

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความดันโลหิตต่ำของหญิงตั้งครรภ์ที่มาให้การรับความรู้สึก โดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลังในการผ่าตัดคลอดในโรงพยาบาลชุมแพ

น้ำผึ้ง สุคันธรัต พ.บ.

วิสัญญีแพทย์ กลุ่มงานวิสัญญี โรงพยาบาลชุมแพ

82 ม.8 ถนนมลิวรรณ ตำบลชุมแพ อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น 40130

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความดันโลหิตต่ำของหญิงตั้งครรภ์ที่มาให้การรับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลังในการผ่าตัดคลอดในโรงพยาบาลชุมแพ

วัสดุและวิธีการศึกษา : การศึกษาแบบศึกษาย้อนหลัง (Retrospective review) ในผู้ป่วยที่มาผ่าตัดคลอดด้วยวิธีการรับความรู้สึกผ่านทางไขสันหลังโดยใช้ยาชาร่วมกับมอร์ฟินที่โรงพยาบาลชุมแพจังหวัดขอนแก่น ในระหว่างเดือนมกราคม 2554 – กันยายน 2558 เก็บข้อมูลผู้ป่วยเลือกผู้ป่วยจากการศึกษานี้ ผู้ป่วยที่ผ่าตัดคลอดด้วยวิธีการดมยาสลบผู้ป่วยที่ได้รับการรับความรู้สึกทางไขสันหลังแต่ระดับไม่เพียงพอต้องได้การรับความรู้สึกแบบดมยาสลบร่วมด้วย และข้อมูลผู้ป่วยไม่ครบ ซึ่งสถิติที่ใช้เป็นสถิติเชิงพรรณนา แสดงผลในรูป จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย และ สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) ใช้สถิติ Multiple logistic regression ในการหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตต่ำ โดยทำการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์หลายตัว (Multivariable Analysis)

ผลการศึกษา : จำนวนหญิงตั้งครรภ์ทั้งหมดที่ได้รับการผ่าตัดคลอดและได้รับการรับความรู้สึกทางไขสันหลังในการศึกษานี้มี 1,300 ราย ความดันโลหิตต่ำ (SBP < 100 mmHg หรือมีการลดลงของ SBP > 20% ของค่าเริ่มต้น) คิดเป็นร้อยละ 69.69 พบว่าปัจจัยเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำคือ การที่หญิงตั้งครรภ์มีความดันโลหิต SBP เริ่มต้น < 120 mmHg (P-value < 0.01 และ 95% CI 0.35-0.75) และการเสียเลือดในการผ่าตัดมากกว่า 1,000 มิลลิลิตร (P-value < 0.01)

ข้อสรุป : ปัจจัยเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำของหญิงตั้งครรภ์ คือ ความดันโลหิต SBP เริ่มต้น < 120 mmHg และการเสียเลือดในการผ่าตัดมากกว่า 1,000 มิลลิลิตร

คำสำคัญ : การรับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลัง, ความดันโลหิตต่ำของหญิงตั้งครรภ์

Factors associated with hypotension in pregnancy receiving spinal anesthesia for cesarean section in Chumphae hospital, Thailand

Numphung Sukantarat M.D.

Division of Anesthesia, Chumphae Hospital, Khonkean 40130

Abstract

Objective : The aim of this study is to determine risk factors of hypotension during spinal anesthesia for cesarean section in Chumphae hospital

Materials and Methods : This study is retrospective review in patients received spinal anesthesia for cesarean section in Chumphae hospital, Thailand during January 2011 to September 2015. Exclusion criteria were patients who received general anesthesia, inadequate spinal anesthesia and incomplete data. Descriptive statistic were presented as number, mean median, standard deviation (SD) for demographic data. Inferential statistic was used for factors that associated with hypotension by multivariable Analysis.

Result : The 1,300 patients were enrolled to this study. The incidence of hypotension (SBP < 100 mmHg or SBP > 20% of baseline) was 69.69%. The risk factors that increase incidence of hypotension included baseline systolic blood pressure <120 mmHg (P-value <0.01 and 95% CI 0.35-0.75) and intraoperative blood loss was more than 1,000 ml (P-value <0.01).

Conclusion : From this study, the risk factors that increase incidence of hypotension in pregnancy undergoing cesarean section with spinal anesthesia included baseline systolic blood pressure <120 mmHg and intraoperative blood loss was more than 1,000 ml.

Keywords : *Spinal anesthesia, Maternal hypotension, Pregnancy*

ความสำคัญ

ในปัจจุบันพบว่าการผ่าตัดคลอดบุตรมีอัตราสูงขึ้น เช่นในประเทศไทย พบถึง ร้อยละ 15-16¹รวมถึง ประเทศไทยอัตราการผ่าตัดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ดังเช่น ในโรงพยาบาลศรีนครินทร์คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปี 2530 -2539 พบร้อยละ 20.9 และเพิ่มเป็นร้อยละ 25 ใน 10 ปีที่ผ่านมา⁴ วิธีที่นิยมใช้ระงับความรู้สึกในปัจจุบันคือ การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลัง^{1,2} มากกว่าการระงับความรู้สึกแบบทั่วไปเช่นเดียวกับ โรงพยาบาลชุมแพวิธีที่นิยมใช้ก็คือ การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลัง โดยคิดเป็นร้อยละ 55, 62 ,และ 57 ในปี 55, 56 และ 57 ตามลำดับ⁴ ทั้ง เนื่องจากการให้ความระงับความรู้สึกแบบทั่วไปสามารถทำให้เกิดการสำลักอาหาร และน้ำย่อยเข้าปอด รวมถึงการใส่ท่อช่วยหายใจยาก^{6,7,9} เป็นต้น

การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลัง เป็นวิธีที่นิยมใช้ในผู้ที่มารับผ่าตัดคลอดบุตรนั้นมีผลข้างเคียงได้ดังนี้ อาทิเช่น ภาวะความดันโลหิตต่ำ ภาวะคลื่นไส้อาเจียน ปวดศีรษะ ภาวะกตการหายใจ^{2-6,8} จากการศึกษาในโรงพยาบาลชุมแพภาวะความดันโลหิตต่ำของหญิงตั้งครรภ์ที่มาให้การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลังในการผ่าตัดคลอด พบร้อยละ 69.69⁴ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาหลายฉบับที่ผ่านมา เช่น โรงพยาบาลศิริราช และจุฬาลงกรณ์ปี พ.ศ. 2549 ร้อยละ 50-80

ความดันโลหิตต่ำในหญิงตั้งครรภ์สามารถทำให้เกิดผลข้างเคียงทั้งในมารดาและทารกได้¹⁰ โดยในมารดาภาวะแทรกซ้อนรอง ได้แก่ คลื่นไส้อาเจียน ปวดศีรษะหลังจากการระงับความรู้สึกทางไขสันหลัง เป็นต้น ส่วนภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงสามารถทำให้มารดาเกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกตัว หัวใจหยุดเต้น จนกระทั่งเสียชีวิตได้^{5,11} ในทารกการระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลังสามารถเกิดภาวะเลือดเป็นกรดได้ (fetal

acidosis)^{3,6} low Apgar scores และสามารถทำให้เกิด hypoxic-ischemic encephalopathy (HIE)^{3,7} เนื่องจากการระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลังในหญิงตั้งครรภ์สามารถทำให้เกิดความเสี่ยงเลือดไปเลี้ยงมดลูกได้ลดลงส่งผลต่อทารกได้ภาวะแทรกซ้อนเหล่านี้ทั้งในมารดาและในทารกเป็นภาวะที่วิสัญญีแพทย์ต้องเผชิญ ซึ่งถ้าทราบปัจจัยที่สัมพันธ์ที่จะเกิดความดันโลหิตต่ำจะสามารถป้องกัน ลดอัตราการเกิดภาวะทุพพลภาพและอัตราการเสียชีวิต(morbidity and mortality) ทั้งมารดาและทารก และ สามารถเตรียมตัววางแผน ตัดสินใจและนำไปสู่การส่งต่อที่เหมาะสมได้

จากที่ได้กล่าวมา ปัญหาความดันโลหิตต่ำของหญิงตั้งครรภ์ที่มาให้การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลังในการผ่าตัดคลอด สามารถทำให้เกิดภาวะทุพพลภาพและอัตราการเสียชีวิตได้ ผู้วิจัยจึงสนใจในการหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความดันโลหิตต่ำ เพื่อแนวทางปฏิบัติในการป้องกันและรักษาความดันโลหิตต่ำของหญิงตั้งครรภ์ที่มาให้การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลังในการผ่าตัดคลอด

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความดันโลหิตต่ำของหญิงตั้งครรภ์ที่มาให้การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลังในการผ่าตัดคลอดในโรงพยาบาลชุมแพ

วิธีการศึกษา

ผู้วิจัยทำหนังสือถึงผู้อำนวยการโรงพยาบาลเพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลโดยทำการศึกษาแบบศึกษาย้อนหลัง (Retrospective review) ในผู้ป่วยที่มาผ่าตัดคลอดด้วยวิธีการระงับความรู้สึกผ่านทางไขสันหลังโดยใช้ยาชาร่วมกับมอร์ฟีนที่โรงพยาบาลชุมแพจังหวัดขอนแก่น

ในระหว่างเดือนมกราคม 2554 – กันยายน 2558 จำนวน 1,300 รายซึ่งได้มาจากการคัดเลือกผู้ป่วยที่มีลักษณะตามเกณฑ์คัดเข้าศึกษาและคัดผู้ป่วยเลือกผู้ป่วยออกจากเกณฑ์การศึกษา ดังนี้ ผู้ป่วยที่ผ่าตัดคลอดด้วยวิธีการดมยาสลบผู้ป่วยที่ได้รับการให้ความรู้สึกทางไขสันหลังแต่ระดับไม่เพียงพอจนต้องให้การระงับความรู้สึกแบบดมยาสลบร่วมด้วย และข้อมูลผู้ป่วยไม่ครบ ซึ่งมีผู้ที่ได้รับการผ่าตัดคลอดที่ออกจากเกณฑ์การศึกษา 548 ราย

การศึกษานี้รวบรวมข้อมูล จากใบบันทึกการให้ยา ระงับความรู้สึก (anesthetic record) แบบบันทึกการดูแลผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด แบบบันทึกการใช้ยา และแบบประเมินระดับความปวด ข้อมูลที่รวบรวม ได้แก่

ก่อนผ่าตัดผู้ป่วยได้รับการประเมินและเก็บข้อมูล ได้แก่ อายุ American Society of Anesthesiologists physical status (ASA physical status) น้ำหนัก ส่วนสูง body mass index (BMI) โรคประจำตัว ประวัติการผ่าตัด การตรวจทางห้องปฏิบัติการ เช่น complete blood count (CBC) เป็นต้น

ระหว่างผ่าตัดรวบรวมข้อมูลเรื่อง ปริมาณยาชา 0.5% heavy bupivacaine ที่ได้รับ (9-12 มิลลิกรัม) ระดับการชาที่ทดสอบหลังการระงับความรู้สึกผ่านทางไขสันหลัง ปริมาณยาตีบหลอดเลือดที่ใช้ระหว่างการผ่าตัด ยา sedation ยาป้องกันการคลื่นไส้อาเจียน ยาให้มดลูกหดตัว การให้ยาปฏิชีวนะก่อนผ่าตัด ปริมาณสารน้ำที่ได้รับ เลือด และส่วนประกอบของเลือด ปริมาณการเสียเลือด ระยะเวลาการผ่าตัด และ anesthetic time (ตั้งแต่ผู้ป่วยเข้าห้องผ่าตัดจนถึงผู้ป่วยออกจากห้องผ่าตัด)

ค่าความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจก่อนให้ยาชาเป็นค่าความดันพื้นฐาน ค่าความดันโลหิตทั้ง Systolic และ Diastolic ที่ต่ำสุด อัตราการเต้นของหัวใจ และเวลาแรกที่เกิดความดันโลหิตต่ำ การรักษาความดันโลหิตต่ำ ขึ้นกับดุลยพินิจของแพทย์ในขณะนั้น

ข้อมูลหลังผ่าตัด ได้แก่ คะแนนความปวด post

anesthesia care unit time (PACU time) และ สารน้ำที่ได้รับหลังผ่าตัดรวมถึงเลือดและส่วนประกอบของเลือด

ภาวะแทรกซ้อนที่ทำการบันทึก ได้แก่ ความดันโลหิตต่ำ (ความดัน systolic ที่ลดลงมากกว่า 20 per-cent ของความดันเลือดขณะพักหรือ systolic blood pressure < 100 mmHg) ภาวะหัวใจเต้นช้า ภาวะ high spinal หรือ total block อาการ ปวดหลัง อาการปวดศีรษะหลังฉีดยาชาเข้าช่อง ไขสันหลัง (PDPH) เป็นต้น

การวิเคราะห์ผลข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สถิติเชิงพรรณนา แสดงผลในรูป จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อน และ สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) ใช้สถิติ Multiple logistic regression ในการหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตต่ำ โดยทำการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระคราวละหลายๆ ตัว (Multivariable Analysis) ก่อนทำการวิเคราะห์คราวละหลายๆ ตัวแปร ผู้วิจัยคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่โมเดลการวิเคราะห์ Multiple logistic regression โดยการวิเคราะห์หัดถ้อยอย่างง่าย (Simple logistic regression) การศึกษานี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการวิจัยเกี่ยวกับมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขขอนแก่น เลขที่โครงการ KEC62024/2562

ผลการศึกษา

จำนวนหญิงตั้งครรภ์ทั้งหมดที่ได้รับการผ่าตัดคลอด และได้รับการระงับความรู้สึกทางไขสันหลังในการศึกษานี้ มี 1,300 ราย อายุเฉลี่ยของหญิงตั้งครรภ์คือ 28 ปี body mass index (BMI) เฉลี่ย 28.6 kg/m² หญิงตั้งครรภ์ส่วนใหญ่จัดอยู่ใน ASA physical status class 1 และเป็นการผ่าตัดแบบไม่ฉุกเฉิน (elective case) โดยคิดเป็นร้อยละ 72.3 ความดันเฉลี่ย systole ของผู้ป่วย 121.8 mmHg ความดันเฉลี่ย diastole ของผู้ป่วย 78.7 และอัตราการเต้น

ของหัวใจมากกว่า 60 ครั้งต่อนาที ค่าความเข้มข้นเลือดมากกว่า 30% ผู้ป่วยที่มีระดับการรับรู้ความรู้สึกมากกว่า T5 มีจำนวน 487 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 เวลาที่ใช้ในห้องผ่าตัดเฉลี่ยประมาณ 50 นาที การเสียเลือดในการผ่าตัดรวมเฉลี่ย 450 มิลลิลิตร ได้สารน้ำในห้องผ่าตัดเฉลี่ย 1,500 มิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 1

การศึกษานี้ให้คำนิยามความดันโลหิตต่ำคือ SBP < 100 mmHg หรือมีการลดลงของ SBP > 20% ของค่า

เริ่มต้น พบว่าเกิดความดันโลหิตต่ำในหญิงตั้งครรภ์คิดเป็นร้อยละ 69.69 และทั้งใน univariable และ multivariable ปัจจัยเสี่ยงที่จะทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำคือ การที่หญิงตั้งครรภ์มีความดันโลหิต SBP เริ่มต้น < 120 mmHg (P-value < 0.01 และ 95% CI 0.35-0.75) และการเสียเลือดในการผ่าตัดมากกว่า 1,000 มิลลิลิตร (P-value < 0.01) ดังตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3

Table 1 Demographic, Anesthetic and Surgical Factors of Patients

Parameter	N (%)	Mean + SD
Total Number of Patients	1,300 (100.0)	
Age of Patient (Years)		28.0 (6.0)
Body Weight (kgs.)		71.1 (11.9)
Height (cm)		157.6 (6.0)
Body Mass Index (kg/m ²)		28.6 (4.4)
ASA Classification		
Class I	984 (75.7)	
Class II	185 (14.2)	
Class III	131 (10.1)	
Types of Surgery		
Elective	940 (72.3)	
Emergency	360 (27.7)	
Systolic Blood Pressure (mmHg)		121.8 (12.2)
Diastolic Blood Pressure (mmHg)		78.7 (10.1)
Heart Rate (time/min)		90.8 (12.7)
Hematocrit (%)		37.3 (3.6)
Anesthetic levels		
• ≥ T 5		
• < T 5	487 (62.5)	
	813 (37.5)	
Anesthetic Time (minutes)		51.3 (10.4)
Amount of Blood Loss (ml)		492.8 (221.2)
Amount of Crystalloid received (ml)		1,567.8 (598.0)

Table 2 Demographic factors and risk factors of patients with and without intraoperative hypotension

Predictors		Hypotension		Without Hypotension		P Value****
		Number (N=906)	% by row (% by column)	Number (N=394)	% by row (% by column)	
ASA Classification	Class I	692	70.32 (76.38)	292	29.67 (74.11)	0.486
	Class II	122	65.95 (13.47)	63	34.05 (15.99)	0.211
	Class III	92	70.23 (10.15)	39	29.77 (9.90)	0.483
Type of schedule	Emergency	244	67.78 (26.93)	116	32.22 (29.44)	0.854
	Elective	662	70.43 (73.07)	278	29.57 (70.56)	0.381
Baseline SBP*	>120	435	65.22 (48.01)	232	34.78 (58.88)	<0.001
	≤120	471	74.41 (51.99)	162	25.59 (41.12)	
Anesthetic LV.	<T5	562	69.13 (62.03)	251	30.87 (63.71)	0.575
	≥T5	344	70.64 (37.97)	143	29.36 (36.29)	
Heart rate	≥60	904	69.75 (99.78)	392	30.25 (99.49)	0.434
	<60	2	50 (0.22)	2	50 (0.51)	
Previous C/S	Yes	676	69.05 (74.62)	303	30.95 (76.90)	0.401
	No	230	71.65 (25.38)	91	28.35 (23.10)	
Blood loss	<1000	851	68.63 (93.93)	389	31.37 (98.73)	<0.001
	≥1000	55	91.67 (6.07)	5	8.33 (1.27)	
Underlying Diseases	GDM**	48	72.72	18	27.27	0.68
	PIH***	40	78.43	11	21.57	0.213

Table 2 Demographic factors and risk factors of patients with and without intraoperative hypotension

Predictors		Hypotension		Without Hypotension		P Value****
		Number (N=906)	% by row (% by column)	Number (N=394)	% by row (% by column)	
HCT	Anemia	19	70.37	8	29.63	1
	≥30	887	69.46 (97.90)	390	30.54 (98.98)	0.252
	<30	19	82.61 (2.10)	4	17.39 (1.02)	
	0.5% heavy Marcaine	99	69.71 (10.93)	43	30.28 (10.91)	1
	≥10 mg	807	69.69 (89.07)	351	30.31 (89.09)	
Age	Mean (SD)	27.6 (6.2)		28.1 (5.9)		0.192
BMI	Mean (SD)	28.5 (4.4)		28.8 (4.4)		0.346
Anesthetic time	Mean (SD)	51.4 (9.9)		51.1 (11.3)		0.694

*SBP: Systolic blood pressure, **GDM: Gestational diabetic mellitus, ***PIH: Pregnancy induced hypertension P Value****: Comparison between hypotension and non-hypotension

Table 3 Multivariate multinomial logistic regression analysis for maternal and anesthesia related risk factors of spinal induced maternal hypotension

Variable	Group	P value	Adjusted OR	95%CI for OR
Age	<35	0.479	1	(0.59-1.27)
	≥35		0.87	
Height (cm)	≥155	0.226	0.84	(0.63-1.11)
	<155			
ASA status	1	0.323	1	(0.84-1.67)
	2		1.19	
	3		0.68	
Baseline SBP (mmHg)	>130	0.223	1	(0.57-1.14)
	120-130		0.81	
	<120		0.51	
Level of sensory block	<T5	0.567	1	(0.72-1.19)
	≥T5		0.93	

ผลการศึกษพบว่ามีการให้ยาตีบหลอดเลือดทั้ง Ephedrine และ Norepinephrine รวมถึงการให้สารน้ำในกลุ่มของหญิงที่มีความดันโลหิตต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4

Table 4 Vasoactive agents and intravenous fluid (IV) administration

Predictors		Hypotension		Without Hypotension		P Value
		Number (N=906)	% by row (% by column)	Number (N=394)	% by row (% by column)	
Ephedrine	Yes	727	90.99 (80.24)	72	9.01 (18.27)	<0.001
	No	179	35.73 (19.76)	322	64.27 (81.73)	
Norepinephrine	Yes	388	94.87 (42.83)	21	5.13 (2.32)	<0.001
	No	518	52.80 (57.17)	373	47.20 (97.68)	
Atropine	Yes	5	83.33 (0.55)	1	16.67 (0.25)	0.674
	No	901	69.63 (99.45)	393	30.37 (99.75)	
Total intraoperative IV fluid	Mean (SD)	1617 (611.7)		1454 (549.7)		<0.001

อภิปรายผล (Discussion)

การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาเข้าช่องน้ำไขสันหลัง เป็นวิธีที่นิยมใช้ในผู้ที่มีการผ่าตัดคลอดบุตรนั้น ผลข้างเคียงที่พบได้มากที่สุด คือ ภาวะความดันโลหิตต่ำ^{13-17,19} ภาวะความดันโลหิตต่ำในหญิงตั้งครรภ์ในแต่ละการศึกษา ได้ให้คำจำกัดความไว้มากมาย¹⁴ เช่นการศึกษาของ Atou F.¹⁴ ได้แบ่งระดับความรุนแรง ของภาวะความดันโลหิตต่ำออกเป็นสามระดับ คือ ระดับต่ำ (10-20% ของความดันโลหิต systolic blood pressure (SBP) เริ่มต้น) ระดับปานกลาง (20-30% ของความดันโลหิต systolic blood pressure (SBP) เริ่มต้น) และระดับรุนแรง (>30% ของความดันโลหิต systolic blood pressure (SBP) เริ่มต้น) และถือว่าถ้าความดันโลหิตลดลง <10% ของความดันโลหิตเริ่มต้น จะถือว่าไม่มีความดันโลหิตต่ำ¹⁴ ส่วนการศึกษาของ DG bishop ได้ให้คำนิยามความดันโลหิตต่ำว่า SBP < 90 mmHg ซึ่งสามารถจำได้ง่าย และพบอุบัติการณ์ได้ประมาณ 71% ในรพ. ชุมแพ การศึกษานี้ได้ให้คำนิยามของความดันโลหิตต่ำในหญิงตั้งครรภ์ว่า SBP ต่ำกว่าค่าเริ่มต้น < 20% หรือ SBP < 100 mmHg^{15,19,35} ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาข้างต้นง่ายแก่การจดจำและให้การรักษาง่ายจากการศึกษาในโรงพยาบาลชุมแพ พบว่าภาวะความดันโลหิตต่ำของหญิงตั้งครรภ์ที่มาให้การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาเข้าช่องน้ำไขสันหลังในการผ่าตัดคลอดพบร้อยละ 69.69¹⁵ การรักษาภาวะความดันโลหิตต่ำในหญิงตั้งครรภ์ที่ได้รับการผ่าตัดคลอดนั้นขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิสัญญีแพทย์ เห็นได้จากการให้ ephedrine และ norepinephrine ในผู้ป่วยกลุ่มที่ไม่เกิดความดันโลหิตต่ำ (9.1% และ 5.1%ตามตาราง) แสดงให้เห็นว่ามีการรักษาภาวะความดันโลหิตต่ำก่อนที่จะเข้ากัณยานของการศึกษานี้ หรือ วิสัญญีแพทย์ได้เฝ้าระวังภาวะความดันโลหิตต่ำและรักษาก่อนที่จะเกิดขึ้น แต่ยังไม่ได้วัดความดันที่ต่ำที่สุดไว้

ปัจจัยเสี่ยงที่จะทำให้ความดันโลหิตต่ำในหญิงตั้งครรภ์ที่ได้รับการระงับความรู้สึกโดยฉีดยาเข้าช่องน้ำ

ไขสันหลังในการผ่าตัดคลอดมี 2 ปัจจัยหลัก¹⁴ คือ ปัจจัยทางด้านมารดา และ ปัจจัยด้านทางวิสัญญี ปัจจัยทางด้านมารดานั้นประกอบด้วยอายุของมารดาขณะตั้งครรภ์, BMI $\geq 25 \text{ kg/m}^2$, ประวัติความดันโลหิตสูง⁵, ความดัน SBP ก่อนผ่าตัด < 120 mmHg หรือ Diastolic blood pressure (DBP) < 80 mmHg, อัตราการเต้นของหัวใจ > 80 ครั้งต่อนาที ส่วนปัจจัยด้านวิสัญญี ได้แก่ สารน้ำที่ให้ก่อนการผ่าตัดมากกว่า 1,000 มิลลิลิตร¹¹ และระดับยาชาที่ $\geq T5$ ¹⁴

ปัจจัยทางด้านมารดาปัจจัยแรกเรื่องของอายุในการศึกษานี้ไม่พบว่าอายุมากกว่า 35 ปีเป็นปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะความดันโลหิตต่ำ อย่างไรก็ตามหลายการศึกษาพบว่าอายุที่มากขึ้นสามารถทำให้เกิดความดันโลหิตต่ำในมารดาได้มากขึ้น^{14,16,19,20} โดย A. Fakhherpour พบว่าอายุที่มากกว่า 35 ปี ซึ่งถือว่าเป็นการตั้งครรภ์ในมารดาอายุมาก ทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹⁴ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการลดลงของ cardiac reserve การเปลี่ยนแปลงของ baroreceptor และ ระบบประสาทซิมพาเทติก (sympathetic nervous system) ในหญิงตั้งครรภ์ การศึกษาของ DG bishop¹⁶ พบว่าอายุตั้งแต่ 25 ปีขึ้นไป มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตต่ำตั้งครรภ์ที่ได้รับการผ่าตัดคลอด

Body mass index (BMI) มากเป็นปัจจัยเสี่ยงหนึ่งของหญิงที่ได้รับการผ่าตัดคลอดทำให้เกิดความดันโลหิตต่ำ^{21,22,23} เนื่องจากปริมาณน้ำไขสันหลังที่ลดลงของหญิงตั้งครรภ์จากการที่ความดันในช่องท้องสูงขึ้นและช่องไขสันหลังลดลงจากการที่หลอดเลือดดำ epidural ขยายขนาด และมีการเพิ่มขึ้นของไขมันบริเวณช่อง epidural space มากขึ้น²⁰ การเพิ่มขึ้นของความดันในช่องท้องจากการกด subarachnoid cavity ทำให้เกิดการแพร่ของยาชาได้มากขึ้น^{18,19,25} แต่ไม่สามารถคาดการณ์ระดับยาชาได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีขนาดมดลูกใหญ่และ BMI มากขึ้น นอกจากนี้ยังมีภาวะ aortocaval compression ยิ่งมีผลมากในหญิงตั้งครรภ์ที่อ้วนเพราะขนาดมดลูกและ BMI

ก็จะทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำได้¹⁴ ค่า BMI ที่มีผลต่อความดันโลหิตยังไม่มีค่าที่แน่ชัด ในหลายการศึกษาพบได้ 25-35 kg/m² การศึกษาของ Pichaya.O¹⁹ และ A. Fakherpour¹⁴ พบว่า BMI $\geq$ 35 kg/m² มีผลต่อความดันโลหิตของมารดา ส่วนในการศึกษาของ Fernodo N.²⁰ ใช้ BMI $\geq$ 25 มีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตต่ำในมารดา อย่างไรก็ตามการศึกษาของ DG Bishop¹⁶ พบว่าที่ BMI ไม่สามารถคาดคะเนความดันโลหิตต่ำได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Maygan, Brenck F.^{25,26} และการศึกษาอื่น

นอกจากนี้ยังพบว่าหญิงตั้งครรภ์ที่มีความดันพื้นฐานต่ำสัมพันธ์กับการเกิดความดันโลหิตต่ำมากขึ้นหลังจากให้การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลังในการศึกษานี้พบว่าความดันพื้นฐานที่น้อยกว่า 120 mmHg เป็นความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดความดันโลหิตต่ำได้มากขึ้นในหญิงตั้งครรภ์ เหมือนเช่นในการศึกษาของ Saowapark C. พบว่าความดันโลหิต SBP ที่ต่ำกว่า 130 mmHg เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดความดันโลหิตต่ำได้มากขึ้น³⁵ สาเหตุที่เกิดขึ้นยังไม่ชัดเจน คาดว่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงการควบคุมของ autonomic nervous system ในขณะตั้งครรภ์ ดังนั้น จะสามารถเกิด sympathetomy ระหว่างการให้ความรู้ระงับความรู้สึกทางไขสันหลังได้^{14,16,31,35}

ในการศึกษานี้ไม่พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์กับภาวะความดันโลหิตต่ำเช่นเดียวกับ Toyama ไม่ได้รวมอัตราการเต้นของหัวใจพื้นฐานให้เป็นตัวประเมินความเสี่ยงต่อความดัน อย่างไรก็ตามในการศึกษาของ A. Fakharpour¹⁴ พบว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตต่ำ^{14,16} สาเหตุสามารถเกิดจากความกังวลของผู้ป่วยก่อนผ่าตัดและเกิดการกระตุ้นระบบ Sympathetic¹⁶

การศึกษานี้และการศึกษาของ Marrle et al.³² ได้พบว่าความสูงของมารดาไม่มีผลต่อความดันโลหิตต่ำในหญิงตั้งครรภ์ที่มาให้การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลัง ต่างจากการศึกษาของ Saowapark C.³⁵

ที่ความสูงน้อยกว่า 155 เซนติเมตรเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดความดันโลหิตต่ำ

ความเสี่ยงทางด้านวิสัญญีปัจจัยแรกคือ เรื่องสารน้ำ ในหลายการศึกษาพบว่า มีการให้สารน้ำก่อนการผ่าตัดทั้ง Crystalloid หรือ Colloid มากกว่า 87% ในการผ่าตัดคลอดเพื่อป้องกันภาวะความดันโลหิตต่ำในการศึกษาหนึ่งพบว่าระดับความดันโลหิตต่ำน้อย หรือ ปานกลาง การให้สารน้ำก่อนการผ่าตัดจะสามารถลดการเกิดความดันโลหิตต่ำในมารดาลงได้แต่ในความดันโลหิตที่ต่ำมากกว่า 30% ของค่าเริ่มต้นการให้สารน้ำก่อนการผ่าตัดไม่ได้ช่วยลดภาวะความดันโลหิตต่ำในหญิงตั้งครรภ์^{14,31} ยิ่งไปกว่านั้น การให้ Crystalloid ในปริมาณมากจะทำให้เกิด acute hemodilution ได้และเพิ่มความเสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วมปอดในหญิงตั้งครรภ์^{14,16} เนื่องจากสารน้ำไปทำลาย endothelial glyocalyx¹³ ปัจจุบันไม่พบว่า การให้สารน้ำก่อนการผ่าตัดมากกว่า 250 มิลลิลิตรทำให้ภาวะความดันโลหิตต่ำเกิดลดลงแต่การให้สารน้ำที่มากเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายกับผู้ป่วยได้^{14,16} การศึกษาของ Cochrane พบว่าการให้ Colloid เป็นสารน้ำก่อนการผ่าตัด อาจจะดีกว่าการให้ Crystalloid^{27,31} แต่ควรเฝ้าระวังผลข้างเคียงของ colloid เช่น อาการแพ้ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นระหว่างผ่าตัดได้⁵ อย่างไรก็ตาม การให้สารน้ำขณะผ่าตัดดีกว่าการให้สารน้ำก่อนผ่าตัดในหลายการศึกษา^{13,28,29,31} ส่วนชนิดของสารน้ำสามารถใช้ได้ทั้ง crystalloid และ colloid¹³ ในการศึกษานี้ให้สารน้ำทั้งก่อนและขณะผ่าตัดมากกว่า 1,000 ml ไม่พบภาวะแทรกซ้อนเรื่องน้ำท่วมปอด แต่ยังมีภาวะความดันโลหิตต่ำซึ่งเกิดได้จากหลายปัจจัย อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่สามารถเก็บข้อมูลการให้สารน้ำก่อนการผ่าตัดได้แต่การให้สารน้ำในการศึกษานี้พบว่าสามารถลดความดันโลหิตต่ำในมารดาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในทางคลินิกการให้สารน้ำต่างกันประมาณ 200 มิลลิลิตรในหญิงตั้งครรภ์ที่มาผ่าตัดคลอดอาจช่วยเรื่องความดันโลหิตต่ำในแต่ละรายแตกต่างกันไปได้

ปัจจุบันพบวาระดับยาชาที่สูงขึ้นสัมพันธ์กับการเกิดภาวะความดันโลหิตต่ำ¹⁶ สาเหตุเกิดจากการระงับ Cardiac accelerator fiber ระดับ T1-T4 ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางระบบหัวใจและหลอดเลือดและ มีการลดลงของ vasomotor tone ของหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำในระดับ L1-T5 ยิ่งระดับยาชาสูงความดันโลหิตยิ่งต่ำ^{14,16,24} อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาของ Ning zhang²⁴ พบว่าอัตราการขึ้นของระดับยาชามีความสำคัญเหมือนกับยาชาระดับสูงสุดโดยปกติแล้วปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของยาชาคือ ปริมาณน้ำไขสันหลัง ซึ่งหญิงตั้งครรภ์จะมีปริมาณน้ำไขสันหลังแตกต่างกันตั้งแต่ 25 ถึง 45 มิลลิลิตร เพราะฉะนั้นจึงไม่สามารถประเมินระดับยาชาได้ การประเมินความดันโลหิตต่ำจึงใช้อัตราการขึ้นของระดับยาชาแทนโดยพบว่าถ้าระดับยาชาที่มากกว่าเท่ากับ T8 ที่ 3 นาทีหลังจากฉีดยาชา จะทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำได้ นอกจากนี้การศึกษาของ Seltennich et al.²⁸ พบว่าระดับยาชาที่เท่ากันอุบัติการณ์การเกิดความดันโลหิตต่ำต่างกันเป็นเพราะขณะเกิด slower onset ของระบบ sympathetic จะทำให้มีเวลาสำหรับการปรับตัวของร่างกาย (physiologic compensation) ซึ่งเหมือนกับการศึกษาในสิ่งมีชีวิตระดับยาชาจะเกินระดับ T5 แต่บางครั้งไม่เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำ อย่างไรก็ตามการศึกษาต่อไปศึกษาความสัมพันธ์ของอัตราการเพิ่มของระดับยาชา

การป้องกันภาวะความดันโลหิตต่ำในหญิงตั้งครรภ์มี 3 วิธีหลักคือ 1. การให้สารน้ำดังที่กล่าวในข้างต้นแล้ว 2. การให้ยาตีบหลอดเลือด 3. การจัดทำผู้ป่วย

การให้ยาตีบหลอดเลือดเป็นวิธีการที่ดีในการป้องกันและรักษาความดันโลหิตต่ำมากกว่าการให้สารน้ำ¹³ ในการจัดการภาวะความดันโลหิตต่ำในหญิงตั้งครรภ์ที่มาระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลังในการศึกษานี้การจัดการขึ้นกับการตัดสินใจส่วนบุคคล การศึกษาพบว่าการให้ Ephedrine 18% และ Norepinephrine 5.32% ในกลุ่มที่ไม่พบความดันโลหิตต่ำ แสดงให้เห็นว่ามีการรักษาภาวะความดันโลหิตต่ำก่อนที่จะถึงค่านิยามของ

ภาวะความดันโลหิตต่ำที่ได้ให้ในการศึกษานี้และไม่ได้บันทึกความดันที่หายาตีบหลอดเลือดไว้

การจัดทำผู้ป่วยมีวัตถุประสงค์คือ 1. ลด Aortocaval compression 2. เพิ่ม venous returnการจัดทำ Left uterine displacement (LUD) ยังเป็นที่ถกเถียงกันว่าช่วยลดภาวะความดันโลหิตต่ำ หรือ ลด Aortocaval compression พบว่ามีทั้งการศึกษาที่ได้ประโยชน์และ ไม่ได้ลด Aortocaval compression ในการศึกษาที่หญิงตั้งครรภ์ที่มาผ่าตัด ได้ทำ LUD ทุกคน ผลคือไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มีความดันโลหิตต่ำและความดันปกติ¹⁵ ซึ่งอธิบายได้เหมือนกับในการศึกษาของ Higuchi³⁰ และ JK Mitra³¹ พบว่าการทำLUD ไม่ได้ช่วยลด Aortocaval compression

การศึกษานี้เป็นการศึกษาที่ใช้จำนวนประชากรมาก โดยใช้สูตรการคำนวณประชากรแบบ ความสัมพันธ์แบบ Multivariable Analysis ใช้สถิติ Multiple logistic regression (Hsieh, et al, 1998) ขนาดตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ที่เพียงพอคือ 606 คน แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลแบบย้อนหลัง เพื่อเพิ่มอำนาจของการทดสอบ (Power of test) จึงเก็บทั้งหมดจำนวน 1,300 คน มีผู้ที่ได้รับการผ่าตัดคลอดที่ออกจากเกณฑ์การศึกษา 548 ราย เนื่องจากการได้รับการระงับความรู้สึกทั้งตัว 521 ราย ได้รับการให้ความรู้สึกทางไขสันหลังแต่ระดับไม่เพียงพอจนต้องให้การระงับความรู้สึกแบบดมยาสลบร่วมด้วย 17 ราย และข้อมูลผู้ป่วยไม่ครบ 10 ราย ซึ่งการศึกษาเก็บข้อมูลแบบย้อนหลังถูกจำกัดด้วยเรื่อง ข้อมูลที่ไม่บันทึก เช่น การให้สารน้ำก่อนการผ่าตัด ซึ่งสามารถทำให้เกิดการแปลผลที่ผิดพลาดได้ การศึกษาต่อไปจะเก็บข้อมูลเหล่านี้เพิ่มเติม

สรุปผลการศึกษาวิจัย

การศึกษานี้พบว่าปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำและหญิงตั้งครรภ์ที่มาระงับความรู้สึกคือความ

ดันโลหิต < 120 mmHg ซึ่งเป็นปัจจัยที่ต้องเฝ้าระวังก่อนการผ่าตัดไม่สามารถแก้ไขได้ ปัจจัยอื่น ๆ ยังต้องศึกษากันในอนาคต การศึกษาในอนาคตศึกษาแนวทางในการป้องกันความเสี่ยงความดันโลหิตต่ำขณะผ่าตัดคลอดโดยใช้การระงับความรู้สึกโดยฉีดยาชาเข้าช่องน้ำไขสันหลัง ทั้งในเรื่องการให้สารน้ำ การเตรียมยากระตุ้นความดันโลหิต รวมถึงการจัดทำผู้ป่วยในการทำผ่าตัด และยังสามารถนำข้อมูลไปทำ guideline ป้องกันภาวะความดันโลหิตต่ำต่อไปได้ นอกจากภาวะความดันโลหิตต่ำที่พบได้บ่อยแล้วยังสามารถดูแลและป้องกันผู้ป่วยจากภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ วิทยาลัยพยาบาลทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

1. Labor NL. Interrupted Cesareans, “cascading interventions,” and finding a balance of sensible care. Harvard Magazine 2012 Nov-Dec:22-6
2. Pitchaya O. and et al. Prospective Study of Hypotension after Spinal Anesthesia for Cesarean Section at Siriraj Hospital: Incidence and Risk Factors, Part 2. J Med Assoc Thai 2008;91:75-80.
3. W C. New trend Anesthesia for cesarean section. Srinagarind medical journal 2005; 20:1-12.
4. Pranom R. Development of Clinical Practice Guideline for the Prevention of Hypotension during Spinal Anesthesia for Cesarean Section in Anesthetic Department, Surin Hospital.
5. Lawrence C. Anesthesia for Cesarean Delivery. In: Chestnut (DH): Chestnut’s obstetric anesthesia; 2014
6. Afolabi BB, Merah N. Regional versus general anaesthesia for caesarean section (Review). Cochrane Library 2007:1-44.
7. DG. B. Predicting spinal hypotension during Caesarean section. Southern African Journal of Anaesthesia and Analgesia 2014;20:170-3.
8. อนุวัธนวิทย์ ช. การศึกษาผลการให้ยาระงับความรู้สึกทางช่องไขสันหลังในหญิงตั้งครรภ์ที่เข้ารับการผ่าตัดคลอดในโรงพยาบาลตรารัต. วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลินิกโรงพยาบาลพระปกเกล้า 2012 Apr. - Jun. ;29:129-32.
9. พนาวรรณจ., อรวรรณส. ภาวะแทรกซ้อนจากการให้ยาระงับความรู้สึกทางช่องไขสันหลังในมารดาผ่าตัดคลอดที่โรงพยาบาลคัคตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารการพัฒนาศุภาพชุมชน มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2556 ตุลาคม - ธันวาคม;1:105-16.
10. พ.บ. ปส. ภาวะความดันโลหิตต่ำภายหลังได้รับการฉีดยาเข้าช่องไขสันหลังของผู้ป่วยในโรงพยาบาลพระจอมเกล้า. วิทยาลัยสาร 2554มค - มีค;37:18-25.
11. ปราการรัตน์. ศ. ตำราวิทยาลัยวิทยา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ เอ-พลัสพริ้น; 2556.
12. Thitima C. and et al. Incidence and Risk Factors of Hypotension and Bradycardia During Spinal Anesthesia. Siriraj Med J 2006;58:696-701.
13. Ahmed H and et al. Post-spinal anesthetesai hypotension during cesarean delivery, a review article. Egyptian Journal of Anesthesia;33:189-193.
14. A. F. and et. Maternal anesthesia-related risk

- factors and incidence of spinal anesthesia induced hypotension in elective cesarean section : A multinomial logistic regression. Indian Journal of Anesthesia 2018;62(1):36–45.
15. Sukantarat, N. Complications Post-Spinal Anesthesia for Cesarean Section in Chumphae hospital, Thailand. Nakornpanom J 2017;4(2):32–41
 16. Bishop D. and et. Obstetric spinal hypotension : Preoperative risk factors and the development of a preliminary risk score- the PRAM score. SAMJ 2017;107(12):1127–1131.
 17. Butwick, A. J. Prevention spinal hypotension during cesarean delivery: what is the last? BJA 2015;11(2):183–186.
 18. Friedman EA. Hypertension-Hypotension in pregnancy correlation with fetal outcome. JAMA 1986;239(21):2249–2251.
 19. O, P. Prospective study of hypotension after spinal anesthesia for cesarean section at siriraj hospital : incidence and risk factor, part 2. J Med Assoc Thai 2008;91(5):675–680.
 20. S, F. Correlation between the body mass index (BMI) of pregnant women and the development of hypotension after spinal anesthesia for cesarean section. Revista Brasileira de Anestesiologia 2011;61(1): 21–25.
 21. Al., X. A. M. and et. Risk assessment of morbidity obese parturient in cesarean section delivery . A prospective, cohort, single-center study. Medicine 2017;96(42):1–7.
 22. SM, L. Cesarean section in morbidity obese parturient: Practical Implication and complications. North American Journal of Medical Science 2012;4(1):13–18.
 23. Al, M. L. and et. The risk of cesarean delivery in obese women. Gynecology 2017; 44(1):20–27
 24. Zhang, N. Level of sensory block after spinal anesthesia as predictor of hypotension in parturient. Medicine 2017;96(25):1–6.
 25. Maayan A, Schushan I, Tordns A. Maternal hypotension during elective cesarean section and short term neonatal outcome. AM J Obstet Gynecol 2010;202(1):56–62.
 26. Brenck F, H. B. Hypotension after spinal anesthesia for cesarean section : Identification of risk factors using an anesthesia information management system. J Clin Monit Comput 2019;23(2):85–92.
 27. AM, C. Techniques for preventing hypotension during spinal anesthesia for cesarean section. The Cochrane Database of Systemic Review 2006, CD002251.
 28. Al, N. K. and et. Prevention of hypotension during spinal anesthesia for cesarean delivery : effective technique using combination phenylephrine infusion and crystalloid co hydration. Anesthesiology 2005;103(4):744–750.
 29. J-W. Influence of the timing of administration of crystalloid on maternal hypotension during spinal anesthesia for cesarean delivery : Preload versus coload. BMC Anesthesiology 2014;14(1):33–42.
 30. Higuchi H. Effect of lateral tilt angle on the volume of the abdominal aorta and inferior

- vena cava in pregnant and non pregnant women determined by magnetic resonance imaging. *Anesthesiology* 2015;122(2):286–293.
31. Mitra, J. Changing trends in the management of hypotension following spinal anesthesia in cesarean section. *Journal of Postgraduate Medicine* 2013;59(2):121–126.
 32. Mc, N. Height, weight and the spread of subarachnoid hyperbaric bupivacaine in the term parturient. *Anesth Analg* 1988;67:555–558.
 33. Harten J. Effects of a height and weight adjusted dose of local anesthesia for elective cesarean section. *Anesthesia* 2005;60:348–353.
 34. Chamadol S. Combined Spinal Epidural Anesthesia Versus Spinal Anesthesia for Cesarean Section; Effect on Maternal Hypotension, a Randomized, Double Blind Controlled Trial. *Thai Anesthesio* 1999;25:192–200.
 35. Saowapark C. Incidence and Risk factors of hypotension during spinal anesthesia for cesarean section at Siriraj hospital. *J Med Assoc Thai* 2004;87(8):1127–1132.