบันโรคทรวงอก เหลือกลุ่มตัวอย่างคัดเลือกเบื้องต้นจำนวน 774 ราย ซึ่งมีการกระจายกลุ่มตัวอย่างในแต่ละสัปดาห์ จากนั้นทำการประเมินข้อมูลผู้ป่วยด้านกายภาพตามเกณฑ์การคัดเข้าคือ น้ำหนักกาย 50-80 กิโลกรัม มีค่า ASA 1-2, มีค่า Ejection fraction (EF) ตั้งแต่ร้อยละ 40 ขึ้นไป เมื่อผ่านทุกเกณฑ์ที่กำหนด ทำการอธิบาย ขอความยินยอมจากผู้ป่วยเพื่อทำการศึกษา เมื่อผู้ป่วยเข้ารับการรักษาในห้องผ่าตัดของสถาบันโรคทรวงอก มีการเฝ้าติดตามอุณหภูมิแกน ทางช่องปากเข้าโพรงหลังคอ ขณะมีการลดอุณหภูมิร่างกายต่ำ และผ่านการปรับอุณหภูมิร่างกายให้สู่ภาวะปกติก่อนออกจากการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม เมื่อย้ายเข้ามารักษาอาการต่อหลังผ่าตัดหัวใจระยะวิกฤต ทำการประเมินอุณหภูมิร่างกายแรกรับในไอซียู ด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิแกนทางหู ถ้าอุณหภูมิร่างกายแรกรับในไอซียูมีค่าสูงกว่า 36 °C จะถูกคัดออกจากการศึกษา เมื่อคัดตามเกณฑ์คัดเข้าและคัดออกในแต่ละวัน มีกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านตามเกณฑ์เหลือเพียงจำนวน 60 ราย จึงแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 ราย กลุ่มควบคุม 30 ราย โดยใช้วิธีสุ่มแบบสะดวก เมื่อเข้าตามเกณฑ์ที่กำหนดสลับ 1 ต่อ 1 จากนั้นทำการประเมินสัญญาณชีพ พลศาสตร์การไหลเวียน ได้แก่ ค่าความดันโลหิตซิสโตลิก (Systolic blood pressure: SBP) ค่าความดันโลหิตเฉลี่ย (Mean arterial pressure: MAP) ค่าความดันในหลอดเลือดส่วนกลาง (Central venous pressure: CVP) อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate: HR) และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนที่วัดจากปลายนิ้ว (Saturation of oxygen in peripheral tissues: SpO₂)

วัดอุณหภูมิแกน ตรวจสอบผิวหนังบริเวณขาและส่วนปลายเท้า ห่มคลุมตัวผู้ป่วยในชั้นแรกด้วยผ้าฝ้ายชนิดบาง ต่อมาห่มทับด้วยผ้าห่มระบบลมอุ่นไหลเวียนตามการคัดเลือก เป็นชนิดมาตรฐานของบริษัทเวชภัณฑ์หรือผ้าห่มประดิษฐ์ของไอซียู แล้วคลุมทับด้วยผ้าห่มใยฝ้ายเนื้อหนาทับอีก 1 ชั้น แบบเต็มตัว ใช้เครื่องเป่าลมร้อนของบริษัทเวชภัณฑ์ โดยใส่พวยท่อลมร้อนเข้าที่ช่องทางลมเข้าของผ้าห่ม ตั้งอุณหภูมิเครื่องเป่าลมร้อนที่ 38 °C และเปิดใช้เครื่อง ระวังไม่ให้ปลายท่อลมอุ่นสัมผัสกับผิวหนังผู้ป่วยโดยตรง ติดตามประเมินสัญญาณชีพ พลศาสตร์การไหลเวียน อุณหภูมิแกนทุกครั้ง ชั่วโมง ถ้าอุณหภูมิแกนมีค่าสูงถึง 36.5 °C ปิดเครื่องเป่าลมร้อน และคงผ้าห่มต่ออีก 1 ชั่วโมง จึงเก็บผ้าห่มมาตรฐานและผ้าห่มประดิษฐ์ออกจากเหลือผ้าห่มใยฝ้ายทั้ง 2 ชั้น คลุมเก็บความอุ่นร่างกาย ติดตามประเมินและบันทึกสัญญาณชีพ พลศาสตร์การไหลเวียน และอุณหภูมิแกนทุกครั้งชั่วโมง

ต่อจากนั้นนำข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อหาข้อมูลสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังจากนั้นนำข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไปทดสอบการกระจายของข้อมูลว่ามีการกระจายแบบปกติหรือไม่มีการกระจายแบบปกติ และเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน หากมีการกระจายแบบปกติจะทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยวิธี Independent Sample T-Test แต่หากไม่มีการกระจายแบบปกติจะทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยวิธี Mann-Whitney U Test

ผล

กลุ่มประชากรที่ศึกษาซึ่งผ่านตามเกณฑ์คัดเข้าสุดท้าย เมื่อแรกรับในไอซียูมีทั้งหมด 60 ราย จำแนกเป็นเพศหญิง 27 ราย คิด เป็นร้อยละ 45.0 และเพศชาย 33 ราย คิดเป็นร้อยละ 55.0 โดยมีช่วงอายุระหว่าง 26 ถึง 83 ปี ค่าน้ำหนักกายมีช่วงตั้งแต่ 50 ถึง 79 กิโลกรัม ส่วนค่า Ejection fraction อยู่ช่วงระหว่างร้อยละ 40 ถึง 86 เป็น ASA physical status class II ทั้งหมด ได้รับการผ่าตัดที่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม โดยจำแนกเป็นชนิดการผ่าตัดทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ (Coronary artery bypass graft: CABG) จำนวน 20 ราย (ร้อยละ 33.3) ผ่าตัดลิ้นหัวใจทั้งชนิดเปลี่ยนลิ้นหรือซ่อมลิ้นหัวใจ (Valve surgery) จำนวน 38 ราย (ร้อยละ 63.4) และเป็นการผ่าตัดรวม 2 ชนิด (CABG และ Valve surgery) จำนวน 2 ราย (ร้อยละ 3.3) สามารถจำแนกคุณลักษณะพื้นฐานตามรายกลุ่มที่สุ่มห่มด้วยผ้าห่มมาตรฐานจำนวน 30 ราย และห่มด้วยผ้าห่มประดิษฐ์จำนวน 30 ราย (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณลักษณะพื้นฐานกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกในช่วงระยะเวลาที่กำหนด

คุณลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มผ้าห่มมาตรฐาน n = 30 (ร้อยละ)	กลุ่มผ้าห่มประดิษฐ์ n = 30 (ร้อยละ)
เพศ		
เพศชาย	15 (50.0)	18 (60.0)
เพศหญิง	15 (50.0)	12 (40.0)
อายุ (ปี)		
ต่ำสุด	36	26
สูงสุด	82	83
mean±SD	59.57 ± 10.86	58.61 ± 12.63
น้ำหนัก (กิโลกรัม)		
น้อยสุด	50	50
มากที่สุด	72	79
mean±SD	58.29 ± 6.54	63.93 ± 7.9
ค่า Ejection fraction		
น้อยสุด	40	40
มากที่สุด	86	80
mean±SD	63.35 ± 11.77	60.94 ± 9.53
ASA physical status class		
Class I	0	0
Class II	30	30
ชนิดการผ่าตัดที่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม		
CABG	8	12
Valve surgery	21	17
CABG + Valve surgery	1	1

เมื่อย้อนไปดูข้อมูลระยะเวลาของกระบวนการในห้องผ่าตัดหัวใจ พบว่ามีระยะเวลาการทำผ่าตัดต่ำสุด 110 นาที สูงสุด 340 นาที ระยะเวลาการได้ยาระงับความรู้สึก ต่ำสุด 150 นาที สูงสุด 405 นาที ส่วนระยะเวลาการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมต่ำสุด 44 นาที สูงสุด 225 นาที สามารถจำแนกตามรายกลุ่มที่สุ่มห่มด้วยผ้าห่มมาตรฐานจำนวน 30 ราย และห่มด้วยผ้าห่มประดิษฐ์ จำนวน 30 ราย (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อมูลระยะเวลาของกระบวนการในห้องผ่าตัดหัวใจ

ระยะเวลากระบวนการในห้องผ่าตัด	กลุ่มผ้าห่มมาตรฐาน n = 30	กลุ่มผ้าห่มประดิษฐ์ n = 30
ระยะเวลาการทำผ่าตัด (นาที)		
น้อยสุด	110	125
มากที่สุด	340	315
Mean ± SD	205.33 ± 62.24	205.16 ± 62.17
ระยะเวลาการได้ยาระงับความรู้สึก (นาที)		
น้อยสุด	150	180
มากที่สุด	405	385
Mean ± SD	260.17 ± 66.14	262.81 ± 57.56
ระยะเวลาการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (นาที)		
น้อยสุด	49	44
มากที่สุด	225	192
Mean ± SD	119.90 ± 39.95	98.45 ± 37.15

จากข้อมูลที่ตรวจวัดอุณหภูมิแกนด้วยเครื่องมือวัดในช่องปากผ่านโพรงจมูกหลังคอ พบว่ามีระดับอุณหภูมิแกนเฉลี่ยต่ำสุดขณะใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมเท่ากับ 32.54 °C และมีอุณหภูมิสุดท้ายเฉลี่ยก่อนออกจากการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมเท่ากับ 35.42 °C เมื่อวัดอุณหภูมิแรกรับหลังการย้ายเข้าในหอผู้ป่วยหนักไอซียูด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิแกนทางหู พบว่ามีอุณหภูมิแกนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 35.01 °C ซึ่งเมื่อได้รับการตรวจวัดยืนยันซ้ำด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิแกนชนิดผ่านโพรงจมูกหลังคอ ก่อนการเริ่มทำความอบอุ่นร่างกายให้ผู้ป่วยด้วยผ้าห่มที่สุ่มเลือกใช้ พบว่ามีอุณหภูมิแกนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 35.12 °C สามารถจำแนกตามรายกลุ่มที่สุ่มห่มด้วยผ้าห่มมาตรฐานจำนวน 30 ราย และห่มด้วยผ้าห่มประดิษฐ์ จำนวน 30 ราย (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ข้อมูลระดับอุณหภูมิแกนทรวงอกอยู่ในห้องผ่าตัดเมื่อใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม และเมื่อแรกรับในไอซียูก่อนการให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยผ้าห่มมาตรฐานหรือผ้าห่มประดิษฐ์

กลุ่มผ้าห่ม	ระดับอุณหภูมิกายต่ำสุดขณะใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (°C)	ระดับอุณหภูมิสุดท้ายก่อนหยุดใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (°C)	อุณหภูมิแรกรับในไอซียู (°C) วัดทาง tympanic ด้วย infrared thermometer ก่อนการเลือกเข้ากลุ่มศึกษา	อุณหภูมิแรกรับในไอซียู (°C) ก่อนการเลือกใช้ผ้าห่มวัดด้วย nasopharyngeal thermometer
มาตรฐาน (n = 30)				
น้อยสุด	30.90	33.30	34.0	33.90
มากที่สุด	35.10	36.60	36.0	36.70
Mean ± SD	32.55 ± 0.90	35.42 ± 0.86	35.01 ± 0.63	35.21 ± 0.62
ประดิษฐ์ (n = 30)				
น้อยสุด	30.10	34.0	34.1	31.60
มากที่สุด	35.50	36.70	36	36.20
Mean ± SD	32.54 ± 1.36	35.64 ± 0.67	35.04 ± 0.53	35.12 ± 0.96

เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับการสุ่มให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยผ้าห่มแต่ละชนิด พร้อมทั้งการใช้เครื่องมือให้ความอบอุ่นชนิดเดียวกันที่ระดับอุณหภูมิเท่ากันคือ 38 °C พบว่า ระดับอุณหภูมิแกนของผู้ป่วยแต่ละกลุ่มหลังการสุ่มเลือกได้รับการให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยผ้าห่มมาตรฐานหรือผ้าห่มประดิษฐ์มีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ชั่วโมงแรก⁶ ซึ่งเมื่อศึกษาลักษณะของพลศาสตร์การไหลเวียนเลือดของกลุ่มตัวอย่างเมื่อแรกรับก่อนการเริ่มให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยด้วยผ้าห่มประดิษฐ์และผ้าห่มมาตรฐาน และช่วงระหว่างการให้ความอบอุ่นร่างกายในระยะ 4 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด มีการเปลี่ยนแปลงค่าตลอดช่วงการให้ความอบอุ่นร่างกาย และเมื่อนำข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มไม่มีการกระจายแบบปกติ ดังนั้นจึงได้ทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยวิธี Mann-Whitney U Test ซึ่งพบว่าค่าพลศาสตร์การไหลเวียนเลือดของกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยผ้าห่มมาตรฐานและผ้าห่มประดิษฐ์ (ค่า SBP, MAP, CVP, HR และ SpO₂) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4)

วิจารณ์

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ถึงแม้ว่ามีปัจจัยพื้นฐานที่อาจจะทำให้การมีอุณหภูมิกายต่ำหลังผ่าตัดแตกต่างกัน เช่น อายุที่อยู่ระหว่าง 26 ถึง 83 ปี มีค่าน้ำหนักกายตั้งแต่ 50 ถึง 79 กิโลกรัม ค่า Ejection fraction อยู่ช่วงระหว่างร้อยละ 40 ถึง 86 และมีชนิดการผ่าตัดที่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมที่ต่างกัน ได้แก่ การผ่าตัดทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ ร้อยละ 33.3 การผ่าตัดลิ้นหัวใจทั้งชนิดเปลี่ยนลิ้นหัวใจหรือซ่อมลิ้นหัวใจ ร้อยละ 63.4 และการผ่าตัดร่วม 2 ชนิด ร้อยละ 3.3 แต่ระดับอุณหภูมิแกนในกลุ่มที่ใช้ผ้าห่มมาตรฐาน และผ้าห่มประดิษฐ์ ขณะอยู่ในห้องผ่าตัดเมื่อใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมและเมื่อแรกรับในไอซียูก่อนการให้ความอบอุ่นร่างกายมีค่าใกล้เคียงกันมาก (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตามเมื่อวัดอุณหภูมิแรกรับหลังการย้ายเข้าในหอผู้ป่วยหนักไอซียูด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิแกนทางหู และทำการตรวจวัดยืนยันซ้ำ ด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิแกนชนิดผ่านช่องปากเข้าตำแหน่งช่องคอก่อนการเริ่มทำความอบอุ่นร่างกายให้ผู้ป่วย พบว่า ทั้ง 2 กลุ่มยังคงมีภาวะอุณหภูมิกายต่ำกว่าปกติ คือต่ำกว่า 36 °C แม้จะได้รับการปรับอุณหภูมิร่างกายให้อุ่นขึ้นด้วยเครื่องปอดและหัวใจเทียมแล้วก็ตาม (ตารางที่ 3) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการมีอุณหภูมิกายลดต่ำลงอีกในภายหลัง ในทั้ง 2 กลุ่มที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของสรีรวิทยาในระยะหลังการผ่าตัด ถ้าไม่ได้รับการให้ความอบอุ่นร่างกายเข้าสู่เกณฑ์ปกติ คืออุณหภูมิแกนร่างกาย 36.5 ถึง 37.5 °C จึงกล่าวได้ว่า ระดับอุณหภูมิกายผู้ป่วยระยะแรกรับหลังการผ่าตัดหัวใจขณะอยู่ในไอซียูมีระดับอุณหภูมิกายต่ำ ซึ่งต้องการการจัดการภาวะอุณหภูมิกายต่ำ โดยการรักษาอุณหภูมิกายผู้ป่วยให้อยู่ระดับปกติโดยเร็ว

จากการศึกษาเบื้องต้นโดย Bodhipadma⁶ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วย ด้วยผ้าห่มมาตรฐานและผ้าห่มประดิษฐ์ร่วมกับเครื่องเป่าลมร้อน พบว่า เมื่อเริ่มให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยการใช้ผ้าห่มทั้งสองชนิด ระดับอุณหภูมิกายผู้ป่วยมีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ชั่วโมงแรก โดยการใช้ผ้าห่มมาตรฐานเมื่อแรกรับมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 35.21 °C และเริ่มสูงมากขึ้นในชั่วโมงที่ 2 โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ

36.08 °C และในชั่วโมงที่ 3 มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 36.49 °C ส่วนการใช้ผ้าห่มประดิษฐ์เมื่อแรกรับมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 35.12 °C และเริ่มสูงมากขึ้นในชั่วโมงที่ 2 โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 36.17 °C และในชั่วโมงที่ 3 มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 36.58 °C จึงกล่าวได้ว่าในการให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยด้วยผ้าห่มมาตรฐานหรือผ้าห่มประดิษฐ์ ทำให้อุณหภูมิกายผู้ป่วยเข้าสู่ระดับ 36.0 °C ภายในชั่วโมงที่ 2 และ 36.5 °C ในชั่วโมงที่ 3 เหมือนกันทั้งสองกลุ่ม การใช้ผ้าห่มมาตรฐานและผ้าห่มประดิษฐ์ในการให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วย จึงทำให้อุณหภูมิกายผู้ป่วยเข้าสู่ระดับปกติภายใน 3 ชั่วโมงหลังผ่าตัด ดังนั้นจึงสามารถปิดเครื่องเป่าลมร้อนได้ในชั่วโมงที่ 3 แล้วคงผ้าห่มแต่ละชนิดไว้อีก 1 ชั่วโมง ก็สามารถนำผ้าห่มมาตรฐานหรือผ้าห่มประดิษฐ์ออกได้

เมื่อได้เฝ้าระวังพลศาสตร์การไหลเวียนเลือดทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยผ้าห่มประดิษฐ์และผ้าห่มมาตรฐาน โดยการติดตามค่า SBP, MAP, HR, CVP และ SpO₂ พบว่ามีค่าพลศาสตร์การไหลเวียนเลือดในช่วงแรกหลังผ่าตัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน⁹⁻¹¹ คือ ค่า SBP = 90 - 140 mmHg, MAP = 65 - 90 mmHg, CVP = 8 - 12 mmHg, HR = 70 - 120 bpm และ SpO₂ > 95% โดยระดับการเปลี่ยนแปลงใน 4 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตลอดการให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยผ้าห่มทั้ง 2 กลุ่ม (ตารางที่ 4) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ผ้าห่มในทั้ง 2 กลุ่ม ไม่เกิดผลกระทบต่อพลศาสตร์การไหลเวียนเลือดในระยะ 4 ชั่วโมงแรกหลังการผ่าตัดในกลุ่มที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 4 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของพลาสมาสารเคมีหลอดเลือดให้ความอบอุ่นร่างกายด้วยผ้าห่มต่างชนิดกัน

พลาสมาสารเคมีหลอดเลือด	แรกจับหลังผ่าตัด	ชั่วโมงที่1 หลังผ่าตัด	ชั่วโมงที่2 หลังผ่าตัด	ชั่วโมงที่3 หลังผ่าตัด	ชั่วโมงที่4 หลังผ่าตัด
SBP (mmHg)					
ผ้าห่มมาตรฐาน	99.17 ± 17.07a	102.93 ± 21.37a	101.30 ± 16.64a	99.47 ± 13.92a	103.40 ± 11.25a
ผ้าห่มประดิษฐ์	96.53 ± 15.46a	98.63 ± 17.03a	99.70 ± 14.96a	101.97 ± 12.05a	103.10 ± 11.25a
MAP (mmHg)					
ผ้าห่มมาตรฐาน	75.77 ± 11.80a	77.23 ± 15.27a	76.17 ± 12.15a	75.47 ± 11.98a	75.63 ± 8.43a
ผ้าห่มประดิษฐ์	73.27 ± 12.23a	74.07 ± 15.60a	75.83 ± 12.32a	77.37 ± 10.86a	77.47 ± 10.13a
CVP (mmHg)					
ผ้าห่มมาตรฐาน	8.00 ± 1.97a	7.80 ± 1.97a	7.80 ± 1.94a	7.80 ± 2.25a	8.47 ± 2.12a
ผ้าห่มประดิษฐ์	8.50 ± 1.96a	7.97 ± 2.00a	8.10 ± 2.26a	8.30 ± 2.04a	8.60 ± 1.81a
HR (bpm)					
ผ้าห่มมาตรฐาน	74.10 ± 13.93a	78.63 ± 16.68a	81.33 ± 18.92a	82.73 ± 19.29a	80.67 ± 14.30a
ผ้าห่มประดิษฐ์	74.03 ± 15.50a	76.13 ± 15.84a	78.23 ± 13.79a	84.17 ± 15.78a	83.73 ± 16.18a
SpO₂	100%	100%	100%	100%	100%

หมายเหตุ :

SBP = ค่าความดันโลหิตซิสโตลิก, MAP = ค่าความดันโลหิตเฉลี่ย, CVP = ค่าความดันในท้องหัวใจส่วนกลาง, HR = อัตราการเต้นของหัวใจ, SpO₂ = ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนที่วัดจากปลายนิ้ว ข้อมูลในตารางคือค่า mean ± SD (ยกเว้นค่า SpO₂) ตัวอักษรหลัง mean ± SD ที่เหมือนกัน แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ในการใช้ผ้าห่มมาตรฐานและผ้าห่มประดิษฐ์ร่วมกับเครื่องเป่าลมร้อน มีงานวิจัยหลายชิ้นที่เปรียบเทียบการใช้ผ้าห่ม 2 ชนิด ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ⁶ แม้ว่าจะได้ผลที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ไม่แตกต่างกันของผ้าห่มมาตรฐานหรือผ้าห่มประดิษฐ์ในแง่ของการให้ความอบอุ่นร่างกายแก่ผู้ป่วย แต่ก็ยังไม่พบการศึกษาเปรียบเทียบต่อไปถึงพลาสมาสารเคมีหลอดเลือดจากการใช้ผ้าห่มมาตรฐานกับผ้าห่มประดิษฐ์ทั้งๆที่พลาสมาสารเคมีหลอดเลือดนั้นมีความสำคัญต่อผู้ป่วยเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้ป่วยในไอซียูมักจะมีปัญหาในด้านการกักเก็บของเนื้อเยื่อและการได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ จึงต้องมีการเฝ้าระวังพลาสมาสารเคมีหลอดเลือดอย่างสม่ำเสมอ เพราะวัตถุประสงค์ของการเฝ้าระวังพลาสมาสารเคมีหลอดเลือดก็เพื่อจำแนกถึงความผิดปกติทางสรีรวิทยาและจะช่วยให้การช่วยเหลือได้ทันท่วงทีก่อนที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนตามมา การเฝ้าระวังพลาสมาสารเคมีหลอดเลือดจึงเป็นการสังเกตตัวแปรเสริมต่างๆทางสรีรวิทยาของระบบไหลเวียนเลือด ซึ่งเป็นระบบขนส่งสารอาหารและออกซิเจนไปยังเซลล์ทั่วร่างกาย ดังนั้นการติดตามค่า MAP และ SpO₂ จึงบอกให้ทราบว่าการกักเก็บของเนื้อเยื่อและการได้รับออกซิเจนเพียงพอหรือไม่¹² นอกจากนี้ ในผู้ป่วยวิกฤต การประเมินสภาวะปริมาตรสารน้ำในร่างกายของผู้ป่วยก็มีความจำเป็นอย่างยิ่ง¹³ การประเมินสภาวะปริมาตรสารน้ำในร่างกาย จากค่า CVP, SBP และ MAP จึงส่งผลกระทบต่อมาช่วยในการตัดสินใจที่จะเลือกวิธีการรักษาได้เช่นเดียวกัน

สิ่งสำคัญที่ต้องระวังเมื่อมีการใช้ผ้าห่มร่วมกับเครื่องเป่าลมร้อนในการให้ความอบอุ่นร่างกายแก่ผู้ป่วย คือการเพิ่มอุณหภูมิแกนของผู้ป่วยมากเกินไป ในขณะที่ให้ความอบอุ่นจึงต้องเฝ้าระวังพลาสมาสารเคมีหลอดเลือดทุกค่า ไม่ให้สูงหรือต่ำกว่ามาตรฐาน เช่น ถ้าอุณหภูมิแกนของผู้ป่วยมีค่าสูงมากเกินไป ค่า HR ก็จะมีเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ CVP, SBP และ MAP กลับมีค่าลดลง ดังนั้นเมื่อมีการติดตามพลาสมาสารเคมีหลอดเลือดเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอก็จะทราบได้ว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น ซึ่งกรณีเช่นนี้ไม่ควรให้ความอบอุ่นร่างกายแก่ผู้ป่วยอีกต่อไป จะเห็นได้ว่าในการศึกษาครั้งนี้ เมื่ออุณหภูมิแกนของผู้ป่วยมีค่าถึง 36.5 °C จึงได้ปิดเครื่องเป่า

ลมร้อน และคงผ้าห่มต่ออีก 1 ชั่วโมง จึงเก็บผ้าห่มออก พร้อมทั้งยังเฝ้าระวังพลาสมาสารเคมีหลอดเลือดต่อไปอีก ด้วยเหตุนี้การประเมินพลาสมาสารเคมีหลอดเลือดจึงเป็นกุญแจสำคัญในการประเมินผู้ป่วยวิกฤต อีกทั้งยังช่วยในการวินิจฉัยและพยากรณ์โรคได้อีกด้วย¹⁴

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการศึกษานี้ จะไม่มีความแตกต่างกันตามเกณฑ์การคัดเลือกเข้าและแนวปฏิบัติ แต่การศึกษาครั้งนี้ก็พบว่ายังมีข้อจำกัดอยู่ เพราะเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนั้นมีความจำกัดในการคัดเลือก เนื่องจากต้องผ่านครบทุกเกณฑ์ ประกอบด้วยชนิดการผ่าตัด มีการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม อายุ น้ำหนัก ค่า ASA physical status ค่า Ejection fraction มีอุณหภูมิร่างกายต่ำเมื่อแรกจับและจำนวนการผ่าตัด ระยะเวลาการเฝ้าติดตามต่อราย ทำให้ต้องใช้เวลาในการวิจัยมากพอสมควร เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างครบตามที่ต้องการ

สรุป

ผู้ป่วยที่อยู่ในไอซียูต้องการการติดตามตัวแปรเสริมต่างๆที่จำเป็นอย่างเข้มงวดและต่อเนื่อง ซึ่งสามารถสะท้อนให้ทราบได้ว่าควรให้การพยาบาลผู้ป่วยในขณะนั้นอย่างไร การเฝ้าระวังพลาสมาสารเคมีหลอดเลือดดังกล่าวจึงมีส่วนสำคัญต่อการรอดชีวิตเป็นอย่างยิ่ง¹⁵ ในการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าเมื่อใช้ผ้าห่มมาตรฐานของบริษัทเวชภัณฑ์และผ้าห่มประดิษฐ์ร่วมกับเครื่องเป่าลมร้อนกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 60 ราย ที่ได้รับการผ่าตัดที่ใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม ทั้งชนิดการผ่าตัดทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจ การผ่าตัดลิ้นหัวใจ หรือการผ่าตัดร่วม 2 ชนิด แม้จะมีภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำขณะและหลังผ่าตัดระยะฉับพลัน แต่ในระหว่างการบำบัดด้วยความอบอุ่นที่อยู่ในไอซียู สถาบันโรคทรวงอก ก็มีพลาสมาสารเคมีหลอดเลือดเป็นปกติภายหลังเมื่อใช้ผ้าห่มทั้ง 2 ชนิด การใช้ผ้าห่มมาตรฐานและผ้าห่มประดิษฐ์ร่วมกับเครื่องเป่าลมร้อนจึงมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงถึงประสิทธิภาพของผ้าห่มประดิษฐ์ที่สามารถเทียบเคียงได้กับการใช้ผ้าห่มมาตรฐานของบริษัทเวชภัณฑ์ จึงเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้ในการให้ความอบอุ่นร่างกายผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจในระยะ

วิกฤตหลังผ่าตัดได้ เนื่องจากได้มีการเปรียบเทียบผลของการใช้แล้วพบว่าประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน ทั้งในแง่ของการเพิ่มอุณหภูมิแกน และการรักษา พลศาสตร์การไหลเวียนเลือดให้เป็นปกติ อีกทั้งยังช่วยพิสูจน์การใช้แนวปฏิบัติการจัดการภาวะอุณหภูมิภายในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดหัวใจได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ แพทย์หญิงวิพรรณ สังคหะพงศ์ ผู้อำนวยการสถาบันโรคทรวงอก ที่ให้การสนับสนุน นายแพทย์ชัชวดี ยศสุโรดม ที่ให้คำปรึกษา คุณวัชร กุศลเอี่ยม คุณลินดา บุญรอด คุณวราภรณ์ มาลัยทอง คุณมณฑิ สິงหล คุณวิภารัตน์ ยาทองไชย และคุณณัฐฎาภรณ์ ผดุงชัย ที่ช่วยเก็บรวบรวม ข้อมูล

References

1. สมาคมศัลยแพทย์ทรวงอกแห่งประเทศไทย. สถิติผ่าตัดหัวใจในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 - ปัจจุบัน [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 1 มิ.ย. 2559] เข้าถึงได้จาก: http://thaists.org/news_detail.php?news_id=212.
2. Stephens RS, Whitman GJ. Postoperative critical care of the adult cardiac surgical patient. part I: routine postoperative care. Crit Care Med 2015 ; 43:1477-97.
3. Connor EL, Wren KR. Detrimental effects of hypothermia: a systems analysis. J Perianesth Nurs 2000 ; 15:151-5.
4. Kimberger O, Held C, Stadelmann K, Mayer N, Hunkeler C, Sessler DI, et al. Resistive polymer versus forced-air warming: comparable heat transfer and core rewarming rates in volunteers. Anesth Analg 2008 ; 107:1621-6.
5. Torossian A. Thermal management during anaesthesia and thermoregulation standards for the prevention of inadvertent perioperative hypothermia. Best Pract Res Clin Anaesthesiol 2008 ; 22:659-68.
6. Bodhipadma S. Effectiveness of handmade forced-air warming blanket on body core temperature among post-cardiac surgery patients. J App Sci 2017 ; 16:8-14.
7. Huygh J, Peeters Y, Bernards J, Malbrain ML. Hemodynamic monitoring in the critically ill: an overview of current cardiac output monitoring methods. F1000Res 2016 ; 5:2855.
8. Pinsky MR. Hemodynamic monitoring. In: Roberts PR, Todd SR, eds. Comprehensive critical care: Adult. Mount Prospect, IL: Society of Critical Care Medicine ; 2012. p. 121-38.
9. McKee A, Sidebotham D, Gladding PA. Standard management of cardiac surgery patients. In: Sidebotham D, McKee A, Gillham M, Levy JH, eds. Cardiothoracic critical care. Philadelphia, PA: Butterworth-Heinemann ; 2007. p. 243-54.
10. Khalpey ZI, Schmitto JD, Rawn JD. Postoperative care of cardiac surgery patients. In: Cohn LH, ed., Cardiac surgery in the adult. New York: McGraw-Hill ; 2008. p. 465-485.
11. Currey J, Botti M. The haemodynamic status of cardiac surgical patients in the initial 2-h recovery period. Eur J Cardiovasc Nurs 2005 ; 4:207-14.
12. Muller JC, Kennard JW, Browne JS, Fecher AM, Hayward TZ. Hemodynamic monitoring in the intensive care unit. Nutr Clin Pract 2012 ; 27:340-51.
13. Busse L, Davison D, Chawla L, Jang P. Hemodynamic monitoring in critical care. In: Rajendram R, Preedy VR, Patel VB, eds. Diet and nutrition in critical care. New York: Springer ; 2015. p. 3-19.
14. Hollenberg SM. Hemodynamic monitoring. Chest 2013 ; 143:1480-8.
15. Saikumar Doradla LP, Vadivelan M. Invasive monitoring in the intensive care unit. Ind J Clin Pract 2013 ; 24: 430-5.