

นิพนธ์ต้นฉบับ

Predicting Fluid Responsiveness with Passive Leg Raising Test in Patients with Septic Shock

 พ.ต.นพ.นิมิต บุรณสิงห์¹, พ.อ.นพ.อนันต์ วัฒนธรรม²
¹แพทย์ประจำบ้านต่อยอดสาขาวิชาเวชบำบัดวิกฤต โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

²อาจารย์หน่วยโรคปอด กองอายุรกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

บทคัดย่อ

Background Passive Leg Raising Test (PLRT) represents a self-volume challenge that use to predict fluid response and continuous cardiac output monitoring based on non-calibrated pulse contour analysis (Flo-Trac/Vigileo™) has been introduced into practice.

Objective To evaluate efficacy of passive leg raising test in critically ill mechanical ventilated patients with septic shock and evaluate the accuracy of Vigileo® by comparing with the PiCCO®

Method Prospective study in patients with norepinephrine and haemodynamic monitoring by Flo-Trac/Vigileo™ and PiCCO® with the transpulmonary thermodilution technique between April and November 2009. Paired t-test, present of mean±SD and ROC curve were used for statistical analysis.

Results 15 patients were included in our study, 12 of 15 patients were male and averaged age was 60.3±22.9 year-old. Norepinephrine was 0.42±0.37 µg/kg/min. Mean arterial pressure was 72.73±10.23 mmHg at baseline, 71.33±12.75 mmHg at PLRT and 76.9±13 mmHg at post volume expansion. CVP was 9.07±5.02 mmHg at baseline, 10.6±4.29 mmHg at PLRT and 13.7±5.6 mmHg at post volume expansion. CI was 4.1±1.4 l/min/m² at baseline, 4.2±1.5 l/min/m² at PLRT and 4.3±1.6 l/min/m² at post volume expansion. 6 patients were responders of post volume expansion with cardiac index change more than 15% with PiCCO® system. PLRT of PiCCO® system with cardiac index change more than 5.28% (sensitivity of 50%, specificity of 78%) and PLRT of Flo-Trac/Vigileo™ system with cardiac index change more than 4.32% (sensitivity of 50%, specificity of 89%) were responders.

Conclusion The PLRT appeared to be less valuable than being shown in previous studies. The measurement of CI by using a non-calibrated pulse contour analysis system (Flo-Trac/Vigileo™) and calibrated system (PiCCO®) are not significantly different.

Keyword cardiac output, cardiac index, calibrated versus non-calibrated pulse contour waveform analysis, passive leg raising test



หลักการและเหตุผล

การดูแลรักษาผู้ป่วยในหออภิบาลผู้ป่วยหนักในปัจจุบันนี้ยังมีปัญหา เนื่องจากผู้ป่วยส่วนใหญ่มักมีปัญหาวัยวะหลายระบบทำงานล้มเหลว (multiple organs failure) นำไปสู่การเสียชีวิต สาเหตุของการเกิดภาวะอวัยวะทำงานล้มเหลวมีหลายประการ สาเหตุที่พบบ่อยคือภาวะขาดสารน้ำในหลอดเลือด ซึ่งอาจเกิดจากการเสียเลือดหรือการรั่วของสารน้ำออกจากหลอดเลือดจากการติดเชื้อในกระแสเลือดก็ได้ การตรวจร่างกายผู้ป่วยมักมีความดันโลหิตต่ำ แต่ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตต่ำ อาจเกิดจากสาเหตุอื่นที่ไม่ใช่ภาวะขาดสารน้ำในหลอดเลือดก็ได้ เช่น ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดจนเกิดภาวะหัวใจล้มเหลว (cardiogenic shock) เป็นต้น การวินิจฉัยเพื่อให้ทราบสาเหตุและการประเมินสภาวะของผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตต่ำมีความจำเป็น เนื่องจากสาเหตุที่ต่างกัน การรักษาก็ต่างกันไปด้วย

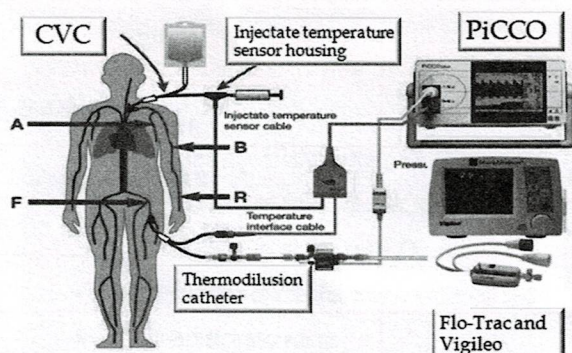
ในผู้ป่วยที่มีภาวะวิกฤตของระบบการหมุนเวียนโลหิต (homodynamic instability) การวัดปริมาณของเลือดที่ออกจากหัวใจ (cardiac output measurement) มีความสำคัญในการประเมินระบบการหมุนเวียนโลหิต (homodynamic monitoring) เพื่อดูการทำงานของหัวใจ (cardiac function) รวมทั้งเป็นตัวชี้วัดและประเมินการรักษาในผู้ป่วยที่มีภาวะวิกฤต (critically ill patient) ที่มีการตอบสนองต่อการรักษาด้วยสารน้ำ (fluid responsiveness)^{1,2} ซึ่งมีการใช้ตัวชี้วัดหลายชนิดทั้งแบบ invasive และ noninvasive cardiac output monitoring³ ซึ่งได้มีการศึกษามาก่อนหน้านี้และมีการปรับเปลี่ยนวิธีการเพื่อให้เหมาะสมในผู้ป่วยแต่ละคนและแต่ละสถานพยาบาล ในผู้ป่วยที่มีภาวะ homodynamic instability การให้ fluid loading อาจทำให้เกิดภาวะ pulmonary edema ได้ การใช้วิธีการวัด cardiac output โดยวิธี transpulmonary thermodilution technique³ โดยใช้ thermistor-tipped catheter ในระบบหลอดเลือดแดงเป็นตัวตรวจวัด โดยได้มีการศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ เช่น Pulmonary Artery Catheter (PAC), Pulse Contour Waveform Analysis (Flo-Trac/Vigileo™) ซึ่งเป็นการศึกษาที่ใช้อุปกรณ์ของ arterial pressure curve form⁴ แต่การศึกษาต่าง ๆ ก่อนหน้านี้เป็นการศึกษาในจำนวนผู้ป่วยที่มีจำนวนน้อย รวมทั้งวิธีการศึกษาความสอดคล้องของทั้งสองวิธีคือ Calibrated versus Non-Calibrated

Pulse Contour Waveform Analysis (PiCCO® vs. Flo-Trac™) ในผู้ป่วยที่มีภาวะวิกฤตที่ต้องได้รับการประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำโดยวิธี Passive Leg Raising Test (PLRT) ยังไม่มีการศึกษา จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้เพื่อความเหมาะสมในการนำไปใช้ได้จริงในเวชปฏิบัติในผู้ป่วยประชากรชาวไทยโดยเป็นการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะความดันโลหิตต่ำ อันเนื่องมาจากการติดเชื้อและมีความจำเป็นต้องได้รับการรักษาอย่างเร่งด่วน เพื่อประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำโดยประเมินการวัด cardiac output ที่เปลี่ยนแปลง

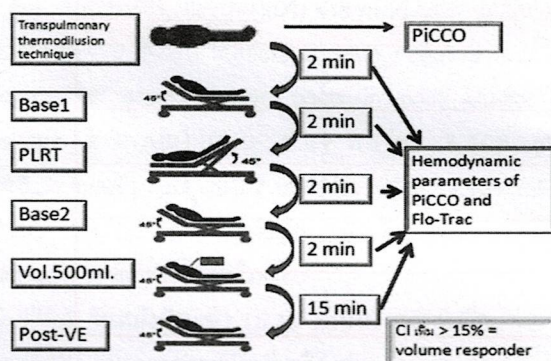
วิธีการ

เป็นการศึกษาแบบ Prospective study ในผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 18 ปีที่มีภาวะวิกฤตอันเนื่องมาจากการติดเชื้อและมีความดันโลหิตต่ำ หรือต้องได้รับยากระตุ้นการบีบตัวของหัวใจหรือหลอดเลือด เพื่อรักษาระดับความดันโลหิตให้เป็นปกติและมีความจำเป็นจะต้องได้รับการรักษาโดยการใส่ท่อช่วยหายใจและต่อเข้ากับเครื่องช่วยหายใจ รวมทั้งตั้งเครื่องช่วยหายใจให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย ในหออภิบาลผู้ป่วยหนักอายุรกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า โดยได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยจำนวน 15 ราย ระยะเวลาดำเนินการวิจัยตั้งแต่วันที่ 1 เม.ย.-30 พ.ย. 2552 โดยผู้ป่วยได้รับการใส่สายวัดค่าตัวแปรในระบบหมุนเวียนโลหิตในหลอดเลือดดำใหญ่ที่คอ (internal jugular vein) และในหลอดเลือดแดงใหญ่ที่ขา (femoral artery) และต่อเข้ากับ PiCCO® monitor และ Flo-Trac/Vigileo™ system ดังรูปที่ 1

ผู้ป่วยได้ทำการวัดค่าตัวแปรในระบบหมุนเวียนโลหิตโดยวิธี transpulmonary thermodilution technique โดย PiCCO® monitor จากนั้นเข้าสู่การทดสอบการตอบสนองต่อการให้สารน้ำ (fluid responsiveness) ด้วยวิธีการยกขา (Passive Leg Raising Test ; PLRT) และการให้สารน้ำจำนวน 500 มิลลิลิตรในเวลา 15 นาที ในแต่ละช่วงของการทดสอบจะมีการวัดค่าตัวแปรในระบบหมุนเวียนโลหิตโดย PiCCO® monitor และ Flo-Trac/Vigileo™ system ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 แสดงการใส่สายวัดระบบหมุนเวียนโลหิตของ PiCCO® และ Flo-Trac/Vigileo™ system



รูปที่ 2 การปรับท่าของผู้ป่วยขณะทำการทดสอบการตอบสนองต่อการให้สารน้ำ (fluid responsiveness)

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของผู้ป่วยที่เข้ารับการศึกษารวม 15 ราย

Parameter		Mean±SD	Range
Sex	F	3 រយ	
	M	12 រយ	
Age (Year)		60.27±22.88	20-88
Body Weight (kg)		59.27±16.1	38-83
Height (cm)		165.13±12.01	143-180
Body Mass Index (kg/m²)		21.43±3.17	15.05-25.61
Body Surface Area (m²)		1.65±0.26	1.24-2.10

การอุปถัมภ์

ในส่วนของผู้ป่วยที่ใช้คาร์ดิออละ มัธยม Pair t-test และ Receiver Operating Characteristic (ROC) curves สำหรับการเปลี่ยนแปลงของ cardiac index ที่ได้จากการทำ PLRT ด้วย PiCCO® และ Flo-Trac/Vigileo™ system

ผลการศึกษา

ลักษณะทั่วไปของผู้ป่วยที่เข้ารับการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าในจำนวน 15 รายเป็นเพศชายจำนวน 12 ราย อายุเฉลี่ย 60.27 ปีอยู่ในช่วง 20-88 ปี ค่า body mass index เฉลี่ย 21.43 kg/m² ระดับความรุนแรงของอาการของผู้ป่วยดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ค่า APACHE II score เฉลี่ยคือ 25.6 Predicted Death Rate (PDR) เฉลี่ยคือ 55.6 การใช้ยา norepinephrine 0.42± 0.37 µg/kg/min อยู่ในช่วง 0.05-1.15 µg/kg/min

ผู้ป่วยทุกรายได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจและตั้งเครื่องช่วยหายใจให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย ดังตารางที่ 4 พบว่า เป็น PCV mode จำนวน 13 ราย ค่า tidal volume เฉลี่ย 8.43 มิลลิลิตร/กิโลกรัม ค่า PEEP เฉลี่ย 5.6 cmH₂O ค่า FiO₂ เฉลี่ย 0.47% ค่า peak inspiratory pressure เฉลี่ย 25.07 cmH₂O และค่า plateau pressure เฉลี่ย 19.73 cmH₂O



ตารางที่ 2 ระดับความรุนแรงของอาการของผู้ป่วยและปริมาณยาที่ใช้ในจำนวน 15 ราย

Parameter	Mean±SD	Range
APACHE II	25.6±5.23	15-33
Predicted Death Rate (PDR)	55.6±17.41	21-78.6
SOFA score	15.07±2.94	9-17
Ramsay score	3.2±1.7	1-5
Norepinephrine (µg/kg/min)	0.42±0.37	0.05-1.15

ตารางที่ 3 สาเหตุของการช็อกในผู้ป่วย 15 รายที่เข้ารับการรักษาในหออภิบาลผู้ป่วยหนัก

Cause	Number (No.)
Hospital acquired pneumonia	5
Septicemia	4
Urinary tract infection	3
Intra-abdominal infection	2
Empyema thoracis	1

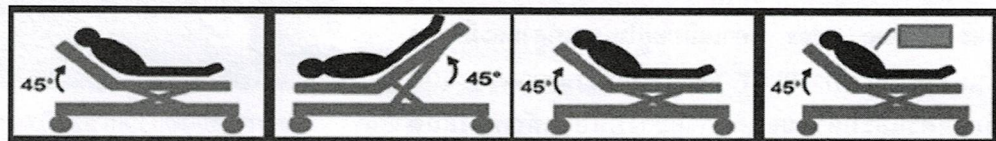
ตารางที่ 4 ลักษณะทั่วไปของการตั้งค่าเครื่องช่วยหายใจของผู้ป่วยที่เข้ารับการศึกษานาน 15 ราย

Parameter	Mean±SD
Mode (PCV/PRVC)	13/2
Tidal volume (ml)	484±77.07
Tidal volume (ml/kg)	8.43±1.49
PEEP (cmH ₂ O)	5.6±3.5
FiO ₂ (%)	0.47±0.14
Respiratory Rate	23.67±6.11
Peak Inspiratory Pressure (cmH ₂ O)	25.07±6.67
Plateau Pressure (cmH ₂ O)	19.73±6.13
Mean Airway Pressure (cmH ₂ O)	11.07±3.58
Dynamic Compliance (ml/cmH ₂ O)	37.97±16.47
Respiratory Resistance (cmH ₂ O/l/min)	17.6±6.77

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัญญาณชีพ ระดับความเข้มข้นออกซิเจนในเลือดแดงที่ได้จากการวัดโดย Pulse Oximetry ค่าระดับความดันในหลอดเลือดดำ โดยพบว่าผู้ป่วยทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตต่ำในทั้งสองช่วงของการทดสอบ

คือ การทำ PLRT และการให้สารน้ำจำนวน 500 มิลลิลิตร แต่มากกว่า 65 mmHg ความดันโลหิตที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.043$)

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัญญาณชีพ ระดับความเข้มข้นออกซิเจนในเลือดแดงที่ได้จากการวัดโดย Pulse Oximetry ค่าระดับความดันในหลอดเลือดดำ 15 ราย



Parameter*	Base 1	PLR	Base 2	PostVE
MAP (mmHg)	72.73±10.23	71.33±12.75	71.27±11.34	76.9±13.3‡
HR (/min)	112.07±23.08	109.67±21.35	109.93±20.99	109±20.5
RR (/min)	26.13±5.54	26.07±5.97	24.87±5.17	25.7±5.1
Blood Temperature	37.52±1.44	37.53±1.41	37.5±1.42	37.2±1.4
SpO ₂ (vol%)	96.73±3.77	96.8±3.73	96.93±3.56	97.9±2.9
CVP (mmHg)	9.07±5.02	10.6±4.29	9.6±5.5	13.7±5.6
CO (l/min)	6.68±2.43	6.89±2.48	6.35±2.09	7.2±2.7
CI (l/min/m ²)	4.07±1.4	4.2±1.47	3.86±1.17	4.3±1.6‡
dPmax (mmHg/s)	1,416.47±506.4	1,397.27±596.51	1,419.27±511.86	1,463.5±564.5
DO ₂ (ml/min)	848.71±269.75	909.71±268	794.14±251.79	844.4±270.5
DO ₂ I (ml/min/m ²)	476.71±97.16	491.43±108.4	444.29±88.08	484.3±105.7
SV (ml)	59.87±18.35	62.27±17.43	58.4±15.4	65.1±21.1
SVI (ml/m ²)	36.87±11.08	38.27±10.54	35.67±8.96	39.5±12.2
SVV (%)	16.13±7.2	15.07±5.78	15.4±6.08	15.9±6.8

*MAP=Mean Arterial Pressure, HR=Heart Rate, RR=Respiratory Rate, SpO₂=Pulse Oximetry Saturation, CVP=Central Venous Pressure, dPmax=Aortic blood flow, DO₂=Oxygen Delivery, DO₂I=Oxygen Delivery Index, SV=Stroke Volume, SVI=Stroke Volume Index, SVV=Stroke Volume Variation $p<0.05$

ระดับความเข้มข้นออกซิเจนในเลือดแดงอยู่ที่ประมาณ 96 vol% และความดันในหลอดเลือดดำยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำในผู้ป่วยที่ใส่ท่อช่วยหายใจและใช้เครื่องช่วยหายใจชนิดแรงดันบวก คือได้ค่าเฉลี่ย 9 mmHg ใน Base 1, PLRT และ Base 2 และพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 13 mmHg เมื่อได้รับสารน้ำจำนวน 500 มิลลิลิตร ซึ่งความดันในหลอดเลือดดำที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.083$) ค่า cardiac output และ cardiac index มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์สูงและมีค่าสูงขึ้นหลังจากการทำ PLRT และการให้สารน้ำจำนวน 500 มิลลิลิตรและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.039$) ค่า stroke volume และ stroke volume index อยู่ในเกณฑ์สูง และค่า stroke volume variation ในทั้ง 4 ช่วงของการศึกษามีค่าเฉลี่ยมากกว่า 15% แสดงถึงภาวะที่มีการตอบสนองต่อการให้สารน้ำ แต่ค่าที่เปลี่ยนแปลงนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.199$)

ตารางที่ 6 แสดงค่าตัวแปรในระบบหมุนเวียนโลหิตที่ได้จากการทดสอบโดยระบบ PiCCO® system โดยวิธี transpulmonary thermodilution technique พบว่าค่า cardiac output และ cardiac index อยู่ในเกณฑ์สูงซึ่งเข้าได้กับภาวะวิกฤตที่เกิดจากการติดเชื้อ (septic shock) ค่า Intra-thoracic Blood Volume (ITBV), Intra-thoracic Blood Volume Index (ITBVI), Extra-vascular Lung Water (EVLW), Extra-vascular Lung Water Index (EVLWI), Global End-diastolic Volume (GEDV) และ Global End-diastolic Volume Index (GEDVI) อยู่ในเกณฑ์สูงซึ่งอาจจะแสดงผลของภาวะ sepsis induced acute lung injury (ALI), ค่า Global Ejection Fraction (GEF) มีค่าต่ำลงซึ่งแสดงถึงภาวะการบีบตัวของหัวใจที่ลดลงซึ่งเข้าได้กับ sepsis induced cardiac dysfunction ค่า Cardiac Function Index (CFI) อยู่ในเกณฑ์ปกติ ค่า Pulmonary Vascular Permeability Index (PVPI) อยู่ในช่วง 1-3 แสดงว่ามีภาวะ hydrostatic lung edema มีเพียง 1 รายที่เข้าได้กับ permeability lung edema และค่า Systemic Vascular Resistance (SVR) และ Systemic Vascular Resistance Index (SVRI) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ต่ำซึ่งเข้าได้กับภาวะ septic shock ถึงแม้ว่าผู้ป่วยทุกรายจะได้



รับยาเพิ่มการบีบตัวของหลอดเลือดแดง (vassopressors drug) ก็ตาม

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนของผู้ป่วยที่ตอบสนองต่อการทำ PLRT และการให้สารน้ำจำนวน 500 มิลลิลิตร และทำการวัดค่าตัวแปรในระบบหมุนเวียนโลหิตโดย PiCCO® monitor และ Flo-Trac/Vigileo™ system โดยใช้วิธีมาตรฐาน (gold standard) คือการให้สารน้ำจำนวน 500 มิลลิลิตรและทำการวัดค่าตัวแปรในระบบหมุนเวียนโลหิตโดย PiCCO® monitor เป็นการประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำโดยมีค่า cardiac index เปลี่ยนแปลงมากกว่า 15% พบว่ามีผู้ป่วยจำนวน 6 รายที่ตอบสนองต่อการให้สารน้ำ โดยที่จำนวน 2 รายใน 6 ราย มีการตอบสนองต่อการทำ PLRT ด้วยดังรูปที่ 3 และจากการวัดโดย Flo-Trac/Vigileo™ system พบว่ามีผู้ป่วยจำนวน 3 รายที่ตอบสนองต่อการให้สารน้ำ และจำนวน 1 ราย มีการตอบสนองต่อการทำ PLRT

รูปที่ 4 แสดง Receiver Operating Characteristic (ROC) curves พบว่าเมื่อทำ PLRT และวัดการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละของค่า Cardiac Index (% CI Change) และวัดด้วย PiCCO® monitor และ Flo-Trac/Vigileo™ system พบว่า เมื่อค่า CI เปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 5.28% ด้วย PiCCO® monitor ได้ค่าความไว (sensitivity) 50% ค่าความจำเพาะ (specificity) 78% และค่า CI เปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 4.32% ด้วย Flo-Trac/Vigileo™ system ได้ค่าความไว (sensitivity) 50% ค่าความจำเพาะ (specificity) 89% ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 6 ตัวแปรในระบบหมุนเวียนโลหิตที่ได้จากการทดสอบโดยระบบ PiCCO® system โดยวิธี transpulmonary thermodilution technique ในผู้ป่วยจำนวน 15 ราย

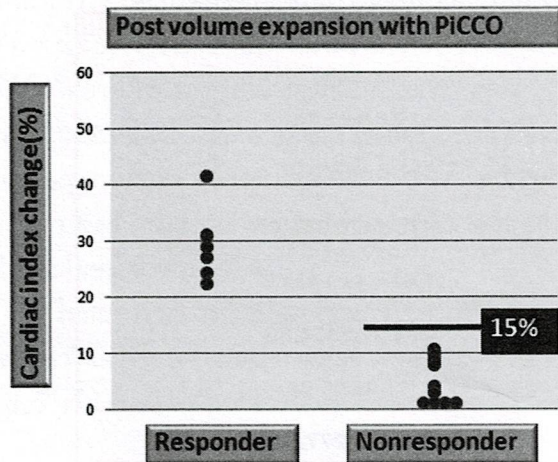
Parameter	Value
CO (l/min)	7.15±2.25
CI (l/min/m ²)	4.3±1.3
ITBV (ml)	1,665.47±346.67
ITBVI (ml/m ²)	1,014.4±173.66
EVLW (ml)	704.27±404.55
EVLWI (ml/kg)	11.96±5.87
GEDV (ml)	1,333±277.54
GEDVI (ml/m ²)	811.13±138.66
CFI (l/min)	5.01±1.28
PVPI	2±1.12
GEF (%)	19.92±4.29
SV (ml)	59.87±18.35
SVI (ml/m ²)	36.87±11.08
SVR (DS/cm ⁵)	871.33±389.03
SVRI (DS/cm ⁵ /m ²)	1,419.07±558.83

*CO=Cardiac Output, CI=Cardiac Index, ITBV=Intra-thoracic Blood Volume, ITBVI= Intra-thoracic Blood Volume Index, EVLW=Extra-vascular Lung Water, EVLWI=Extra-vascular Lung Water Index, GEDV=Global End-diastolic Volume, GEDVI=Global End-diastolic Volume Index, CFI=Cardiac Function Index, PVPI=Pulmonary Vascular Permeability Index, GEF=Global Ejection Fraction, SV= Stroke Volume, SVI= Stroke Volume Index, SVR=Systemic Vascular Resistance, SVRI=Systemic Vascular Resistance Index

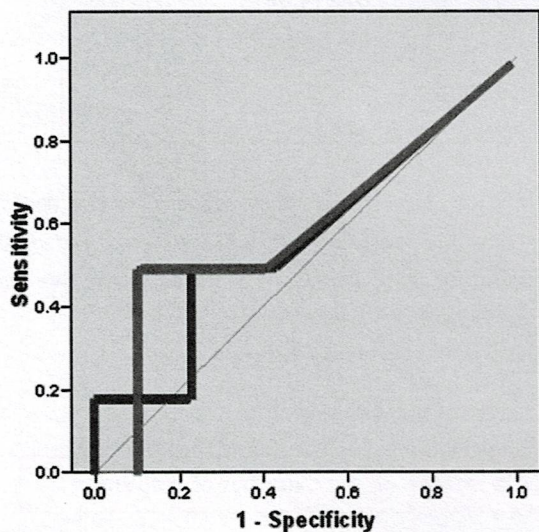
ตารางที่ 7 แสดงจำนวนของผู้ป่วยที่ตอบสนองต่อการทำ PLRT และการให้สารน้ำจำนวน 500 มิลลิลิตร

System	Procedure	Number of response
PiCCO®	PLRT*	2 ราย
	Post-VE‡	6 ราย
Flo-Trac/Vigileo™	PLRT*	1 ราย
	Post-VE‡	3 ราย

*PLRT=Passive Leg Raising Test, ‡Post-VE= Post Volume Expansion



รูปที่ 3 แสดงการให้สารน้ำจำนวน 500 มิลลิลิตรและทำการวัดค่าตัวแปรในระบบหมุนเวียนโลหิตโดย PiCCO® monitor และประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำโดยมีค่า cardiac index เปลี่ยนแปลงมากกว่า 15%



รูปที่ 4 Receiver Operating Characteristic (ROC) curves ของการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละของค่า cardiac index จากการทำให้ PLRT และวัดด้วย PiCCO® monitor และ Flo-Trac/Vigileo™ system

วิจารณ์

จากการรวบรวมบทความทางวิชาการของ Morgan, Al-Subaie และ Rhodes³ ระบุว่ามีความสำคัญในการประเมินภาวะสารน้ำในหลอดเลือด รวมทั้งการตอบสนองต่อการรักษาด้วยสารน้ำและการได้รับยากระตุ้นการบีบของหัวใจและหลอดเลือด โดยพบว่าความจำเป็นในการทำ cardiac output monitoring คือภาวะช็อกที่ไม่ตอบสนองต่อการให้สารน้ำเนื่องจากถ้าผู้ป่วยกลุ่มนี้ได้รับสารน้ำมากเกินไปจะทำให้เกิดภาวะน้ำท่วมปอดได้ เครื่องมือที่ใช้ในการวัด minimally invasive cardiac output monitoring แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ Calibrated Pulse Contour Waveform Analysis เช่น PiCCO®, LiDCOplus ซึ่ง PiCCO® คิดจาก transpulmonary thermodilution technique และต้องได้รับการ recalibrated ทุก 8 ชั่วโมงและ Non-Calibrated Pulse Contour Waveform Analysis เช่น Flo-Trac/Vigileo™ system ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ thermal หรือ dye dilution และไม่จำเป็นต้องทำการ calibrate เครื่องมือ การแปลผลใช้การวิเคราะห์ประเมินค่า stroke volume และ cardiac output^{6,7} ซึ่งในการศึกษาที่ใช้การวัดค่าตัวแปรในระบบหมุนเวียนโลหิตทั้งสองระบบ เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้และพบว่าทั้งสองระบบไม่มีความแตกต่างกันในการคิดค่าการเปลี่ยนแปลงของ cardiac index ค่าความไวและค่าความจำเพาะ

ในปี 2005 Thomas W. Felbinger และคณะ⁸ ทำการศึกษาการตรวจวัด Cardiac Index (CI) ระหว่าง rapid preload change โดยการเปรียบเทียบ pulmonary artery thermodilution กับ arterial pulse contour analysis เพื่อใช้เป็นแนวทางในการรักษาด้วยสารน้ำและยาที่กระตุ้นการหดตัวของหลอดเลือดในผู้ป่วยวิกฤตภายหลังการผ่าตัดหัวใจ พบว่า ในช่วงแรกของระยะเวลาหลังผ่าตัด ผลที่ได้จากการวัด CI ของทั้งสองวิธีเป็นไปในแนวทางเดียวกันในส่วนของการประเมินปริมาณน้ำในร่างกายและการรักษาด้วยสารน้ำ ในการศึกษาพบว่าค่าที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของ cardiac index จากการทำให้ PLRT ที่วัดโดยทั้งสองระบบมีค่าไปในแนวทางเดียวกัน

ตารางที่ 8 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละของค่า cardiac index (% CI change) จากการทำ PLRT และวัดด้วย PiCCO® monitor และ Flo-Trac/Vigileo™ system

Procedure	% CI Change	Sensitivity (%)	Specificity (%)
PLRT (PiCCO®)	5.28	50	78
PLRT (Flo-Trac/Vigileo™)	4.32	50	89

ในปี 2006 Sakka, Kozieras และคณะ⁵ ได้ทำการศึกษาการวัดปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (cardiac output measurement) ในประเทศเยอรมนี โดยใช้ Peripheral Pulse Contour Waveform Analysis (Vigileo/Flo-Trac™) โดยดูค่าความสอดคล้องกับ transpulmonary thermodilution technique (PiCCO®) ในผู้ป่วยที่มีภาวะการติดเชื้อในช่องท้องและมีระบบหมุนเวียนโลหิตล้มเหลวที่ต้องได้รับยาหดหลอดเลือด (norepinephrine) โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเครื่องช่วยหายใจและการให้สารน้ำในขณะทำการทดสอบ พบว่าไม่มีสอดคล้องกันของทั้งสองวิธีและ Flo-Trac™ ประเมินการวัด cardiac output ได้ต่ำกว่าค่าที่วัดโดย PiCCO® system แต่ในการศึกษานี้พบว่าผลจากทั้งสองระบบมีค่าไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนค่า cardiac output ที่ได้มีผลเหมือนการศึกษาของ Sakka

ในปี 2008 Julien Jabot และคณะ⁹ ทำการศึกษา Passive Leg Raising Test (PLRT) ในการทำนายการตอบสนองต่อการรักษาด้วยสารน้ำ (fluid responsiveness) และการเปลี่ยนท่าทาง พบว่า PLRT มีผลในการเพิ่ม right ventricular end-diastolic area จากการตรวจด้วย echocardiogram ซึ่งบ่งบอกถึงภาวะ cardiac preload ที่เพิ่มขึ้นและพบว่าภาวะ volume expansion เพิ่ม Cardiac Index (CI) 27% และผู้ป่วยทั้งหมดมีการตอบสนองต่อการให้สารน้ำโดยพิจารณา ค่า CI เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 10% การทำ PLRT เป็น self volume challenge และมีผลต่อการเพิ่ม cardiac preload อาจจะมีประโยชน์ในกรณีที่ผู้ป่วยใช้เครื่องช่วยหายใจ โดย Xavier Monnet และคณะ¹⁰ ได้ทำการการศึกษา Passive Leg Raising

Test (PLRT) ในปี 2006 ในผู้ป่วยวิกฤตเพื่อประเมินสถานะของระบบหมุนเวียนโลหิตเมื่อเริ่มรักษา หลังจากทำ PLRT และหลังจากได้รับสารน้ำ 500 มิลลิลิตรภายใน 10 นาที พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของ aortic blood flow โดยคิดว่าการตอบสนองต่อสารน้ำคือค่า CI ที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 15% และมีค่า sensitivity 97% และ specificity 94% ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาข้างต้นและพบว่าภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ (arrhythmia) และการหายใจเอง (spontaneous breathing activity) มีผลต่อการทำนายการตอบสนองต่อการให้สารน้ำลดลง ในการศึกษาที่พบว่าการทำ PLRT และวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของ cardiac index โดยใช้ PiCCO® monitor และ Flo-Trac/Vigileo™ system มีค่าที่ต่ำกว่าในการเปลี่ยนแปลงของ cardiac index ค่าความไวและค่าความจำเพาะซึ่งอาจเกิดจากข้อจำกัดในการศึกษา

ในปี 2007 จากการรวบรวมการศึกษาของ Xavier Monnet และ Jean-Louis Teboul¹¹ ในการศึกษาการตอบสนองต่อการรักษาด้วยสารน้ำโดยการทำ PLRT ในผู้ป่วยวิกฤตพบว่าสามารถเพิ่ม cardiac output ได้ โดยที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง stroke volume และ cardiac preload ซึ่งขึ้นกับ ventricular function และ PLRT ยังเป็นวิธีการที่น่าเชื่อถือในการประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำในผู้ป่วยที่หายใจเอง ซึ่งการศึกษานี้เป็นไปในแนวทางเดียวกับการศึกษาข้างต้น แต่การศึกษานี้เป็นการศึกษาในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ ก่อนหน้านั้นในปี 2005 การศึกษาของ Alice Coudray และคณะ¹² ได้รวบรวมการศึกษาการตอบสนองต่อการให้สารน้ำในผู้ป่วยที่หายใจเองในหอ

อภิบาลผู้ป่วยหนัก แผนกอายุรกรรมและศัลยกรรม จำนวน 8 การศึกษา พบว่าทุกวิธีใช้การวัด cardiac output และ stroke volume โดยวิธี transpulmonary thermodilution technique ในผู้ป่วยจำนวน 214 ราย โดยประเมินการเปลี่ยนแปลงของ cardiac preload และ right atrium pressure และเชื่อว่าไม่มีวิธีการวัดใดที่มีข้อมูลว่าเหนือกว่าวิธีอื่นในการประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำ ส่วนในการศึกษาที่ใช้ PiCCO® monitor และ Flo-Trac/Vigileo™ system ซึ่งพบว่าข้อมูลไม่แตกต่างกัน

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ประกอบด้วย จำนวนตัวอย่างที่ศึกษามีน้อย รูปร่างของประชากรไทยที่มีขนาดเล็กเมื่อประเมินจากค่าดัชนีมวลกาย (body mass index) และค่าพื้นที่ผิวกาย (body surface area) การทำ PLRT เป็นการประเมินการใช้สารน้ำในส่วนของขาผู้ป่วยเองอาจจะมีปริมาณสารน้ำในหลอดเลือดไม่เพียงพอ ในการศึกษานี้ไม่ได้ประเมิน

ค่าความดันในช่องท้อง (intra-abdominal pressure) ของผู้ป่วย การใช้เส้นเลือดแดงใหญ่ที่ขา (femoral artery) เป็นข้อจำกัดของ Flo-Trac/Vigileo™ system และสุดท้ายคือความถูกต้องของเครื่องมือแต่ละชนิดที่ใช้ในการศึกษา

สรุป

จากการศึกษาพบว่าการทำ PLRT และวัดการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละของค่า cardiac index (% CI change) และวัดด้วย PiCCO® monitor และ Flo-Trac/Vigileo™ system พบว่าผลที่ได้รับค่าความไวและค่าความจำเพาะมีค่าต่ำกว่าการศึกษาก่อนหน้านี้และผลที่ได้จากการวัดทั้งสองวิธีพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในการคิดค่าการเปลี่ยนแปลงของ cardiac index ค่าความไวและค่าความจำเพาะ แต่อย่างไรก็ตาม ควรที่จะมีการศึกษาต่อไปเพื่อการนำมาใช้ในเวชปฏิบัติ

เอกสารอ้างอิง

1. Michard F and Teboul JL. Predicting Fluid Responsiveness in ICU Patients: A Critical Analysis of the Evidence. Chest 2002;121:2000-2008
2. Heenen S., De Backer D and Vincent JL. How can the response to volume expansion in patients with spontaneous respiratory movements be predicted? Critical Care 2006, 10:R102
3. Morgan P, Al-Subaie N and Rhodes A. Minimally invasive cardiac output monitoring. Current Opinion in Critical Care 2008, 319-326
4. Murray WB, Foster PA. The peripheral pulse wave: information overlooked. Journal of Clinical Monitoring 1996; 12:365-377
5. Sakka SG, Kozieras J, Thuemer O et al. Measurement of cardiac output: a comparison between transpulmonary thermodilution and uncalibrated pulse contour analysis Br J Anaesth 2007; 1-6
6. Edwards Lifesciences. Edwards Vigileo monitor. <http://www.edwards.com/products/mininvasive/vigileo.htm>.
7. Edwards Lifesciences. Edwards FloTrac sensor. <http://www.edwards.com/products/mininvasive/flotracsensor.htm>.
8. Felbinger TW, Reuter DA, Eltzschig HK et al. Cardiac index measurements during rapid preload changes: a comparison of pulmonary artery thermodilution with arterial pulse contour analysis Journal of Clinical Anesthesia (2005) 17, 241-248
9. Jabot J, Teboul JL, Richard C, et al. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: importance of the postural change Intensive Care Med 2008 The online version of this article (doi:10.1007/s00134-008-1293-3)
10. Monnet X, Rienzo M, Osman D et al. Passive leg raising predicts fluid responsiveness in the critically ill Crit Care Med 2006 Vol. 34, No. 5:1402-1407
11. Monnet X, Teboul JL. Volume Responsiveness. Curr Opin Crit Care 2007 13:549-553
12. Coudray A, Romand JA, Treggiari M et al. Fluid responsiveness in spontaneously breathing patients: A review of indexes used in intensive care Crit Care Med 2005 Vol. 33, No. 12: 2757-2762