

5-1-1987

Roles of hemodynamic monitoring in anesthesiaand surgery

ปกจิตรต์ ประมวล

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/clmjournal>



Part of the [Medicine and Health Sciences Commons](#)

Recommended Citation

ประมวล, ปกจิตรต์ (1987) "Roles of hemodynamic monitoring in anesthesiaand surgery," *Chulalongkorn Medical Journal*. Vol. 31: Iss. 5, Article 3.

Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/clmjournal/vol31/iss5/3>

This Special Article is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn Medical Journal by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

Roles of hemodynamic monitoring in anesthesia and surgery.

ปกจิตต์ ประมวลญ*

Pramuan P. Roles of hemodynamic monitoring in anesthesia and surgery. Chula Med J 1987 May; 31 (5) : 361-366

Hemodynamic monitoring have proved to be valuable in the management of critically ill patients during anesthesia and surgery. Various methods of hemodynamic monitoring, their benefit and potential complications are described.

Reprint requests : Pramuan P. Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok 10500, Thailand.

Received for publications. March 16, 1987

ปัจจุบันการรักษาผู้ป่วยทางศัลยกรรมได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ผลของการผ่าตัดจะดีสมกับความตั้งใจของศัลยแพทย์นั้น จะต้องอาศัยการดูแลผู้ป่วยอย่างรอบคอบ ทั้งก่อนการผ่าตัดระหว่างการผ่าตัด และหลังการผ่าตัด ซึ่งเป็นหน้าที่ร่วมกันระหว่างอายุรแพทย์, ศัลยแพทย์ และวิสัญญีแพทย์ โดยเฉพาะวิสัญญีแพทย์นั้นจะเน้นหนักในด้านการดูแลผู้ป่วยให้มีสภาพพร้อมก่อนการให้ยาสลบ, ระหว่างการให้ยาสลบ และหลังจากการผ่าตัดเพื่อให้ผู้ป่วยฟื้นจากการผ่าตัดและการให้ยาสลบโดยไม่มีภาวะแทรกซ้อน ในด้านการดูแลผู้ป่วยหลังการผ่าตัดนั้น ผู้ที่เข้ามาร่วมทีมอาจจะประกอบด้วย ศัลยแพทย์, อายุรแพทย์, วิสัญญีแพทย์ และพยาบาลในหอผู้ป่วยอาการหนัก (intensive care unit) ในการดูแลผู้ป่วยซึ่งมีภาวะวิกฤตนี้ต้องอาศัยแพทย์ผู้มีความรู้ความชำนาญ และยังต้องใช้เครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นเครื่องช่วยในการตรวจสอบ vital signs ของผู้ป่วย เพื่อจะสามารถวินิจฉัยความผิดปกติที่เกิดขึ้นและให้การรักษาได้ทันทั่วทั้งที่ เพราะถ้าปล่อยให้เวลาล่วงเลยไปอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

การ monitor การเปลี่ยนแปลงของ vital signs ทางระบบหลอดเลือดและหัวใจมีหลายระบบและมีวิธีการมากมาย การเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับ

1. ประวัติความเจ็บป่วยในอดีตและสภาพปัจจุบันของผู้ป่วย
 2. ชนิดของการผ่าตัด
 3. วิธีการของการให้ยาสลบ
 4. ชนิดของเครื่องมือที่มีและวิธีการที่สามารถจะเลือกใช้ได้
 5. ระดับการเรียนรู้และประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือ นั้น และยังคงคำนึงถึงผลเสีย ซึ่งจะเกิดเมื่อเปรียบเทียบกับประโยชน์อันพึงได้รับ เช่น
 1. ทำให้เสียเวลาในการเริ่มต้นผ่าตัด
 2. ภาวะแทรกซ้อนอันอาจจะเกิดขึ้นกับผู้ป่วยระหว่างการให้
 3. สภาวะเศรษฐกิจอันจำเป็นสำหรับประเทศ
- Hemodynamic monitoring นั้นอาจแบ่งได้เป็น invasive และ non invasive technic ดังนี้

I
N
V
A
S
I
V
E

- LEFT VUNTRICULAR PRESSURE
- LEFT ATRIAL PRESSURE
- PULMONARY ARTERIAL PRESSURE
- INTRACRANIAL PRESSURE
- CENTRAL AORTIC PRESSURE
- CENTRAL VENOUS PRESSURE
- INTRA-ARTERIAL PRESSURE
- URINARY OUT PUT (URINARY CATHE-
TER)
- TEMPERATURE (ESOPHAGEAL, REC-
TAL)
- ESOPHAGEAL STETHOSCOPE
- PERIPHERAL NERVE STIMULATOR
- ELECTRO ENCEPHALOGRAM (EEG)
- ELECTRO CARDIOGRAM (EKG)
- DOPPLER
- CUFF BLOOD PRESSURE
- R.P.P (RATE PRESSURE PRODUCT
= SYSTOLIC B.P. X HR. 12000)
- ECHO
- PRECORDIAL STETHOSCOPE

NON
I
N
V
A
S
I
V
E

Hemodynamic Monitoring

ประโยชน์ของ hemodynamic monitoring ที่เราต้องการจริง ๆ เห็นจะเป็นการใช้ monitor เพื่อควบคุมให้ระดับของ Tissue Perfusion นั้นพอเพียง แต่ชนิดของ monitor ที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้สามารถเพียงช่วยได้ทางอ้อม เช่น ดูว่าความดันโลหิตนั้นพอเพียงหรือไม่ ซึ่งอาจจะดูจาก Cardiac Out Put, Blood Pressure, Blood gases จำนวนปัสสาวะ เป็นต้น การใช้ hemodynamic monitor นั้นจะทำให้สามารถที่จะ

1. ประเมินสภาวะและการเปลี่ยนแปลงของ cardiovascular system
2. ควบคุมให้ความดันโลหิตของในสภาพใกล้เคียงระดับปกติของผู้ป่วย
3. ดูสภาวะของ Tissue perfusion จากการทำ cardiac out put
4. รักษาสภาพสมดุลของ myocardial oxygen balance
5. ดูสภาวะของการเกิด myocardial ischemia
6. เป็นเครื่องช่วยหาขนาดที่เหมาะสมของการใช้สารกระตุ้นหัวใจ

อาการและการตรวจพบซึ่งอาจใช้เป็น monitor ของระบบหัวใจและหลอดเลือดนั้น มีตั้งแต่วิธีธรรมดาจนถึงการใช้เครื่องมือราคาแพงเข้าช่วย

การตรวจชีพจรและการเต้นของหัวใจ

การคลำชีพจรจะทราบได้ถึงอัตราเร็วของการเต้นของหัวใจ (rate) จังหวะ (rhythm) และความหนักเบา (amplitude) ซึ่งอาจจะมีข้อผิดพลาดถ้าผู้ป่วยนั้นมีพยาธิสภาพ เช่น vasoconstriction จากความดันเลือดหรืออุณหภูมิต่ำ, ผู้ป่วยอ้วน และเด็กเล็ก, ผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพของ peripheral artery จากโรคหรือการผ่าตัด

การฟังการเต้นของหัวใจโดยใช้ precordial หรือ esophageal stethoscope

การวัดความดันโลหิต โดยฟัง Korotkoff sound จากการใช้หูฟังวางบนเส้นเลือดแดงใหญ่ในส่วนที่ต่ำกว่า blood pressure cuff การวัดความดันเลือดนี้ ขนาดของ cuff ต้องพอดี คือ ประมาณ $\frac{2}{3}$ ของความยาวของต้นแขนและ cuff ยาวพอที่จะพันได้รอบต้นแขน อาจจะต่อกับ Sphygmomanometer หรือ aneroidmeter ในกรณีที่มีการฟังความดันโลหิตไม่ชัดเจนอาจจะใช้เครื่องวัดความดันโลหิตอัตโนมัติ หรือใช้ Doppler detector probe ช่วยในการวัด

การวัดความดันโดยใช้ cuff blood pressure นั้นอาจจะได้ผลไม่แน่นอนโดยสาเหตุต่อไปนี้

1. สมรรถนะของการได้ยินในแต่ละบุคคล
2. ประสาทสัมผัส
3. ขนาดของ cuff ที่ใช้
4. ความผิดพลาดของ Calibration
5. อัตราเร็วของการ deflate cuff
6. วางหูฟังในที่ที่ไม่เหมาะสม
7. ผู้ป่วยที่มี cardiac arrhythmia เช่น Bigemini,

Extra-systole หรือ Atrial fibrillation

8. การวัดที่แขนจะให้ความดันโลหิตต่ำกว่าที่ขาราว 10-40 มม.ปรอท

การวัดความดันเลือดโดยตรงจากเส้นเลือดแดง (Direct arterial pressure monitoring)

เนื่องด้วยการใช้ cuff blood pressure นั้นมีข้อจำกัดหลายประการ และบางครั้งยังให้ผลไม่แน่นอน การทำ continuous intra arterial monitoring จำเป็นมากโดยเฉพาะในผู้ป่วยโรคหัวใจโดยเฉพาะที่มี Left ventricular dysfunction การเพิ่ม blood pressure แม้จะเป็นช่วงสั้น ๆ เช่น ระหว่างการเริ่มดมยา, การใส่ท่อหายใจ, light anesthesia เพราะว่าจะทำให้ myocardial oxygen balance เสียไป ทำให้เกิด myocardial ischemia infarction ได้ หรือการที่ blood pressure ลดลงเกิน 30% ก็ทำให้ mortality และ morbidity ของผู้ป่วยสูงขึ้น และในบางครั้งผู้ป่วยเหล่านี้ต้องการ supportive treatment ด้วย inotropic และ vasodilator ตั้งแต่ก่อนดมยา การใช้ percutaneous intra arterial cannulation under local anesthesia จะทำให้สามารถ maintain blood pressure ให้อยู่ในระดับที่ต้องการตลอดเวลา

ข้อบ่งชี้ในการใช้ direct arterial monitoring

1. การผ่าตัดใหญ่ รวมทั้ง
 - 1.1 การผ่าตัดสมอง
 - 1.2 การผ่าตัดเส้นเลือดใหญ่
 - 1.3 extensive trauma
 - 1.4 deliberate hypotension และ hypothermia
2. มีความผิดปกติของระบบหัวใจและหลอดเลือด
3. ระหว่างการทำ CPR
4. ผู้ป่วยที่วัดความดันโลหิตได้ยาก
5. ต้องการตรวจดู blood gases บ่อย ๆ
6. มีปัญหาทางสภาวะ metabolic
7. การผ่าตัดหัวใจ

ในการทำผ่าตัดหัวใจต้องใช้การวัดโดยตรงจาก artery เพื่อ

7.1 ต้องการดู moment to moment change ของความดันโลหิตระหว่างก่อนและหลังการใช้ปอดหัวใจเทียม

7.2 เพื่อเป็น continuous monitor ของ mean arterial pressure ระหว่างใช้เครื่องปอดหัวใจเทียม

7.3 เพื่อดูเอา arterial blood เพื่อหา blood gases และอื่น ๆ

7.4 ประโยชน์ที่ได้รับจาก visual analysis of arterial wave form

Wave form ของ radial และ brachial artery นั้นคล้ายกัน แตกต่างจาก wave form ของ aorta เล็กน้อย upstroke ของ wave จะขึ้น และ downstroke จะลดลง correspond กับ QRS complex ใน EKG ในช่วงของ downstroke จะเห็น dicrotic notch อันเกิดจากการปิดของ aortic valve จากนั้น curve จะต่ำลง จนถึง end diastole และเริ่มต้น next systole ต่อไป

highest point = systole

lowest point = diastole

mean pressure = $\frac{\text{syst.BP} - \text{dias.BP} + \text{dias.BP}}{3}$

ใน arterial wave form ปกติจะเห็น sharp upstroke, dicrotic notch และ downstroke upstroke อาจจะช้าและลาดขึ้นในรายที่มี obstruction ของ left ventricular out flow tract เช่น Aortic stenosis หรือในกรณีของ damped tracing จาก clots หรือ vasospasm

การ analysis arterial wave form อาจจะให้ประโยชน์ คือ

7.4.1 ดู upstroke เพื่อดู contractility ของหัวใจ

7.4.2 stroke volume วัดจาก area under curve of arterial waveform

7.4.3 arterial resistance ดูจาก downstroke และ dicrotic notch

7.4.4 blood volume ดูได้จาก response to positive pressure ventilation ระหว่าง inspiration จะมีการลดของ intravascular volume เนื่องจาก intrathoracic pressure สูงขึ้น ถ้ามี hypovolemia ร่วมด้วยจะพบว่าการลดของ blood pressure ชัดเจนขึ้น

ตำแหน่งที่ใช้วัด

1. Brachial artery คล้ายได้ง่าย สามารถ cannulate

ได้ง่าย แต่ต้องตรึงแขนไว้ เพื่อป้องกันผู้ป่วยงอแขน ถ้าเกิดมี thrombosis ขึ้น ต้องอาศัยการทำผ่าตัดเพื่อ remove ออก

2. Radial artery ใช้มากที่สุด คล้ายได้ง่าย cannulate ได้ง่าย และสามารถจะตรึงข้อมือให้อยู่กับที่ได้โดยง่าย การเลือกใช้ข้างซ้ายหรือขวานั้น ควรจะเลือกข้างตรงข้ามกับความถนัดของผู้ป่วย ข้างตรงข้ามกับ brachial cut down (ในการผ่าตัดหัวใจ) และยังคงดูชนิดของการผ่าตัดด้วย ควรทำ Allen's Test เพื่อดู compensatory filling ของ ulnar artery ด้วย เพราะว่าอาจจะมี thrombosis ของ radial artery เกิดภายหลังการ cannulate radial artery

3. Femoral artery ในคนปกติคล้ายได้ง่าย cannulate ง่าย แต่จะต้องใช้ long cannula เพื่อป้องกันการหลุดการและเกิด Retroperitoneal hemorrhage การ fix ให้อยู่กับที่ยาก และการ cannulate ในคนอ้วนยาก เมื่อเกิด hematoma กดให้หยุดได้ยาก เมื่อการ thrombosis ต้องใช้การผ่าตัด remove ออก ควรจะคลำ distal pulse อยู่เสมอ

4. Dorsalis Pedis คล้ายง่าย แต่ cannulate ยากและ fix ให้อยู่กับที่ยาก ไม่ควรใช้ในผู้ป่วยเบาหวานและ peripheral arterial disease

โดยที่การวัด direct arterial pressure นั้นไม่ยุ่งยากมาก และภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นมีน้อย ประโยชน์ที่ได้รับมีมากมาย จึงถือเป็น monitor อย่างหนึ่งซึ่งจำเป็นทั้งในการดูแลผู้ป่วยอาการหนัก และในผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดใหญ่

คลื่นไฟฟ้าของหัวใจ (Electrocardiogram)

การ monitor กราฟหัวใจ หรือ ECG ใช้เป็นประจำในกลุ่มผู้ป่วยซึ่งมีอัตราเสี่ยงสูง มีข้อบ่งชี้ในการใช้ดังต่อไปนี้

1. ในการผ่าตัดใหญ่ทุกชนิด
2. ในกลุ่มผู้ป่วยอัตราเสี่ยงสูง
3. ผู้ป่วยที่มีการเดินของหัวใจผิดปกติ
4. มีโรคเส้นเลือดหัวใจตีบ
5. ผู้ป่วยที่ใส่ cardiac pacemaker
6. ผู้ป่วยที่กำลังใช้ยากระตุ้นหัวใจ
7. ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของระดับเกลือแร่

เครื่องมือที่ใช้วัด ECG ในห้องผ่าตัดหรือ ICU (monitoring ECG) นั้นมีระบบ 5 leads และ 3 leads ระบบ 5 leads นั้นมี RA, LA, LL, RL และ chest lead สามารถจะวัด 12 lead ECG ได้ ส่วนชนิด 3 lead นั้นมี LA, RA และ LL วัดได้แต่ L₁₋₂₋₃ AVR, AVL และ AVF เท่านั้น ในการวัดโดยปกติจะใช้ Lead 2 เพราะสามารถเห็น p wave, QRS deflection เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของ cardiac rhythm

ได้ชัดเจน และสามารถเห็น ST change ซึ่งแสดงถึง ischemia ของ inferior wall ได้ชัด อาจจะใช้ lead V₁ แทนได้ดีกว่า ส่วนการดู ischemia ของ anterolateral wall นั้นดูได้ชัดเจนใน lead V₅ ถ้าเป็นกรณีที่ใช้ 3 leads อยู่ก็อาจจะทำ modified chest lead 5 ได้โดยใช้ RA lead ติดที่ sternum ขวา LA ติดที่ V₅ LL ติดที่ไหล่ซ้าย ใช้ดู ECG ใน lead I

ST change นั้นเป็นสัญญาณอันตรายในการเตือนถึงการเกิด myocardial ischemia เมื่อระดับของ ST wave เปลี่ยนไปจากเดิม 1 มม.

Right artial pressure

การวัด central venous pressure หรือ RAP ให้ผลใกล้เคียงกับ right ventricular end diastolic pressure (RVEDP) ในรายที่ไม่มีโรคของ Tricuspid valve ใช้เป็นหลักในการวัด Right ventricular filling pressure ได้ แต่การที่จะใช้ค่าของ RAP เพียงครั้งเดียวเพื่อบ่งบอกถึงสถานะของ intravascular volume นั้นในทางปฏิบัติเชื่อถือไม่ได้ การวัดเป็นระยะ ๆ ดูการเปลี่ยนแปลงของ RAP ในระหว่างการให้ volume replacement ให้ประโยชน์มากกว่า ในกรณีของผู้ป่วยที่มี Left ventricular function ค่อนข้างดีคือมี ejection fraction มากกว่า 50% ในผู้ป่วยส่วนใหญ่สามารถใช้ระดับ RAP แทน left ventricular filling pressure หรือ left atrial pressure ได้ดี แต่ในผู้ป่วยที่มี LV dysfunction แล้ว correlation ระหว่าง RAP และ LAP นั้นไม่แน่นอน

การใช้ค่า CVP เป็นประโยชน์ในรายของผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพของหัวใจข้างขวาแต่อย่างใด เช่น ผู้ป่วยที่มี congenital heart เช่น ASD, VSD, TOF, ผู้ป่วยโรค coronary ที่มี LV ดี

การวัด CVP ในห้องผ่าตัดหรือ ICU นั้นอาจจะทำได้ง่าย โดยใช้แทงผ่านผิวหนัง หรือ cut down โดยใช้ internal jugular vein, basilic vein, subclavian vein, external jugular, หรือ femoral vein แล้วตัดความสะอาด การใช้ catheter ใส่เข้าไปในเส้นเลือดดำอาจทำให้เกิดการติดเชื้อ การระมัดระวังทำโดย sterile technic จึงเป็นข้อสำคัญที่สุดภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ เช่น Thrombosis, emboli, hematoma, arterial puncture, pneumothorax, hemothorax, brachial plexus injury พบได้แล้วแต่ตำแหน่งที่เลือกและความชำนาญ

CVP catheter ถ้าเป็นสารทึบแสง อาจบอกถึงตำแหน่งได้โดยใช้ภาพรังสีช่วย, ใช้ electrode catheter เป็น intra-atrial lead ดู prominent P wave, ต่อเข้า pressure

transducer เพื่อดู RAP tracing เป็นการตรวจจุดตำแหน่งของปลาย catheter ที่แน่นอน ส่วนการดูเคลื่อนไหวของระดับน้ำตามจังหวะการหายใจ อาจจะบอกได้ การจัดระดับของศูนย์ (Zero level) ใช้ระดับของ mid axillary line เป็นมาตรฐาน

การวัด Left atrial pressure

ปัจจุบันนี้ในผู้ป่วยโรคหัวใจเชื่อว่า การวัด CVP ไม่สามารถจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับ left ventricular function ได้ พบว่าในผู้ป่วยบางคนมีอาการของ pulmonary edema จาก left heart failure พร้อมกับที่ระดับของ CVP ต่ำ ทำให้มีผู้ใช้ left atrial pressure line ซึ่งวัดโดยตรงจาก LA ซึ่งจะทำให้เฉพาะผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดหัวใจเท่านั้น และข้อควรระวังอย่างที่สุดก็คือสาย catheter จะต้องไม่มีฟองอากาศผสมอยู่ มิฉะนั้นจะเกิด emboli เข้าสู่สมองได้

การวัด Pulmonary arterial pressure

โดยที่การวัด LAP นั้นจำกัควงอยู่เฉพาะแต่ผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจเท่านั้น ทำให้มีผู้คิดค้นการวัด pulmonary artery pressure โดยที่ถือว่า LAP = LVEDP = PAEDP = Pulmonary capillary pressure หรือ pulmonary capillary wedge pressure จึงได้ใช้ PACP หรือ PCWP นั้นสามารถวัดได้โดยใช้ Pulmonary arterial pressure catheter สอดเข้าเส้นเลือดดำใหญ่ มักจะใช้ Rt. internal jugular ระยะจากผิวหนังถึง Right Atrium ราว 20-25 ซม. แล้ว inflate balloon สอด catheter ต่อไปผ่าน right ventricle ซึ่งจะดูได้จากลักษณะของ RV wave ผ่านเข้าสู่ pulmonary artery โดยดู waveform ของ PA แล้ว deflate balloon สอดต่อเข้าไปอีกเล็กน้อย inflate balloon จนกระทั่งได้ waveform ของ Wedge หรือ pulmonary capillary occlusion pressure ซึ่งจะมีค่าประมาณเท่ากับ LAP ปัจจุบันนี้ PAC ยังมีประโยชน์ในการใช้วัด cardiac out put โดยวิธี Thermodilution หรือใช้เป็น pacer electrode ในการกระตุ้นหัวใจก็ได้

ค่าของ PCWP นั้นอาจช่วยใน early diagnosis ของ myocardial ischemia ได้ โดยที่ PCWP จะสูงขึ้นก่อนที่จะมี ECG เปลี่ยนแปลงเสียอีก ยังอาจจะใช้ค่าของ PO₂ ซึ่งได้จาก PAC นี้ ซึ่งเรียกว่า mixed venous PO₂ จะสัมพันธ์กับค่าของ C.O. ถ้าค่าของ C.O. ต่ำลง Tissue จะ extract O₂ จากเลือดมากขึ้น ทำให้ mixed venous PO₂ ต่ำลง

ผลแทรกซ้อนของการใช้ PA Catheter นั้น มีดังนี้

1. Cardiac arrhythmia

2. balloon แตก
3. Catheter พันเป็นปม
4. Pulmonary artery ทะลุ เกิดเลือดออกในช่องปอด
5. แปรผลผิด ทำให้นำไปสู่การรักษาที่ไม่ถูกต้อง

ข้อห้ามในการใช้

1. ไม่คุ้นเคยกับการใส่ PAC และมีเครื่องมือที่ใช้วัดไม่ครบครัน
2. ผู้ป่วยมี coagulation disorder อย่างมาก
3. ผู้ป่วยที่มี recent ventricular arrhythmia

อ้างอิง

1. Gyddes LA. The Direct and Indirect Measurement of Blood Pressure. Chicago : Year Book Medical Publishers. 1970.
2. Kaplan JA, Miller ED. Radial artery catheterization. Anesth Rev 1976 Jan : 21-23
3. Ryan GM, Howland WS. An evaluation of central venous pressure monitoring. Anesth Analg 1966 Nov-Dec; 45(6) : 754-759
4. Saidman LJ, Smith MT, eds. Monitoring in Anesthesia. New York : John wiley & Sons, 1978.

4. ผู้ป่วยที่มี intracardiac shunt
5. ผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัด Tricuspid หรือ pulmonary valve และผ่าตัดเปลี่ยนหัวใจ

การใช้ hemodynamic monitoring ทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นเครื่องมือช่วยให้อัตราตายของผู้ป่วยที่มีโรคแทรกซ้อนของระบบหลอดเลือดและหัวใจ ซึ่งเข้ามารับการผ่าตัดต่ำลง แต่ถึงอย่างไรก็ดี ก็ยังไม่อาจทดแทนการดูแลอย่างใกล้ชิดจากแพทย์และพยาบาลได้ การเรียนรู้ถึงพยาธิสภาพของผู้ป่วย early diagnosis และการรักษาที่ทันต่วงทีนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่สุด

5. Swan HJC, Ganz W. Use of ballon-floatation catheters in critically ill patients. Surg Clin North Am 1975 Jun; 55(3) : 501-520
6. Rao TL. Cardiac Monitoring for non cardiac surgical patients. Semin Anesth 1983 Dec; 2(4) : 241-250
7. Ream AK, Fogdall RP, eds. Acute Cardiovascular Management. Philadelphia: JB Lippincott, 1982. 139-205
8. Blitt CD, ed. Monitoring in Anesthesia and Critical Care Medicine. New York : Churchill Livingstone, 1985.