



คู่มือการปฏิบัติงาน

การดูแลและติดตามการไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยภาวะช็อก

ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

นางสิริพร กอวิวัฒนาการ

ตำแหน่ง นายแพทย์

ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์





คู่มือการปฏิบัติงาน
การดูแลและติดตามการไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยภาวะช็อก
ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

นางสิริพร กอวิวัฒนาการ
ตำแหน่ง นายแพทย์
ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

คำนิยาม

ศูนย์การแพทยมหาวิทาลัยวลัยลักษณ์ คือองค์กรบริหารงานภายใต้นโยบายและแผนยุทธศาสตร์ที่สอดคล้องกับนโยบายของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งคือทีมบุคลากรและเครื่องมือเวชภัณฑ์ที่ทำให้การบริการรักษาผู้ป่วยเป็นไปอย่างราบรื่น ปลอดภัย บรรลุวัตถุประสงค์ตั้งแต่การส่งเสริมการป้องกัน ดูแลรักษา และฟื้นฟูสุขภาพอย่างต่อเนื่อง

การดูแลรักษาความเจ็บไข้ได้ป่วยของมนุษย์มีความซับซ้อน ต้องใช้ความรู้ความเชี่ยวชาญที่สั่งสมและปรับปรุงพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความรู้จากการสั่งสมเหล่านั้น ก่อเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนรู้อื่นๆ แม้กระนั้นแล้ว ผลการรักษาในมนุษย์ซึ่งไม่ใช่เครื่องจักร ก็ยังมีความไม่แน่นอนในแต่ละขั้นตอน หลายครั้งเกินภาวะแทรกซ้อนที่ทำให้ผู้ป่วยต้องรับการรักษาที่ยาวนานมากขึ้น

ต้องขอขอบคุณ แพทย์หญิง สิริพร กอวิวัฒนาการ ตำแหน่งนายแพทย์ ผู้เป็นทั้งศิษย์แพทย์ และแพทย์เวชบำบัดวิกฤต ที่ได้นำความรู้ในหลักการพื้นฐาน และประสบการณ์ในการดูแลผู้ป่วยวิกฤต มาเรียบเรียงวิธีการจัดการปัญหาที่พบได้บ่อย เพื่อให้ทีมบุคลากรที่ร่วมดูแลผู้ป่วยภาวะวิกฤตได้นำไปปรับใช้ในการปฏิบัติงาน อันจะเป็นการวางรากฐานการพัฒนาแนวทางในการดูแลผู้ป่วยด้านอื่น ๆ ต่อไป

นายแพทย์ กิตติ รัตนสมบัติ
ตำแหน่ง รักษาการแทนผู้อำนวยการ
สังกัดศูนย์การแพทย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
มกราคม 2569

คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงานเรื่องการดูแลและติดตามการไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยภาวะช็อกของศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ แพทย์ พยาบาล นักศึกษา ตลอดจนบุคลากรทางการแพทย์ที่ดูแลผู้ป่วยภาวะช็อกที่ต้องติดตามการไหลเวียนโลหิตระหว่างการรักษาอย่างต่อเนื่อง ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการพลศาสตร์การไหลเวียนโลหิต ขั้นตอนการดูแลรักษา ติดตามผลการรักษา ตลอดจนการแปลผลเพื่อประกอบการวินิจฉัยและวางแผนการรักษา ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเข้าใจ และมั่นใจในการดูแลผู้ป่วย

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือการปฏิบัติงานเรื่องการดูแลและติดตามการไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยภาวะช็อกเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการดูแลผู้ป่วยภาวะช็อกที่ต้องติดตามการไหลเวียนโลหิตอย่างต่อเนื่อง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขอน้อมรับเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป

สิริพร กอวิวัฒนาการ

ตุลาคม 2568

สารบัญ

	หน้า
คำนิยาม.....	ก
คำนำ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
อธิบายคำย่อ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือปฏิบัติงาน.....	2
1.3 ประโยชน์ของคู่มือปฏิบัติงาน.....	2
1.4 ขอบเขตของคู่มือปฏิบัติงาน.....	2
1.5 คำนิยาม/คำจำกัดความ.....	3
บทที่ 2 หน้าที่ความรับผิดชอบและโครงสร้างการบริหารจัดการ.....	4
2.1 หน้าที่ความรับผิดชอบ.....	4
2.2 โครงสร้างการบริหารจัดการ.....	6
2.2.1 โครงสร้างองค์กร (organization chart).....	6
2.2.2 โครงสร้างการบริหาร (administration chart).....	7
2.2.3 โครงสร้างการปฏิบัติการ (activity chart).....	7
บทที่ 3 หลักการ วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข.....	10
3.1 หลักการพื้นฐานและวิธีติดตามการไหลเวียนโลหิต.....	10
3.2 ขั้นตอนการติดตามการไหลเวียนโลหิต.....	24
3.3 เงื่อนไขและสิ่งที่ควรคำนึงในการติดตามการไหลเวียนโลหิต.....	43
3.4 แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	46
บทที่ 4 เป้าหมายและเทคนิคในการรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก.....	49
4.1 เป้าหมายในการดูแลรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก.....	49
4.2 เทคนิคการวางแผนรักษาผู้ป่วยภาวะช็อก.....	53
4.3 เทคนิคการดูแลผู้ป่วยภาวะช็อก แต่ละขั้นตอน.....	57

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 เทคนิคการติดตามและประเมินผลการรักษาภาวะช็อก.....	78
4.5 เทคนิคการทำให้ผู้รับบริการพอใจ.....	83
4.6 จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน.....	84
บทที่ 5 ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข การพัฒนาและข้อเสนอแนะ.....	87
5.1 ปัญหา อุปสรรค แนวทางการแก้ไขและพัฒนา.....	87
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	89
บรรณานุกรม.....	91
ประวัติผู้เขียน.....	96

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการขนส่งออกซิเจน.....	12
ตารางที่ 3.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ส่งออกซิเจน.....	13
ตารางที่ 3.3 เหตุการณ์ระยะ diastole.....	16
ตารางที่ 3.4 เหตุการณ์ระยะ systole.....	17
ตารางที่ 3.5 ค่าปกติของ preload และ afterload.....	19
ตารางที่ 3.6 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....	36
ตารางที่ 3.7 รายละเอียดขั้นตอนการติดตามการไหลเวียนโลหิต เงื่อนไข และสิ่งที่ควรคำนึง ในการปฏิบัติงาน.....	43
ตารางที่ 4.1 เป้าหมาย/ตัวชี้วัดตามขั้นตอนในการดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก.....	50
ตารางที่ 4.2 รายละเอียดตามขั้นตอนเทคนิคการวางแผนดูแลผู้ป่วยภาวะช็อก.....	53
ตารางที่ 4.3 รายละเอียดอธิบายกระบวนการและขั้นตอนการดูแลรักษาผู้ป่วยภาวะช็อก.....	61
ตารางที่ 4.4 RUSH protocol.....	71
ตารางที่ 4.5 สรุปหลักการรักษาภาวะช็อกตามสาเหตุ.....	74
ตารางที่ 4.6 การติดตามและประเมินผลการรักษาภาวะช็อก.....	78
ตารางที่ 5.1 ปัญหา อุปสรรค แนวทางการแก้ไขและพัฒนา.....	87

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างองค์กร ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ปี พ.ศ.2568.....	6
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างการบริหารศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ปี พ.ศ.2568-ปัจจุบัน.....	7
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างการปฏิบัติงานศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ปี พ.ศ.2568-ปัจจุบัน.....	8
ภาพที่ 2.4 โครงสร้างการปฏิบัติงานแผนกศัลยกรรมศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.....	9
ภาพที่ 3.1 oxygen dissociation curve.....	11
ภาพที่ 3.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์การขนส่งออกซิเจนและการใช้ออกซิเจน.....	14
ภาพที่ 3.3 กายวิภาคหัวใจมนุษย์.....	15
ภาพที่ 3.4 คลื่นไฟฟ้าหัวใจ.....	16
ภาพที่ 3.5 ความสัมพันธ์ปริมาตรเลือดและความดันตามหลัก Frank-Starling's.....	18
ภาพที่ 3.6 ลักษณะของ waveform เมื่อสวนหลอดเลือดแดงบริเวณต่างกัน.....	20
ภาพที่ 3.7 แสดง waveform damping ลักษณะต่าง ๆ.....	21
ภาพที่ 3.8 waveform ของความดัน CVP.....	22
ภาพที่ 3.9 การเปลี่ยนแปลง waveform เมื่อสายสวนหลอดเลือดอยู่ในหลอดเลือดแดงปอด.....	23
ภาพที่ 3.10 แสดงปลายสายสวนอยู่ระดับต่างกัน ที่มีจุดอ้างอิงระดับเดียวกัน.....	24
ภาพที่ 3.11 สัญลักษณ์ Flowchart ขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....	24
ภาพที่ 3.12 flowchart ขั้นตอนการตรวจวัดการไหลเวียนโลหิต.....	26
ภาพที่ 3.13 อุปกรณ์การทำ a-line.....	30
ภาพที่ 3.14 ภาพ A เตรียมอุปกรณ์สำหรับทำหัตถการสวนหลอดเลือดดำ ภาพ B สายสวนหลอดเลือดดำและอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็น.....	31
ภาพที่ 3.15 การเปลี่ยนแปลงค่าความดันเมื่อระดับ transducer เปลี่ยนแปลงไป เทียบกับ phlebostatic axis.....	34
ภาพที่ 3.16 ลวดนำทางค้ำในร่างกายผู้ป่วย.....	44
ภาพที่ 3.17 การ lock และ unlock Swan-Ganz catheter.....	43
ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการให้การดูแลรักษาภาวะช็อก.....	58

อธิบายคำย่อ

AAA	abdominal aortic aneurysm
ABG	arterial blood gas
a-line	arterial line
ARDS	acute respiratory distress syndrome
CaO ₂	oxygen content
CI	cardiac index
CO	cardiac output
CVC	central venous catheter
CVP	central venous pressure
CvO ₂	venous oxygen content
dL	deciliter
DO ₂	oxygen delivery
DPT	disposable pressure transducer
DVT	deep vein thrombosis
Ea _{dyn}	dynamic arterial elastance
ECMO	extracorporeal membrane oxygenation
Hb	hemoglobin
HRS	heart reference sensor
Hx	history
IABP	intra-aortic balloon pump
ICP	intracranial pressure
ICU	intensive care unit

kg	kilogram
LA	left atrial
LAP	left atrial pressure
LV	left ventricle
LVEDV	left ventricular end-diastolic volume
O ₂ ER	oxygen extraction ratio
Δ PCO ₂	arterio-venous carbon dioxide gap
PE	physical examination
MAP	mean arterial pressure
ml	milliliter
mmHg	millimeters of Mercury
NE	norepinephrine
NSS	normal saline หรือ 0.9% sodium chloride หรือ 0.9%NaCl
PaO ₂	arterial oxygen pressure
PAOP	pulmonary artery occlusion pressure
PAP	pulmonary artery pressure
PCWP	pulmonary capillary wedge pressure
PEEP	positive end-expiratory pressure
PVR	pulmonary vascular resistance
RA	right atrial
RAP	right atrial pressure
RV	right ventricle
RVEDV	right ventricular end-diastolic volume

SA	sinoatrial node
SaO ₂	arterial oxygen saturation
SCM	sternocleidomastoid muscle
SI	shock index
SpO ₂	pulse oximetry
SvO ₂	venous oxygen saturation
SVR	systemic vascular resistance
SVRI	systemic vascular resistance index
VO ₂	oxygen consumption

บทที่ 1

บทนำ

คู่มือการปฏิบัติงานเรื่องการดูแลและติดตามการไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยภาวะช็อกของศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ มีเนื้อหาการอธิบายความรู้พื้นฐานพลศาสตร์การไหลเวียนโลหิต วิเคราะห์และแปลผลการตรวจ ประเมินการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต เพื่อความรู้และความเข้าใจสำหรับบุคลากรแพทย์ ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาผู้ป่วยภาวะช็อก ประกอบด้วยเนื้อหาสำคัญ รายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ตั้งอยู่ ณ อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยสถาปนาเมื่อวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2535 เป็นมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐที่มีพันธกิจยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในเขตจังหวัดภาคใต้ตอนบน ผ่านการศึกษา (Education) การวิจัย (Research) และนวัตกรรม (Innovation) โดยมุ่งสู่ความเป็น “มหาวิทยาลัยสมบูรณ์แบบ” (Comprehensive & Residential University) ที่มีระบบนิเวศการเรียนรู้ครบวงจรภายในเนื้อที่กว่า 9,000 ไร่ เพื่อผลิตและพัฒนาคุณภาพนักศึกษาให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถสอดคล้องไปกับการพัฒนาประเทศ

เป็นช่วงเวลากว่า 20 ปีที่มหาวิทยาลัยไม่มีโรงพยาบาลเป็นของตนเอง หลังจากปีพ.ศ.2548 มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ได้ก่อตั้งขึ้นหลังจากรัฐมนตรีสาธารณสุขที่เกาะสมุยจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งได้อนุมัติงบประมาณทั้งสิ้น 5,600 ล้านบาท ในการสร้างโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์เพื่อเป็นโรงเรียนแพทย์ที่มีขนาด 750 เตียง และรองรับการเรียนการสอนนักศึกษาแพทย์ชั้นคลินิก การก่อสร้างและการวางระบบโรงพยาบาลได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องนับแต่นั้น จนเมื่อวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2565 โรงพยาบาลศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ได้เริ่มเปิดให้บริการในระยะแรก (Phase 1) ณ อาคารสำนักงานใหญ่ (อาคาร A B C และ D) พร้อมกับรองรับจำนวนเตียงทั้งหมด 426 เตียง เพื่อให้บริการทางการแพทย์โดยใช้เครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยีขั้นสูง เป็นโรงพยาบาลศูนย์ขนาดใหญ่ระดับตติยภูมิและเป็นศูนย์กลางของการรักษาในภาคใต้ตอนบน (คณะกรรมการบริหารศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์,2568)

ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์มีการเติบโตอย่างต่อเนื่องทั้งด้านการศึกษาค้นคว้าวิจัย และการให้บริการอย่างมีมาตรฐานเป็นที่ประจักษ์โดยผ่านการรับรองมาตรฐานโรงพยาบาลและบริการสุขภาพ (HA) ชั้น 3 (ปี พ.ศ. 2568) จากสถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (สรพ.)

การให้บริการทางการแพทย์มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์เปิดให้บริการผู้ป่วยทั่วไป ผู้ป่วยใน ผู้ป่วยที่ต้องได้รับการผ่าตัดรักษา ตลอดจนผู้ป่วยภาวะวิกฤต ผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อนที่ต้องติดตามการไหลเวียนโลหิตอย่างใกล้ชิดในหอผู้ป่วยภาวะวิกฤต (ICU) เนื่องด้วยความซับซ้อนทั้งกายวิภาค พลศาสตร์การไหลเวียนโลหิต การทำงานของหัวใจ สรีรวิทยาของร่างกายและการดำเนินโรค การใช้เครื่องมือเพื่อการวิเคราะห์และแปลผลประกอบการวินิจฉัยรักษา จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่

บุคลากรทางการแพทย์ที่ให้การดูแลผู้ป่วยภาวะวิกฤตเหล่านั้น จะต้องมีความรู้ ทักษะ ในการวิเคราะห์ พลาศาสตร์ไหลเวียนโลหิตอย่างลึกซึ้ง การตรวจวินิจฉัยและรักษาผู้ป่วยภาวะวิกฤต ยังประสบปัญหาด้านการวิเคราะห์ทางพลาศาสตร์การไหลเวียนโลหิต ทั้งจากความรู้พื้นฐาน ความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนโลหิต รวมถึงความไม่คุ้นเคยในการทำงานกับอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่การติดตาม สัญญาณชีพ

ดังนั้น ผู้จัดทำเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงได้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานเรื่องการดูแลและติดตามการไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยภาวะช็อกฉบับนี้ เพื่อใช้ในการทบทวนความรู้ และหลักการพื้นฐาน ความรู้ ชับซ้อนที่จำเป็นสำหรับใช้เป็นแนวทางในการแปลผล วิเคราะห์ข้อมูลพลาศาสตร์การไหลเวียนโลหิต เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์ ใช้เป็นแนวทางติดตามการไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยภาวะวิกฤต อันเป็นส่วนสำคัญในการดูแลผู้ป่วยให้มีมาตรฐาน บุคลากรทางการแพทย์จำเป็นต้องเข้าใจ มีทักษะการแปลผล ตลอดจนการใช้งานอุปกรณ์และเทคโนโลยีในการติดตามสัญญาณชีพ เพื่อลดภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วย มีข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และใช้ประกอบการรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ (Butler A., et al, 2024; Pinsky M., et al. 2022)

1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือการปฏิบัติงาน

1.2.1 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน มีความรู้หลักการพื้นฐานการวิเคราะห์พลาศาสตร์การไหลเวียนโลหิตที่ใช้ในการดูแลผู้ป่วยภาวะช็อก

1.2.2 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความมั่นใจในการให้บริการร่วมกับแพทย์ สามารถให้การดูแลติดตามการไหลเวียนโลหิตที่ใช้ในการดูแลผู้ป่วยภาวะช็อกด้วยความเข้าใจอย่างถูกต้อง

1.2.3 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน มีความเข้าใจ สามารถใช้งานอุปกรณ์และเทคโนโลยีในการติดตามการไหลเวียนโลหิต ตลอดจนแปลผลการตรวจอย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ

1.3 ประโยชน์ของคู่มือการปฏิบัติงาน

1.3.1 ผู้ปฏิบัติงาน มีความรู้หลักการพื้นฐานการวิเคราะห์พลาศาสตร์การไหลเวียนโลหิตที่จำเป็นในการดูแลผู้ป่วยภาวะช็อก

1.3.2 มีคู่มือการปฏิบัติงาน การดูแลและติดตามการไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยภาวะช็อก สำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ช่วยในการวิเคราะห์ การแปลผลข้อมูลพลาศาสตร์การไหลเวียนโลหิตที่ซับซ้อน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานด้วยความเข้าใจ มั่นใจ มีส่วนช่วยในการให้บริการร่วมกับแพทย์

1.4 ขอบเขตของคู่มือ

คู่มือการปฏิบัติงานเรื่อง การดูแลและติดตามการไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยภาวะช็อกฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีอายุเกิน 18 ปีบริบูรณ์ มีเนื้อหาคครอบคลุมตั้งแต่ หลักการทางสรีรวิทยาของร่างกาย พลาศาสตร์การไหลเวียนโลหิต การติดตามการไหลเวียนโลหิตพื้นฐาน ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ ขั้นตอนการตรวจสอบความแม่นยำการวัดผล ขั้นตอนการแปลผลเพื่อประกอบการวินิจฉัย การรักษาของแพทย์ และติดตามผลการรักษา เป็นต้น

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ/คำจำกัดความ

บุคลากรทางการแพทย์	หมายถึง	เจ้าหน้าที่ในโรงพยาบาล ในคู่มือนี้หมายถึง แพทย์ พยาบาล นักศึกษาแพทย์ นักศึกษาพยาบาล และ บุคลากรที่ปฏิบัติหน้าที่ดูแลผู้ป่วยภาวะวิกฤต
การขอความยินยอม หรือ informed consent form	หมายถึง	การขอความยินยอมในการให้การรักษา คือ ในการ กระทำนั้น มีความจำเป็น ไม่เป็นการละเมิด
ผู้แทน	หมายถึง	ผู้แทนโดยชอบธรรม คือผู้ที่ให้ความยินยอม ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่พร้อมหรือไม่มีความสามารถ ให้ความยินยอมเอง ในประเทศไทย ได้แก่ บิดา มารดา ผู้ปกครองหรือญาติใกล้ชิด
ภาวะแทรกซ้อน	หมายถึง	ความเจ็บป่วย หรืออันตรายที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจาก การรักษา ไม่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโรคหลัก
อุบัติการณ์ ระดับ E	หมายถึง	เหตุการณ์ความคลาดเคลื่อนที่ส่งผลต่อผู้ป่วยให้ได้รับ อันตรายชั่วคราวหรือต้องได้รับการรักษาเพิ่มเติมเพื่อ แก้ไขความคลาดเคลื่อนนั้น

บทที่ 2

หน้าที่ความรับผิดชอบและโครงสร้างการบริหารจัดการ

ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เป็นโรงพยาบาลรัฐที่สร้างขึ้นโดยมีพันธกิจและบริบทที่ชัดเจนดังต่อไปนี้คือ การเป็นโรงเรียนแพทย์ เป็นโรงพยาบาลศูนย์ระดับภูมิภาค และเป็นศูนย์วิจัยและศูนย์ข้อมูลทางวิทยาการสุขภาพ การเป็นแหล่งฝึกทางคลินิกของสำนักวิชาแพทยศาสตร์ เพื่อรองรับหลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิตและรองรับนักศึกษาแพทย์แบบครบวงจรตั้งแต่ชั้นปรีคลินิกถึงคลินิก รวมทั้งรองรับการเรียนการสอนนักศึกษาในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ได้แก่ นักศึกษาเภสัชกร นักศึกษาพยาบาล นักศึกษาแพทย์แผนไทยและแพทย์แผนไทยประยุกต์ นักศึกษาเทคนิคการแพทย์ นักศึกษากายภาพบำบัด นักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ และนักศึกษาในสาขาวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีพันธกิจคือการเป็นโรงพยาบาลระดับตติยภูมิขั้นสูงในภาคใต้ตอนบน เพื่อให้การตรวจรักษาโรคที่มีความซับซ้อนหรือต้องการเทคโนโลยีระดับสูงในการรักษา และเพื่อลดการส่งต่อผู้ป่วยระยะไกล ทั้งยังเป็นแหล่งเรียนรู้ของบุคลากรทางการแพทย์และชุมชน ให้การสนับสนุนการวิจัยของอาจารย์ บุคลากร นักศึกษา รวมถึงหน่วยงานต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการศึกษาวิจัย อันเป็นการตอบสนองพันธกิจของมหาวิทยาลัยฯ ในการเป็นมหาวิทยาลัยวิจัยและยกระดับคุณภาพงานวิจัยตลอดจนนวัตกรรมของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ให้มีคุณภาพเทียบเท่านานาชาติ

การพัฒนาการดูแลผู้ป่วยที่ซับซ้อนทั้งตัวโรค การรักษาและเทคโนโลยีที่ใช้ โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีภาวะวิกฤตนั้น ต้องอาศัยความรู้ที่เฉพาะทาง ทีมรักษาที่มีประสบการณ์และมีความรู้ในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การหมั่นศึกษาความรู้จากรายงานวิจัยที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา ไม่เพียงแต่เป็นผลดีต่อผู้ป่วย ทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อเป้าหมาย พันธกิจขององค์กร การปฏิบัติงานมีบทบาทหน้าที่ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 บทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตำแหน่ง

ผู้เขียนปฏิบัติงานในตำแหน่งนายแพทย์ แผนกศัลยกรรม และมีความรู้ความสามารถในการดูแลผู้ป่วยวิกฤติ ซึ่งต้องใช้ความรู้ ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพด้านศัลยกรรมและเวชบำบัดวิกฤต ตั้งแต่การดูแลผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน การผ่าตัด การดูแลหลังผ่าตัด การติดตามการรักษา และการให้บริการปรึกษา ด้านการดูแลผู้ป่วยวิกฤตสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ ดังนี้

2.1.1 งานด้านปฏิบัติการ

ได้แก่ การดูแลผู้ป่วยให้ได้รับการตรวจรักษาอย่างถูกต้องตามมาตรฐาน ดังนี้

- 1) ตรวจวินิจฉัย รักษาโรค ฟันฟู ส่งเสริมสุขภาพ ควบคุม ป้องกันโรคและภัยสุขภาพ

เพื่อให้ประชาชนมีสุขภาพที่ดี และสามารถป้องกันตนเองหรือบุคคลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้พ้นจากโรคภัยไข้เจ็บ โดยทำการตรวจรักษาผู้ป่วยในแผนกศัลยกรรมทั้งผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน ทำการผ่าตัดรักษาและดูแลผู้ป่วย หลังการผ่าตัด ตลอดจนติดตามการรักษาหลังจากผู้ป่วยจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล

2) ให้การดูแลผู้ป่วยวิกฤต และให้คำปรึกษาแก่บุคลากรทางการแพทย์ในด้านการดูแลผู้ป่วยวิกฤต การตรวจวินิจฉัยและทำการรักษาตามข้อบ่งชี้ ทั้งในและนอกเวลาทำการ

3) ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ วิจัย เผยแพร่ผลงานทางด้านวิชาการแพทย์และสาธารณสุขเบื้องต้น เพื่อพัฒนางานวิชาการหรือพัฒนาแนวทางการตรวจวินิจฉัย บำบัดรักษา ฟื้นฟูสมรรถภาพ ส่งเสริม ควบคุม ป้องกัน เพื่อให้ได้องค์ความรู้ทางวิชาการแพทย์และสาธารณสุขที่สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม

4) ให้ความรู้เกี่ยวกับการแพทย์ตามความเชี่ยวชาญ เช่น อภิปรายโรคและการรักษาผู้ป่วยและสอนข้างเตียงนักศึกษาแพทย์ ให้คำปรึกษา แนะนำในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมา และแก่นักศึกษาที่มาฝึกปฏิบัติงาน ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพ และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

2.1.2 งานด้านการวางแผน

1) เป็นคณะกรรมการบริหารความเสี่ยงโรงพยาบาล และคณะกรรมการการดูแลผู้ป่วยแผนกศัลยกรรม

2) เป็นรองผู้อำนวยการ กำกับดูแลฝ่ายเภสัชกรรม ฝ่ายห้องปฏิบัติการ ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู และฝ่ายโภชนาการ

2.1.3 งานด้านการประสานงาน

ได้แก่ การติดต่อดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ดังนี้

1) ประสานงานบริหารความเสี่ยง และแลกเปลี่ยนความรู้ วิทยาการด้านการบริหารความเสี่ยงโรงพยาบาล

2) ประสานงานระหว่างแพทย์ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการบันทึกข้อมูลในเวชระเบียนและการจัดเก็บรายได้ตลอดจนค่าตอบแทน

3) งานกรรมการงานพัสดุในการกำหนดคุณลักษณะ การประกวดราคา และการตรวจรับพัสดุ

2.1.4 งานด้านการบริการ

1) สอนบรรยายนักศึกษาแพทย์ นักศึกษาพยาบาล จากสำนักวิชาแพทยศาสตร์ และพยาบาลศาสตร์

2) เป็นผู้บรรยายในงานประชุมวิชาการของราชวิทยาลัยศัลยแพทย์ ศัลยแพทย์ หลอดเลือดหัวใจ และงานประชุมวิชาการของศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

2.2.2 โครงสร้างการบริหาร (administration chart)

ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ บริหารโดยผู้อำนวยการศูนย์การแพทย์ฯ เทียบเท่า คณบดีสำนักวิชาแพทยศาสตร์ เพื่อให้การบริหารงานศูนย์การแพทย์ฯ เป็นไปด้วยความสะดวกรวดเร็ว ศูนย์การแพทย์ฯ ได้ทำงานร่วมกันภายใต้คณะกรรมการผู้อำนวยการศูนย์การแพทย์ฯ และกำหนดว่าต้องมี รองคณบดีสำนักวิชาแพทยศาสตร์ 1 ท่าน ดำรงตำแหน่งเป็นรองผู้อำนวยการโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์ฯ ที่กำกับฝ่ายการแพทย์ เพื่อประสานงานและประสานภารกิจงานบริการและการด้านการเรียนการสอน

ทั้งนี้ ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ประกอบไปด้วย กลุ่มงาน จำนวน 6 กลุ่มงาน กำกับ โดยรองผู้อำนวยการศูนย์การแพทย์ฯ ฝ่ายจำนวน 10 ฝ่าย กำกับโดยหัวหน้าฝ่าย แผนกจำนวน 68 แผนก กำกับโดยหัวหน้าแผนก และงานจำนวนมากกว่า 100 งาน กำกับโดยหัวหน้าคณะทำงานที่ได้รับมอบหมาย

โครงสร้างบริหาร ศูนย์การแพทย์ฯ ปี พ.ศ.2568-ปัจจุบัน แสดงดังภาพที่ 2.2

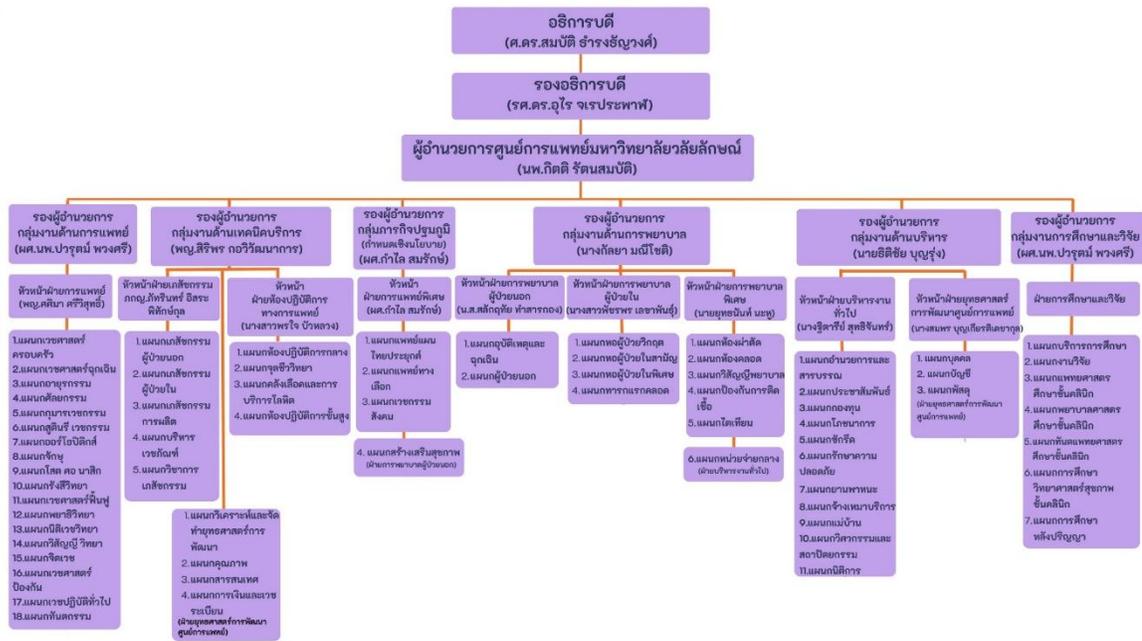


ภาพที่ 2.2 โครงสร้างการบริหาร ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ปี พ.ศ.2568-ปัจจุบัน

2.2.3 โครงสร้างการปฏิบัติงาน (activity chart)

ศูนย์การแพทย์ฯ ปฏิบัติงานโดยมีรองอธิการบดีในกำกับ มีคณะกรรมการบริหารศูนย์การแพทย์ ประกอบด้วย รักษาการแทนผู้อำนวยการ และรักษาการแทนรองผู้อำนวยการ 5 ฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายการแพทย์ ฝ่ายเทคนิคบริการ ฝ่ายการพยาบาล ฝ่ายผู้อำนวยการ และฝ่ายปฐมภูมิ มีหัวหน้าฝ่าย หัวหน้าแผนก มีจำนวนบุคลากรที่ปฏิบัติงานอยู่แยกตามวิชาชีพและ/หรือกลุ่มงานตามข้อมูลเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568 ดังนี้ นายแพทย์ จำนวน 88 คน ทันตแพทย์ จำนวน 7 คน พยาบาล จำนวน 252 คน เภสัชกร จำนวน 32 คน นักเทคนิคการแพทย์ จำนวน 23 คน นักรังสีเทคนิค จำนวน 9 คน นักกายภาพบำบัด จำนวน 10 คน นักจิตวิทยาคลินิก จำนวน 2 คน วิชาชีพอื่น ๆ จำนวน 26 คน บุคลากรสายสนับสนุนวิชาชีพ

จำนวน 178 คน บุคลากรสายสนับสนุนอื่นๆ จำนวน 172 คน รวมทั้งสิ้นศูนย์การแพทย์ฯ มีบุคลากรจำนวน 799 คน โครงสร้างการปฏิบัติงาน ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างการปฏิบัติงานศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ปี พ.ศ.2568-ปัจจุบัน

แผนกศัลยกรรม ฝ่ายการแพทย์ มีภาระงานและทำให้บริการที่หลากหลาย ได้แก่

- 1.) การให้บริการด้านการแพทย์ ครอบคลุมด้านศัลยกรรมแก่ผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ รวมทั้งกำหนดแนวทางดำเนินงาน ติดตามประเมินผลการดูแลผู้ป่วยศัลยกรรม
- 2.) ควบคุมติดตาม ตลอดจนกำกับการดูแลผู้ป่วยศัลยกรรมให้เป็นไปตามมาตรฐาน และจรรยาบรรณวิชาชีพ
- 3.) ดำเนินการด้านวิชาการ การจัดการเรียนการสอนรายวิชาศัลยกรรม การอบรมประชุมวิชาการ และงานวิจัย
- 4.) ภารกิจอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมายจากผู้อำนวยการ

โครงสร้างการปฏิบัติการแผนกศัลยกรรม ศูนย์การแพทย์ฯ แสดงดังภาพที่ 2.4



พญ.พระดา ยินเจริญ
นพ.สุวิชัย สุวานนนท์
* พญ.สิริพร กอวิวัฒนาการ
พญ.ศศิกันต์ สุขห่อ
นพ.คมชาญ พรหมปลัด
นายปรมินทร์ อินพรม
นางสาวณัฐธิดา ขวัญหวาน

ศัลยศาสตร์ศีรษะ คอ และเต้านม
ศัลยศาสตร์ส่องกล้องขั้นสูง ทางเดินอาหาร ทางเดินน้ำดีและตับอ่อน
ศัลยศาสตร์เวชบำบัดวิกฤต
ศัลยศาสตร์ประสาทและหลอดเลือดสมอง
ศัลยศาสตร์ประสาทและหลอดเลือดสมอง
นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก
นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก

นพ.ภาณุวัฒน์ คงเสริมนท์ ศัลยศาสตร์หัวใจและทรวงอก
นพ.สมชาย ไวกิตติพงษ์ ศัลยศาสตร์หัวใจและทรวงอก
พญ.พัชรพร เทพสุวรรณ ศัลยกรรมทั่วไป
นพ.พิรพัฒน์ สินไชย ศัลยกรรมทั่วไป

ภาพที่ 2.4 โครงสร้างการปฏิบัติงานแผนกศัลยกรรม ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

* หมายถึงผู้เขียนคู่มือฉบับนี้

บทที่ 3

หลักการ วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข

3.1 หลักการพื้นฐานและวิธีการติดตามการไหลเวียนโลหิต

การดูแลผู้ป่วยที่ต้องติดตามการไหลเวียนโลหิตอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะผู้ป่วยภาวะวิกฤต นอกจากผู้ปฏิบัติงานต้องสามารถติดตั้งและใช้งานอุปกรณ์สำหรับการติดตามการไหลเวียนโลหิตได้อย่างถูกต้องแล้ว การอ่านค่าความดันตลอดจนการแปลผลอย่างถูกต้องเพื่อประกอบการรักษา ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลผู้ป่วย ลดภาวะแทรกซ้อน ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อการรักษา ซึ่งผู้ปฏิบัติงานต้องเข้าใจหลักการที่สำคัญพื้นฐานเกี่ยวกับการไหลเวียนโลหิต และการวัดความดันโลหิต ประกอบด้วย สรีรวิทยา (physiology) กายวิภาคและการทำงานของหัวใจ (heart anatomy and function) ตัวแปรสำคัญในการประเมิน cardiac output ลักษณะ waveform ของความดัน

3.1.1 สรีรวิทยา (physiology)

1) การขนส่งออกซิเจน (oxygen delivery: DO_2) เป็นการที่ร่างกายเรานำออกซิเจนลำเลียงไปยังเซลล์ของร่างกาย ในทางคลินิกจะวัดค่าความเข้มข้นออกซิเจนในช่วงเวลาหนึ่งคือในหนึ่งนาที ออกซิเจนเข้มข้นจะถูกลำเลียงโดยละลายในน้ำเลือดหรือจับกับเม็ดเลือดแดง เมื่อไปถึงหน่วยย่อยระดับเซลล์ จะเกิดการแลกเปลี่ยนออกซิเจนในเลือดกับคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ จากนั้นจึงลำเลียงคาร์บอนไดออกไซด์กลับไปยังหัวใจทางหลอดเลือดดำเพื่อไปแลกเปลี่ยนก๊าซที่ปอด การลำเลียงได้ดีหรือไม่ขึ้นกับความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนในปอด การสูบฉีดเลือดของหัวใจ ระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนในฮีโมโกลบิน (hemoglobin: Hb) ค่าออกซิเจนในเลือด (oxygen content: CaO_2) คำนวณได้จากสมการ

$$CaO_2 = (1.38 \times Hb \times SaO_2) + (0.003 \times PaO_2)$$

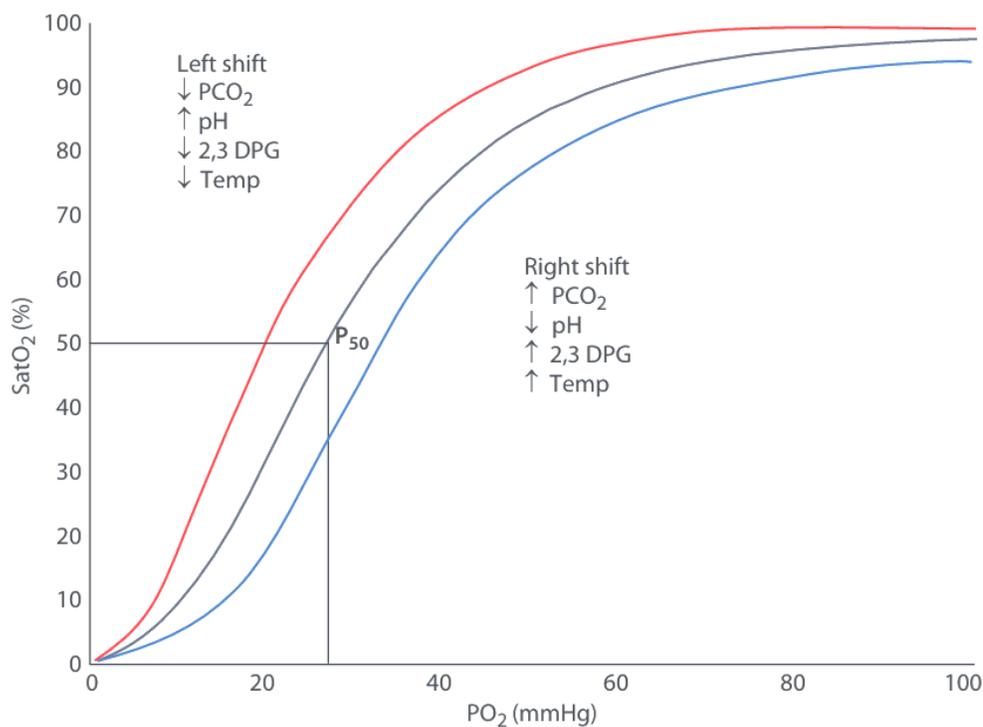
โดยที่ 1.38 คือออกซิเจนที่จับกับ Hb 1 กรัม 0.003 คือค่าสัมประสิทธิ์ของออกซิเจนในพลาสมา จากสมการข้างต้น เราสามารถหาค่าออกซิเจนในเลือดโดยการแทนค่าในสมการ ส่วนออกซิเจนที่ลำเลียงไปสู่เซลล์ ในการสูบฉีดเลือดในหนึ่งช่วงเวลา (cardiac output: CO) คำนวณได้จากสมการ

$$DO_2 = CO \times [(1.38 \times Hb \times SaO_2) + (0.003 \times PaO_2)] \times 10$$

ตัวอย่าง เมื่อจับกับ Hb 15 กรัม มีค่าประมาณ 20.7 mL/dL ดังนั้น เมื่อ Hb 15 กรัม ปริมาณเลือดที่หัวใจบีบตัวในหนึ่งนาที 5 L/min จะลำเลียงออกซิเจนไปสู่เซลล์ได้ เท่ากับ

$$5 \text{ L/min} \times 20 \text{ mL/dL} \times 10 = 1000 \text{ mL/min}$$

ออกซิเจนส่วนใหญ่จับกับ Hb ในเลือด มีเพียงส่วนน้อยละลายในน้ำเลือด เมื่อความเข้มข้นออกซิเจนเพิ่มขึ้น โปรตีนใน Hb จะสามารถจับออกซิเจนได้มากขึ้น การลำเลียงไปสู่เซลล์จะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่โปรตีนใน Hb จับกับออกซิเจนจนอิ่มตัว ณ จุดนี้แม้ว่าออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเพียงใด แต่การจับกับโปรตีนใน Hb ไม่เพิ่มขึ้นอีก กล่าวคือการลำเลียงออกซิเจนไปยังเซลล์ไม่ได้เพิ่มขึ้นตามปริมาณการเพิ่มออกซิเจน เมื่อนำมาเขียนเป็นกราฟ จะพบลักษณะโค้งรูปตัว S (oxygen dissociation curve) ความสามารถในการจับออกซิเจนของ Hb เปลี่ยนแปลงเพิ่มหรือลดลงในสภาวะต่างๆ ดังสรุปในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 oxygen dissociation curve

ที่มา: ดัดแปลงจาก Michael R, 2019, p. 81-96

2) การใช้ออกซิเจน (oxygen consumption: VO₂) คือการที่ออกซิเจนที่ถูกใช้ไปโดยเซลล์ของร่างกาย ซึ่งไม่สามารถวัดโดยตรงได้โดยง่าย จึงวัดการใช้ออกซิเจนของร่างกายโดยวัดจากออกซิเจนที่เหลือในเลือดดำ ก่อนที่จะไหลกลับสู่หัวใจ

ปริมาณออกซิเจนในเลือดดำ (venous oxygen content: CvO₂) คำนวณได้จากสมการ

$$CvO_2 = (1.38 \times Hb \times SvO_2) + (0.003 \times PvO_2)$$

ตัวอย่าง เมื่อ Hb 15 กรัม มีค่าออกซิเจนในเลือดดำประมาณ 15.5 mL/dL เนื่องจากร่างกายมนุษย์มีการไหลเวียนเลือดระบบปิด เลือดที่ไหลออกจากหัวใจจึงมีปริมาณเท่ากับเลือดที่ไหลกลับสู่หัวใจ (CO = venous return) จะได้ venous oxygen return เท่ากับ

$$CO \times CvO_2 \times 10 = 5 \text{ L/min} \times 15.5 \text{ mL/dL} \times 10 = 775 \text{ mL/min}$$

ปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้ไป คำนวณได้จากผลต่างของออกซิเจนในเลือดแดงและออกซิเจนในเลือดดำก่อนไหลกลับสู่หัวใจ ดังสมการ

$$\begin{aligned} VO_2 &= (CO \times CaO_2) - (CO \times CvO_2) \\ &= CO (CaO_2 - CvO_2) \\ &= CO [(SaO_2 \times Hb \times 13.8) - (SvO_2 \times Hb \times 13.8)] \\ &= CO \times Hb \times 13.8 \times (SaO_2 - SvO_2) \end{aligned}$$

ร่างกายปกติใช้ออกซิเจนประมาณ 200-250 mL/min ในขณะที่ร่างกายอยู่ในภาวะติดเชือบาดเจ็บทางสมอง หรือผิวหนังใหม่อย่างรุนแรง การใช้ออกซิเจนอาจสูงขึ้นถึง 50-100 % มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการไหลเวียนของออกซิเจน ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการขนส่งออกซิเจน

เพิ่มการขนส่งออกซิเจน (increase DO ₂)
เพิ่ม FiO ₂
เพิ่ม cardiac output (CO)
ลดการขนส่งออกซิเจน (decrease DO ₂)
ลด cardiac output (CO)
Hb ลดหรือมีภาวะซีด
ลด SaO ₂

ตารางที่ 3.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ออกซิเจน

เพิ่มการใช้ออกซิเจน (increase VO_2)
ภาวะช็อก อุณหภูมิสูงหรือมีไข้ ความเจ็บปวด
ลดการใช้ออกซิเจน (decrease VO_2)
อุณหภูมิลดต่ำ ดมยาสลบ ลดปวด

3) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการใช้ออกซิเจน

Arterial-venous oxygen difference [$C(a-v)O_2$] ค่าปกติ ประมาณ 5 mL/dL

Oxygen extraction ratio [O_2ER] ค่าปกติประมาณ 20-30% คำนวณได้จากสมการ

$$O_2ER = \frac{CaO_2 - CvO_2}{CaO_2} \times 100$$

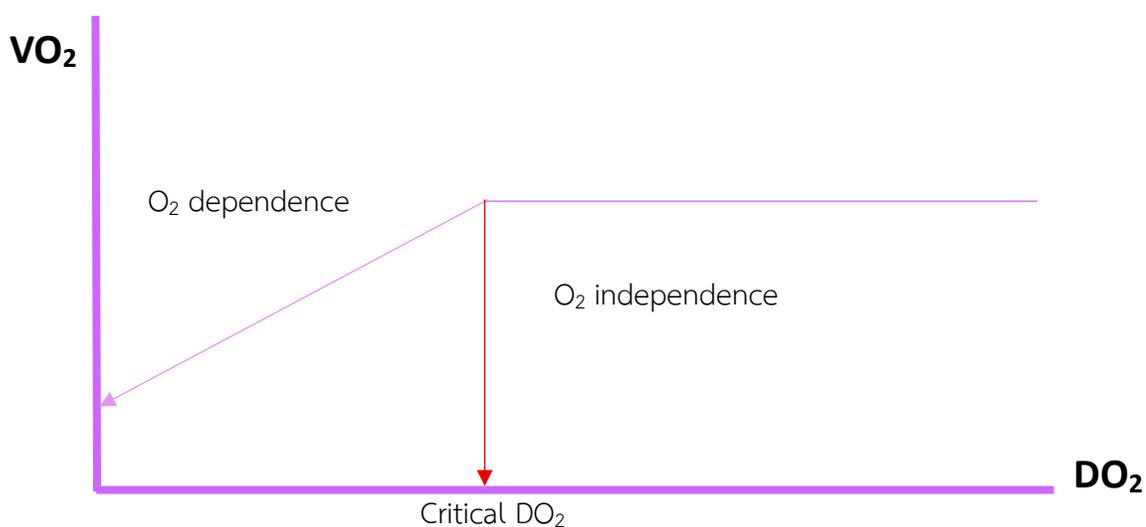
CO สามารถคำนวณได้จากหลักการของ Fick (Fick's Principle) มีอยู่ว่า เมื่อทราบความเข้มข้นของออกซิเจนที่เซลล์ได้รับ อัตราการใช้ออกซิเจน และความแตกต่างของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ ($C(a-v)O_2$) จะได้สมการ

$$\begin{aligned} CO &= VO_2 / C(a-v)O_2 \\ VO_2 &= C(a-v)O_2 \times CO \times 10 \\ C(a-v)O_2 &= VO_2 / (CO \times 10) \\ S(a-v)O_2 &= VO_2 / (CO \times 10) \end{aligned}$$

เมื่อเราให้ออกซิเจน 100% (SaO_2 เท่ากับ 1) ดังนั้น $SvO_2 = CvO_2 / CaO_2$ ซึ่งเมื่อทำให้เป็นจำนวนร้อยละ ก็คือสมการ O_2ER ดังนั้นค่า SvO_2 สัมพันธ์กับการใช้ออกซิเจนของเซลล์ เมื่อการขนส่งออกซิเจนและการใช้ออกซิเจนอยู่ในภาวะสมดุล

4) ความสัมพันธ์การใช้ออกซิเจนและการขนส่งออกซิเจน

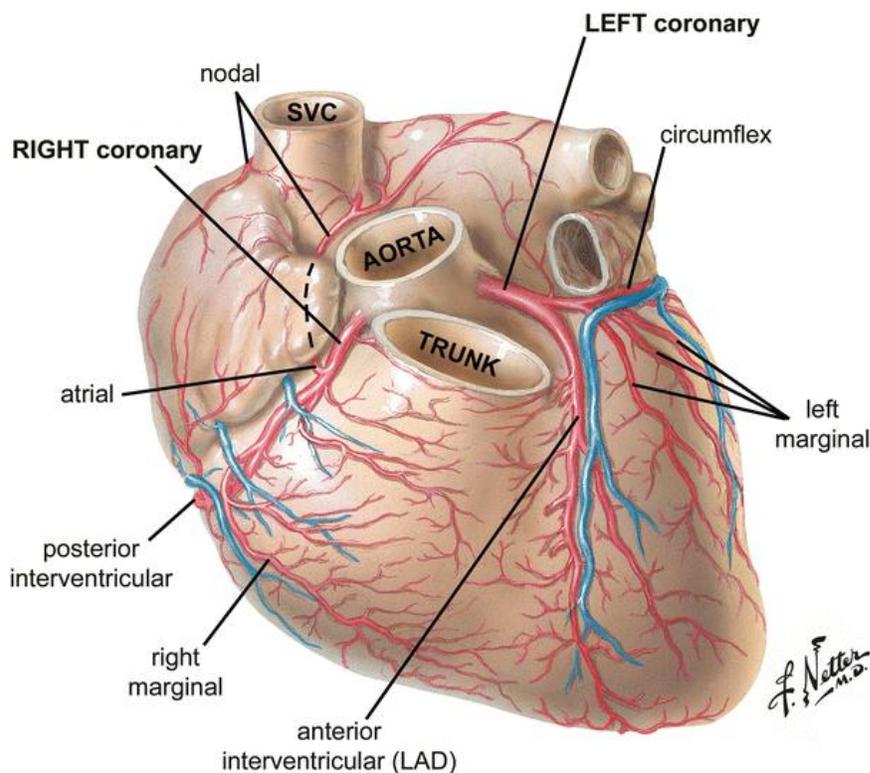
การใช้ออกซิเจนระดับเซลล์ขึ้นอยู่กับความต้องการออกซิเจนในแต่ละสภาวะร่างกาย โดยปกติแล้วใช้ออกซิเจนราว 25% ของออกซิเจนที่ส่งมายังเซลล์ หรืออาจกล่าวได้ว่าการใช้ออกซิเจนไม่ขึ้นกับการขนส่งออกซิเจน (O_2 independence) จนกระทั่งระดับออกซิเจนที่ไปยังเซลล์ลดลง หรือเซลล์อยู่ในสภาวะต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น จนถึงจุดที่ความต้องการใช้ออกซิเจนมากกว่าออกซิเจนที่ส่งมายังเซลล์ เรียกว่าจุด critical DO_2 เมื่อออกซิเจนลดต่ำกว่าจุดนี้ การใช้ออกซิเจนของเซลล์จะขึ้นกับการขนส่งออกซิเจน (O_2 dependence) สรุปได้จากภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์การขนส่งออกซิเจนและการใช้ออกซิเจน

3.1.2 กายวิภาคและการทำงานของหัวใจ (heart anatomy and function)

หัวใจประกอบด้วยกล้ามเนื้อ แบ่งเป็น 4 ห้อง ได้แก่ หัวใจห้องขวา 2 ห้อง (RA and RV: right atrial and ventricle) หัวใจห้องซ้าย 2 ห้อง (LA and LV: left atrial and ventricle) มีหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำมาเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ แสดงดังภาพที่ 3.3

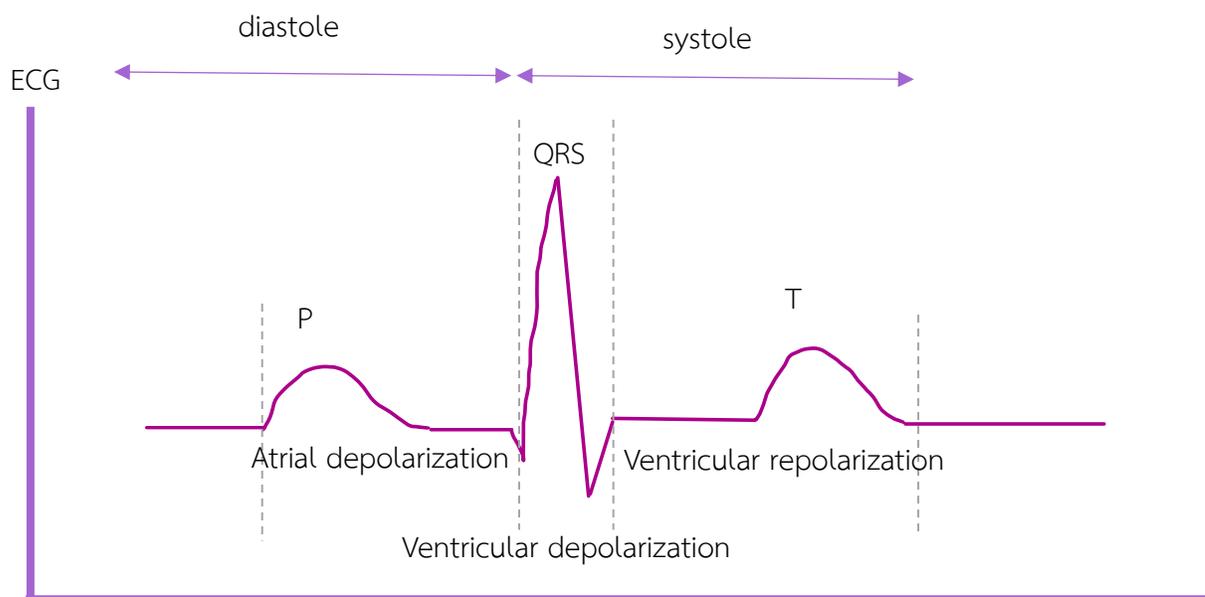


ภาพที่ 3.3 กายวิภาคหัวใจมนุษย์

ที่มา: Weinhaus A.J, 2024, p.51-77

การบีบตัวของหัวใจ (cardiac cycle phase)

กล้ามเนื้อหัวใจทำงานบีบตัวเป็นจังหวะตามปกติ ควบคุมโดยการส่งกระแสเป็นลำดับจากหัวใจห้องบนไปสู่หัวใจห้องล่าง เริ่มจาก Sinoatrial (SA) node กระตุ้นเกิด Atrial depolarization ส่งกระแสไปยัง ventricle ทำให้เกิด depolarization กล้ามเนื้อหัวใจบีบตัว (systole) คลื่นไฟฟ้าหัวใจจะตรงกับตำแหน่ง QT interval หลังจากการเกิด depolarization แล้ว กล้ามเนื้อหัวใจจะเกิด repolarization เข้าสู่ระยะคลายตัว (diastole) คลื่นไฟฟ้าหัวใจคือตำแหน่งสิ้นสุด T wave ไปจนถึงก่อนเริ่ม QRS ช่วงเวลาที่กระแสส่งไปยังกล้ามเนื้อก่อนที่กล้ามเนื้อหัวใจหดตัว มีความแตกต่างกัน เรียกว่า electro-mechanical coupling หรือ excitation-contraction phase ระยะกล้ามเนื้อหัวใจหดตัว และลำดับการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ บันทึกได้เป็นกราฟดังภาพที่ 3.4 และสรุปดังตารางที่ 3.3 และ 3.4



ภาพที่ 3.4 คลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ตารางที่ 3.3 เหตุการณ์ระยะ diastole

isovolumetric relaxation

เกิดตามหลัง T wave

ทุกลิ้นหัวใจปิด

LV pressure ลดต่ำกว่า LA pressure

rapid ventricular filling

ลิ้น aortic เปิด

เลือดราว 70% ไหลเข้าหัวใจในช่วงนี้

slow filling phase: end-diastole

เกิดตามหลัง P wave

เลือดส่วนที่เหลือไหลเข้าสู่ ventricle

ตารางที่ 3.4 เหตุการณ์ระยะ systole

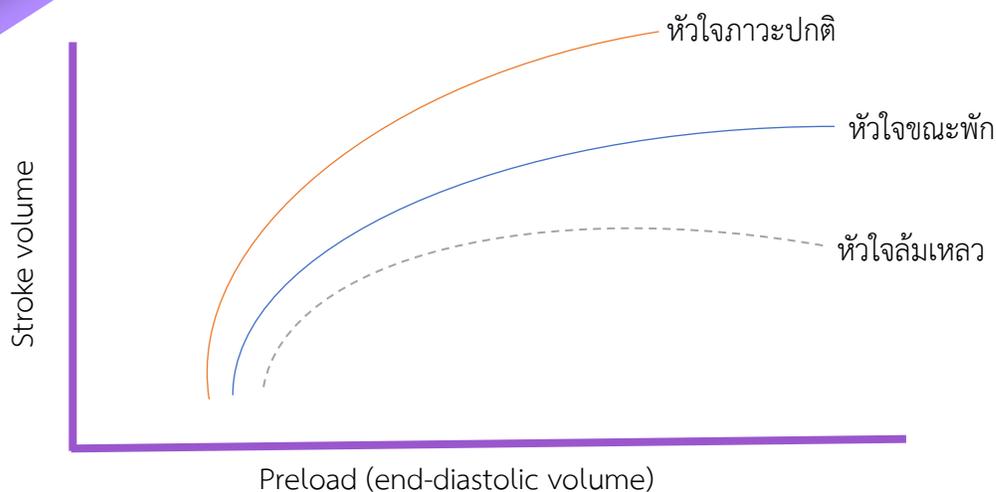
isovolumetric phase
เกิดตามหลัง QRS ทุกลิ้นหัวใจปิด การใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อหัวใจส่วนใหญ่ เกิดในช่วงนี้
rapid ventricular ejection
ลิ้น aortic เปิด เกิดช่วง ST segment 2 ใน 3 ของเลือดสูบฉีดออกจากหัวใจ
reduced ventricular ejection
เกิดช่วง T wave atrial เกิด diastole

3.1.3 ตัวแปรสำคัญในการประเมิน cardiac output

1) การวัด preload

Preload หมายความว่าถึงแรงหรือความดัน (pressure) ที่เกิดเมื่อกลิ้ามเนื้อของหัวใจมีการยืดออกเมื่อสิ้นสุดระยะ diastole เพื่อรับปริมาตรเลือด นั่นคือความดันที่เกิดจากปริมาตรเลือดทั้งหมดที่มีอยู่ในห้องหัวใจ ventricle ในระยะสิ้นสุด diastole ร่างกายขนส่งไปในเลือด ดังนั้นหากต้องการวัดออกซิเจนที่ส่งไปยังเซลล์ ก็จำเป็นต้องวัดปริมาตรเลือด แต่ในทางคลินิกการวัดปริมาตรเลือดทำได้ยาก จึงอนุมานว่า preload คือ “ความดัน” ที่กระทำใน ventricle เมื่อ “ปริมาตรเลือด” เพิ่มขึ้น ความดันที่ได้จะเพิ่มขึ้นวัดได้โดยการวัด central venous pressure (CVP) และ right atrial pressure (RAP) ใช้สำหรับประเมิน ventricle ข้างขวา ส่วนการวัด pulmonary artery occlusion pressure (PAOP) หรือ wedge pressure และ left atrial pressure (LAP) สำหรับประเมิน ventricle ข้างซ้าย

แม้ว่าความดัน ปริมาตรมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่คาดการณ์ได้ และการเปลี่ยนแปลงปริมาตรจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความดันในทิศทางเดียวกัน แต่ร่างกายมนุษย์ยังมีผนังหลอดเลือดที่สามารถหดตัวหรือขยายตัวได้ที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อแรงต้านทานและแรงดัน อธิบายได้จาก Frank-Starling's law เมื่อปริมาตรเลือดหรือแรงที่ทำให้กล้ามเนื้อหัวใจยืดขยายสุดที่ระยะ end of diastole มีค่ามากขึ้น การหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจหลังยืดขยายเพื่อบีบไล่ปริมาตรเลือดออกจากหัวใจไปสู่ร่างกายจะยิ่งมากขึ้น ความสัมพันธ์ความดันและปริมาตร นำมาเขียนกราฟ แสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ความสัมพันธ์ปริมาตรเลือดและความดันตามหลัก Frank-Starling's

นอกจากการวัด preload โดยวัดความดันแล้ว มีตัวอย่างการวัด preload โดยวัดปริมาตรเลือด (volumetric parameter) เช่น right ventricular end-diastolic volume (RVEDV) และ left ventricular end-diastolic volume (LVEDV) เป็นต้น

ความสัมพันธ์ของปริมาตรและความดันในช่วง end-diastole ขึ้นกับความสามารถในการหดหรือคลายตัวของกล้ามเนื้อผนังหัวใจ เมื่อเขียนเป็นกราฟ (ดังภาพที่ 3.5) จะพบลักษณะกึ่งเส้นโค้ง ในช่วงแรกที่ ventricle ห่อขยายยังขยายตัวไม่เต็มที่ การเพิ่มปริมาตรเลือดจำนวนมากทำให้ความดันในหัวใจเกิดการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตาม แต่เมื่อปริมาตรเลือดเพิ่มจนเต็ม ventricle ซึ่งขยายตัวเพิ่มได้อีกไม่มาก ความดันในหัวใจจะสูงขึ้นอย่างมาก กรณีที่หัวใจมีการหดตัวคลายตัวกล้ามเนื้อได้ไม่ดี การเพิ่มปริมาตรเลือดเพียงเล็กน้อย อาจทำให้ความดันในหัวใจสูงขึ้น หัวใจที่ปกติ จะมีการหดตัวคลายตัวกล้ามเนื้อดี นั่นคือสามารถรับปริมาตรเลือดได้มากโดยที่ความดันในหัวใจสูงขึ้นเล็กน้อย

2) การวัด afterload

Afterload สามารถประเมินได้ในช่วงที่กล้ามเนื้อหัวใจบีบเลือดออกจากหัวใจในช่วง systole โดยทั่วไป afterload จะหมายถึง แรงที่ ventricle ต้องใช้เพื่อบีบเลือดออกไป จะมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยอื่น เช่น ปริมาตรเลือดในห้องหัวใจ ความหนาของผนังหัวใจ ventricle, ความต้านทาน, impedance [ความต้านทานภายในหลอดเลือดเนื่องจากเลือดไหลในร่างกายไม่คงที่ เพราะลักษณะการไหลเวียนเลือดเป็นแบบจังหวะ pulsatile flow] เราวัดความต้านทานในหลอดเลือด หรือ systemic vascular resistance (SVR) เพื่อประเมิน LV afterload และวัดความต้านทานในหลอดเลือดแดงปอด หรือ pulmonary vascular resistance (PVR) เพื่อประเมิน RV afterload ความสัมพันธ์ของ afterload เป็นลักษณะส่วนกลับของ SV เมื่อ afterload (หมายถึง resistance) เพิ่มขึ้น SV จะลดลง

3) การวัด contractility

การหัดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ ไม่ได้ขึ้นกับ preload หรือ afterload เพียงเท่านั้น เส้นใยกล้ามเนื้อหัวใจ มีคุณสมบัติเฉพาะในด้านความสามารถหดตัวและคลายตัว ดังนั้น ในการประเมิน contractility จะประเมินจากทั้ง preload และ afterload ค่าปกติแสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ค่าปกติ preload และ afterload

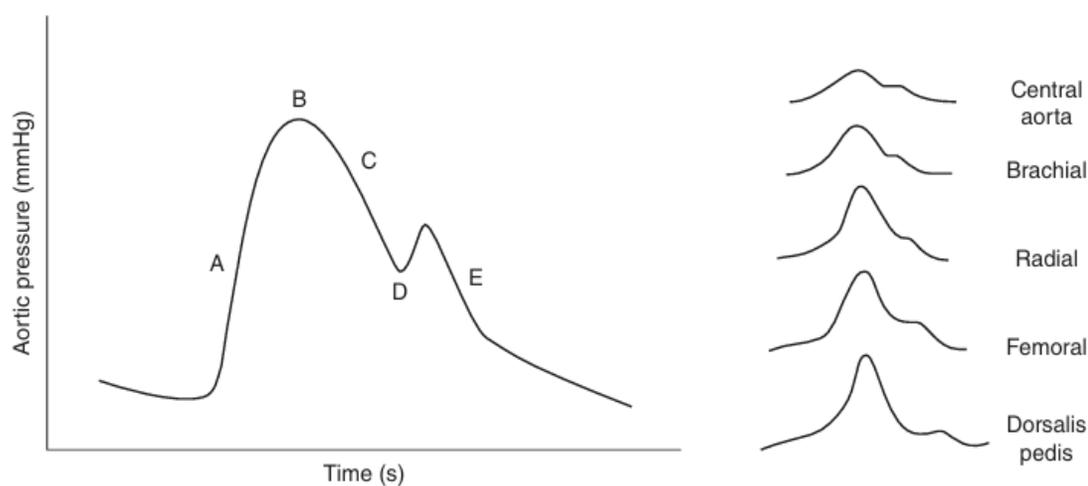
preload
RAP or CVP; 2-6 mmHg
PAOP or LAP; 6-12 mmHg
RVEDV; 100-160 mL
afterload
PVR; $< 250 \text{ dynes-sec/cm}^3$ = $80 \times (\text{MPAP} - \text{PAOP})/\text{CO}$
SVR; $800\text{-}1200 \text{ dynes-sec/cm}^3$ = $80 \times (\text{MAP-RAP})/\text{CO}$

3.1.4 ลักษณะ waveform ของความดัน

การวัดความดันโลหิตเป็นการติดตามสัญญาณชีพพื้นฐานที่นิยมใช้ในการดูแลผู้ป่วย โดยมีการใช้ชุดเครื่องมือใช้ตรวจวัดความดันในหลอดเลือดหรืออวัยวะอื่น เช่น CVP, arterial pressure, ICP จากนั้นเปลี่ยนไปสู่สัญญาณไฟฟ้าที่แสดงผลผ่านหน้าจอข้างเตียงผู้ป่วย ทั้งรูปแบบ waveform และรูปแบบตัวเลข

1) ความดันหลอดเลือดแดง (arterial pressure)

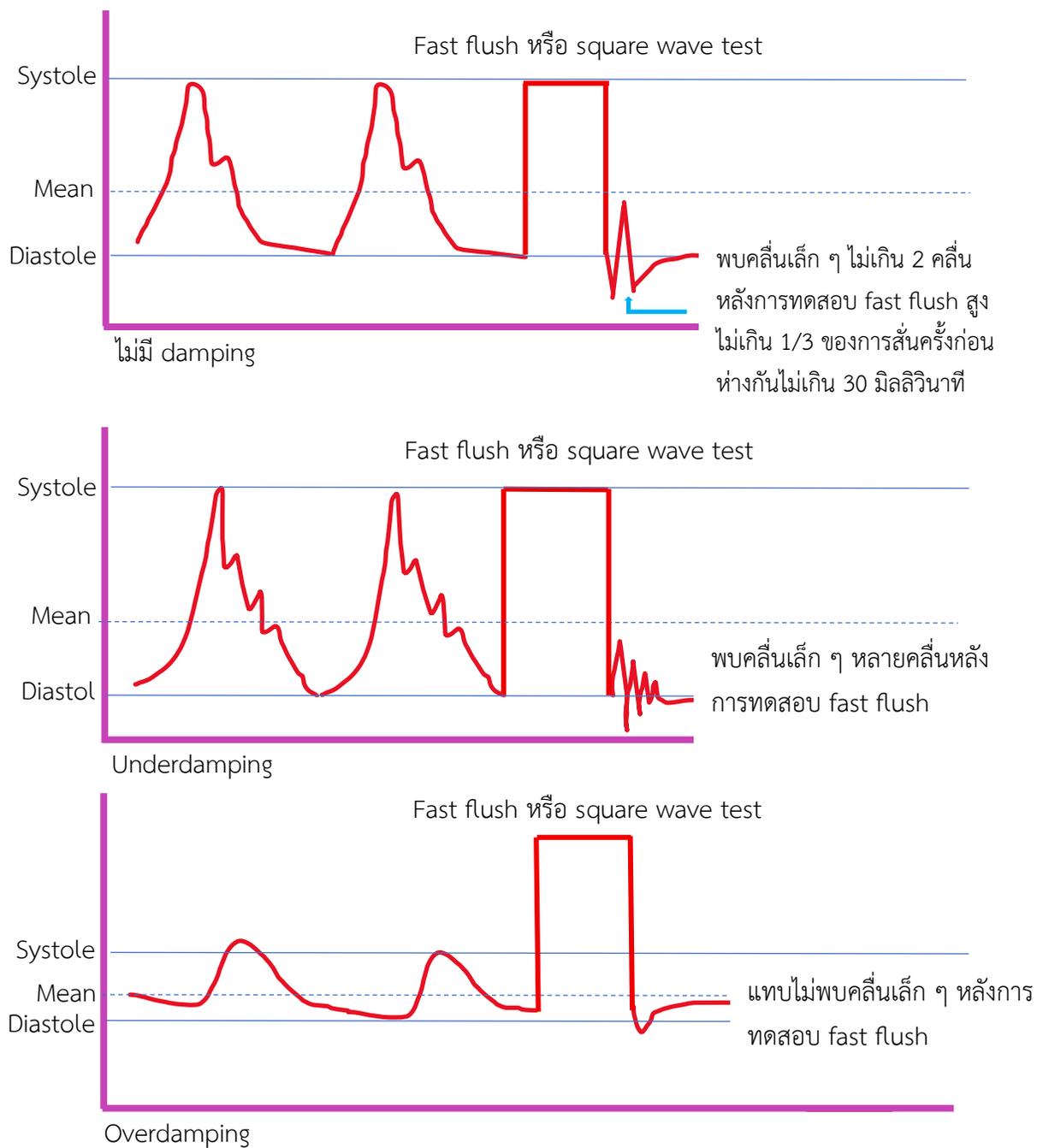
เป็นการวัดความดันที่นิยมใช้ในหอผู้ป่วยวิกฤต หรือในผู้ป่วยภาวะวิกฤตที่ต้องติดตามความดันอย่างต่อเนื่อง โดยวัดความดันในหลอดเลือดแดง (arterial pressure) หรือเรียกว่าวัดความดันจาก a-line สามารถวัดได้จากส่วนต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ หลอดเลือดแดงส่วนปลาย เช่น radial หรือ brachial และหลอดเลือดแดงส่วนกลาง เช่น femoral เป็นต้น ความดันที่เกิดขึ้นต่อเนื่องในหลอดเลือดแดงส่งผ่านแรงดันไปยังหลอดขนาดเล็กที่หล่อน้ำไว้และต่อกับตัวแปลงสัญญาณ (transducer) ที่ส่วนปลาย ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนความดันเป็นสัญญาณและแสดงในรูปแบบคลื่นความดัน (waveform) มียอดคลื่นสูงและต่ำสลับกันในแต่ละจังหวะการเต้นของหัวใจ กราฟลักษณะของ waveform จะแตกต่างกันไปในแต่ละตำแหน่งที่ catheter สวนหลอดเลือด ดังแสดงในภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ลักษณะของ waveform เมื่อสวนหลอดเลือดแดงบริเวณต่างกัน

ที่มา: Gorny DA, 1993, p.66-80

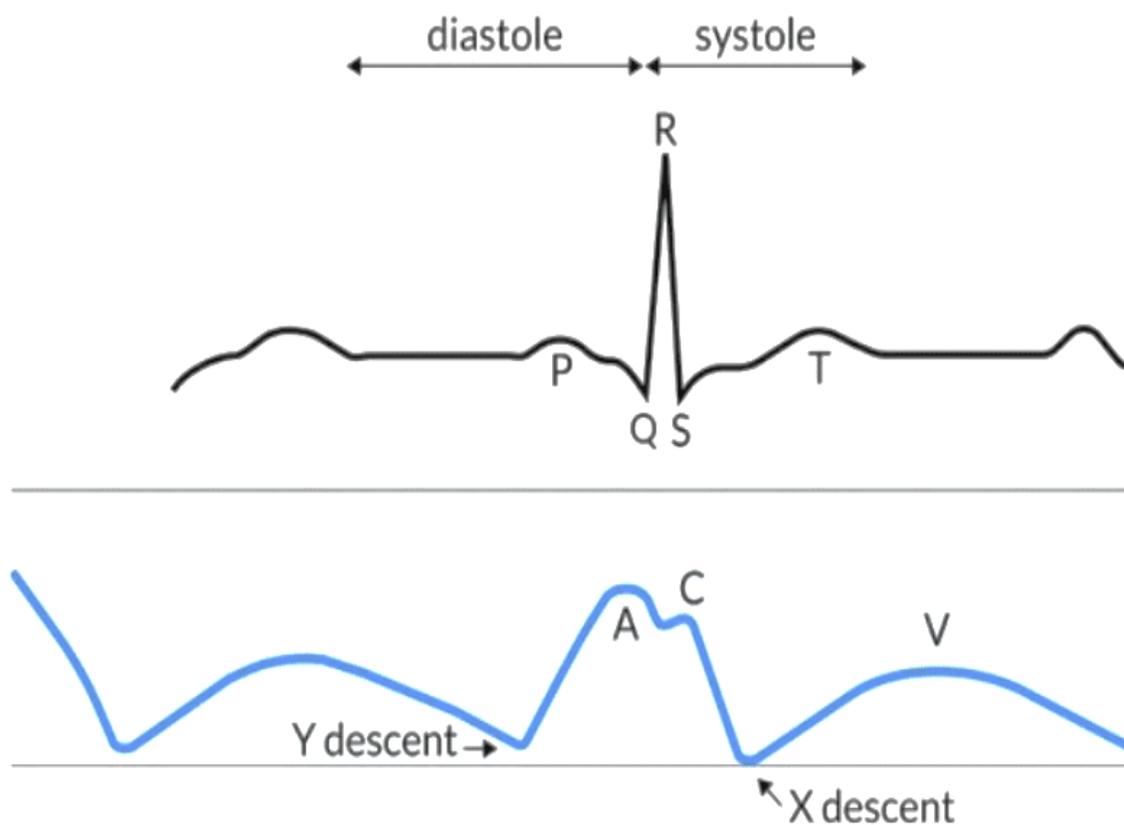
ภายในหลอดเลือดในขณะที่เลือดไหล จะเกิดแรงหน่วงจากความต้านทาน และเกิดการสั่นพ้อง ภายใน ค่าสัมประสิทธิ์ความหน่วง (damping coefficient) และการสั่นพ้อง (resonance frequency) ในหลอดเลือดส่งผลต่อลักษณะ waveform ดังนั้นก่อนทำการอ่านค่าความดันจาก a-line ต้องมีการตรวจสอบ overdamping และ underdamping ซึ่งหากมี overdamping หรือมีความต้านทานส่วนเกินในระบบ แรงดันที่ส่งผ่านลดลง จึงอ่านค่าความดันได้ต่ำกว่าเป็นจริง ในทางกลับกันหากมี underdamping เกิดเมื่อความต้านทานในระบบลดลง แรงดันที่ส่งสัญญาณมาสูงขึ้น จึงอ่านค่าความดันได้สูงกว่าเป็นจริง ในขณะที่ MAP (mean arterial pressure) ใกล้เคียงกันไม่ว่าจะมี damping หรือไม่ ในทางคลินิก หากกล่าววาระบบมี damping จะหมายถึง overdamping การเกิด damping รูปแบบต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 แสดง waveform damping ลักษณะต่าง ๆ

2) ความดันหลอดเลือดดำส่วนกลาง (CVP: central venous pressure)

เป็นความดันเลือดที่วัดได้บริเวณหลอดเลือดดำ superior vena cave ก่อนที่เลือดจะไหลกลับหัวใจห้อง RA หรือ CVP ก็คือความดันในหัวใจห้องขวานั้นเอง โดยวัดความดันในช่วงหายใจออกสุด ซึ่งเป็นช่วงที่ความดันในช่องอกกระทำต่อหัวใจต่ำสุด หรือหากวัดจาก waveform จะวัดที่จุด A-C จะได้ความดัน diastole ก่อนที่หัวใจจะบีบตัว หรือ end-diastolic pressure ลักษณะ waveform ของ CVP แสดงเป็นกราฟดังภาพที่ 3.8

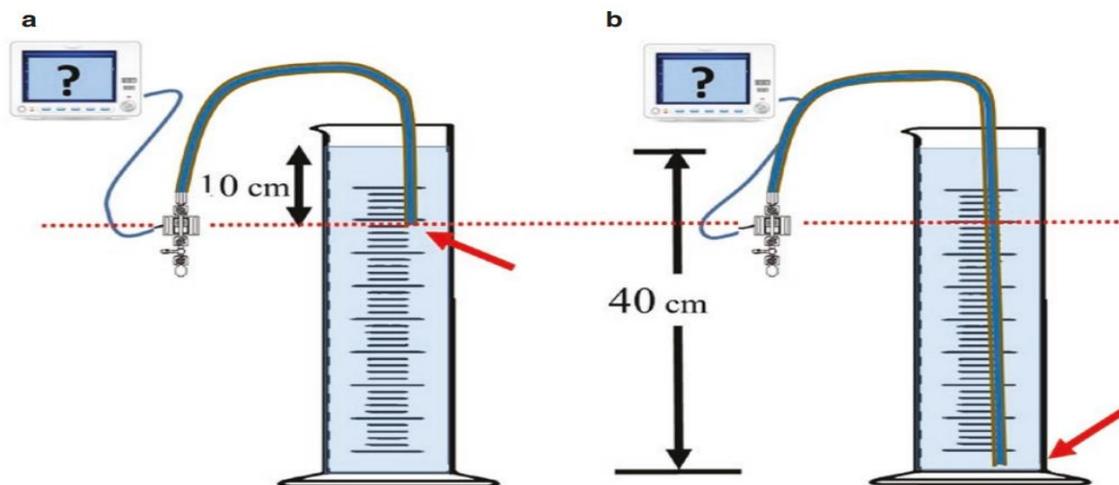


ภาพที่ 3.8 waveform ของความดัน CVP

ที่มา: Bootsma I.T, 2022, p.5-15

3) ความดันหลอดเลือดแดงปอด (PAP: pulmonary artery pressure)

การไหลเวียนโลหิตในร่างกายมนุษย์เป็นการไหลเวียนระบบปิด ดังนั้นปริมาตรเลือดที่ไหลออกจากหัวใจในช่วงเวลาหนึ่ง ก็จะเท่ากับปริมาตรเลือดที่ไหลกลับเข้าหัวใจในเวลาเดียวกัน หรือความดันที่วัดในหัวใจห้องขวาก็ควรจะสามารถใช้ประเมินความดันหรือการทำงานของหัวใจห้องซ้ายได้เช่นกัน สภาวะปกติหัวใจเราวางอยู่ในทรวงอก มีแรงดันจากผนังอก แรงดันอากาศในถุงลมปอดมากกระทำต่อหัวใจ ทำให้



ภาพที่ 3.10 แสดงปลายสายสวนอยู่ระดับต่างกัน ที่มีจุดอ้างอิงระดับเดียวกัน

ที่มา: Magder S.2021, p.319-336

3.2 ขั้นตอนการติดตามการไหลเวียนโลหิต

การปฏิบัติงานในคู่มือนี้ ผู้เขียนได้อธิบายโดยใช้ผังกระบวนการงาน (flowchart) นำมาทำเป็นแผนภูมิ (workflow) ในการอธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน โดยใช้สัญลักษณ์ในผังการปฏิบัติงาน ดังภาพที่ 3.11

สัญลักษณ์	ความหมาย
	จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของกระบวนการ
	การกระทำ กิจกรรมและการปฏิบัติ
	การตัดสินใจ
	ทิศทางการทำงาน
	จุดเชื่อมต่อผังงานคนละหน้ากระดาษ

ภาพที่ 3.11 สัญลักษณ์ flowchart ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

เมื่อผู้ปฏิบัติงานมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการไหลเวียนโลหิตแล้ว การจะดูแลรักษาผู้ป่วยที่ต้องมีการติดตามการไหลเวียนโลหิตอย่างต่อเนื่อง ต้องใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีให้สอดคล้อง เหมาะสมกับประเภทของการวัดหรือติดตามการไหลเวียนโลหิตนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริง ส่งผลต่อการตรวจรักษา ถูกต้องมีคุณภาพ อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ สายสวนหลอดเลือดสำหรับวัดความดันในหลอดเลือดแดง (arterial catheter) หลอดเลือดดำส่วนกลาง (central venous catheter: CVC) หลอดเลือดแดงปอดและความดันหัวใจ (pulmonary artery catheter: PAC) ชุดอุปกรณ์วัดความดันเลือดจากปลายนิ้ว (ClearSight system) และหน่วยจอภาพแสดงผลการวัดความดัน มีขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาประวัติของผู้ป่วย โดยเฉพาะข้อบ่งชี้และข้อห้ามในการทำหัตถการ

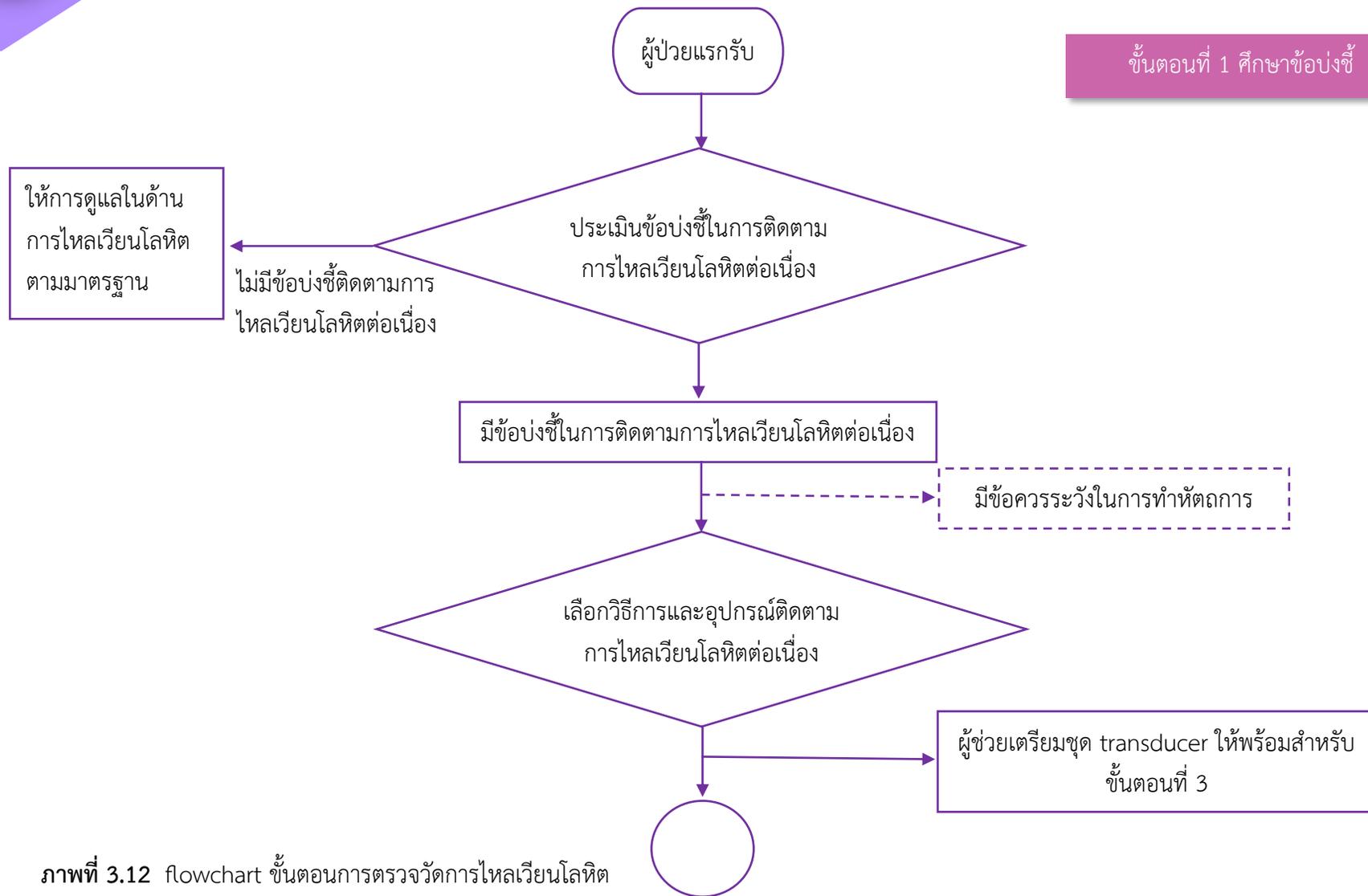
ขั้นตอนที่ 2 การเลือกใช้และตรวจสอบอุปกรณ์สำหรับติดตามการไหลเวียนโลหิต

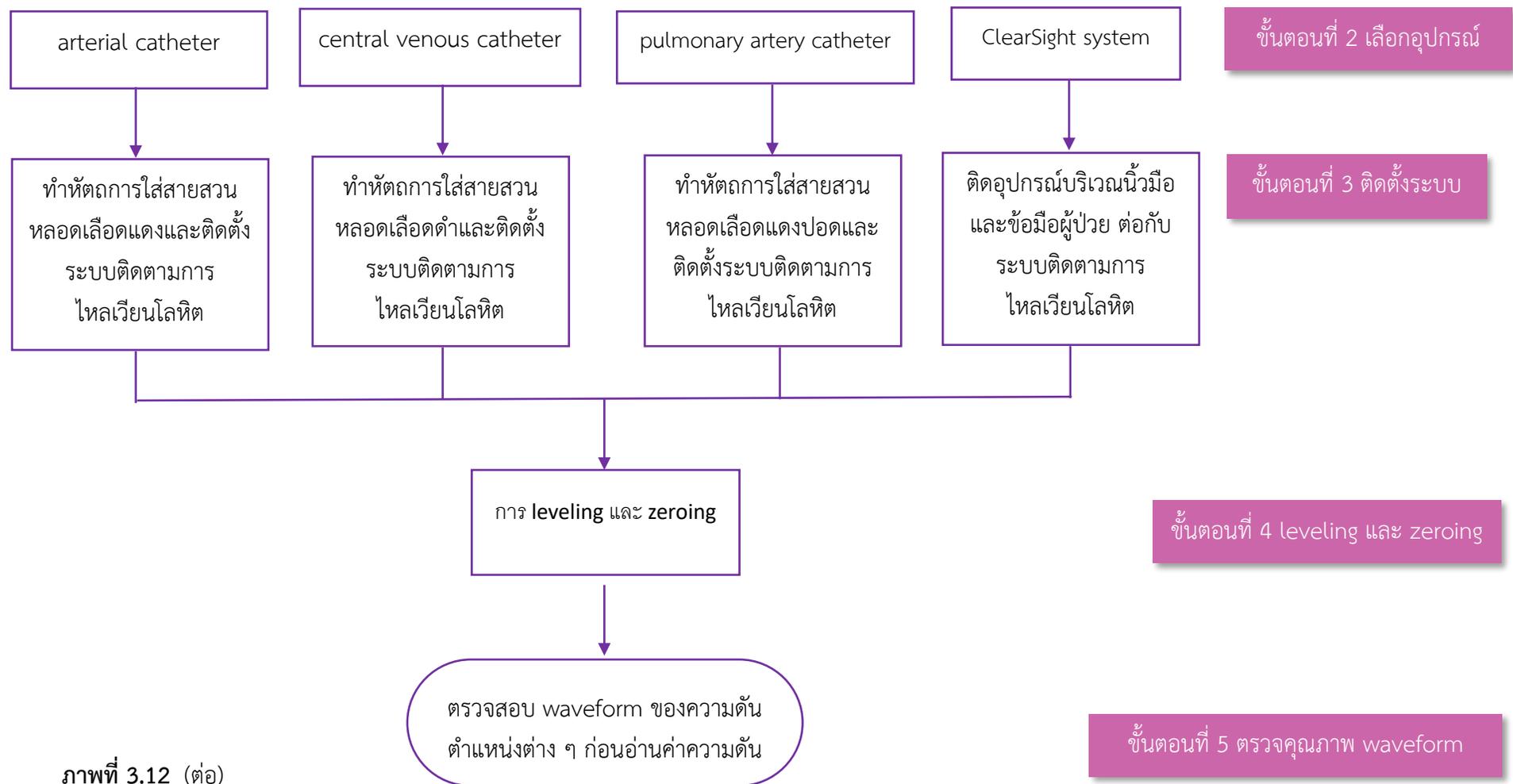
ขั้นตอนที่ 3 การประกอบอุปกรณ์เพื่อติดตามการไหลเวียนโลหิต

ขั้นตอนที่ 4 การ leveling และ zeroing

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพและรูปแบบคลื่นความดัน (waveform)

ขั้นตอนการปฏิบัติ แสดงเป็นผังกระบวนการงาน (flow chart) ดังรูปภาพที่ 3.12





ภาพที่ 3.12 (ต่อ)

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาประวัติของผู้ป่วย ข้อบ่งชี้ ข้อห้าม และข้อควรระวังในการทำหัตถการ

การประเมินการไหลเวียนโลหิต โดยเฉพาะเลือดที่สูบฉีดจากหัวใจ ไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ไม่เพียงแต่เป็นเป้าหมายสำคัญของการดูแลผู้ป่วยภาวะวิกฤต แต่การส่งเลือดจากหัวใจไปเลี้ยงอวัยวะอย่างเพียงพอ ยังเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ในการดูแลผู้ป่วย ทั้งการวินิจฉัยภาวะช็อก การให้ยารักษา ข้อบ่งชี้และข้อควรระวังในการทำหัตถการสำหรับติดตามการไหลเวียนโลหิต หลัก ๆ คือผู้ป่วยรายนั้น ต้องมีการประเมินการทำงานของหัวใจ หรือ cardiac output ผู้ป่วยเหล่านั้น ได้แก่

- 1) ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตต่ำหรือมีภาวะช็อกที่ยังไม่ได้รับการวินิจฉัยแยกประเภท
- 2) ผู้ป่วยที่ได้รับยากระตุ้นความดัน หรือยากระตุ้นการบีบตัว คลายตัวของหัวใจ
- 3) ผู้ป่วยที่มีการไหลเวียนโลหิตไม่คงที่ มีความเสี่ยงที่จะเกิดหรือตรวจพบความไม่สมดุลของการใช้ออกซิเจนและออกซิเจนที่ได้รับหรือขาดออกซิเจน โดยพบจากการตรวจร่างกายหรือตรวจเลือด
- 4) ผู้ป่วยที่ต้องได้รับการประเมินการทำงานของหัวใจหลังการผ่าตัด การกู้ชีพ เป็นต้น

ผู้ป่วยที่รักษาตัวในหอผู้ป่วยวิกฤต (intensive care unit: ICU) ควรต้องมีการติดตามการไหลเวียนโลหิตและสัญญาณชีพอย่างต่อเนื่องทุกราย แต่อาจไม่จำเป็นต้องติดตามอย่างรุดล้าเสมอไป หากยังมีสัญญาณชีพคงที่ในระดับดีตลอด อาจทำเพียงตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจและระดับออกซิเจน (pulse oximetry: SpO₂) ต่อเนื่อง วัดความดันโลหิตเป็นระยะก็เพียงพอ

การติดตามการไหลเวียนโลหิตหรือก็คือการทำงานของหัวใจ อาจมีการใส่สายสวนหลอดเลือดแดงหรือหลอดเลือดดำ จัดเป็นการทำหัตถการซึ่งมีความเสี่ยงตามธรรมชาติของหัตถการแต่ละชนิด เช่น ทำให้เกิดความเจ็บปวดบริเวณที่ใส่สายสวน ภาวะเลือดออก ติดเชื้อผิวหนังหรือติดเชื้อในกระแสเลือด อุณหภูมิแห่งทะลุหลอดเลือดส่วนอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการตรวจรักษา หรือการที่อุปกรณ์โดยเฉพาะลวดนำทางหลุดเข้าไปในร่างกาย เหล่านี้เป็นต้น ผู้ทำหัตถการและผู้ปฏิบัติงาน ต้องระมัดระวังข้อห้ามบางอย่าง เช่น ผู้ป่วยภาวะการแข็งตัวของเลือดผิดปกติ มีลิ้มเลือดหรือหลอดเลือดดำอุดตันบริเวณที่จะใส่สายสวน เป็นต้น

การใส่สายสวนหลอดเลือดแดงปอด (pulmonary artery catheter: PAC) ใช้ในการประเมินผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจล้มเหลวข้างขวา หรือความดันหลอดเลือดแดงปอดสูง จัดเป็นหัตถการที่รุดล้ามีความซับซ้อนและต้องอาศัยความเชี่ยวชาญของแพทย์ผู้ทำหัตถการ ประโยชน์ของการใส่สายสวน PAC ให้ข้อมูลสำคัญต่อการรักษา สามารถวัดความดันหัวใจด้านซ้ายและขวา นำเลือดไปตรวจประเมินออกซิเจน รวมทั้งวัด CO ด้วยเทคนิค dilution ทั้ง indicator และ thermodilution แต่การสวนหัวใจและการวัดค่าต่าง ๆ อาจทำให้เกิดหัวใจเต้นผิดจังหวะ ปอดขาดเลือด หรือลมรั่วในหลอดเลือดจนเกิดหลอดเลือดปอดอุดตัน จึงต้องระมัดระวังในทุกขั้นตอนการตรวจและติดตามหลังการทำหัตถการ

ก่อนการทำหัตถการทุกครั้ง ต้องแจ้งข้อมูลแก่ผู้ป่วย ญาติ หรือผู้แทนโดยชอบธรรม ให้ทราบถึงความจำเป็น ข้อบ่งชี้ ภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำหัตถการเหล่านี้เสมอ

ขั้นตอนที่ 2 การเลือกใช้และตรวจสอบอุปกรณ์สำหรับติดตามการไหลเวียนโลหิต

อุปกรณ์สำหรับการติดตามการไหลเวียนโลหิตมีหลากหลายชนิดและประเภทขึ้นอยู่กับสถานะของผู้ป่วย ความดันที่จะทำการวัด การแปลผลประกอบการรักษา ข้อบ่งชี้ ข้อควรระวังในผู้ป่วยแต่ละราย อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้บ่อยใน ICU มีทั้งชนิดที่ไม่รุกล้ำ เช่น อัลตราซาวด์หัวใจและหลอดเลือด ClearSight อุปกรณ์ชนิดรุกล้ำ เช่น สายสวนหลอดเลือดดำ หลอดเลือดแดง หลอดเลือดแดงปอด และอุปกรณ์อื่นอีกหลายชนิดที่ยังคงพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องไม่อาจกล่าวรายละเอียดได้ทั้งหมด

สายสวนหลอดเลือด นิยมแทงสายสวนผ่านลวดนำทาง หรือวิธี Seldinger's (catheter-over-guidewire) technique นับเป็นวิธีที่นิยมใช้ แพทย์มีความเชี่ยวชาญและคุ้นเคยเป็นส่วนใหญ่ ตำแหน่งที่เลือกใช้ มีดังนี้

- 1) arterial catheter หรือเรียกอย่างคุ้นเคยว่า a-line นิยมเลือกหลอดเลือดแดง radial ที่อยู่บริเวณข้อมือ มีข้อควรระวังคือ ก่อนการทำ a-line ที่ radial ต้องตรวจสอบว่าหลอดเลือดแดง ulnar ไม่มีการอุดตัน โดยวิธีการทำ Allen's test คือกำมือ หรือให้ผู้ป่วยกำมือให้แน่น ใช้นิ้วผู้ตรวจกดบริเวณข้อมือตรงชีพจร radial และ ulnar ให้ผู้ป่วยคลายมือที่กำไว้ แล้วค่อย ๆ คลายนิ้วผู้ตรวจจากชีพจรที่กดไว้ทีละหลอดเลือด หากมือผู้ป่วยมีเลือดมาเลี้ยงได้ปกติ จะพบฝ่ามือเป็นสีอมชมพูอย่างรวดเร็วเมื่อกลายนิ้วจากชีพจร เรียกว่า positive Allen's test แต่หากหลอดเลือดมีการอุดตัน ฝ่ามือผู้ป่วยอาจมีสีซีดหรือเปลี่ยนสีอมชมพูอย่างช้า ๆ เมื่อกลายแรงกด เรียกว่า negative Allen's test ให้ผู้ทำหัตถการระมัดระวังในการแทงหลอดเลือดหรือเลือกใช้หลอดเลือดแดงบริเวณอื่น หลอดเลือดที่ใช้ติดตามความดันหลอดเลือดแดง ได้แก่
 - 1.1) radial artery อยู่บริเวณข้อมือ เป็นบริเวณที่อยู่ตื้น สามารถคลำชีพจรได้ชัดเจน เลือกใช้เข็ม medicut เบอร์ 20 หรือเล็กกว่าได้ตามความเหมาะสมของขนาดหลอดเลือดแดงในผู้ป่วยแต่ละราย แขนงเข็มทำมุม 45 องศา สังเกตเลือดแดงที่ไหลเข้ามาในกระบอกเข็ม แล้วจึงค่อย ๆ สวนปลอกเข็มพลาสติกเข้าไปในหลอดเลือดแดงอย่างระมัดระวัง
 - 1.2) brachial artery หากหลอดเลือดแดงบริเวณข้อมือของผู้ป่วยมีขนาดเล็ก อาจเลือกใช้บริเวณข้อพับแขน หลอดเลือดนี้อยู่ทางท้องแขน ก่อนที่จะแยกแขนงออกเป็น radial และ ulnar ไปเลี้ยงแขนส่วนปลาย การเลือกใช้หลอดเลือดนี้ไม่นิยมนักเพราะโอกาสเกิดแขนขาดเลือดได้ เนื่องจากเลือดไปเลี้ยงปลายแขนไม่เพียงพอ หากเลือกใช้สามารถแทงบริเวณที่คลำชีพจรได้หรือใช้อัลตราซาวด์นำทางเมื่อหลอดเลือดอยู่ลึกจากผิวหนัง
 - 1.3) femoral artery เป็นหลอดเลือดที่มีขนาดใหญ่กว่าบริเวณอื่น สามารถคลำชีพจรได้บริเวณ 2-3 เซนติเมตรกลางหน้าขาต่ำกว่ารอยพับขาหนีบ บริเวณ

นี้คล้ำชีพจรได้ง่ายและสามารถหยุดเลือดได้ง่ายโดยการกดเมื่อเกิด
ภาวะแทรกซ้อนเลือดออก

- 1.4) dosalis pedis artery คล้ำได้บริเวณหลังเท้า ตำแหน่งคือด้านข้างต่อ
extensor hallucis longus tendon หรือคล้ำตรงบริเวณหลังเท้าโค้งนูน
ระหว่างนิ้วโป้งและนิ้วชี้เท้า หลอดเลือดนี้มีขนาดเล็ก วางสายสวนยาก และ
ต้องระวังในผู้ป่วยที่มีโรคเสี่ยงต่อหลอดเลือดแดงอุดตัน เช่น ผู้ป่วยเบาหวาน
สูบบุหรี่ เป็นต้น



ภาพที่ 3.13 อุปกรณ์การทำ a-line

- 2) central venous catheter (CVC) เป็นสายสวนหลอดเลือดดำ เลือการทำหัตถการบริเวณหลอดเลือดดำ internal jugular, subclavian และ femoral ภายใต้การนำของหลอดเลือดแต่ละตำแหน่งมีความแตกต่างกันดังนี้

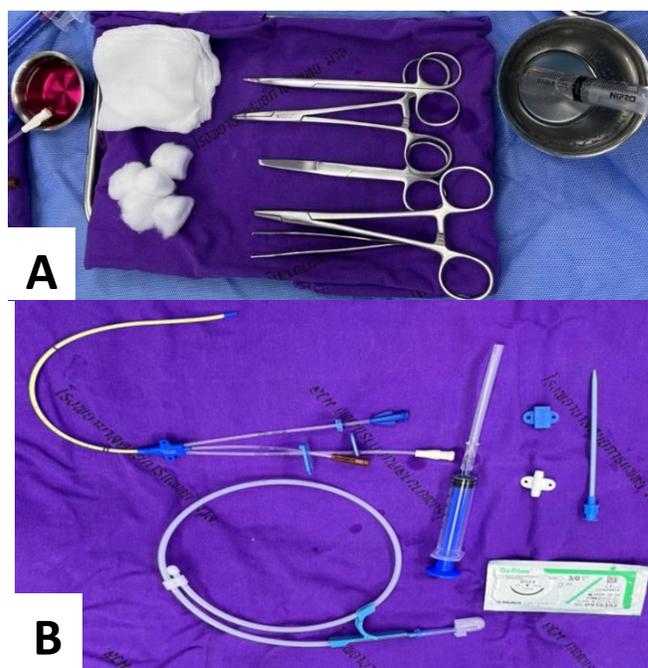
- 2.1) internal jugular vein การใส่สายสวนบริเวณนี้ สามารถทำได้โดยใช้อัลตราซาวด์นำทาง หรือใช้กายวิภาค คือ หากเข้าบริเวณกลาง ที่ตำแหน่ง 1 เซนติเมตรเหนือต่อ head of sternocleidomastoid และ clavicle ทำการแทงโดยเอียงเข็มทำมุม 60 องศากับผิวหนัง ปลายเข็มชี้ไปทาง nipple ข้างเดียวกับที่ทำหัตถการ ซึ่งหลอดเลือดนี้จะอยู่ใต้ผิวหนังราว 3 เซนติเมตร หากเข้าทางด้านข้างหลอดเลือด เลือตำแหน่ง 2-3 ข้อมือ (finger breaths) เหนือต่อกระดูก clavicle ตรงขอบหลังกล้ามเนื้อ

sternocleidomastoid (SCM) ปลายเข็มที่แทงขึ้นไปยัง jugular notch ซึ่งหลอดเลือดจะอยู่ใต้ผิวหนังราว 4-5 เซนติเมตร

2.2) subclavian vein สามารถใส่สายสวนโดยการเลือกวิธีการแทงเข็มเข้าหาหลอดเลือดจากตำแหน่ง supraclavicular หรือ infraclavicular ก็ได้ หากเลือกเข้าทาง supraclavicular ทำได้โดยแทงบริเวณ 1 เซนติเมตรด้านข้างต่อ head of SCM และ 1 เซนติเมตรหลัง clavicle ให้เข็มทำมุม 45 องศา ในแนวขนานแนวกระดูก ปลายเข็มชี้ไปยัง nipple ด้านตรงข้าม หากเลือกวิธี infraclavicular ที่นิยมมากกว่า ทำได้โดยเลือกตำแหน่ง 1 finger breath ใต้ต่อกลาง clavicle เอียงเข็มทำมุม 45 องศา ปลายเข็มชี้เข้าหา sternal notch ซึ่งหลอดเลือดดำจะอยู่ใต้ชั้นผิวหนังราว 2-3 เซนติเมตร

2.3) femoral vein สามารถทำได้ปลอดภัย ไม่เสี่ยงต่อภาวะลมรั่วในปอดขณะแทงสายสวนหลอดเลือดเลือกตำแหน่งโดยคลำชีพจรที่ขาหนีบตรง femoral pulse แขนงบริเวณ 2-4 เซนติเมตรใต้รอยพับขาหนีบและเข้ามาด้านใน 1 เซนติเมตรข้างชีพจรที่คลำได้ เอียงเข็มทำมุม 45 องศา เข้าหาสะดือโดยที่ระมัดระวังหลอดเลือดแดง

อุปกรณ์สวนหลอดเลือดดำ แสดงดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 ภาพ A เตรียมอุปกรณ์สำหรับทำหัตถการสวนหลอดเลือดดำ
ภาพ B สายสวนหลอดเลือดดำและอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็น

- 3) pulmonary artery catheter (PAC) หรือรู้จักในชื่อเรียกว่า Swan-Ganz catheter ลักษณะเป็นสายสวน 4 ทางมีปลาย sensor วัดอุณหภูมิ สามารถวัดความดันได้ทั้ง CVP, RAP, PAP เลือดสวนหลอดเลือด internal jugular vein เข้าไปยัง SVC โดยสามารถตรวจสอบตำแหน่งปลายสายได้จากเครื่องหมายบอกระยะบนสายสวน การทำอัลตราซาวด์ การใช้เอ็กซเรย์ หรือการสังเกตคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เปลี่ยนไปเมื่อบอลลูนปลายสายเคลื่อนที่ไปตามหัวใจห้องต่าง ๆ
- 4) ClearSight เป็นอุปกรณ์และระบบที่ช่วยในการวัดความดันและแสดงผลแบบต่อเนื่อง ทำได้โดยประกอบอุปกรณ์บริเวณนิ้วมือและข้อมือของผู้ป่วยโดยไม่มีการเจาะหรือแทงสายสวน ใช้หลักการ volume clamp และ pulse contour analysis คืออุปกรณ์พันรอบนิ้วมือ มีแสง infrared และ light sensor วัดการเปลี่ยนแปลง volume ทำงานร่วมกับแรงกดเล็ก ๆ รอบนิ้วมือ ขนาดแรงเท่ากับความดันในแต่ละชีพจรที่เต้น แรงกดนี้สามารถเพิ่มหรือลดได้ตามการเปลี่ยนแปลงการไหลของเลือดโดยระบบจะทำการ recalibrate สมำเสมอ

ขั้นตอนที่ 3 การประกอบอุปกรณ์เพื่อติดตามการไหลเวียนโลหิต

การวัดความดันเป็นการติดตามการไหลเวียนโลหิตพื้นฐานที่นิยมใช้ในทางคลินิก โดยมีการใช้ชุดเครื่องมือ disposable pressure transducer (DPT) ซึ่งตรวจจับความดันในหลอดเลือดหรืออวัยวะอื่น เช่น CVP, Arterial pressure, ICP แล้วเปลี่ยนไปสู่สัญญาณไฟฟ้าที่แสดงผลผ่านหน้าจอข้างเตียงผู้ป่วยเป็น waveform และเป็นตัวเลข การประกอบระบบวัดความดัน ต้องล้างมือก่อนการประกอบ ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ประกอบที่ระบุ วันผลิตหรือหมดอายุของผลิตภัณฑ์ และข้อต่อต่าง ๆ ให้สวมกันได้พอดี จากนั้นจึงเริ่มขั้นตอนต่อไป ดังนี้

- 1) ล้างด้วย NSS ที่ผสม heparin โดยให้ถุงสารน้ำตั้งขึ้น เริ่มปล่อยน้ำให้ไหลไปตามสายน้ำเกลือไล่สารน้ำออกจากถุงน้ำเกลืออย่างน้อยเกือบครึ่งถุง
- 2) ประกอบถุงน้ำเกลือกับ infuser โดยไม่ต้อง inflate และแขวนถุงน้ำเกลือให้ปากถุงคว่ำลงและสูงจาก transducer ราว 60 เซนติเมตร
- 3) เพิ่มความดัน pressure bag ไปที่แรงดัน 300 mmHg
- 4) ปล่อยน้ำในสายไล่อากาศที่เหลือในสาย
- 5) เมื่อไม่มีฟองอากาศในสายแล้ว ให้ประกอบ vented caps ด้านที่มี stopcocks กับด้านที่เป็น non-vented caps
- 6) ต่อ non-disposable pressure cable เข้ากับ bedside monitor และอีกด้านของ bedside monitor ต่อเข้ากับ disposable pressure transducer

- 7) ต่อ system เข้ากับ arterial หรือ venous catheter จากนั้นดูดเลือดเพื่อให้แน่ใจว่า catheter อยู่ในหลอดเลือดอย่างเหมาะสม แล้วจึงปล่อยสารน้ำไล่อากาศที่เหลือ
- 8) ระดับ stopcock อยู่เหนือ TrueWave transducer [ที่ phlebostatic axis]
- 9) เปิด stopcock ให้สัมผัสอากาศเพื่อ zero pressure
- 10) ประกอบ pressure trace เข้ากับ bedside monitoring screen แล้วสำรวจ pressure scale, alarm setting, pressure label และ waveform

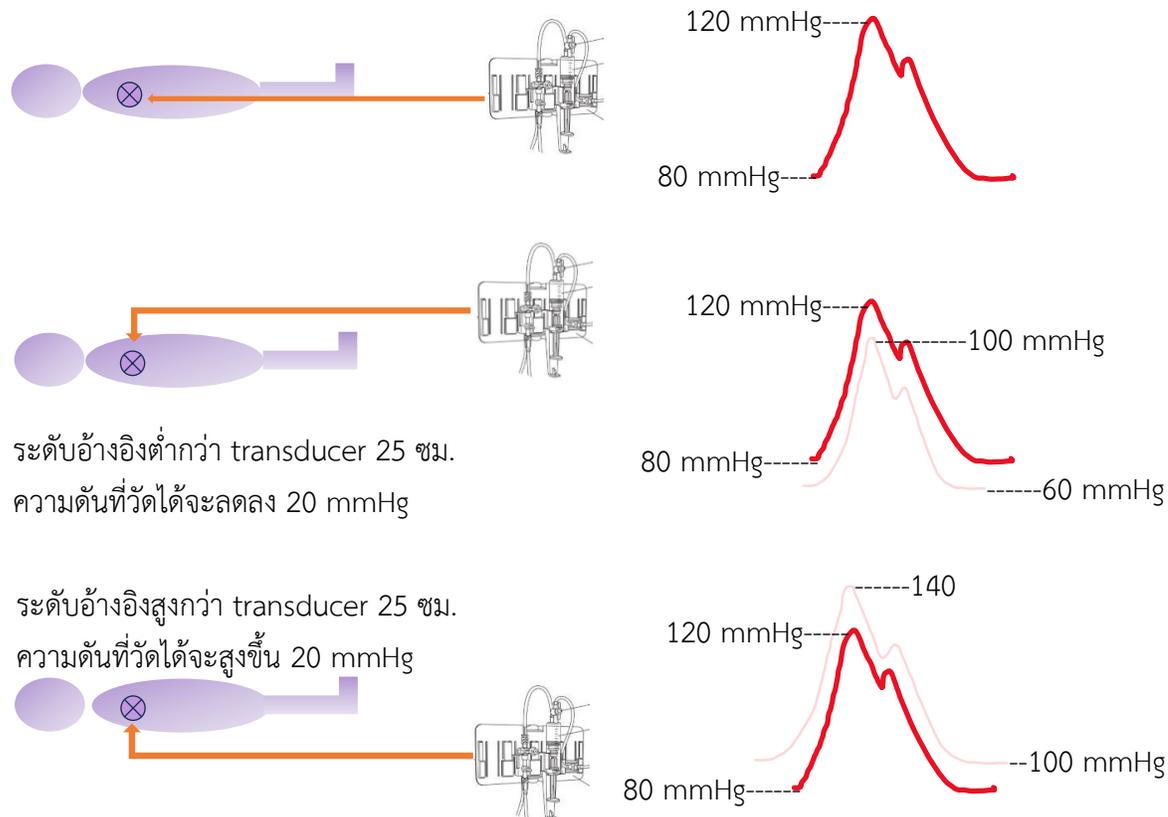
ขั้นตอนที่ 4 การ leveling และ zeroing

ระดับของ transducer stopcock (vent port) ต่อกับ pressure source เมื่อทำการวัดความดันหลอดเลือด จะอยู่ตรงกับระดับหัวใจ หรือ phlebostatic axis (เส้นสมมติ ลากตั้งฉากกับพื้นเตียงผู้ป่วยที่ช่องกระดูกซี่โครงที่ 4 ไปตัดยังจุดกึ่งกลางอก คือครึ่งหนึ่งของผนังอกในแนวด้านหน้าและหลัง) ณ จุดนี้จะลดแรง hydrostatic ของ pressure transducer ที่อาจรบกวนค่าความดันในหลอดเลือด

ความดันชั้นบรรยากาศส่งผลต่อความดันหลอดเลือดที่วัดได้ ดังนั้น transducer ต้องมีการลดผลของความดันชั้นบรรยากาศ นั่นคือการทำ zeroing ซึ่งทำที่ระดับ phlebostatic axis ที่ตำแหน่งนี้ ใช้อ้างอิงการวัดความดันทั้งในหัวใจและหลอดเลือดแดง การเปลี่ยนแปลงระดับศีรษะผู้ป่วยไม่เกิน 45 ถึง 60 องศา ในขณะที่ zeroing stopcock อยู่ในตำแหน่งเหมาะสม ความดันในหลอดเลือดเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในทางคลินิกการเปลี่ยนแปลงองศาหัวเตียงผู้ป่วยไม่เกิน 45 ถึง 60 องศา จึงไม่จำเป็นต้อง leveling อีกครั้ง วิธีการ ดังนี้

- 1) ใช้ระดับน้ำ หรือเลเซอร์เพื่อความแม่นยำในการหาจุด level
- 2) จากนั้น zeroing โดยให้ system ต่อกับชั้นบรรยากาศ คือการเปิด reference stopcock โดยเปิด non-vented cap ระวังให้ขั้นตอนนี้ปลอดเชื้อ จากนั้นหมุน stopcock ไปยังผู้ป่วย
- 3) waveform ที่ bedside monitor ในขณะที่ zeroing จะแสดงตัวเลข 0 mmHg จากนั้นหมุน stopcock ไปยัง vent port และปิด non-vented cap

ในขณะที่ใช้งาน pressure transducer system ควรสำรวจให้ระดับ Transducer อยู่ในระดับ phlebostatic axis เสมอ ทำการตรวจสอบระดับทุกครั้งเมื่อมีการปรับตำแหน่งหรือระดับเตียงผู้ป่วย และหมั่น zeroing transducer เป็นระยะ ตรวจสอบให้ pressure bag มีความดันคงที่ 300 mmHg น้ำเกลือใน system ไหลได้ดี เปลี่ยน flush bag volume เมื่อระดับน้ำลดลงเหลือน้อยกว่า 1 ใน 4 และตรวจสอบว่าน้ำเกลือใน system ไหลได้ดี ไม่มีฟองอากาศในระบบ รวมถึงข้อต่อ stopcock และ catheter ต่อกันพอดี ไม่พียงอ ทดสอบ square wave เป็นระยะ และเปลี่ยน system transducer, tubing และ flush solution เมื่อต้องติดตามสัญญาณชีพต่อเนื่องนาน ทุก 96 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.15 การเปลี่ยนแปลงค่าความดันเมื่อระดับ transducer เปลี่ยน เทียบกับ phlebostatic axis

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพและรูปแบบคลื่นความดัน (waveform)

การต่ออุปกรณ์วัดความดันเข้ากับระบบเพื่อติดตามการไหลเวียนโลหิต มีการประกอบท่อหรือสายที่หล่อ่น้ำภายในเข้ากับตัวแปลงสัญญาณ เมื่อปลายสายสวนที่อยู่ในหลอดเลือดรับแรงดันจากเลือดจะเกิดแรงส่งจากการไหลตามชีพจร โดยหลักการแรงนี้จะส่งต่อไปยังตัวแปลงสัญญาณและทำการแสดงค่าเป็นตัวเลขหรือคลื่นบนจอแสดงผล ในระหว่างที่แรงดันส่งผ่านนั้น จะเกิดแรงต้านในระบบ ความถี่การสั่นพ้องทำให้เกิดเป็นคลื่นรบกวน ซึ่งระบบอาจแสดงค่าผิดพลาดเนื่องจากคลื่นนี้ได้ จึงต้องมีการตรวจสอบคลื่นความดันที่แสดงบนจอภาพ ร่วมกับอาการของผู้ป่วยก่อนให้การรักษา

ในหลอดเลือดแดง หากมีภาวะที่ทำให้แรงต้านเพิ่มขึ้นหรือเรียกว่ามี damping เช่น ฟองอากาศ ลิ้มเลือด ผังพีตหรือหลอดเลือดตีบตัน การส่งผ่านแรงดันจะลดลง ความดัน systole จะลดลง ขณะที่ diastole จะสูงขึ้น ส่วนค่า mean ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก สามารถตรวจได้โดยการทำ rapid flush test

จะเห็นคลื่นเป็นรูปสี่เหลี่ยมแสดงบนหน้าจอ ให้สังเกตคลื่นเล็ก ๆ ที่ตามหลัง จะมีลักษณะต่างกันตามรูปแบบของ damping

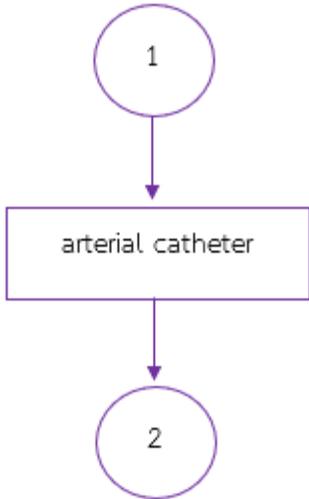
เมื่อใส่สายสวนหลอดเลือดดำ อย่างเช่น triple lumen/CVC หรือใส่ Swan-Ganz สามารถวัดความดัน CVP ได้ รูปคลื่นความดันเมื่อวัดที่ตำแหน่งต่าง ๆ เช่น CVP หรือ RAP, RV, PA และความดันขณะ wedge จะมีรูปคลื่นที่แตกต่างกันไป โดยความดัน diastole จะค่อย ๆ สูงขึ้นเมื่อปลายสายสวนใส่ผ่าน RV ไปยัง PA

ClearSight เมื่อระบบเริ่มทำการวัด ระบบจะค่อย ๆ เพิ่มแรงดันที่นิ้วมือจนกระทั่งเท่ากับแรงดันเลือดที่ปลายนิ้ว จะพบลักษณะขึ้นบันไดขึ้นและไต่ลงเพื่อหาค่าความดันปริมาตรเลือดแดง และจะทำการ recalibrate ขึ้นอยู่กับความเสถียรของกล้ามเนื้อหลอดเลือด กล้ามเนื้อบริเวณนิ้วที่ต่ออุปกรณ์ อุณหภูมิที่ผิวหนัง

ตารางที่ 3.6 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการติดตามการไหลเวียนโลหิต	
	แผนผัง	รายละเอียด
1	<pre> graph TD Start([ผู้ป่วยแรกรับ]) --> Decision1{ประเมินข้อบ่งชี้ในการติดตามการไหลเวียนโลหิตต่อเนื่อง} Decision1 -- ไม่มีข้อบ่งชี้ติดตามการไหลเวียนโลหิตต่อเนื่อง --> Standard[ให้การดูแลในด้านการไหลเวียนโลหิตตามมาตรฐาน] Decision1 -- มีข้อบ่งชี้ในการติดตามการไหลเวียนโลหิตต่อเนื่อง --> Precaution[มีข้อควรระวังในการทำการหัดการ] Precaution -.-> Decision1 Precaution -.-> Decision2{เลือกวิธีการและอุปกรณ์ติดตามการไหลเวียนโลหิตต่อเนื่อง} Decision2 --> Prep[ผู้ช่วยเตรียมชุด transducer ให้พร้อมสำหรับขั้นตอนที่ 3] Prep --> End((1)) </pre>	<p>1.ศึกษาประวัติที่เกี่ยวข้องกับความเจ็บป่วยของผู้ป่วย</p> <p>2.ตรวจสอบข้อบ่งชี้ในการติดตามการไหลเวียนโลหิต</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความดันโลหิตต่ำ (MAP < 65 mmHg) - ได้รับยากระตุ้นหัวใจหรือความดัน - ความดันไม่คงที่ในระดับดี - หลังผ่าตัดใหญ่ที่มีความเสี่ยงสูง หรือหลังการกู้ชีพ - ตามดุลยพินิจของแพทย์เจ้าของไข้ <p>3.ตรวจสอบข้อห้าม หรือข้อควรระวังของการทำหัดการ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้ป่วยภาวะการแข็งตัวของเลือดผิดปกติ หรือได้รับยาละลายลิ่มเลือด - ผู้ป่วยภาวะเกล็ดเลือดต่ำหรือได้รับยาที่ส่งผลต่อการทำงานเกล็ดเลือด - มีการติดเชื้อมีผิวหนังบริเวณที่จะใส่อุปกรณ์ เช่น สายสวนหลอดเลือด, ClearSight - ภาวะวิภาคหลอดเลือดผิดปกติ หรือหลอดเลือดที่เลี้ยงอวัยวะส่วนนั้นอุดตัน - ไม่มี consent form

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ที่	ขั้นตอนการติดตามการไหลเวียนโลหิต	
	แผนผัง	รายละเอียด
2	 <pre> graph TD 1((1)) --> AC[arterial catheter] AC --> 2((2)) </pre>	<p>arterial catheter</p> <ol style="list-style-type: none"> เตรียมและตรวจสอบอุปกรณ์ ได้แก่ ถุงมือ disposable, sterile dressing film, หมอนรองแขน, สำลีและน้ำยา chlorhexidine, medicut needle no 20 หลังจากสวมถุงมือเตรียมทำหัตถการ ใช้สำลีที่ชุ่มน้ำยาฆ่าเชื้อ เช็ดทำความสะอาดบริเวณผิวหนังที่จะทำการสวนหลอดเลือดแดงรวมถึงมือที่สัมผัสผิวหนังผู้ป่วย ระมัดระวังให้ทุกขั้นตอนปลอดเชื้อ คลำชีพจรบริเวณที่จะทำ a-line เลือกบริเวณข้อมือ หลอดเลือดแดง radial เข็มทำมุมราว 45 องศากับผิวหนัง เมื่อเลือดไหลเข้ามาในกระเปาะปลายเข็ม ค่อย ๆ สวนหลอดเลือดพลาสติกเข้าไปในหลอดเลือดพร้อมกับถอนเข็มออกอย่างระวัง ต่อ extension tube เข้ากับปลาย medicut และประกอบกับ transducer ไปยังจอภาพ

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ที่	ขั้นตอนการติดตามการไหลเวียนโลหิต	
	แผนผัง	รายละเอียด
2	<pre> graph TD 1((1)) --> CVC[central venous catheter] CVC --> 2((2)) </pre>	<p>central venous catheter</p> <ol style="list-style-type: none"> เตรียมและตรวจสอบอุปกรณ์ ได้แก่ ถุงมือกาวน sterile, triple lumen catheter no 7Fr, ผ้าปู sterile, 2%chlorhexidine in 70%alcohol, 0.9%NaCl, ยาชา 1%xylocaine without adrenaline พร้อมเข็ม no 18 และ no 25, syringe 5 ml, sterile dressing film, ultrasound linear probe พร้อมถุงห่อ sterile, nylon 3-0 ก่อนทำหัตถการให้สวมหมวก, mask, ถุงมือกาวน sterile แล้วจึงตรวจสอบ triple lumen set พร้อมกับหล่อ NSS ในสายสวน ใช้สำลีที่ชุ่มน้ำยาฆ่าเชื้อ เช็ดทำความสะอาดบริเวณผิวหนังที่จะทำการสวนหลอดเลือดเป็นบริเวณกว้าง แล้วจึงปูผ้า sterile ระมัดระวังให้ทุกขั้นตอนปลอดเชื้อ ใช้อัลตราซาวด์ linear probe ที่ห่อหุ้มด้วยถุง sterile ตรวจสอบดูลักษณะหลอดเลือดดำที่จะใส่สายสวน ทำการแทงเข็มบริเวณหลอดเลือดโดยให้เห็นภาพเข็มขณะผ่านชั้นผิวหนังผู้ป่วยตลอดเวลาไปจนถึงหลอดเลือดดำ เมื่อปลายเข็มผ่านเข้าไปในหลอดเลือดและดูดได้เลือดดำ ให้ใส่ guidewire ที่มาพร้อมกับ set triple lumen จากนั้นนำเข็มออก ใส่สาย triple lumen catheter สวมไปกับ guidewire ไปยังหลอดเลือดดำ หากเป็นที่คอ สังเกตให้เส้นบอกความยาวถึงปลายสายอยู่ที่ราว ๆ 15 เซนติเมตร หากเป็นที่ขา ให้ใส่สายสวนจนปีกสายชิดผิวหนัง แล้วจึงใช้ไหมเย็บยึดปีกและผิวหนัง ป้องกันการเลื่อนหลุด ตรวจสอบตำแหน่งสายโดยการทำเอกซเรย์ บริเวณที่เหมาะสมปลายสายสวนหลอดเลือดที่คอ คือ ปลายสายสวนอยู่เหนือตำแหน่ง carina ราว 1.5 เซนติเมตร จนถึง ไม่ลึกเกิน กระดูก vertebral 2 ชั้นต่ำกว่า carina

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ที่	ขั้นตอนการติดตามการไหลเวียนโลหิต	
	แผนผัง	รายละเอียด
2	<pre> graph TD 1((1)) --> A[pulmonary artery catheter] A --> 2((2)) </pre>	<p>pulmonary artery catheter</p> <ol style="list-style-type: none"> เตรียมอุปกรณ์เช่นเดียวกับการทำ CVC ใช้สายสวน Swan-Ganz ขนาด 8Fr ความยาว 110 เซนติเมตร มี 4 ทาง มี balloon ขนาด 1.5 มิลลิลิตร และตรวจสอบว่าอุปกรณ์ไม่มีการหักงอ balloon ไม่รั่ว แทงเข็มโดยใช้อัลตราซาวด์นำทางเช่นเดียวกับการแทง CVC เมื่อใส่ guidewire ได้สำเร็จแล้ว จึงสวม dilator พร้อม sheath สวนในหลอดเลือดแล้วนำ dilator และ guidewire ออก สายสวน Swan-Ganz ค่อย ๆ ใส่งาน sheath เมื่อถึงตำแหน่งที่ระบุ 20 เซนติเมตร (ถ้าใส่จากหลอดเลือดดำ femoral ใส่งานถึงตำแหน่ง 30 เซนติเมตร) ให้เริ่มเป่า balloon ไม่เกิน 1.5 มิลลิลิตร โดยใช้ syringe เป่าซ้ำ ๆ ก่อนที่จะค่อย ๆ ใส่งาน Swan-Ganz โดยต้องสังเกต waveform ของ ECG เสมอ สายสวนและ balloon จะลอยไปตามห้องหัวใจ ระยะจาก IJV ข้างขวาไปถึง RA ที่ตำแหน่ง 25 เซนติเมตร ไปจนถึง RV คือ 30 เซนติเมตร และถึง PA คือ 40 เซนติเมตร เมื่อสายสวนที่เป่า balloon เคลื่อนที่ไปจนสุด หลอดเลือด PA จะเกิดค่าความดัน PAOP หรือ PCWP ตำแหน่งนี้ประมาณ 45 เซนติเมตร ตรวจสอบตำแหน่งสายโดยการทำเอกซเรย์หรือ fluoroscopy โดยปลายสายสวนจะอยู่ใกล้กว่า pulmonary artery ซึ่งจะเห็นจากภาพเอกซเรย์ปอด ปลายสายอยู่ในช่วงไม่เกิน 3-5 เซนติเมตรจาก midline และไม่อยู่สูงกว่าตำแหน่ง LA ตรวจสอบว่าใส่งานอยู่ใน west lung zone 3 ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - ภาพถ่ายเอกซเรย์ปอดด้านข้าง - ปลายสายไม่สูงกว่า LA

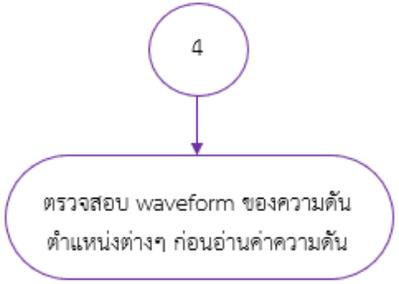
ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ที่	ขั้นตอนการติดตามการไหลเวียนโลหิต	
	แผนผัง	รายละเอียด
2	<pre> graph TD 1((1)) --> CS[ClearSight system] CS --> 2((2)) </pre>	<p>ClearSight system</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกนิ้วมือที่จะติดอุปกรณ์ พัน cuff โดยรอบข้อนิ้วมือข้อกลาง (middle phalanx) นิ้วกลางหรือนิ้วนาง แล้วพัน cuff cable ที่ข้อมือ สายที่ต่อกับ cable จัดตำแหน่งให้สายอยู่ด้านหลังมือไม่ให้พันกัน และไม่ให้เกิดมุม 2. ต่อ heart reference sensor (HRS) เข้ากับ pressure controller 3. ต่อ finger end ของ HRS ไปยัง ClearSight cuff ที่นิ้วผู้ป่วย และตรงกับ phlebostatic axis 4. ประกอบเข้ากับ pressure controller และ pump unit
3	<pre> graph TD 2((2)) --> H[ทำหัตถการ หรือติดตั้งอุปกรณ์ ต่อระบบติดตามการไหลเวียนโลหิต] H --> 3((3)) </pre>	<p>การประกอบ transducer set</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ก่อนประกอบสายสวนหลอดเลือดหรือ ClearSight ให้ประกอบ transducer set และหล่อสายให้เรียบร้อย 2. เตรียม transducer set เสียบเข้ากับสารละลาย normal saline 500 mL และ clamp ไว้ 3. ต่อ normal saline 500 mL ถู้นั้นกับ pressure bag ใช้ความดัน 300 mmHg จะได้สารละลายอัตราไหล 3 mL/h 4. ปลอ่ย normal saline ไหลไปตาม set เพื่อไล่อากาศจนหมด 5. ต่อ transducer set กับสายสวนหลอดเลือด และต่อเข้ากับสายเคเบิลจากจอแสดงผล

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ที่	ขั้นตอนการติดตามการไหลเวียนโลหิต	
	แผนผัง	รายละเอียด
4	<pre> graph TD 3((3)) --> A[การ leveling และ zeroing] A --> 4((4)) </pre>	<p>การ leveling</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกตำแหน่ง phlebostatic axis คือจุดตัดของช่องระหว่างซี่โครงที่ 4 กับแนวกึ่งกลางลำตัว (mid axillary line) 2. จุด stopcock ที่อยู่เหนือ transducer คือจุดที่ให้อยู่ขนานกับ phlebostatic axis หากมีการปรับระดับเตียงผู้ป่วย ต้องปรับเปลี่ยนตำแหน่งนี้ แต่หากเปลี่ยนตำแหน่งผู้ป่วยซึ่งองศาเปลี่ยนไปไม่เกิน 60 องศา เช่น ท่านอนเป็นท่ากึ่งนั่ง ไม่จำเป็นต้องปรับตำแหน่ง phlebostatic <p>การ zeroing</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จัดผู้ป่วยให้อยู่ในท่านอนราบ หรือศีรษะสูงไม่เกิน 60 องศา 2. ไล่ฟองอากาศจาก transducer โดยให้น้ำไหลจนเต็มสาย 3. ตำแหน่ง stopcock อยู่ระดับ phlebostatic axis 4. หมุน stopcock ให้ปิดทางผู้ป่วยและเปิดจุก stopcock 5. กด zero ที่จอ monitor รอจนหน้าจออ่านค่าเป็นศูนย์ จากนั้นปิดจุก stopcock และหมุน stopcock ให้เปิดไปทางผู้ป่วยและ monitor

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ที่	ขั้นตอนการติดตามการไหลเวียนโลหิต	
	แผนผัง	รายละเอียด
5	 <pre> graph TD 4((4)) --> A[ตรวจสอบ waveform ของความดัน ตำแหน่งต่างๆ ก่อนอ่านค่าความดัน] </pre> <p>ตรวจสอบ waveform ของความดัน ตำแหน่งต่างๆ ก่อนอ่านค่าความดัน</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. จัดตำแหน่งของสายต่าง ๆ และตรวจสอบตำแหน่ง phlebostatic axis ว่าถูกต้อง 2. เริ่มสังเกต waveform หากต้องการตรวจวัดชีพจรและความดันหลอดเลือดแดง ต้องเห็นลักษณะของคลื่น a-line และยอดคลื่นเป็นจังหวะตามการเต้นของหัวใจ 3. หากต้องการวัด CVP สายสวนควรอยู่ในหลอดเลือดดำ อาจพบว่า waveform เปลี่ยนแปลงตามการหายใจได้ แต่ไม่ควรพบยอดคลื่นเป็นจังหวะตามการเต้นของหัวใจ

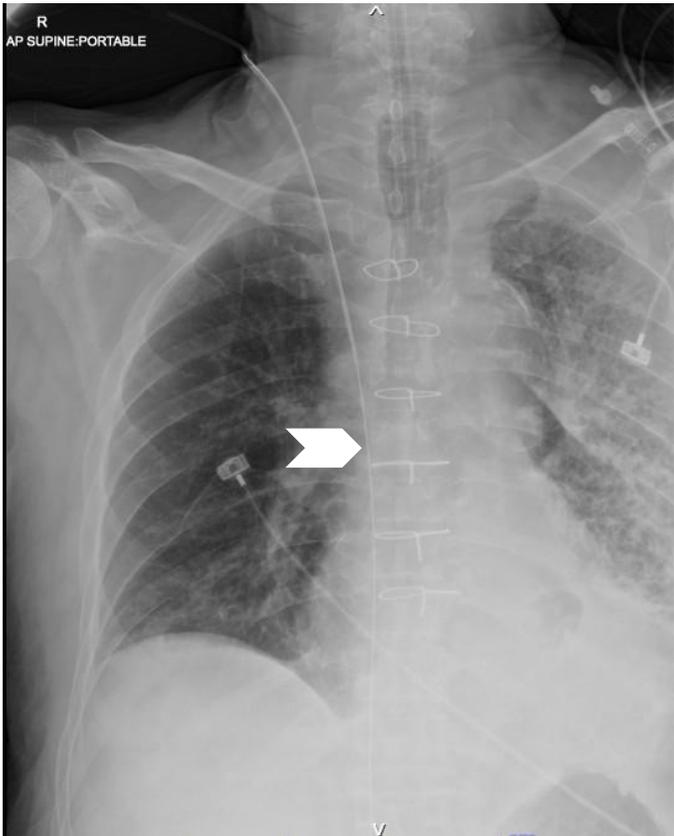
3.3 เจ็อนไข และสิ่งทีควรค้ำนึงใการตติตามการไหลเวียนโลหิต

กระบวนการติดตามการไหลเวียนโลหิตอย่างต่อเนื่อง มีประโยชน์ในการติดตาม ตรวจวินิจฉัย และวางแผนการรักษา เป็นกระบวนการที่ใช้การเรียนรู้หลักการ สะสมความชำนาญ เรียนรู้เทคโนโลยีที่พัฒนา และปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การทำหัตถการที่รูกล้าซึ่งมีความสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อน ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องในการดูแลผู้ป่วย ควรสังเกตและพึงระวังดังนี้

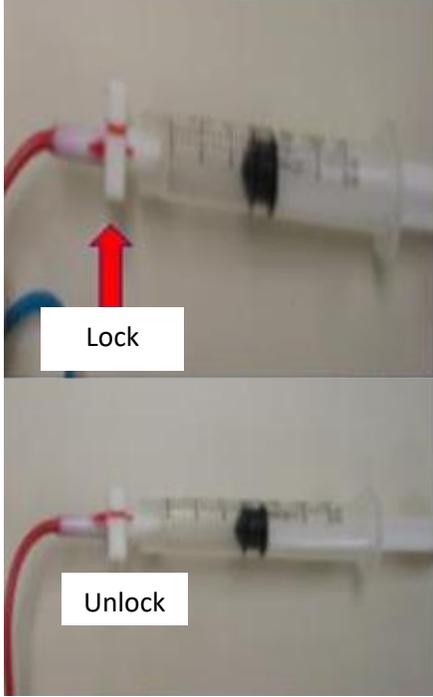
ตารางที่ 3.7 รายละเอียดขั้นตอนการติดตามการไหลเวียนโลหิต เจ็อนไข และสิ่งทีควรค้ำนึงใการปฏิบัติงำน

ขั้นตอน	เจ็อนไข และสิ่งทีควรค้ำนึงใการปฏิบัติงำน
1.ประเมินผู้ป่วย	<p>1.1 อธิบายความจำเป็นและขั้นตอนหัตถการให้ผู้ป่วย หรือผู้แทนโดยชอบธรรมรับทราบก่อนขอความยินยอม (consent) ทุกครั้ง</p> <p>1.2 หากมีการตรวจพบที่บ่งบอกว่าผู้ป่วยมีการแข็งตัวของเลือดผิดปกติ เช่น เกิดเลือดดำ prolong coagulation ต้องประเมินความเสี่ยง ความจำเป็นของการทำหัตถการ และต้องทำอย่างระมัดระวัง หากเป็นไปได้ ควรแก้ไขให้ปกติก่อนทำหัตถการ</p>
2.เลือกใช้อุปกรณ์	<p>2.1 อุปกรณ์และอุปกรณ์ประกอบ ต้องครบถ้วน สำรวจวันผลิตและเลขผลิต ก่อนเปิดใช้</p> <p>2.2 อุปกรณ์ควรให้ข้อมูลอย่างเพียงพอ มีมาตรฐาน สอดคล้องกับการรักษา หากมีรายการค่าส่วนต่างเกินสิทธิการรักษาต้องร่วมทบทวนกับแพทย์และทีมรักษาก่อนใช้อุปกรณ์เหล่านั้น</p>
3.การทำหัตถการและติดตั้งระบบ	<p>3.1 ทุกขั้นตอนเมื่อเริ่มทำหัตถการ ต้องล้างมือ และระมัดระวังการปนเปื้อน ไม่ปลอดภัย</p> <p>3.2 การใส่สายสวน a-line หากหลอดเลือดผู้ป่วยเล็กและผนังบาง ให้ใช้ medicut no 22 แทน no 20 หลีกเลียงการสวนหลอดเลือดบริเวณข้อพับ</p> <p>3.3 กรณีไม่สามารถสวนหลอดเลือดแดงโดยใช้ medicut ได้ หรือกรณีให้ยากระตุ้นความดันในระดับสูง อาจทำให้หลอดเลือดส่วนปลายตีบ ส่งผลต่อการอ่านค่าความดันโลหิต อาจสวนหลอดเลือดแดงโดยใช้ single lumen</p> <p>3.4 เลือกใช้หลอดเลือดดำ internal jugular ก่อนเลือกใช้หลอดเลือดดำ femoral นอกจากอัตราติดเชื้อต่ำกว่าแล้ว ยังสามารถให้รายละเอียดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของหัวใจ และการประเมินการตอบสนองต่อสารน้ำได้</p> <p>3.5 แนะนำให้ใช้อัลตราซาวด์ทุกครั้งที่ทำกรสวนหลอดเลือดดำเพื่อเพิ่มความแม่นยำและลดภาวะแทรกซ้อน เช่น ลมรั่วในปอด</p> <p>3.6 หากเลือกใช้หลอดเลือดดำ subclavian สามารถทำหัตถการได้แม่นยำ โดยใช้ anatomy landmark และต้องระวังลมรั่วในปอดเสมอ</p>

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ขั้นตอน	เงื่อนไข และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
	<p>3.7 ทุกครั้งที่สวนหลอดเลือดดำ ต้องมีการตรวจทานเสมอทุกครั้งว่าได้นำ guidewire ออกจากตัวผู้ป่วยแล้ว เพื่อไม่ให้เกิดเหตุการณ์ลวดนำทางค้างใน ร่างกายผู้ป่วย ดังเช่นในภาพที่ 3.16 (หัวลูกศรสีขาว)</p>  <p>ภาพที่ 3.16 ลวดนำทางค้างในร่างกายผู้ป่วย</p> <p>3.8 ควรเอ็กซเรย์ตรวจสอบตำแหน่งปลายสายสวนและภาวะแทรกซ้อนหลัง การทำหัตถการ</p> <p>3.9 ไม่ทำหัตถการใส่สายสวน c-line ข้างเดียวกันในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องกระตุ้น หัวใจที่ใส่ในหลอดเลือด (transvenous pacemaker)</p> <p>3.10 สายสวน Swan-Ganz ไม่ควรเป่า balloon เกิน 1.5 mL หากดูดลมใน สายบอลลูนแล้วได้เลือด แสดงว่าบอลลูนรั่ว ต้องนำสายสวนออก</p> <p>3.11 ก่อนและหลังการอ่าน waveform จากสายสวน Swan-Ganz ต้อง unlock และ disconnect balloon กับ syringe ซึ่งจะช่วยให้ลดยาอากาศ ออกจาก balloon ป้องกันการแตกของบอลลูนหากเกิดการเป่าลมมาก จนเกินไป</p>

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ขั้นตอน	เงื่อนไข และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
	 <p data-bbox="621 1077 1304 1171">ภาพที่ 3.17 การ lock และ unlock Swan-Ganz catheter ที่มา: (S. Welch,2017, p.2)</p> <p data-bbox="621 1199 1451 1289">3.12 ห้าม lock syringe ที่เป่าบอลลูนเนื่องจากตัวบอลลูนอาจไปอุดหลอดเลือดแดงปอด และไม่ควรเป่าบอลลูนนานเกิน 15 วินาทีในแต่ละครั้ง</p>
4. การ leveling และ zeroing	<ol data-bbox="621 1304 1393 1528" style="list-style-type: none"> 1. การปรับเตียงผู้ป่วยขึ้นหรือลง ต้องปรับตำแหน่ง stopcock ให้อยู่ในระดับ phlebostatic axis แนะนำให้ใช้ระดับน้ำหรือเลเซอร์ในการบอกตำแหน่งแทนการใช้การคาดคะเนด้วยสายตา 2. การปรับศีรษะผู้ป่วยไม่เกิน 60 องศา ความดันที่วัดได้เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ไม่ต้องปรับตำแหน่ง phlebostatic axis
5. การตรวจสอบ waveform	<ol data-bbox="621 1549 1451 1717" style="list-style-type: none"> 1. ทำการวัดค่าความดันในหลอดเลือดขณะหายใจออกสุด(end-expiration) 2. ผู้ป่วยหัวใจเต้นผิดจังหวะ หรือมีโรคที่ทำให้คลื่นไฟฟ้าหัวใจเปลี่ยนแปลงรูปร่าง การแสดงผลบนหน้าจอ อาจทำให้การอ่านค่าความดันเปลี่ยนไปเนื่องจาก waveform ผันแปร

3.4 แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ป่วยภาวะวิกฤตจัดว่ามีความท้าทายในการดูแลรักษา เนื่องจากความซับซ้อนของโรคที่มีอันตราย เกิดภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนการดูแล การพยากรณ์โรคที่ไม่ดี และผลข้างเคียงในการรักษา ยังหลงเหลือความเจ็บป่วยและทุพพลภาพที่ต้องดูแลต่อเนื่องยาวนาน อีกทั้งค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ เวชภัณฑ์ เทคโนโลยี นั้นคือต้นทุนด้านสาธารณสุขที่ค่อนข้างสูงกว่าการรักษาผู้ป่วยทั่วไป

โดยทั่วไปผู้ป่วยภาวะวิกฤตที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤต มักมีภาวะช็อกรุนแรงที่ต้องการติดตามการไหลเวียนโลหิตอย่างต่อเนื่อง มีวิธีการทั้งแบบรูกล้า รุกล้าเพียงเล็กน้อยและไม่รูกล้า วิธีการเลือกใช้ขึ้นกับการทำงานของร่างกาย สรีระและกายวิภาค ผู้ปฏิบัติงานต้องหมั่นศึกษาและทบทวนความรู้เป็นประจำ

3.4.1 ความรู้และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับผู้ปฏิบัติงานติดตามการไหลเวียนโลหิต

วิธีดั้งเดิมในการตรวจภาวะช็อก คือการสังเกต ได้แก่ ผิวหนังเป็นจ้ำ (skin mottling) ปลายมือ ปลายเท้าเย็น และ delayed capillary refill ซึ่งหากตรวจร่างกายพบลักษณะดังกล่าว จะมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นในผู้ป่วยช็อกจากการติดเชื้อ (Cecconi et al., 2019; De Backer et al., 2018) แม้การสังเกตจากการตรวจร่างกายจะเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย แต่วิธีนี้ยังไม่สามารถแยกภาวะช็อกเพื่อการรักษาอย่างเพียงพอ ตั้งแต่อดีต ปี ค.ศ. 1976 มีการพยายามวัดการทำงานของหัวใจ ที่นิยมได้แก่ การใส่สายสวน PA catheter หรือ Swan-Ganz catheter และใช้การวัด PAOP ร่วมกับการวัด cardiac index ในการวินิจฉัยแยกภาวะ cardiogenic shock และใช้เป็นแนวทางในการรักษา (Forrester et al., 1976) แต่ความนิยมในการใส่สายสวน PA catheter กลับลดลง เมื่อมีการศึกษา ESCAPE trial พบว่าไม่ได้ประโยชน์ในด้านลดอัตราการตาย อีกทั้งมีการศึกษาที่พบว่าเหตุการณ์นี้เกิดอันตรายมากกว่าเมื่อเทียบกับการใส่สายสวนหลอดเลือดดำปกติ (Binanay et al., 2005; Rajaram et al., 2013; Shah et al., 2005) แต่ยังคงมีการทำเหตุการณ์นี้อยู่บ้างในบางกรณีที่มีการตรวจร่างกาย ตรวจเลือด หรือใส่สายสวนหลอดเลือดดำและหลอดเลือดแดง ไม่เพียงพอต่อการวางแผนการรักษา เช่น ผู้ป่วยหัวใจล้มเหลวหรือหลังการผ่าตัดหัวใจในโรงพยาบาลที่มีแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ

การสวนหลอดเลือดดำ และหลอดเลือดแดงเพื่อวัดความดันเป็นเหตุการณ์รูกล้าที่ภาวะแทรกซ้อน และใช้ความชำนาญน้อยกว่าการสวนหลอดเลือดแดงปอด ผู้ปฏิบัติต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในหลักการอ่านความดันของเทคโนโลยี และข้อจำกัดในการแปลผล เช่น หากผู้ป่วยมีภาวะหัวใจล้มเหลว หัวใจเต้นผิดจังหวะ หรือมีความผิดปกติที่ลิ้นหัวใจ อาจทำให้ประมาณ cardiac output ผิดพลาดราว 23% (Wagner et al., 2015; Zayat et al., 2019)

มีการศึกษาที่ตั้งข้อสงสัยว่า การวัดความดันดั้งเดิม คือการใช้เครื่องวัดความดันพันรอบแขน บริเวณหลอดเลือดแดง brachial ความดันบริเวณนี้แตกต่างอย่างไรกับบริเวณ aorta จึงได้มีการรวบรวมการศึกษาค่าความดันที่วัดทั้งสองบริเวณ ด้วยวิธีการวัดต่างกัน พบว่า ค่าความดัน systolic มีค่าต่างกันราว 4.2 – 6.6 mmHg ค่าความดัน diastole ต่างกัน 0.2-1.3 mmHg ส่วนค่า MAP ต่างกัน 0.1 mmHg ดังนั้น

หากทำการวัดความดันด้วยเครื่องวัดความดันพันรอบแขน กับวิธีวัดจากสายสวนหลอดเลือดแดง ค่า MAP จะใกล้เคียงกัน (Chemla & Millasseau, 2021; Flick et al., 2022)

มีการใช้เทคโนโลยีที่ทำการวัดความดันอย่างต่อเนื่องโดยใช้ arterial pressure waveform (continuous noninvasive arterial pressure waveform : CNAP) เช่น ClearSight system ที่วัดแรงดันเลือดรอบนิ้วมือ ได้ความดัน systole และ diastole ใช้หลักการ pulse contour analysis ประมาณค่า cardiac output และ stroke volume variation มีการ auto-calibrate การวัดค่า MAP โดยคำนวณพื้นที่ใต้กราฟความดัน พบว่าค่า MAP ก่อนข้างแขนยา มี error รวบรวม -10 ถึง 8 mmHg ขณะที่การวัดด้วยเครื่องวัดความดันรอบแขนมี error 5-18 มิลลิเมตรปรอท (Joachim et al., 2021) และพบว่าสามารถใช้ตรวจสอบการตอบสนองต่อสารน้ำเมื่อทดสอบ fluid responsiveness (Frank et al., 2021; Gilotra et al., 2020; Koopmans et al., 2021) นับว่าเทคนิค pulse contour analysis มีความแม่นยำค่อนข้างดี

3.4.2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการติดตามการไหลเวียนโลหิต

ปัจจุบันมีการเติบโตของแนวคิดและวิธีการที่รุกรานน้อยลง แต่ได้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าการตรวจหลัก (goal standard) และเน้นไปที่การตรวจอัลตราซาวด์เพื่อประเมินหัวใจ ซึ่งทำได้ข้างเดียวผู้ป่วย (Rali et al., 2022) แต่การวัด cardiac output โดยใช้ PA catheter ยังคงมีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่ามีบทบาทในภาวะวิกฤต เช่น หัวใจวาย ARDS (Harvey et al., 2005)

นอกจากเทคโนโลยีมีแนวโน้มรุกรานน้อยแล้ว การวัดค่าต่าง ๆ ยังมุ่งเน้นประโยชน์ในการรักษาตัวแปรที่แสดงนอกจากจะมี cardiac output แล้ว ยังแสดงตัวแปรที่ช่วยในการให้การรักษา เช่น pulse pressure variation (PPV), stroke volume variation (SW), cardiac index (CI) และตัวแปรอื่น เทคโนโลยีมีแนวโน้มประมวลผลรวดเร็วและเป็นปัจจุบันมากขึ้น ดังเช่นการประมวลผลได้รวดเร็วภายใน 20 วินาที

Artificial intelligence (AI) ได้เข้ามามีบทบาทในสายงานต่าง ๆ ในปัจจุบัน รวมถึงการติดตามการไหลเวียนโลหิต มีการศึกษาถึงการใช้อ AI ช่วยในการดูแลผู้ป่วยในทางคลินิก ได้แก่ การวัดสัญญาณชีพ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต พบว่าในทางคลินิก การแสดงผลด้วย AI แม้มีความรวดเร็ว แม่นยำ แต่ผลการประเมินยังอยู่ในระดับกลาง (Pasma et al., 2021) แสดงให้เห็นว่าไม่สำคัญเมื่อใครแสดงข้อมูลเหล่านั้น แต่สำคัญที่ข้อมูลเหล่านั้นตรงประเด็นเพียงใด

มีการศึกษาที่พยายามใช้ AI ในการรักษา โดยโปรแกรมการรักษาเป็นชุดขั้นตอนตามปัญหาที่พบ ผลการรักษาไม่แตกต่างจากการรักษาที่ตัดสินใจโดยแพทย์ (Libert et al., 2021) ยังคงต้องมีการเก็บข้อมูลศึกษาวิจัยกันต่อเนื่องในอนาคต

การรักษาผู้ป่วยเป็นความท้าทายด้านศาสตร์และศิลปะ นั่นคือศาสตร์ด้านความรู้ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ต้องใช้ควบคู่กับศิลปะในการตัดสินใจการรักษา ทั้งการลำดับความสำคัญ การรู้เท่าทันข้อจำกัดของเทคโนโลยีที่นำมาใช้กับมนุษย์ที่ไม่สามารถทำนายผลลัพธ์ได้ตายตัว ดังนั้นในปัจจุบันนี้ AI สามารถช่วยในด้านให้ข้อมูลแม่นยำ คำนวณผลที่ซับซ้อน ประมวลผลอย่างรวดเร็วเกินกว่าสมองของมนุษย์จะทำได้ แต่การทำงานที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์ด้วยกระบวนการซับซ้อน ดังเช่นการตรวจรักษาโรค AI ในตอนนี้ ไร้ชีวิต ไร้จินตนาการ ต้องอาศัยต้นแบบจากมนุษย์มาสร้างแนวทางการทำงาน ยังไม่สามารถแทนที่การตัดสินใจคัดเลือกข้อมูลที่เป็นในการรักษาโรคที่แตกต่างกันของร่างกายมนุษย์ได้ จำเป็นต้องพัฒนาและประเมินผลโดยผู้ปฏิบัติงานในชีวิตจริงต่อไป

บทที่ 4

เป้าหมายและเทคนิคในการดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก

ในการติดตามการไหลเวียนโลหิต ผู้ปฏิบัติรวมทั้งทีมบุคลากรที่ให้การดูแลผู้ป่วยวิกฤต ไม่เพียงแต่อ่านค่าความดัน หรือรับรู้ค่าตัวแปรที่เครื่องวัดทำการแสดงผลผ่านหน้าจอ แต่ยังสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นไปวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องใช้เพื่อการรักษา ผู้เขียนได้สรุปประเด็นที่น่าสนใจและจำเป็นในการดูแลผู้ป่วยวิกฤตที่มีความดันต่ำ เป้าหมายในการรักษา (ตัวชี้วัด) เทคนิคในการให้การรักษา โดยเฉพาะวิธีให้สารน้ำและยากระตุ้นความดันหรือยากระตุ้นหัวใจ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การติดตามและประเมินการรักษา รวมถึงการทำให้ผู้รับบริการ ซึ่งก็คือผู้ป่วยและญาติได้รับความพึงพอใจ เพื่อให้การรักษาเป็นไปตามมาตรฐาน ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและลดภาวะแทรกซ้อน ดังนี้

4.1 เป้าหมายในการดูแลรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก

ความดันโลหิตต่ำ (hypotension) เป็นอาการแสดงที่พบได้บ่อยในภาวะวิกฤตที่นำพาผู้ป่วยมาสู่ห้อง ICU และต้องการการติดตามการไหลเวียนโลหิตอย่างต่อเนื่องเพื่อการรักษา ซึ่งเรามักเรียกว่าผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตต่ำร่วมกับการทำงานของอวัยวะล้มเหลวว่าอยู่ในภาวะช็อก อาจมีสาเหตุมาจาก ร่างกายเสียเลือดหรือสารน้ำ หัวใจล้มเหลว การบาดเจ็บทางสมอง การติดเชื้ออย่างรุนแรง เป็นต้น ในระหว่างที่ทำการแก้ไขสาเหตุหรือโรคหลัก ดังนั้น การรักษาระดับความดันโลหิตให้เพียงพอให้เลือดไหลเวียนไปยังอวัยวะต่าง ๆ เป็นเรื่องสำคัญที่ส่งผลต่ออัตราการตาย ซึ่งหากให้การรักษาภาวะช็อกอย่างล่าช้าหรือไม่ได้ตามเป้าหมาย ก็จะส่งผลเสียต่อผู้ป่วยเช่นกัน

การติดตามการไหลเวียนโลหิตต่อเนื่องในผู้ป่วยภาวะช็อก มีเป้าหมายเพื่อรักษาให้ระดับความดันโลหิตอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งระดับที่เหมาะสมนี้อัตราตายจะลดลงอันเป็นเป้าหมายสำคัญที่สุดในการดูแลผู้ป่วยวิกฤต ขั้นตอนการปฏิบัติที่นำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เป้าหมาย/ตัวชี้วัดตามขั้นตอนในการดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก

ขั้นตอน	กิจกรรม	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนติดตามการไหลเวียนโลหิต		
1. ค่าเป้าหมายของตัวแปรที่จำเป็นในการดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก	1.1 ทบทวนงานวิจัย บทความและหลักฐานเชิงประจักษ์ในวารสารทางการแพทย์ 1.2 ติดตามแนวทางเวชปฏิบัติในการดูแลผู้ป่วยวิกฤตเพื่อการวางแผนการรักษาให้ได้มาตรฐาน ลดอัตราการตาย	เป้าหมาย รวบรวมข้อมูลผู้ป่วยได้ครบถ้วน สมบูรณ์และรู้จักตัวแปรที่จำเป็นครบถ้วน ได้แก่ - MAP - CO
2. รวบรวมประวัติผู้ป่วย	2.1 ประวัติเกี่ยวกับการวินิจฉัย สาเหตุหรือโรคที่ทำให้เกิดภาวะช็อก 2.2 ข้อบ่งชี้ในการติดตามการไหลเวียนโลหิต 2.3 ข้อควรระวังในการทำหัตถการสวนหลอดเลือด หรือ ให้สารน้ำและยา	- SVR and SVRI - ScvO ₂ หรือ SvO ₂ - Lactate clearance รู้จักตัวแปรที่น่าสนใจอื่น ๆ อย่างน้อย 3 ตัวแปร ได้แก่ - Shock index (SI) - PAOP - dP/dt - Ea _{dyn} - PPV - SVV - Δ CO ₂ ตัวชี้วัด - อ่านค่าตัวแปรและรายงานผลถูกต้อง สมบูรณ์ - ข้อมูลผู้ป่วยครบถ้วน มีความน่าเชื่อถือ - ไม่เกิดเหตุไม่พึงประสงค์หรือภาวะแทรกซ้อนจากหัตถการสวนหลอดเลือด อันเกิดจากข้อห้ามในการทำหัตถการ - มีการขอ consent form จากผู้ป่วยหรือผู้แทนโดยชอบธรรม ทุกครั้ง ก่อนการทำหัตถการ

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ขั้นตอน	กิจกรรม	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
ขั้นตอนที่ 2 การติดตามการไหลเวียนโลหิต		
1. เลือกใช้สายสวนหลอดเลือดหรืออุปกรณ์ในการติดตามการไหลเวียนโลหิตและการประกอบอุปกรณ์	<p>1.1 เตรียมอุปกรณ์สำหรับการทำหัตถการแต่ละประเภท แต่ละชนิด ตามข้อบ่งชี้และดุลยพินิจของแพทย์ผู้ให้การรักษา</p> <p>1.2 แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ทำหัตถการสวนหลอดเลือดเพื่อตรวจการไหลเวียนโลหิต</p> <p>1.3 ต่อสายสวนหลอดเลือดหรือ ClearSight เข้ากับชุดตรวจและจอภาพแสดงผล</p> <p>1.4 ตรวจสอบตำแหน่งสายสวนหลอดเลือดหรืออุปกรณ์สำหรับติดตามการไหลเวียนโลหิตให้เหมาะสมพร้อมใช้งาน</p> <p>1.4 ตรวจสอบอุปกรณ์ และความถูกต้องการวัดค่าตัวแปรเป็นระยะ</p>	<p>เป้าหมาย ปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องทุกขั้นตอน</p> <p>ตัวชี้วัด</p> <ul style="list-style-type: none"> - เตรียมอุปกรณ์สำหรับหัตถการและอุปกรณ์ประกอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ - แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ทำหัตถการสวนหลอดเลือดหรือเป็นผู้ดูแลใกล้ชิดทุกหัตถการ - ขั้นตอนการทำหัตถการปลอดภัย 100% - ตรวจสอบอุปกรณ์และความถูกต้องของการวัดทุก 8 ชั่วโมง
2. การอ่าน waveform	<p>2.1 ต่อ transducer เข้ากับจอแสดงผล</p> <p>2.2 ทำการ Leveling และ Zeroing</p> <p>2.3 อ่านรูปแบบ waveform</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบภาพเอ็กซ์เรย์ทุกครั้งหลังทำการสวนหลอดเลือดดำและหลอดเลือดแดงปอด - แยกรูปแบบของ waveform a-line, Central venous และ PA ได้ถูกต้อง 100%
ขั้นตอนที่ 3 การรักษาภาวะช็อก		
1. การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ	<p>1.1 ตรวจเลือดประเมินระดับ lactate ก่อนการให้สารน้ำและการตรวจทางห้องปฏิบัติการอื่นตามดุลยพินิจของแพทย์ผู้ให้การรักษา</p> <p>1.2 เลือกสารน้ำสำหรับให้ทางหลอดเลือดดำ</p> <p>1.3 กำหนดอัตราเร็วการให้สารน้ำและปริมาณสารน้ำ</p>	<p>เป้าหมาย เลือกให้สารน้ำและยาได้อย่างถูกต้องทั้งชนิด ปริมาณ ระยะเวลา</p>

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ขั้นตอน	กิจกรรม	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
	1.4 วัดความดันโลหิตหลังการให้ สารน้ำครบ 1.5 ตรวจสอบเลือดประเมินระดับ lactate หลังการให้สารน้ำ 1.6 ประเมินการตอบสนองต่อการให้ สารน้ำ (fluid responsiveness)	ตัวชี้วัด - ให้สารน้ำและยาตามรายการ สั่งยาของแพทย์ถูกต้อง100%ทั้งชนิด และปริมาณ - ประเมินการทำงานของหัวใจหรือทำ การตรวจechocardiography ผู้ป่วย ทุกรายที่ไม่ตอบสนองต่อการให้สารน้ำ
1.2 การให้ยา กระตุ้นความดัน หรือกระตุ้นหัวใจ	1.1 เลือกยากระตุ้นความดันหรือ ยากระตุ้นหัวใจตามข้อบ่งชี้และ ดุลยพินิจของแพทย์ผู้ให้การรักษา 1.2 ให้ยากระตุ้นความดันหรือยา กระตุ้นหัวใจเมื่อให้สารน้ำอย่างเพียงพอ หรือเมื่อความดันไม่มีการตอบสนองต่อ การให้สารน้ำ หรือดุลยพินิจของแพทย์ ผู้ให้การรักษา 1.3 ประเมินความดันและการทำงานของ หัวใจด้วยการทำ echocardiography และปรับอัตรา ของยากระตุ้นความดันหรือยากระตุ้น หัวใจ ให้ระดับความดันอยู่ในเกณฑ์ที่ เหมาะสม 1.4 คงอัตราการไหลของยากระตุ้น ความดันเมื่อระดับความดันเหมาะสม 1.5 ลดระดับยาเมื่อความดันและ สัญญาณชีพคงที่ 1.6 ตรวจสอบเลือดประเมินระดับ lactate 1.6 ประเมินความดันโลหิตเป็นระยะ	

4.2 เทคนิคในการวางแผนการรักษาผู้ป่วยภาวะช็อก

ภาวะช็อก เป็นภาวะที่ร่างกายมีความดันโลหิตต่ำในชั้นวิกฤตที่อาจเกิดอันตรายต่อชีวิตหากไม่ได้รับการรักษาอย่างทันท่วงที โดยร่างกายไม่สามารถลำเลียงออกซิเจนไปเลี้ยงอวัยวะได้เพียงพอ อาจมีควมบกพร่องจากการขนส่งออกซิเจน ความต้องการออกซิเจนสูงขึ้นหรือไม่สามารถนำออกซิเจนมาใช้ได้ ส่งผลให้การทำงานล้มเหลวและเสียชีวิต การที่จะให้การรักษาผู้ป่วยภาวะความดันโลหิตต่ำนั้น เริ่มตั้งแต่การรับรู้ ว่าผู้ป่วยมีความดันโลหิตต่ำ จากการซักประวัติ ตรวจร่างกาย การตรวจทางห้องปฏิบัติการ แล้วจึงรวบรวมข้อมูลมาทำการวินิจฉัย วิเคราะห์สาเหตุ และวางแผนการรักษา ซึ่งส่วนใหญ่แพทย์จะเป็นผู้วางแผนการรักษาหลักร่วมกับทีมรักษา ผู้ป่วยและครอบครัวของผู้ป่วย ผลลัพธ์การรักษาไม่สามารถทำนายได้อย่างตายตัว จะต้องประเมินเป้าหมายและอาจมีการปรับแผนการรักษาได้เสมอ คู่มือการปฏิบัติงานนี้ ได้แนะนำการวางแผนการรักษาผู้ป่วยภาวะช็อก กล่าวในขั้นตอนการปฏิบัติ การประเมินเป้าหมาย กระบวนการของงานนั้น จำแนกรายละเอียดตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดตามขั้นตอนเทคนิคการวางแผนดูแลผู้ป่วยภาวะช็อก

ขั้นตอน	การวางแผนและการปฏิบัติ	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
ขั้นตอนการวินิจฉัยภาวะช็อก		
1.การซักประวัติและตรวจร่างกาย	1.รวบรวมประวัติผู้ป่วยเกี่ยวกับ <ul style="list-style-type: none"> - โรคหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ โรคประจำตัว อาการเจ็บหน้าอก หรืออ่อนแรงกล้ามเนื้อ - มีไข้ - เสียเลือดเฉียบพลันและเรื้อรัง - การเกิดอุบัติเหตุ - การได้รับสารพิษ อาหารมีพิษ - การแพ้ยา อาหารหรือสารที่บ่งชี้ - ประจำเดือนและประวัติตั้งครรภ์ในผู้ป่วยหญิง 2. ตรวจร่างกายที่สำคัญ <ul style="list-style-type: none"> - ระดับความรู้สึก - สัญญาณชีพ ได้แก่ อุณหภูมิร่างกาย อัตราเต้นหัวใจ อัตราหายใจ ความดันโลหิต - กล้ามเนื้ออ่อนแรงใบหน้าและลำตัว 	เป้าหมาย วินิจฉัยภาวะช็อกได้รวดเร็วและถูกต้อง ตัวชี้วัด <ul style="list-style-type: none"> - ผู้ปฏิบัติรู้จักการวินิจฉัยภาวะช็อกจากประวัติและการตรวจร่างกาย คือ ความดัน systole ต่ำกว่า 90 mmHg นานกว่า 20 นาที ร่วมกับพบการไหลเวียนโลหิตไม่เพียงพอ - ผู้ปฏิบัติสามารถวินิจฉัยภาวะช็อกจากประวัติและตรวจร่างกายได้ 100% - วินิจฉัยสาเหตุของภาวะช็อกได้มากกว่า 80%

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ขั้นตอน	การวางแผนและการปฏิบัติ	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
	<ul style="list-style-type: none"> - ปลายมือปลายเท้าเย็น หรือมี อาการเหงื่อแตกตัวเย็น - เสียเลือด 	
2. การวินิจฉัยภาวะช็อก	<p>ตรวจร่างกายพบความดัน systole < 90 mmHg นานกว่า 20 นาทีเมื่อวัดซ้ำ ร่วมกับ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีประวัติอุบัติเหตุ เสียเลือดหรือน้ำ โรคหัวใจหรือหลอดเลือดสมอง เฉียบพลัน ติดเชื้อ ได้รับสารพิษ แพ้ยาลหรืออาหาร - หัวใจเต้นเร็ว > 100 ครั้งต่อนาที - หายใจเร็ว > 22 ครั้งต่อนาที - ตรวจพบลักษณะการไหลเวียน โลหิตไม่เพียงพอ - ระดับความรู้สึกตัวลดลง กระสับกระส่าย สับสนหรือซึม - ปัสสาวะออก < 0.5 ml/kg/h - ปลายมือปลายเท้า ผิวหนังเย็น ตรวจทางห้องปฏิบัติการ - ระดับ lactate > 4 mmol/L - ABG พบ base deficit < -5 mEq/L 	
3. วินิจฉัยแยกประเภทภาวะช็อก	<p>1. ติดตามการไหลเวียนโลหิตและบันทึกค่าตัวแปรดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - CVP - CO หรือ CI - SVR หรือ SVRI - ScvO₂ หรือ SvO₂ 	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ขั้นตอน	การวางแผนและการปฏิบัติ	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
	2. วินิจฉัยแยกภาวะช็อกเป็นกลุ่ม - hypovolemic shock - obstructive and cardiogenic shock - septic shock - anaphylactic shock - neurogenic shock	
ขั้นตอนการรักษาภาวะช็อก		
1. การแปลผลตัวแปรที่ใช้ในการติดตามการไหลเวียนโลหิต	1. ทิมวางแผนการรักษาร่วมกับผู้ป่วยหรือผู้แทนโดยชอบธรรม 2. ทำหัตถการใส่สายสวนหลอดเลือดและต่ออุปกรณ์ติดตามการไหลเวียนโลหิตตามดุลพินิจของแพทย์ผู้รักษา 3. บันทึกค่าตัวแปร - CVP - CO หรือ CI - SVR หรือ SVRI - ScvO ₂ หรือ SvO ₂ 4. บันทึกค่าตัวแปร (ถ้ามี) - PAOP - dP/dt - serum lactate - Δ CO ₂ - Shock index - SW หรือ PPV	เป้าหมาย ให้การรักษาภาวะช็อกได้รวดเร็วและถูกต้อง ตัวชี้วัด - อธิบายและวางแผนการรักษารวมถึงขอ consent form ทุกราย 100% เมื่อมีการรักษาหรือทำหัตถการ - แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ทำหัตถการใส่สายสวนหลอดเลือดหรือเป็นผู้ดูแลใกล้ชิดทุกหัตถการ - ให้สารน้ำได้ถูกต้องทั้ง ชนิด ปริมาณ ระยะเวลาเหมาะสม ทุกราย 100% - ให้อาการกระตุ้นความดันและยากระตุ้นหัวใจได้ถูกต้องทั้ง ชนิด ปริมาณ ระยะเวลาเหมาะสม 100%
2. การให้สารน้ำ	1. ประเมิน volume status ของผู้ป่วยทุกรายโดยการตรวจร่างกาย ความดันหลอดเลือด การตรวจภาพรังสีวินิจฉัย การอัลตราซาวด์หัวใจ และหลอดเลือด 2. ให้สารน้ำเริ่มต้น เลือกใช้ balance salt solution	ชนิด ปริมาณ ระยะเวลาเหมาะสม 100%

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

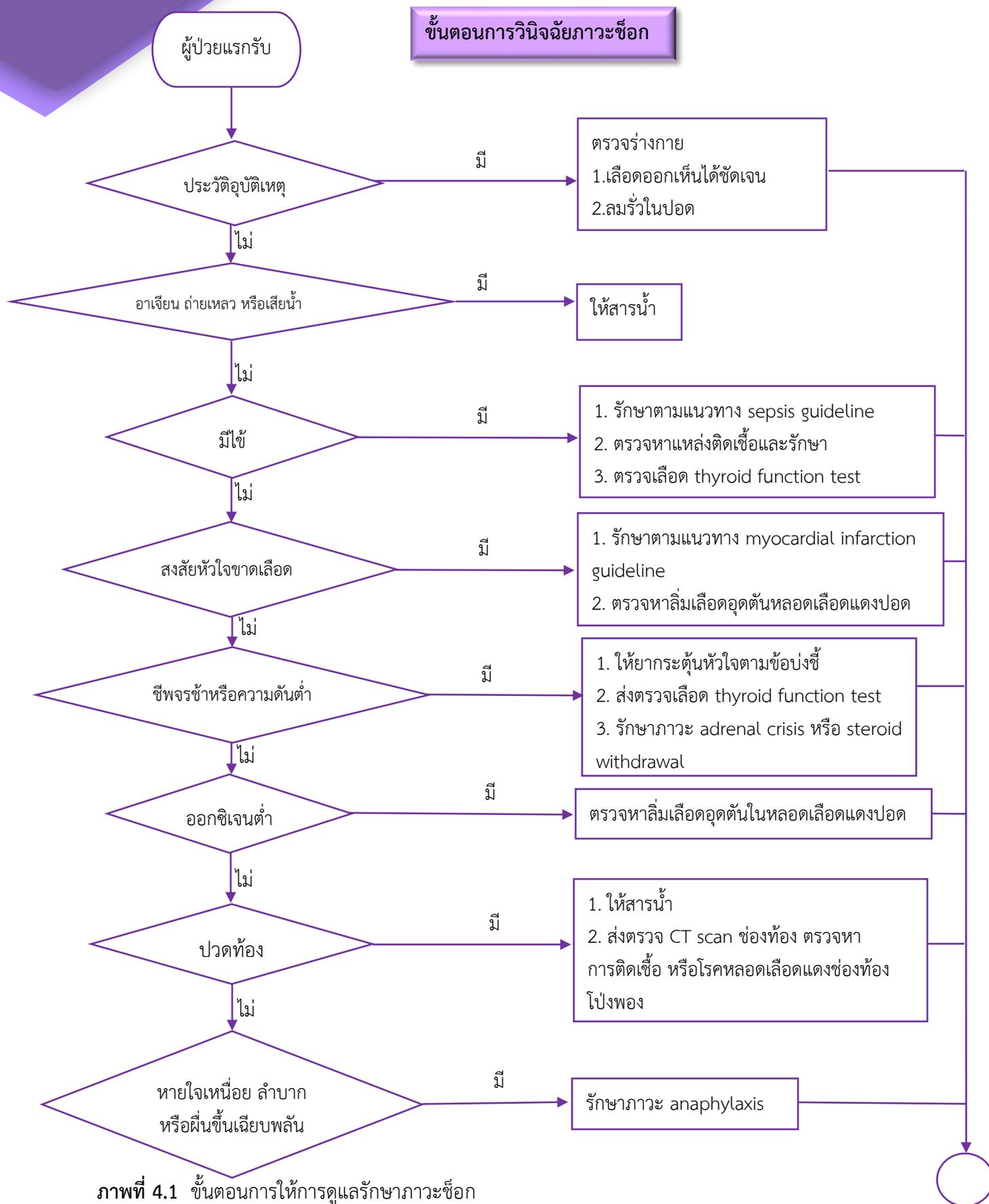
ขั้นตอน	การวางแผนและการปฏิบัติ	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
	3. ประเมินความดันหลังให้สารน้ำ 4. ประเมินการตอบสนองต่อสารน้ำ (fluid responsiveness) หากยังมีความดันต่ำกว่าเป้าหมาย	
3.การให้ยากระตุ้นความดันและยากระตุ้นหัวใจ	1. ประเมิน volume status ของผู้ป่วยทุกรายโดยการตรวจร่างกาย ความดันหลอดเลือด การตรวจภาพรังสีวินิจฉัย การตรวจอัลตราซาวด์หัวใจและหลอดเลือด 2. ให้ยากระตุ้นความดันเมื่อผู้ป่วยมีความดันโลหิตต่ำกว่าเป้าหมายและไม่ตอบสนองต่อสารน้ำ 3. ประเมินความดันหลังให้ยากระตุ้นความดัน 4. ประเมินการทำงานของหัวใจโดยการทำการ echocardiography หากยังมีความดันต่ำกว่าเป้าหมาย 5. ให้ยากระตุ้นการบีบตัวของหัวใจเมื่อผู้ป่วยมีความดันโลหิตต่ำกว่าเป้าหมายและมีการบีบตัวของหัวใจลดลง	
ขั้นตอนการประเมินผลการรักษา		
1.การตรวจร่างกาย	1. ตรวจสัญญาณชีพ ได้แก่ อุณหภูมิ ชีพจร ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ ค่าออกซิเจนในเลือดหรือปลายนิ้ว 2. คลำชีพจรบริเวณส่วนปลาย 3. คลำปลายมือปลายเท้า ผิวหนังมี skin mottling หรือมีลักษณะบวม 4. capillary refilling 5. ฟังปอดและหัวใจ	เป้าหมาย สามารถประเมินการรักษาภาวะช็อกได้ และนำข้อมูลไปประกอบการวางแผนการรักษาต่อเนืองได้เหมาะสม ตัวชี้วัด - ตรวจร่างกายได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ - ใช้เครื่องมือตรวจข้างเตียงและแปลผลได้ถูกต้อง 100%

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

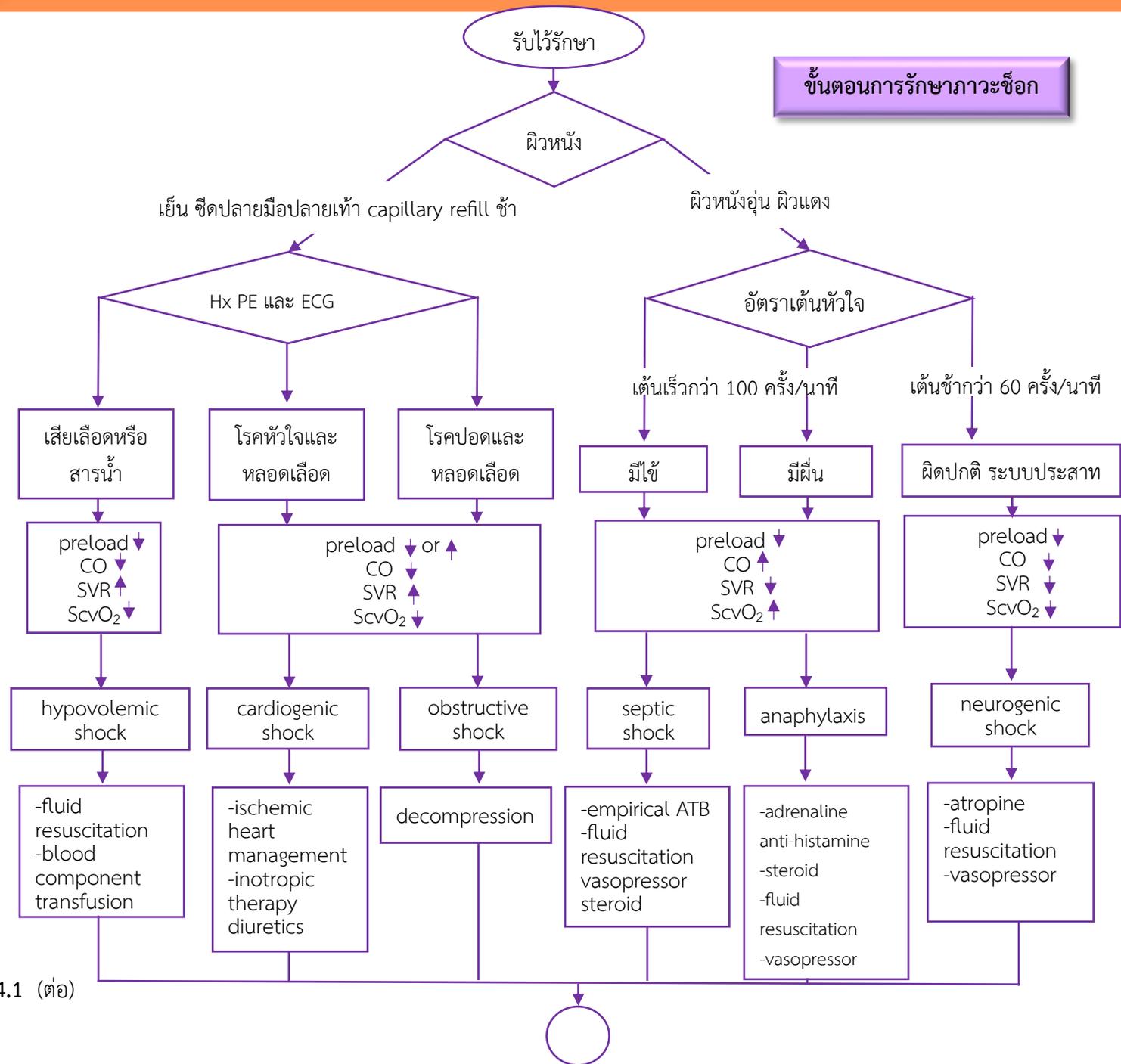
ขั้นตอน	การวางแผนและการปฏิบัติ	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
	6. ตรวจร่างกายอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวินิจฉัยหรือรักษาตามดุลยพินิจแพทย์ผู้รักษา	- วินิจฉัยภาวะแทรกซ้อนระหว่างการรักษา และให้การแก้ไขเบื้องต้นได้ 100%
2.การใช้เครื่องมือตรวจข้างเดียว	1. อัลตราซาวด์ข้างเดียว 2. เจาะเลือดตรวจ ABG, Renal function, clotting parameter 3. ปัสสาวะที่ออก บันทึกเป็น ml/kg/h	- วางแผนการรักษาและให้การรักษาต่อเนื่องได้

4.3 เทคนิคการให้การดูแลรักษาผู้ป่วยภาวะช็อกแต่ละขั้นตอน

การให้การดูแลรักษาผู้ป่วยภาวะช็อก เริ่มตั้งแต่การตรวจวินิจฉัยได้อย่างถูกต้อง การรักษาที่รวดเร็วพร้อมกับค้นหาโรคหลักที่ทำให้ผู้ป่วยเกิดภาวะช็อก ซึ่งต้องดำเนินไปอย่างถูกต้อง และรวดเร็วในทุกขั้นตอน เพื่อผลลัพธ์ที่น่าพอใจในการรักษา และลดภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น การปฏิบัติเหล่านี้เป็นไปตามมาตรฐานและดุลยพินิจของแพทย์ผู้รักษา มีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับสรีระและพยาธิสภาพของผู้ป่วยตามแต่ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งไม่สามารถพยากรณ์ได้อย่างตายตัว ในคู่มือนี้ ผู้เขียนได้อธิบายหลักการขั้นตอนการวินิจฉัยและรักษาภาวะช็อกโดยใช้ผังกระบวนการงาน (flowchart) นำมาทำเป็นแผนภูมิ (workflow) ซึ่งยังคงต้องประเมินผู้ป่วยหลังให้การรักษาเป็นระยะในแต่ละขั้นตอน และต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม โดยมีเป้าหมายเพื่อผู้ป่วยได้รับการรักษาที่ได้มาตรฐาน ปลอดภัย ขั้นตอนการให้การดูแลรักษาภาวะช็อก อธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการปฏิบัติ ดังภาพที่ 4.1

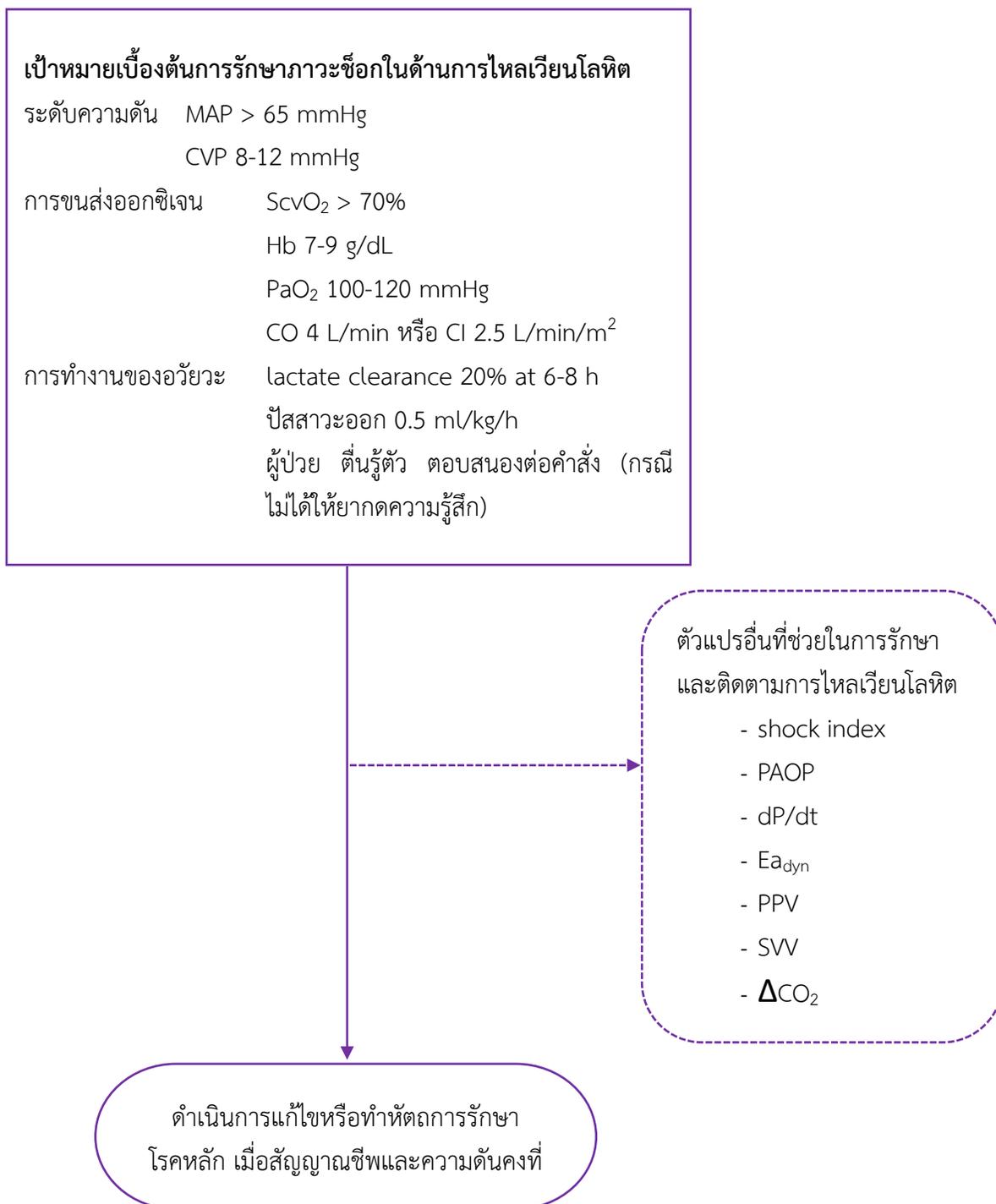


ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการให้การดูแลรักษาภาวะช็อก



ภาพที่ 4.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการประเมินผลการรักษาภาวะช็อก



ภาพที่ 4.1 (ต่อ)

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดอธิบายกระบวนการและขั้นตอนการดูแลรักษาผู้ป่วยภาวะช็อก

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้ปฏิบัติ	มาตรฐานที่ต้องควบคุม
	<p>ขั้นตอนการวินิจฉัยภาวะช็อก</p> <ol style="list-style-type: none"> ซักประวัติเกี่ยวกับ เพศ อายุ โรคประจำตัว รวมทั้งประวัติ <ul style="list-style-type: none"> - อุบัติเหตุ - เสียเลือดหรือสารน้ำ เช่น ถ่ายเป็นเลือด อาเจียนเป็นเลือด ถ่ายเหลว - มีไข้ - เจ็บหน้าอก - หอบเหนื่อย - ปวดท้อง ตรวจร่างกายสัญญาณชีพ ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - อุณหภูมิ - ชีพจร - ความดันโลหิต - ออกซิเจนปลายนิ้ว ตรวจ ECG เจาะเลือดตรวจ serum lactate, cardiac enzyme ตามข้อบ่งชี้และดุลยพินิจแพทย์ 	<ol style="list-style-type: none"> แพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายหรือมีหน้าที่ปฏิบัติ 	<ol style="list-style-type: none"> คำนึงถึงมาตรฐานวิชาชีพเสมอ ข้อมูลประวัติและการตรวจร่างกายมีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และบันทึกผลการตรวจในเวชระเบียนทุกราย อธิบายขั้นตอนการรักษาทุกขั้นตอนแก่ญาติหรือผู้แทนโดยชอบธรรม พร้อมทั้งข้อดี ข้อเสีย ภาวะแทรกซ้อนและข้อจำกัดการรักษา การขอ consent form ทุกครั้งที่มีการรักษาหรือทำหัตถการ

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้ปฏิบัติ	มาตรฐานที่ต้อง ควบคุม
<pre> graph TD 1((1)) --> A(รับไว้รักษา) A --> B{ผิวหนัง} B --> C((2)) B --> D((2)) C --- C1[เขียน ซึบปลายมือปลายเท้า capillary refill ซ้ำ] D --- D1[ผิวหนังอุ่น ผิวแดง] </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1.รับผู้ป่วยไว้รักษาในโรงพยาบาล อาจให้รักษาใน ICU หากมีภาวะวิกฤตที่ต้องการติดตามการไหลเวียนโลหิต หรือตามดุลยพินิจแพทย์ผู้รักษา 2.แพทย์ตรวจร่างกาย ดู คลำ เคาะ ฟัง และตรวจลักษณะผิวหนัง หรือสาเหตุอื่นที่ทำให้ความดันโลหิตต่ำ 3.พิจารณาใช้อุปกรณ์ติดตามการไหลเวียนโลหิตหรือใส่สายสวน หลอดเลือดตามข้อบ่งชี้และดุลยพินิจแพทย์ผู้รักษา 	<ol style="list-style-type: none"> 1. แพทย์ 2. พยาบาล 3. เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย หรือมีหน้าที่ปฏิบัติ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. คำนึงถึงมาตรฐานวิชาชีพเสมอ 2. ข้อมูลประวัติและการตรวจร่างกายมีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และบันทึกผลการตรวจในเวชระเบียนทุกราย 3. อธิบายขั้นตอนการรักษาทุกขั้นตอนแก่ญาติหรือผู้แทนโดยชอบธรรม พร้อมทั้งข้อดี ข้อเสีย ภาวะแทรกซ้อนและข้อจำกัดการรักษา 4. การขอ consent form ทุกครั้งที่มีการรักษาหรือทำหัตถการ

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้ปฏิบัติ	มาตรฐานที่ต้องควบคุม
<pre> graph TD Start(()) --> Decision{Hx PE และ ECG} Note[เย็น ซีดปลายมือปลายเท้า capillary refill ช้า] -.-> Decision Decision --> Box1[เสียเลือดหรือ สารน้ำ] Box1 --> Box2["preload ↓ CO ↓ SVR ↑ ScvO2 ↓"] Box2 --> Box3[hypovolemic shock] Box3 --> Box4["-fluid resuscitation -blood component transfusion"] Box4 --> End((3)) </pre>	<p>ขั้นตอนการรักษาภาวะช็อกจากการเสียเลือดและสารน้ำ</p> <ol style="list-style-type: none"> ผู้ป่วยที่ตรวจพบ เย็น ซีดปลายมือปลายเท้า capillary refill ช้า ร่วมกับประวัติเสียเลือดหรือสารน้ำ อุบัติเหตุ ได้รับการต่ออุปกรณ์ติดตามการไหลเวียนโลหิต ค่าตัวแปร ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - preload หรือ CVP ต่ำ - CO ต่ำ - SVR สูง - ScvO₂ ต่ำ แพทย์วินิจฉัยสาเหตุภาวะช็อกจากร่างกายเสียเลือดหรือสารน้ำ ให้สารน้ำ หรือเลือดทางหลอดเลือดดำตามข้อบ่งชี้และดุลยพินิจแพทย์ผู้รักษา 	<ol style="list-style-type: none"> แพทย์ พยาบาลหอผู้ป่วยวิกฤต หรือพยาบาลเฉพาะทางการดูแลผู้ป่วยวิกฤต 	<ol style="list-style-type: none"> คำนึงถึงมาตรฐานวิชาชีพเสมอ ข้อมูลประวัติและการตรวจร่างกายมีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และบันทึกผลการตรวจในเวชระเบียนทุกราย อธิบายขั้นตอนการรักษาทุกขั้นตอนแก่ญาติหรือผู้แทนโดยชอบธรรม พร้อมทั้งข้อดี ข้อเสีย ภาวะแทรกซ้อนและข้อจำกัดการรักษา การขอ consent form ทุกครั้งที่มีการรักษาหรือทำหัตถการ

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้ปฏิบัติ	มาตรฐานที่ต้องควบคุม
<pre> graph TD A((2)) --- B[เย็น ชีตปลายมือปลายเท้า capillary refill ช้า] B --- C{Hx PE และ ECG} C --- D[โรคหัวใจและหลอดเลือด] D --- E[preload ↓ or ↑ CO ↓ SVR ↑ ScvO2 ↓] E --- F[cardiogenic shock] F --- G["-ischemic heart management -inotropic therapy diuretics"] G --- H((3)) </pre>	<p>ขั้นตอนการรักษาภาวะช็อกจากหัวใจขาดเลือด</p> <ol style="list-style-type: none"> ผู้ป่วยที่ตรวจพบ เย็น ชีตปลายมือปลายเท้า capillary refill ช้า ร่วมกับประวัติหลอดเลือดหัวใจอุดตัน หรือ ECG พบความผิดปกติของกล้ามเนื้อหัวใจ ได้รับการต่ออุปกรณ์ติดตามการไหลเวียนโลหิต ค่าตัวแปร ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - CVP อาจ ต่ำ หรือสูง - CO ต่ำ - SVR สูง - ScvO₂ ต่ำ แพทย์วินิจฉัยสาเหตุภาวะช็อกจากกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด ให้การรักษากล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดตามข้อบ่งชี้และดุลยพินิจแพทย์ผู้รักษา 	<ol style="list-style-type: none"> แพทย์ พยาบาลหอผู้ป่วยวิกฤต หรือพยาบาลเฉพาะทางการดูแลผู้ป่วยวิกฤต 	<ol style="list-style-type: none"> คำนึงถึงมาตรฐานวิชาชีพเสมอ ข้อมูลประวัติและการตรวจร่างกายมีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และบันทึกผลการตรวจในเวชระเบียนทุกราย อธิบายขั้นตอนการรักษาทุกขั้นตอนแก่ญาติหรือผู้แทนโดยชอบธรรม พร้อมทั้งข้อดี ข้อเสีย ภาวะแทรกซ้อนและข้อจำกัดการรักษา การขอ consent form ทุกครั้งที่มีการรักษาหรือทำหัตถการ

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้ปฏิบัติ	มาตรฐานที่ต้องควบคุม
<pre> graph TD Start((2)) --- Note[เย็น ซีดปลายมือปลายเท้า capillary refill ช้า] Note --- Decision{Hx PE และ ECG} Decision --> Disease[โรคปอดและหลอดเลือด] Disease --> Hemodynamics[preload ↓ or ↑, CO ↓, SVR ↑, ScvO2 ↓] Hemodynamics --> Shock[obstructive shock] Shock --> Treatment[decompression] Treatment --> End((3)) </pre>	<p>ขั้นตอนการรักษาภาวะช็อก หลอดเลือดแดงปอดอุดตัน</p> <ol style="list-style-type: none"> ผู้ป่วยที่ตรวจพบ เย็น ซีดปลายมือปลายเท้า capillary refill ช้า ร่วมกับประวัติหลอดเลือดหัวใจอุดตัน หรือ ECG พบความผิดปกติของกล้ามเนื้อหัวใจ ได้รับการต่ออุปกรณ์ติดตามการไหลเวียนโลหิต ค่าตัวแปร ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - CVP อาจ ต่ำ หรือสูง - CO ต่ำ - SVR สูง - ScvO₂ ต่ำ แพทย์วินิจฉัยสาเหตุภาวะช็อกจากหลอดเลือดแดงปอดอุดตัน ให้การรักษาหลอดเลือดแดงปอดอุดตันตามข้อบ่งชี้และดุลยพินิจแพทย์ผู้รักษา 	<ol style="list-style-type: none"> แพทย์ พยาบาล หรือผู้ป่วย วิกฤต หรือพยาบาล เฉพาะ ทางการดูแล ผู้ป่วยวิกฤต 	<ol style="list-style-type: none"> คำนึงถึงมาตรฐานวิชาชีพเสมอตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน ข้อมูลประวัติและการตรวจร่างกายมีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และบันทึกผลการตรวจในเวชระเบียนทุกราย อธิบายขั้นตอนการรักษาทุกขั้นตอนแก่ญาติหรือผู้แทนโดยชอบธรรม พร้อมทั้งข้อดี ข้อเสีย ภาวะแทรกซ้อนและข้อจำกัดการรักษา การขอ consent form ทุกครั้งที่มีการรักษาหรือทำหัตถการ

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้ปฏิบัติ	มาตรฐานที่ต้องควบคุม
<pre> graph TD 2((2)) --> A[ผิวหนังอุ่น ผิวแดง] A --> B{อัตราเต้นหัวใจ} B --> C[เต้นเร็วกว่า 100 ครั้ง/นาที] C --> D[มีไข้] D --> E["preload ↓ CO ↑ SVR ↓ ScvO2 ↑"] E --> F[septic shock] F --> G["-empirical ATB -fluid resuscitation vasopressor steroid"] G --> 3((3)) </pre>	<p>ขั้นตอนการรักษาภาวะช็อกจากการติดเชื้อ</p> <ol style="list-style-type: none"> ผู้ป่วยที่ตรวจพบผิวหลังปลายมือ ปลายเท้าอุ่น ชีพจรเต้นเร็ว ร่วมกับ ประวัติมีไข้ ติดเชื้อ ได้รับการต่ออุปกรณ์ติดตามการไหลเวียนโลหิต ค่าตัวแปร ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - preload หรือ CVP ต่ำ - CO สูง - SVR ต่ำ - ScvO₂ สูง แพทย์วินิจฉัยสาเหตุภาวะช็อกจากการติดเชื้อ ให้การรักษาช็อกจากการติดเชื้อตามแนวทางเวชปฏิบัติ 	<ol style="list-style-type: none"> แพทย์ พยาบาล หอผู้ป่วย วิกฤต หรือ พยาบาล เฉพาะ ทางการดูแล ผู้ป่วยวิกฤต 	<ol style="list-style-type: none"> คำนึงถึงมาตรฐานวิชาชีพเสมอ ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน ข้อมูลประวัติและการตรวจร่างกายมีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และบันทึกผลการตรวจในเวชระเบียนทุกราย อธิบายขั้นตอนการรักษาทุกขั้นตอนแก่ญาติหรือผู้แทนโดยชอบธรรม พร้อมทั้งข้อดี ข้อเสีย ภาวะแทรกซ้อนและข้อจำกัดการรักษา การขอ consent form ทุกครั้งที่มีการรักษาหรือทำหัตถการ

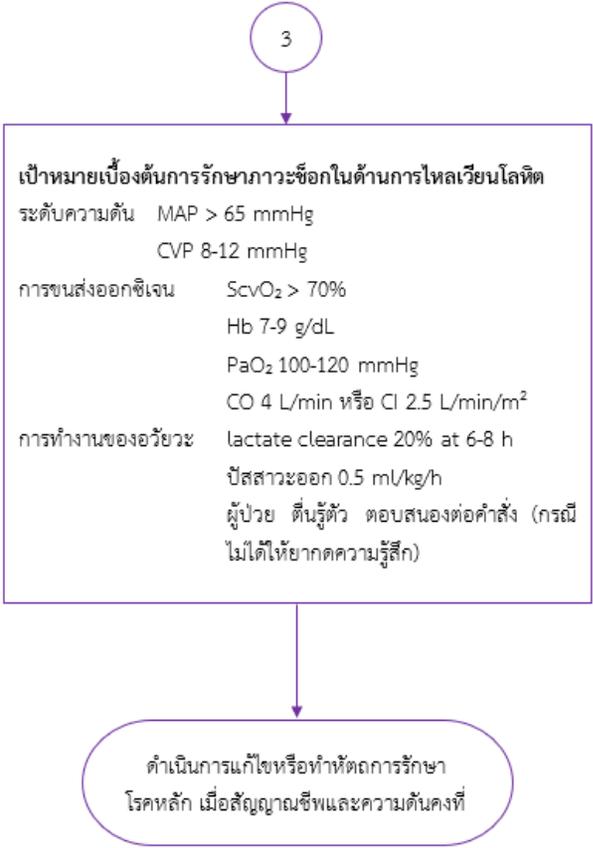
ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้ปฏิบัติ	มาตรฐานที่ต้องควบคุม
<pre> graph TD Start((2)) --> A[ผิวหนังอุ่น ผิวแดง] A --> B{อัตราเต้นหัวใจ} B --- C[เต้นเร็วกว่า 100 ครั้ง/นาที] C --> D[มีผื่น] D --> E["preload ↓ CO ↑ SVR ↓ ScvO2 ↑"] E --> F[anaphylaxis] F --> G["-adrenaline -anti-histamine -steroid -fluid -resuscitation -vasopressor"] G --> End((3)) </pre>	<p>ขั้นตอนการรักษาภาวะช็อกจากการแพ้รุนแรง</p> <ol style="list-style-type: none"> ผู้ป่วยที่ตรวจพบผิวน้ำลายมือปลายเท้าอุ่น ชีพจรเต้นเร็ว ร่วมกับประวัติผื่นเฉียบพลัน ได้รับยาหรือสารพิษ สารก่ออาการแพ้ อาจพบอาการหายใจเหนื่อย ร่วมด้วย ได้รับการต่ออุปกรณ์ติดตามการไหลเวียนโลหิต ค่าตัวแปร ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - preload หรือ CVP ต่ำ - CO สูง - SVR ต่ำ - ScvO₂ สูง แพทย์วินิจฉัยสาเหตุภาวะช็อกจากการแพ้รุนแรง หยุดยา อาหารและสารพิษที่สงสัย ก่อให้เกิดอาการแพ้ทันที ให้การรักษาช็อกจากการแพ้รุนแรงตามแนวทางเวชปฏิบัติ 	<ol style="list-style-type: none"> แพทย์ พยาบาล หรือผู้ป่วย วิกฤต หรือพยาบาล เฉพาะ ทางการดูแล ผู้ป่วยวิกฤต 	<ol style="list-style-type: none"> คำนึงถึงมาตรฐานวิชาชีพเสมอ ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน ข้อมูลประวัติและการตรวจร่างกายมีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และบันทึกผลการตรวจในเวชระเบียนทุกราย อธิบายขั้นตอนการรักษาทุกขั้นตอนแก่ญาติหรือผู้แทนโดยชอบธรรม พร้อมทั้งข้อดี ข้อเสีย ภาวะแทรกซ้อนและข้อจำกัดการรักษา การขอ consent form ทุกครั้งที่มีการรักษาหรือทำหัตถการ

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้ปฏิบัติ	มาตรฐานที่ต้องควบคุม
<pre> graph TD A((2)) --> B[ผิวหนังอุ่น ผิวแดง] B --> C{อัตราเต้นหัวใจ} C --> D[เต้นช้ากว่า 60 ครั้ง/นาที] D --> E[ผิดปกติ ระบบประสาท] E --> F["preload ↓ CO ↓ SVR ↓ ScvO2 ↓"] F --> G[neurogenic shock] G --> H["-atropine -fluid resuscitation -vasopressor"] H --> I((3)) </pre>	<p>ขั้นตอนการรักษาภาวะช็อกจากการบาดเจ็บทางระบบประสาท</p> <ol style="list-style-type: none"> ผู้ป่วยที่ตรวจพบผิวหนังหลังปลายมือปลายเท้าอุ่น ซีพจรเต้นช้า ร่วมกับประวัติโรคหลอดเลือดสมองบาดเจ็บหรือผ่าตัดสมองและไขสันหลัง ได้รับการต่ออุปกรณ์ติดตามการไหลเวียนโลหิต ค่าตัวแปร ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - preload หรือ CVP ต่ำ - CO ต่ำ - SVR ต่ำ - ScvO₂ ต่ำ แพทย์วินิจฉัยสาเหตุภาวะช็อกจากการบาดเจ็บทางระบบประสาท ให้การรักษาโดยใช้ยากระตุ้นการเต้นหัวใจและความดัน อาจมีการให้สารน้ำได้ตามข้อบ่งชี้และดุลยพินิจแพทย์ 	<ol style="list-style-type: none"> แพทย์ พยาบาลหอผู้ป่วยวิกฤต หรือพยาบาลเฉพาะทางการดูแลผู้ป่วยวิกฤต 	<ol style="list-style-type: none"> คำนึงถึงมาตรฐานวิชาชีพเสมอ ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน ข้อมูลประวัติและการตรวจร่างกายมีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และบันทึกผลการตรวจในเวชระเบียนทุกราย อธิบายขั้นตอนการรักษาทุกขั้นตอนแก่ญาติหรือผู้แทนโดยชอบธรรม พร้อมทั้งข้อดี ข้อเสีย ภาวะแทรกซ้อนและข้อจำกัดการรักษา การขอ consent form ทุกครั้งที่มีการรักษาหรือทำหัตถการ

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้ปฏิบัติ	มาตรฐานที่ต้องควบคุม
 <p>เป้าหมายเบื้องต้นการรักษาภาวะช็อกในด้านการไหลเวียนโลหิต</p> <p>ระดับความดัน MAP > 65 mmHg</p> <p>CVP 8-12 mmHg</p> <p>การขนส่งออกซิเจน ScvO₂ > 70%</p> <p>Hb 7-9 g/dL</p> <p>PaO₂ 100-120 mmHg</p> <p>CO 4 L/min หรือ CI 2.5 L/min/m²</p> <p>การทำงานของอวัยวะ lactate clearance 20% at 6-8 h</p> <p>ปัสสาวะออก 0.5 ml/kg/h</p> <p>ผู้ป่วย ตื่นรู้ตัว ตอบสนองต่อคำสั่ง (กรณีไม่ได้ให้ยากดความรู้สึก)</p> <p>ดำเนินการแก้ไขหรือทำหัตถการรักษาโรคหลัก เมื่อสัญญาณชีพและความดันคงที่</p>	<p>ขั้นตอนการประเมินการรักษาภาวะช็อก</p> <ol style="list-style-type: none"> รักษาระดับความดัน MAP > 65 mmHg และ CVP 8-12 mmHg ส่งเลือดตรวจ lactate ในเลือดเมื่อแรกเริ่มรักษาและ 6 ถึง 8 ชั่วโมงหลังการรักษา ส่งตรวจ ScvO₂, Hb, PaO₂ <ul style="list-style-type: none"> พิจารณาให้เลือดเมื่อ Hb น้อยกว่า 7-9 g/dL ให้เลือด หรือยากระตุ้นหัวใจเมื่อ ScvO₂ < 70% พิจารณาเพิ่มออกซิเจนให้ PaO₂ อยู่ในช่วง ราว 100-120 mmHg วัด CO และให้การรักษาดตามเป้าหมาย ผู้ป่วยรู้สึกตัวดี หากไม่ได้ให้ยากดความรู้สึกตัว หรือมีโรคเกี่ยวกับสมอง ปัสสาวะออก 0.5 ml/kg/h 	<ol style="list-style-type: none"> แพทย์ ผู้รักษาเป็นผู้ใช้ดุลยพินิจ ประเมินและวางแผนการรักษาต่อเนื่อง 	<ol style="list-style-type: none"> คำนึงถึงมาตรฐานวิชาชีพเสมอ ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน ข้อมูลประวัติและการตรวจร่างกายมีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และบันทึกผลการตรวจในเวชระเบียนทุกราย อธิบายขั้นตอนการรักษาทุกขั้นตอนแก่ญาติหรือผู้แทนโดยชอบธรรม พร้อมทั้งข้อดี ข้อเสีย ภาวะแทรกซ้อนและข้อจำกัดการรักษา การขอ consent form ทุกครั้งที่มีการรักษาหรือทำหัตถการ

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

คู่มือการดูแลและติดตามการไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยความดันโลหิตต่ำ แสดงรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการวินิจฉัยภาวะช็อก

ภาวะช็อกเป็นภาวะที่มีการไหลเวียนโลหิตอยู่ในระดับต่ำกว่าที่เซลล์ต้องการจนส่งผลให้การลำเลียงออกซิเจนไม่เพียงพอ จัดเป็นภาวะที่อันตรายถึงชีวิต มีสาเหตุได้หลากหลาย จัดเป็นกลุ่ม ๆ ได้แก่ เสียเลือดหรือสารถน้ำ หัวใจล้มเหลวในการสูบฉีดเลือด มีการอุดตันหลอดเลือดแดงปอด หลอดเลือดขยายตัวเป็นสาเหตุให้ความดันต่ำ เป็นต้น การตรวจวินิจฉัยนอกจากต้องหาค่าของภาวะช็อกแล้ว ยังต้องให้การรักษาเบื้องต้นไปพร้อมกันอย่างรวดเร็วเพื่อลดภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ป่วย นั่นคือต้องประเมินการหายใจและทางเดินหายใจ ชีพจร ความดัน ออกซิเจน ECG และ echocardiography ข้างเตียงอย่างรวดเร็ว และเริ่มให้สารถน้ำ ยากระตุ้นความดันหรือยาปฏิชีวนะตามข้อบ่งชี้ ทั้งนี้ ควรต้องแยกประเภทของภาวะช็อกได้ โดยการตรวจดังนี้

ประวัติที่สำคัญ

- อาการอ่อนเพลีย
- อุบัติเหตุ
- เสียเลือดหรือสารถน้ำ เช่น ถ่ายหรืออาเจียนปริมาณมาก เลือดออกตามร่างกาย
- เจ็บหน้าอก ใจสั่น หายใจลำบาก โรคประจำตัวเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด
- มีไข้หรือตัวเย็น หนาวสั่น
- ปวดท้อง
- รับประทาน ยาที่กินเป็นประจำและยาใหม่ อาหาร หรือสารถมีพิษมาก่อน
- ผู้ป่วยเพศหญิง ควรถามประวัติประจำเดือนและการตั้งครรภ์เสมอ

ตรวจร่างกายที่สำคัญ

- ชีพจรเร็วกว่า 100 หรือช้ากว่า 60 ครั้ง/นาที
- ความดัน systole < 90 หรือ diastole < 60 mmHg
- ชาบวม ท้องบวม
- นอนราบไม่ได้
- อุณหภูมิผิวหนังปลายมือปลายเท้า ลักษณะ skin mottling
- ตรวจ capillary refilling time โดยการใช้แผ่นใส หรือแผ่นกระจกใสกดที่ปลายนิ้วมือจนสีซีด นาน 10 วินาทีจึงผ่อนแรงกด นิ้วมือปกติจะกลับมาสีอมชมพูไม่เกิน 3 วินาที

ตรวจข้างเตียง

- คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG)
- อัลตราซาวด์หัวใจ (echocardiography)

ตรวจเลือด

- serum lactate
- ABG

การตรวจอัลตราซาวด์เป็นหัตถการที่สามารถทำได้ข้างเตียงผู้ป่วย ภาวะแทรกซ้อนน้อย ให้รายละเอียดที่มากเพียงพอต่อการจำแนกประเภทและวางแผนการรักษาภาวะช็อก หากผู้ปฏิบัติฝึกฝน จนเกินความชำนาญ จะสามารถแปลผลการตรวจได้อย่างมั่นใจ ในคู่มือนี้ขอแนะนำการใช้อัลตราซาวด์ ตรวจร่างกายในรูปแบบที่เรียกว่า RUSH protocol ดังสรุปในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 RUSH protocol

การตรวจ	hypovolemic shock	cardiogenic shock	obstructive shock	distributive shock
หัวใจ	หัวใจบีบตัวปกติ หัวใจขนาดเล็กหรือ ปกติ	หัวใจบีบตัวลดลง หัวใจโต ขยายขนาด	มีน้ำในเยื่อหุ้มหัวใจ หัวใจบีบตัวเร็ว	ระยะแรกหัวใจบีบ ตัวเร็ว ต่อมาหัวใจ บีบตัวช้าลง
หลอดเลือดดำ และปอด	IVC สิบเล็ก มีน้ำในช่องปอดหรือ ช่องท้อง	IVC โป่งพอง มีน้ำในปอดหรือ ช่องท้อง	IVC โป่งพอง ไม่พบลักษณะ lung sliding (absent lung sliding)	IVC ขนาดปกติ อาจพบน้ำในปอด หรือช่องท้อง
หลอดเลือดแดง ใหญ่	หลอดเลือดแดง ช่องท้องโป่งพอง (AAA)หรือฉีกขาด (aortic dissection)	หลอดเลือดแดง ใหญ่ปกติ	อาจพบ DVT ที่ขา	หลอดเลือดแดง ปกติ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการรักษาภาวะช็อก

หลังจากที่ได้ตรวจเบื้องต้น ได้แก่ ชักประวัติ ตรวจร่างกายและตรวจทางห้องปฏิบัติการหรือ การอัลตราซาวด์ข้างเตียงแล้ว สามารถนำข้อมูลที่ได้มาแยกประเภทของภาวะช็อกได้ตามสาเหตุ และให้ การรักษาอย่างรวดเร็ว ขั้นตอนต่าง ๆ อาจทำการรักษาไปพร้อมกับการหาสาเหตุหลักของอาการเจ็บป่วย เพื่อลดภาวะแทรกซ้อนและไม่เพิ่มอัตราการตาย การรักษาและหลักการนำไปใช้ สรุปดังนี้

1. การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

เป็นการรักษาที่ให้ในระยะแรกของการรักษาภาวะช็อกเพื่อเพิ่มการไหลเวียนโลหิตไปเลี้ยงร่างกาย โดยให้เมื่อสารน้ำนั้นยังสามารถเพิ่มความดัน และหยุดให้สารน้ำเมื่อมีภาวะแทรกซ้อน เช่น น้ำท่วมปอด ภาวะน้ำเกินในร่างกาย หากเกิดภาวะแทรกซ้อนแล้วยังไม่สามารถรักษาระดับความดันได้ จึงพิจารณาให้ยา กระตุ้นความดัน

การตรวจ Pulse pressure variation (PPV) หรือ stroke volume variation (SVV) สามารถ อ่านค่าได้รวดเร็วจากอุปกรณ์ที่แสดงผลบนหน้าจอ หากพบว่า SVV หรือ PPV > 13% แปลผลได้ว่าการให้ สารน้ำ “มีแนวโน้ม” จะสามารถเพิ่มความดันโลหิตได้ หรือเรียกว่า ผู้ป่วย “มีแนวโน้ม” เป็น fluid

responder หรือในทางกลับกัน หาก SVV หรือ PPV < 13% ให้สารน้ำ “มีแนวโน้ม” ไม่เพิ่มความดันโลหิต ดังนั้นผู้ปฏิบัติต้องคำนึงเสมอว่าอาจเกิดภาวะแทรกซ้อนจากสารน้ำได้

ข้อจำกัดที่สำคัญของการแปลผล PPV และ SVV คือการตรวจนี้เป็นการใช้หลักการ hear-lung interaction ยิ่งขึ้นกับตัวแปรอื่น เช่น จังหวะเต้นของหัวใจไม่สม่ำเสมอ tidal volume ของผู้ป่วยไม่น้อยกว่า 8 มิลลิตรต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเมื่อผู้ป่วยใช้เครื่องช่วยหายใจ นั่นคืออาจมีความคลาดเคลื่อนของผลตรวจเมื่อใช้ตัวแปรอื่นในผู้ป่วยหายใจเอง อย่างไรก็ตาม การให้สารน้ำต้องพิจารณาหลายตัวแปรประกอบกัน และ “ต้องติดตามและประเมินผลการรักษาต่อเนื่อง” เป็นระยะ ให้มองเห็นแนวโน้มผลการรักษา เพื่อผลลัพธ์การรักษาและลดภาวะแทรกซ้อน ทั้งนี้ ผู้ปฏิบัติหรือแพทย์ผู้รักษาต้องใช้ดุลยพินิจอย่างรอบคอบในหลักการตามมาตรฐานในปัจจุบัน

ชนิดของสารน้ำที่เริ่มให้ สามารถเลือกใช้เป็น balance salt solution เช่น Ringer's lactate, Ringer's acetate หรือ isotonic solution เช่น NSS ได้ หากต้องการทดสอบการตอบสนองต่อสารน้ำ เริ่มให้สารน้ำนั้น 4 มิลลิตรต่อกิโลกรัม ให้ทางหลอดเลือดดำภายใน 10-15 นาทีแล้ววัดความดันโลหิตหลังให้สารน้ำหมด ภายในไม่เกิน 30 วินาที หาก cardiac output เพิ่มขึ้น 10-15% เทียบกับก่อนให้สารน้ำ แสดงว่าผู้ป่วยตอบสนองต่อการให้สารน้ำ

ปริมาตรรวมของสารน้ำที่ให้ ขึ้นกับข้อบ่งชี้และดุลยพินิจแพทย์ผู้รักษา แต่ต้องมีการติดตามและประเมินผลการรักษาต่อเนื่อง

2. การให้ยากระตุ้นความดัน หรือ ยากระตุ้นหัวใจ

การให้ยาเพื่อกระตุ้นความดันหรือยากระตุ้นหัวใจ นิยมให้ทางหลอดเลือดดำแบบต่อเนื่อง และปรับระดับยาเพิ่มขึ้นเมื่อประเมินความดันและการทำงานของหัวใจยังไม่ดีเพียงพอ กลไกยากระตุ้นความดันคือยาทำให้ผนังหลอดเลือดตีบ ความต้านทานการไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้น ยากระตุ้นหัวใจ ทำให้หัวใจบีบตัวดีขึ้น เพิ่ม CO ทำให้ MAP โดยรวมเพิ่มขึ้น เป้าหมายการรักษาคือระดับ MAP 60-65 mmHg เป็นค่าที่ยอมรับว่าความดันนี้ ทำให้เลือดไหลเวียนไปสู่อวัยวะปลายทางได้เพียงพอ ยาที่นิยมใช้ในการรักษาภาวะช็อก ได้แก่

norepinephrine (NE) และ epinephrine หรือ adrenaline ออกฤทธิ์กระตุ้น α_1 receptor และ β receptor ผลคือเพิ่ม SVR, HR, CO และ BP

phenylephrine ออกฤทธิ์กระตุ้น α_1 receptor ผลคือเพิ่ม SVR และ BP และอาจทำให้อัตราเต้นหัวใจเต้นช้าลงได้

vasopressin ออกฤทธิ์กระตุ้น V_1 และ V_2 receptor ทำให้กล้ามเนื้อผนังหลอดเลือดหดตัว และยังเพิ่มการดูดกลับน้ำที่ไต จึงเพิ่ม SVR และ BP เลือกใช้ยาตัวนี้หลังจากที่ใช้ยา norepinephrine ไม่ได้ผล

dopamine ออกฤทธิ์ที่ dopaminergic receptor ผลคือเพิ่ม SVR, HR, CO คล้ายกับการกระตุ้น α_1 receptor และ β receptor

dobutamine ออกฤทธิ์ที่ β_1 receptor เพิ่ม CO และการบีบตัวของหัวใจ ส่งผลต่อความดันเล็กน้อย จึงไม่ควรใช้เป็นยากระตุ้นความดันเพียงชนิดเดียว อาจใช้ร่วมกับยากระตุ้นความดันอื่น ๆ

milrinone ยับยั้ง phosphodiesterase ผลคือเพิ่มระดับ cAMP ทำให้การบีบตัวหัวใจเพิ่มขึ้น (เพิ่ม CO) หลอดเลือดขยายตัว (vasodilatation) ความดันอาจลดลง ใช้นยาตัวนี้ในการลดความดันหลอดเลือดแดงปอดร่วมกับยาชนิดอื่นในผู้ป่วยภาวะช็อกจากหลอดเลือดแดงปอดอุดตัน

ตารางแสดงขนาดและการบริหารยา

adrenaline infusion

Preparation	1 ampoule 1 mL [1:1000 = 1 mg/mL]
Dilute	3 mg (3mLs) of adrenaline with 47 mLs of NSS in 50 mLs syringe
Rate	1 mL/hr = 1 mcg/min
Dose	1-10 mcg/min [start infusion rate 0.1 mcg/kg/min] titrate accordingly to desired BP

Anaphylaxis dose for continuous intravenous infusion

Dilute : 1 mg(1mL) to 100 mL NSS

Dose: start 0.5 mL/kg/h titrate up to response

dobutamine [no bolus dose]

Preparation	1 vial contains 250mg in 20 mL
Dilute	3xBW mg to 50 mL NSS
Rate	1 mL/hr = 1 mcg/kg/min
Dose	infusion 2-20 mcg/kg/min [not to exceed 40 mcg/kg/min]

dopamine [no bolus dose]

Preparation	1 vial contains 250 mg in 10 mL
Dilute	3xBW mg to 50 mL NSS
Rate	1 mL/hr = 1 mcg/kg/min
Dose	infusion 2-20 mcg/kg/min [not to exceed 40 mcg/kg/min]

milrinone

Preparation	1 ampoules contains 10 mg in 10 mL
Dilute	20 mg (20 mL or two amp) add to NSS upto 100 mL
Rate	200 mcg/mL
Dose	0.125 – 0.5 mcg/kg/min [max 0.75 mcg/kg/min]

noradrenaline

Preparation	4mg/4mLs (1 amp)
Dilute	3 mg (3mLs) of adrenaline with 47 mLs of DW in 50 mLs syringe
Rate	1 mL/hr = 1 mcg/min [60:1]
Dose	2-20 mcg/min [start infusion rate 0.05-0.5 mcg/kg/min] titrate accordingly to desired BP

** NE [30:1] ให้ทางหลอดเลือดดำส่วนปลาย NE [60:1] ให้ทางหลอดเลือดดำส่วนกลาง C-line

ตัวอย่างการผสมยา adrenaline

dilute: 3 mg adrenaline in 50 mLs NSS

50mls → 3 mg → 3000 mcg

1mL → 3000/50 = 60 mcg

1mL/hr → 60mcg/hr → 60mcg/60mins → 1mcg/min

1mL/hr = 1 mcg/min

สำหรับยาอื่น ๆ สามารถเทียบเคียงวิธีการผสมยาได้จากตัวอย่างข้างต้น

เมื่อจำแนกภาวะช็อกได้เป็นประเภทต่าง ๆ แล้ว ดำเนินการค้นหาและแก้ไขสาเหตุความเจ็บป่วยพร้อมกับรักษาภาวะช็อกเพื่อให้ความดันโลหิตอยู่ในค่าเป้าหมาย หลักการรักษาสรุ้ได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 สรุ้หลักการรักษาภาวะช็อกตามสาเหตุ

hypovolemic shock	<ul style="list-style-type: none"> - ประเมินการหายใจและทางเดินหายใจพร้อมแก้ไขหากมีทางเดินหายใจอุดตัน อาจใส่ท่อช่วยหายใจ หากมีการหายใจล้มเหลว - ทำการห้ามเลือดบริเวณที่มีเลือดออกชัดเจนโดยการกดห้ามเลือด หรือจัดกระดูกหักให้อยู่ในแนวกระดูก - ให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ 10-20 mL/kg ใน 15 นาที อาจใช้เครื่องอัตโนมัติหรือต้องทำการเปิดหลอดเลือดใส่สายสวน - ให้เลือดหากมีข้อบ่งชี้ โดยให้ PRC 5-10 mL/kg
cardiogenic shock	<ul style="list-style-type: none"> - ประเมินการหายใจและทางเดินหายใจพร้อมแก้ไข หากมีทางเดินหายใจอุดตัน อาจใส่ท่อช่วยหายใจ หากมีการหายใจล้มเหลว - ให้ยา dobutamine 5 mcg/kg/min ทางหลอดเลือดดำ อาจให้ร่วมกับยากระตุ้นความดันอื่น เช่น NE หรือ adrenaline เมื่อความดันต่ำ - หาสาเหตุอื่น ๆ และวางแผนแก้ไขสาเหตุหลัก - พิจารณา intra-aortic balloon pump เมื่อยากระตุ้นความดันและยากระตุ้นหัวใจไม่สามารถรักษากระดับความดันเป้าหมายได้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

septic shock	<ul style="list-style-type: none"> - ประเมินการหายใจและทางเดินหายใจพร้อมแก้ไข หากมีทางเดินหายใจอุดตัน อาจใส่ท่อช่วยหายใจหากมีการหายใจล้มเหลว - เริ่มให้สารน้ำ 20 mL/kg โดยแบ่งให้เป็นครั้ง ๆ แล้วประเมินความดันโลหิต - ให้ยาปฏิชีวนะทางหลอดเลือดดำที่ครอบคลุมเชื้อก่อโรคที่สงสัย เริ่มให้โดยเร็วภายใน 30 นาที - วางแผนรักษาการติดเชื้อ เช่น การตัดเนื้อตาย ผ่าตัดระบายหนอง - เริ่มให้ยากระตุ้นความดันทางหลอดเลือดดำ เลือกใช้ NE เป็นตัวแรก หากการให้สารน้ำ ไม่สามารถเพิ่มความดันได้ตามเป้าหมาย ทำการประเมินและปรับระดับยาเป็นระยะ - ใช้ยากระตุ้นความดันตัวที่สองคู่กับยา NE อาจให้เป็น adrenaline หากไม่มียา vasopressin - ให้ hydrocortisone ทางหลอดเลือดดำ 200 mg/d เมื่อให้ยากระตุ้นความดันโลหิต เกิน 0.25 mcg/kg/min
anaphylactic shock	<ul style="list-style-type: none"> - ประเมินการหายใจและทางเดินหายใจพร้อมแก้ไข หากมีทางเดินหายใจอุดตัน อาจใส่ท่อช่วยหายใจหากมีการหายใจล้มเหลว - ให้สารน้ำ 10-20 mL/kg - ให้ adrenaline 50-500 mcg เพื่อทดสอบการแพ้ยา จากนั้นให้ทางกล้ามเนื้อ (intramuscle: IM) เป็นทางเลือกแรก ให้ adrenaline 1 mg/mL (1:1000) จำนวน 0.5 ml ต่อครั้ง - หากให้ทางหลอดเลือดดำ ให้ผสม NSS กับ adrenaline 1 mg เป็น 10 mL แล้วให้ 0.5 mL ต่อครั้ง - ให้ยาซ้ำทุก 5-15 นาที - ให้ hydrocortisone 200 mg ทางหลอดเลือดดำ เมื่อไม่มีการตอบสนองต่อ adrenaline

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการประเมินการรักษาภาวะช็อก

ในขั้นตอนนี้ แพทย์ผู้ให้การรักษาเป็นผู้ปฏิบัติหลักในการประเมินผู้ป่วย สาเหตุหลักของภาวะช็อก การตอบสนองต่อการรักษา พยากรณ์โรค และแพทย์เป็นผู้ช่วยในการวางแผนการรักษาต่อเนื่องร่วมกับทีมบุคลากรทางการแพทย์ และผู้ป่วยหรือผู้แทนโดยชอบธรรม แพทย์ผู้ให้การรักษาอาจปรับเปลี่ยนวิธีการตามดุลยพินิจโดยยังคงมีเป้าหมายการรักษาคือ การหายใจจากความเจ็บป่วย ลดภาวะแทรกซ้อนและอัตราการตายของผู้ป่วย คู่มือนี้แนะนำเป้าหมายการรักษาภาวะช็อกในด้านการไหลเวียนโลหิต โดยหลักการ ดังนี้

1. รักษาระดับ MAP > 65 mmHg และ CVP 8-12 mmHg

ความดัน MAP 65 mmHg และ CVP 8-12 mmHg เป็นค่าเป้าหมายที่ใช้โดยทั่วไป ความดันนี้เพียงพอต่อการส่งเลือดไปเลี้ยงอวัยวะสำคัญ ได้แก่ สมอง และไต อย่างไรก็ตาม สามารถปรับเปลี่ยนเป้าหมาย MAP สูงกว่า 65 mmHg ได้ เช่น MAP 70 mmHg ในผู้ป่วยที่เป็นโรคความดันสูง และมีความดันในอิตีค่อนข้างสูง อาจช่วยลดการพอกไต แต่ไม่ส่งผลต่ออัตราการตาย ผู้ปฏิบัติต้องพิจารณาถึงประโยชน์ที่ผู้ป่วยได้รับและภาวะแทรกซ้อนจากยาหรือสารน้ำในขนาดสูงเพื่อความดันเป้าหมายที่สูงขึ้น

2. การกำจัด lactate ในเลือด อย่างน้อย 20% เมื่อเปรียบเทียบกับระดับ lactate แรกเริ่มรักษาและ 6 ถึง 8 ชั่วโมงหลังการรักษา

หลังจากระดับความดันได้ตามเป้าหมายแล้ว การส่งเลือดตรวจ lactate บ่งบอกถึงการใช้ ออกซิเจนที่ระดับเซลล์ นั่นคือเมื่อมีการลำเลียงออกซิเจน (ส่งเลือดที่มีออกซิเจนสูง) ไปสู่อวัยวะปลายทาง จากนั้น เซลล์เปลี่ยนแปลงการสร้างพลังงานจากไมโซออกซิเจนมาสู่การใช้ออกซิเจน ระดับ lactate ในเลือดจึงลดลง หากการกำจัด lactate ได้ตามเป้าหมายคือ lactate ลดลง 20% หลังให้การรักษา 6 ถึง 8 ชั่วโมง ให้พิจารณาให้สารน้ำในอัตรา maintenance และยังคงประเมินผู้ป่วยสม่ำเสมอ หากยังไม่ได้ตามเป้าหมาย ให้ทำการ resuscitation ต่อเนื่อง

3. ส่งเลือดตรวจ ScvO₂, Hb, PaO₂

พิจารณาให้เลือดเมื่อ Hb น้อยกว่า 7-9 g/dL โดยทั่วไปจะให้เลือดหลังการให้สารน้ำ ปริมาณหนึ่ง และ Hb < 7 g/dL หรือมีการเสียเลือด และพิจารณาให้เลือด หรือยากระตุ้นหัวใจเมื่อ ScvO₂ น้อยกว่า 70% พิจารณาให้ออกซิเจน เพื่อให้ PaO₂ อยู่ในช่วง 100-120 mmHg

4. วัด CO และให้การรักษาตามเป้าหมาย

ค่าปกติโดยทั่วไปของ CO คือราว ๆ 4-5 L/min หรือเมื่อเทียบกับพื้นที่ผิวของร่างกาย ได้ค่า cardiac index (CI) ค่าปกติประมาณ 2.5 L/min/m² ค่านี้บอกถึงการสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจ ในหนึ่งนาทีเพื่อไปเลี้ยงอวัยวะของร่างกาย มาจากการสูบฉีดเลือดในการบีบตัวหนึ่งครั้ง (SV) คูณอัตราเต้นหัวใจในหนึ่งนาที (HR) จะเห็นได้ว่า CO อาจได้ค่าที่น่าพอใจจากการที่หัวใจเต้นเร็ว แต่การสูบฉีดเลือดในแต่ละครั้งไม่เพียงพอ แพทย์ผู้รักษาอาจพิจารณาปรับเปลี่ยนการรักษาให้เหมาะสม

5. ผู้ป่วยรู้สึกตัวดี หากไม่ได้ให้ยากดความรู้สึกตัว หรือมีโรคเกี่ยวกับสมอง

การรู้สึกตัว ตอบสนองต่อคำสั่ง เป็นการแสดงการทำงานของสมอง หมายความว่าเลือด ลำเลียงออกซิเจนไปสู่สมอง มีออกซิเจนอย่างเพียงพอ และเซลล์ใช้ออกซิเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากผู้ป่วยไม่ได้ยากดการทำงานระบบประสาทหรือกล้ามเนื้อ ควรประเมินความรู้สึกตัวของผู้ป่วย

6. ปัสสาวะออก 0.5 mL/kg/h

อวัยวะสำคัญและสัมพันธ์ต่อความเสียหายเมื่อเกิดภาวะช็อกนอกจากสมองแล้ว ยังอาจเกิดความเสียหายการทำงานของไต อาจเป็นเพียงชั่วคราว หรือรุนแรงจนต้องทำการฟอกไต ในผู้ป่วยที่ไม่ได้ฟอกไต หรือมีโรคไตมาก่อน หากเลือดไปเลี้ยงไตได้ดี และสารน้ำเพียงพอ ควรมีปัสสาวะออกอย่างน้อย 0.5 mL/kg/h

การที่ผู้ป่วยความดันต่ำหรืออยู่ในภาวะช็อกมีความเสี่ยงต่ออัตราการตายสูง แต่การได้สารน้ำในปริมาณมาก (positive fluid balance) หรือจนกระทั่งมีภาวะน้ำเกิน (fluid overload) ก็ส่งผลต่ออัตราการตายเช่นกัน ในช่วงแรกของการให้สารน้ำในภาวะช็อก ผู้ป่วยจะได้รับสารน้ำปริมาณมาก แพทย์ผู้ให้การรักษาคควรระมัดระวังให้สารน้ำส่วนเกินมีน้อยที่สุดโดยเฉพาะใน 7 วันของการรักษา แนะนำว่า ไม่ควรให้เกิด positive fluid balance เกิน 500 ml ต่อวัน และควรลดการให้สารน้ำลงในช่วงปลายสัปดาห์

ตัวแปรอื่น ๆ ที่ช่วยในการรักษาและติดตามการไหลเวียนโลหิต

shock index (SI) เป็นค่าที่คำนวณโดยใช้ตัวแปรง่าย คือ HR หารด้วย SBP มีค่าปกติ 0.5 – 0.7 ใช้ค่านี้นำประเภทของภาวะช็อกที่มีการเสียเลือดจากอุบัติเหตุ ค่า < 0.6 หมายความว่าผู้ป่วยไม่มีภาวะช็อก ค่า 0.6-1 ภาวะช็อกเล็กน้อย ค่า 1-1.4 ภาวะช็อกปานกลาง และ SI > 1.4 ภาวะช็อกรุนแรง สัมพันธ์กับอัตราการตายที่สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม SI ไม่ได้บ่งบอกว่าต้องมีการให้เลือดปริมาณมาก การให้การรักษายังคงขึ้นกับดุลยพินิจแพทย์ผู้ให้การรักษา

dP/dt เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงความดันในหนึ่งหน่วยเวลา นั่นคือแรงดันเลือดที่เกิดขึ้นในหัวใจห้อง LV ในขณะที่ลิ้นหัวใจ MV ปิดและก่อนที่ลิ้นหัวใจ AV จะเปิด (เลือดซึ่งอยู่ในหัวใจห้อง LV ในขณะที่หัวใจบีบตัว หรือ isovolumetric contraction หรือความชันของกราฟในช่วง systole) หลักการคือ หัวใจที่ดี ย่อมบีบตัวได้ดีและรวดเร็วกว่า โดยปกติ LV dP/dt มีค่า > 1200 mmHg/s

Ea_{dyn} เป็นค่าที่ได้จากสัดส่วนของ PPV หารด้วย SVV ใช้ในการประเมินการให้สารน้ำและการลดหยากกระตุ้นความดันในระหว่างให้การรักษาภาวะช็อก ค่านี้นบอกถึงแรงหดตัวของหลอดเลือดหรือแรงต้านทานในหลอดเลือด หรือก็คือ Ea_{dyn} สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง MAP เมื่อมีการลดหยากกระตุ้นความดัน

HPI Acumen® software สามารถวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการไหลเวียนโลหิต รวมถึงค่า dP/dt และ Ea_{dyn} ต่อเนื่อง ผู้ปฏิบัติสามารถใช้ค่า dP/dt และ Ea_{dyn} ในการพิจารณาลดหยากกระตุ้นความดัน ดังเช่น Ea_{dyn} สูงกว่า 0.9 แสดงว่าการมีบีบตัวของผนังหลอดเลือดเพียงพอ หากความดันโลหิตได้ตามเป้าหมายพิจารณาลดหยากกระตุ้นความดัน Ea_{dyn} ต่ำกว่า 0.9 แสดงว่า tone ของผนังหลอดเลือดและความดันโลหิตอาจลดลงหากทำการลดหยากกระตุ้นความดัน การวัดค่าเหล่านี้ยังมีข้อจำกัด เช่น ค่าเปลี่ยนแปลงได้ต่อเนื่องในแต่ละช่วงเวลา อัตราการเต้นของหัวใจส่งผลต่อการอ่านค่าตัวแปร การรักษาผู้ป่วยภาวะช็อกไม่มีเป้าหมายเพื่อให้ตัวแปรเหล่านี้มีค่าปกติ เพียงแต่เป็นตัวช่วยในการพิจารณาให้การรักษา ผู้ปฏิบัติควรใช้พิจารณาถึงข้อจำกัดของเทคโนโลยีก่อนนำมาประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยให้เหมาะสม

PPV และ SVV ตัวแปรนี้รู้จักกันอย่างแพร่หลายในการประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำในภาวะช็อก การใช้ตัวแปรนี้ประเมินผู้ป่วยใช้ค่า $> 13\%$ บ่งบอกว่าผู้ป่วยภาวะช็อกรายนี้จะตอบสนองต่อการให้สารน้ำ คือ มี CO เพิ่มขึ้น 10-20 % ข้อจำกัดของ PPV และ SVV เพื่อให้ค่าที่ได้มีความน่าเชื่อถือ คือ ผู้ป่วยใช้เครื่องช่วยหายใจ tidal volume > 8 ml/kg หัวใจมีการบีบตัวปกติ ไม่มีหัวใจเต้นผิดจังหวะ อัตราส่วน HR/RR > 3.6 การผ่าตัดเปิดช่องอกหรือช่องท้อง ผู้ป่วยนอนคว่ำ และตัวแปรนี้ยังมีค่า gray zone เช่น ค่าที่อยู่ในช่วง 10-12% ที่อาจทำให้ผู้ปฏิบัติเกิดความไม่แน่ใจ

ΔCO_2 หรือ CO_2 gap เป็นผลต่างของ CO_2 ในเลือดแดงและเลือดดำ สัมพันธ์กับ CO และผลการรักษาที่ไม่ดีหาก ΔCO_2 ผิดปกติแม้ว่าค่า lactate ลดลงตามเป้าหมาย หลักการคือ CO_2 เป็นผลผลิตของเซลล์ที่มีการใช้ออกซิเจนเพื่อสร้างพลังงาน แล้วปล่อย CO_2 ในเลือดดำไปแลกเปลี่ยนก๊าซที่ปอด ปกติ ΔCO_2 มีค่าระหว่าง 2-6 mmHg ค่าที่ > 6 mmHg เป็นค่าผิดปกติ ต้องให้การ resuscitation อย่างเพียงพอ เงื่อนไขที่อาจเปลี่ยนแปลง ΔCO_2 โดยที่ไม่สัมพันธ์กับการไหลเวียนโลหิตคือ การให้ออกซิเจนขนาดสูง และอัตราหายใจเร็ว ผู้ปฏิบัติต้องใช้ดุลยพินิจในการแปลผล

4.4 เทคนิคการติดตามและประเมินผลการรักษาภาวะช็อก

การให้การรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก มีเป้าหมายของการรักษาเพื่อให้ผู้ป่วยพ้นจากภาวะวิกฤต รักษาสาเหตุของโรคหลัก ลดภาวะแทรกซ้อน ตลอดจนลดการเสียชีวิตของผู้ป่วย ซึ่งผลลัพธ์การรักษาในมนุษย์แตกต่างกันไปตามสภาวะผู้ป่วยและโรคหลัก ไม่สามารถระบุได้อย่างตายตัว จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ปฏิบัติต้องมีความเชี่ยวชาญ ปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างถูกต้อง และเป็นไปตามมาตรฐานแนวทางการปฏิบัติจากหลักฐานงานวิจัยเชิงประจักษ์ที่อาจปรับเปลี่ยนเมื่อมีข้อมูล องค์ความรู้ วิทยาการที่ดียิ่งขึ้น

การติดตามและประเมินผลการรักษาภาวะช็อก มุ่งเน้นไปที่ความถูกต้องตามหลักมาตรฐาน และการประเมินการรักษาต่อเนื่องเพื่อการปรับเปลี่ยนแผนการรักษาได้อย่างเหมาะสม มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.6 การติดตามและประเมินผลการรักษาภาวะช็อก

กิจกรรม	วิธีการติดตามและประเมินผล การปฏิบัติงาน	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนติดตามการไหลเวียนโลหิต		
1. ผู้ปฏิบัติรู้จักค่าเป้าหมายของตัวแปรที่จำเป็นในการดูแลผู้ป่วยภาวะช็อก	1. ทบทวนความรู้ โดยมาจากการอภิปรายเคสผู้ป่วย การจัดกิจกรรม grand round การอ่านงานวิจัยและหลักฐานเชิงประจักษ์ในวารสารทางการแพทย์ 2. การสื่อสาร หรือรายงานเคสผู้ป่วยภาวะวิกฤตได้อย่างตรงประเด็น สื่อสารเข้าใจ	เป้าหมาย รวบรวมข้อมูลผู้ป่วยได้ครบถ้วนสมบูรณ์และรู้จักตัวแปรที่จำเป็นครบถ้วนถูกต้อง ตรงประเด็น

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

กิจกรรม	วิธีการติดตามและประเมินผล การปฏิบัติงาน	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
	แผนการรักษา ในสถานการณต่าง ๆ เช่น การส่งเวร การรายงานเคสให้แพทย์ รับทราบ การสื่อสารกับญาติผู้ป่วย เป็นต้น	ตัวชี้วัด - อ่านค่าตัวแปรและรายงาน ผลถูกต้องสมบูรณ์ - ข้อมูลสำคัญของผู้ป่วย ครบถ้วน มีความน่าเชื่อถือ กระชับและตรงประเด็น
2. รวบรวมประวัติผู้ป่วย ได้อย่างครบถ้วน	1. บันทึกประวัติเกี่ยวกับการวินิจฉัย สาเหตุที่ทำให้ความดันโลหิตต่ำ ที่สำคัญลงในเวชระเบียน 2. ผู้ปฏิบัติทราบข้อบ่งชี้ในการติดตามการไหลเวียนโลหิต 3. ผู้ปฏิบัติทราบข้อควรระวังในการทำหัตถการสวนหลอดเลือด หรือ ให้สารน้ำและยา	- มีการขอ consent form จากผู้ป่วยหรือผู้แทนโดยชอบธรรม ก่อนการทำหัตถการ 100% - ไม่มีข้อร้องเรียน ผู้ปฏิบัติที่เกิดจากความล้มเหลวด้านการสื่อสาร
ขั้นตอนที่ 2 การติดตามการไหลเวียนโลหิต		
1. เตรียมอุปกรณ์สำหรับติดตามการไหลเวียนโลหิต 2. ประกอบอุปกรณ์กับจอแสดงผล 3.อ่าน waveform	1. เตรียมอุปกรณ์สำหรับการทำหัตถการแต่ละประเภท แต่ละชนิด ตามข้อบ่งชี้ และดุลยพินิจของแพทย์ผู้ให้การรักษา 2. แพทย์ผู้เชี่ยวชาญทำหัตถการสวนหลอดเลือดเพื่อตรวจติดตามการไหลเวียนโลหิต 3. ต่อสายสวนหลอดเลือดหรือ ClearSight เข้ากับชุดตรวจและจอแสดงผลได้อย่างถูกต้อง 4. ตรวจสอบตำแหน่งสายสวนหลอดเลือดหรืออุปกรณ์สำหรับติดตามการไหลเวียนโลหิตให้เหมาะสมพร้อมใช้งาน 5.ตรวจสอบอุปกรณ์ และความถูกต้องของการวัดค่าตัวแปรเป็นระยะ โดยทดสอบทุกครั้งที่มีการปรับระดับเตียง เวนละครั้งหรือ ทุก 8 ชั่วโมง	เป้าหมาย ปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องทุกขั้นตอน ตัวชี้วัด - เตรียมอุปกรณ์สำหรับหัตถการและอุปกรณ์ประกอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ - แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ทำหัตถการสวนหลอดเลือดหรือเป็นผู้ดูแลใกล้ชิดทุกหัตถการ - ขั้นตอนการทำหัตถการมีความปลอดภัย 100%

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

กิจกรรม	วิธีการติดตามและประเมินผล การปฏิบัติงาน	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
	6. ต่อ transducer เข้ากับจอแสดงผล 7. ทำการ Leveling และ Zeroing 8. อ่านรูปแบบ waveform และแปลผล รูปร่าง ความถูกต้องของตำแหน่งสายสวน 9. ตรวจสอบสายและข้อต่ออุปกรณ์ให้ ถูกต้อง พร้อมใช้งาน	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบอุปกรณ์และความถูกต้องของ การวัด เป็นรายผลัด หรือ ทุก 8 ชั่วโมง - ตรวจสอบภาพเอ็กซเรย์ ทุกครั้งหลังทำการสวน หลอดเลือดดำและหลอดเลือด แดงปอด แยกรูปแบบของ waveform a-line, central venous และ PA ได้ถูกต้อง 100%
1. เตรียมอุปกรณ์สำหรับ ติดตามการไหลเวียน โลหิต 2. ประกอบอุปกรณ์กับ จอแสดงผล 3. อ่าน waveform	1. เตรียมอุปกรณ์สำหรับการทำหัตถการ แต่ละประเภท แต่ละชนิด ตามข้อบ่งชี้ และ ดุลยพินิจของแพทย์ผู้ให้การรักษา 2. แพทย์ผู้เชี่ยวชาญทำการสวน หลอดเลือดเพื่อตรวจติดตามความดัน 3. ต่อสายสวนหลอดเลือดหรือ ClearSight เข้ากับชุดตรวจและจอแสดงผลได้อย่าง ถูกต้อง 4. ตรวจสอบตำแหน่งสายสวนหลอดเลือด หรืออุปกรณ์สำหรับติดตามการไหลเวียน โลหิตให้เหมาะสมพร้อมใช้งาน 5. ตรวจสอบอุปกรณ์ และความถูกต้องของ การวัดค่าตัวแปรเป็นระยะ โดยทดสอบทุก ครั้งที่มีการปรับระดับเตียง เวิร์ดครั้งหรือ ทุก 8 ชั่วโมง 6. ต่อ transducer เข้ากับจอแสดงผล 7. ทำการ leveling และ zeroing 8. อ่านรูปแบบ waveform และแปลผล รูปร่าง ความถูกต้องของตำแหน่งสายสวน	เป้าหมาย ปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง ทุกขั้นตอน ตัวชี้วัด <ul style="list-style-type: none"> - เตรียมอุปกรณ์สำหรับ หัตถการและอุปกรณ์ ประกอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ - แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ทำ หัตถการสวนหลอดเลือด หรือเป็นผู้ดูแลใกล้ชิดทุก หัตถการ - ขั้นตอนการทำหัตถการมี ความปลอดภัย 100% - ตรวจสอบอุปกรณ์และความ ถูกต้องของ การวัด เป็นรายผลัด หรือ ทุก 8 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

กิจกรรม	วิธีการติดตามและประเมินผล การปฏิบัติงาน	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
	9. ตรวจสอบสายและเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้ถูกต้อง พร้อมใช้งาน	- ตรวจสอบภาพเอ็กซเรย์ทุกครั้ง หลังทำหัตถการ สวนหลอดเลือดดำและ หลอดเลือดแดงปอด แยกรูปแบบของ waveform a-line, central venous และ PA ได้ถูกต้อง 100%
ขั้นตอนที่ 3 การรักษาภาวะช็อก		
1. การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ 2. การให้ยากระตุ้นความดันหรือกระตุ้นหัวใจ 3. ใช้ยาชนิดอื่นรักษาโรคตามข้อบ่งชี้และดุลยพินิจของแพทย์ผู้รักษา 4. ใช้ข้อมูลประกอบการวินิจฉัย ตลอดจนวางแผนการรักษา	1. ตรวจสอบเลือดประเมินระดับ lactate ก่อนการให้สารน้ำและการตรวจทางห้องปฏิบัติการอื่นตามดุลยพินิจของแพทย์ผู้ให้การรักษา 2. เลือกสารน้ำสำหรับให้ทางหลอดเลือดดำ เริ่มต้นใช้ Ringer's lactate, Ringer's acetate หรือ NSS 3. กำหนดอัตราเร็วการให้สารน้ำ และปริมาณสารน้ำ 4. วัดความดันโลหิตหลังการให้สารน้ำครบ 5. ตรวจสอบเลือดประเมินระดับ lactate หลังการให้สารน้ำ 6. ประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำ (fluid responsiveness) 7. เลือกยากระตุ้นความดันหรือยากระตุ้นหัวใจ หากความดันไม่ได้ตามเป้าหมาย และผู้ป่วยไม่ตอบสนองต่อการให้สารน้ำ ตามข้อบ่งชี้และดุลยพินิจของแพทย์ 8. ประเมินความดันและการทำงานของหัวใจด้วยการทำ echocardiography หรือตัวแปรอื่น เช่น dP/dt, E _a dyn, ΔCO ₂ ประกอบการปรับอัตรายากระตุ้นความดัน	เป้าหมาย เลือกใช้สารน้ำและยาได้อย่างถูกต้องทั้งชนิด ปริมาณ ระยะเวลา ตัวชี้วัด - ให้สารน้ำและยาตามรายการสั่งยาของแพทย์ ถูกต้อง 100% ทั้งชนิดและปริมาณ - ประเมินการทำงานของหัวใจหรือตรวจ echocardiography หรือตัวแปรอื่น เช่น dP/dt, E _a dyn, ΔCO ₂ ประกอบการรักษาด้วยความเข้าใจในหลักการอย่างถูกต้อง

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

กิจกรรม	วิธีการติดตามและประเมินผล การปฏิบัติงาน	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
	หรือกระตุ้นหัวใจ ให้ระดับความดันอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม 9. ตรวจเลือดประเมินระดับ lactate 10. ประเมินความดันโลหิตเป็นระยะ 11. วินิจฉัยและวางแผนการรักษาสาเหตุโรคหลักร่วมกับทีม ผู้ป่วยหรือผู้แทน	
ขั้นตอนที่ 4 การประเมินการรักษาภาวะช็อก		
<p>1. ให้สารน้ำและ/หรือยากระตุ้นความดันหรือยากระตุ้นหัวใจ ให้ความดัน MAP > 65 mmHg, CVP 8-12 mmHg</p> <p>2. เมื่อ MAP ได้ตามเป้าหมายแล้ว ส่งเลือดตรวจ ScvO₂, Hb, PaO₂</p> <p>3. ตรวจสอบการตอบสนองต่อคำสั่ง ความรู้สึกตัวของผู้ป่วยหากไม่ได้ใช้ยาทดการทำงานระบบประสาท</p> <p>4. ตรวจปริมาณปัสสาวะทุกชั่วโมง</p> <p>5. ติดตามส่งเลือดตรวจ lactate 6 – 8 ชั่วโมงหลังการรักษาเพื่อประเมินการกำจัด lactate ของร่างกาย</p> <p>6. ประเมินผลลัพธ์สม่ำเสมอ</p>	<p>1. มีการให้สารน้ำตามข้อบ่งชี้ และทดสอบการตอบสนองต่อการให้สารน้ำก่อนการให้สารน้ำ</p> <p>2. ตรวจร่างกายหรือตรวจเอ็กซเรย์ปอด อัลตราซาวด์หัวใจและปอดเพื่อประเมิน volume status ก่อนและหลังการรักษาด้วยสารน้ำ</p> <p>3. ส่งเลือดตรวจค่า ScvO₂, Hb, PaO₂, lactate แล้วใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการรักษา</p> <p>4. วางแผนการรักษาโรคหลักร่วมกับทีมผู้ป่วยและผู้แทนโดยชอบธรรม</p> <p>5. ประเมินผลการรักษาในทุกขั้นตอน</p>	<p>เป้าหมาย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ให้การรักษาภาวะช็อกโดยใช้สารน้ำและยาถูกต้องทั้งชนิด ปริมาณ ระยะเวลา - สามารถวินิจฉัยโรคหลักและวางแผนการรักษาได้อย่างเหมาะสม <p>ตัวชี้วัด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ให้สารน้ำและยาได้อย่างถูกต้องทั้งชนิด ปริมาณและระยะเวลา - ไม่เกิดอุบัติการณ์ระดับ E ขึ้นไปจากการใช้ยาและสารน้ำ - สมดุลน้ำไม่เกินวันละ 500 ml หรือไม่มีผลข้างเคียงจากน้ำเกินใน 7 วันแรกของการรักษา ร้อยละ 80 - ตัวแทนทีมรักษา อภิปรายผลการรักษาและแผนการรักษาแก่ผู้ป่วยหรือญาติอย่างน้อยวันละครั้ง ทุกวันที่ผู้ป่วยรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤต 100%

4.5 เทคนิคการทำให้ผู้รับบริการพึงพอใจ

ผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาในโรงพยาบาลและมีภาวะช็อกจัดเป็นผู้ป่วยวิกฤตที่เข้ามารับการรักษา เพื่อให้ปลอดภัย ไม่มีภาวะแทรกซ้อน หายจากโรคภัย และมีสุขภาพแข็งแรง กลับไปดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นปกติ ผู้ป่วยเหล่านี้ไม่เพียงแต่เป็นผู้รับบริการเพียงผู้เดียว ยังมีครอบครัว ญาติพี่น้อง ที่มาร่วมให้กำลังใจ ร่วมตัดสินใจวางแผนการรักษาร่วมกับทีมแพทย์ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถตัดสินใจวางแผนการรักษาด้วยตัวเองได้ ผลการรักษามีความแตกต่างกันในผู้ป่วยแต่ละคน แต่ทั้งผู้ป่วยและครอบครัวล้วนมีความคาดหวังที่จะได้รับบริการที่เป็นเลิศ มีความประทับใจในบริการที่มีคุณภาพ เป็นผลดีต่อภาพลักษณ์ของศูนย์การแพทย์ฯ

4.5.1 เทคนิคการให้บริการที่ดีและมีความเป็นมืออาชีพ

การสร้างความประทับใจที่ดีแก่ผู้ป่วยและครอบครัวเป็นสิ่งสำคัญของการบริการดูแลรักษาไม่น้อยไปกว่าการรักษาตามมาตรฐานวิชาชีพ ความเจ็บป่วย ความเครียดวิตกกังวล พื้นฐานการจัดการอารมณ์ เป็นสิ่งที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานบริการ ดังนั้นผู้ปฏิบัติ อันได้แก่ แพทย์ พยาบาล ผู้ช่วยเหลือพยาบาลและผู้ป่วย และผู้ที่ได้รับมอบหมายงานที่ต้องใกล้ชิดผู้ป่วยและครอบครัว ต้องหมั่นฝึกฝนเพื่อให้บริการเป็นเลิศได้อย่างมืออาชีพ ได้แก่

- 1) ปฏิบัติงานด้วยความเชี่ยวชาญ คุณธรรม และจริยธรรมตามมาตรฐานวิชาชีพ
- 2) หมั่นทบทวนความรู้ทางวิชาการ และนำมาประยุกต์ใช้กับงานบริการ ปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตามเป้าหมายการรักษาผู้ป่วยแต่ละราย
- 3) ทบทวนรายงานความเสี่ยงและอุบัติการณ์ และจัดประชุมเพื่อร่วมหาสาเหตุและแนวทางป้องกันตามนโยบายบริหารความเสี่ยงของศูนย์การแพทย์ฯ
- 4) หมั่นตรวจสอบอุปกรณ์และระบบ อุปกรณ์ประกอบ รวมทั้งเทคโนโลยีที่ใช้ในการดูแลผู้ป่วย ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ
- 5) บันทึกข้อมูลในเวชระเบียนอย่างถูกต้อง เป็นระบบ
- 6) มีการพูดคุย สื่อสาร ให้ข้อมูลการรักษากับผู้ป่วยและญาติสม่ำเสมอ รวมถึงเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัย และอธิบายจนกระจ่าง

4.5.2 เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

การเพิ่มประสิทธิภาพและพัฒนาแนวทางในการดูแลผู้ป่วยภาวะช็อกที่มีการติดตามการไหลเวียนโลหิต มีเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ใช้วงจรงานคุณภาพ ประยุกต์แนวคิด 3C-PDSA/DALI (สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล(องค์การมหาชน),2564,น.8) ในการนำมาตรฐานสู่การปฏิบัติ คือเรียนรู้หลักการ (concepts) รู้โจทย์ (context) รู้เกณฑ์ (criteria) นำมาตั้งเป้าหมายการบริการ (purpose) เรียนรู้และติดตามตัวชี้วัด (learning) ออกแบบวิธีการ (design) โดยใช้ patient-centered

โดยวิธีการนั้นต้องนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง (action) มีการทบทวนการปฏิบัติและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Improve) จนมั่นใจ บรรลุเป้าหมายและเพื่อประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น

- 2) วางแผนการดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือ การบำรุงรักษา และการปรับปรุงเทคโนโลยีใหม่
- 3) จัดให้มีการอบรม การประชุมวิชาการเกี่ยวกับการติดตามการไหลเวียนโลหิต อย่างน้อยปีละครั้ง หรือสนับสนุนให้บุคลากรไปอบรมเพิ่มพูนความรู้ในการดูแลผู้ป่วยที่เกี่ยวข้องกับสายงาน
- 4) รับฟังข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ หรือข้อร้องเรียนจากผู้ป่วย ผู้รับบริการ ผู้ร่วมงาน หรือผู้บังคับบัญชา เพื่อสะท้อนการปฏิบัติ นำไปสู่การปรับปรุงแนวทางให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- 5) พัฒนางานประจำสู่งานวิจัย หรือ R2R ผลการรักษาในผู้ป่วยมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้ไม่สามารถทำนายผลได้อย่างตายตัว การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยในการดูแลรักษา และลดภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วย ทั้งยังพัฒนาศักยภาพของทีมรักษา ตลอดจนศูนย์การแพทย์ฯ

4.6 จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน

แต่ละวิชาชีพที่ปฏิบัติงานด้านสาธารณสุขควรยึดหลักปฏิบัติตามจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ ต้องมีจริยธรรมของอาชีพตนเอง ยึดมั่นในความถูกต้อง รู้ผิดรู้ชอบ รู้สิ่งที่ควรทำและไม่ควรทำ และต้องซื่อสัตย์ต่อวิชาชีพของตน ตลอดจนความมีมนุษยธรรม

การปฏิบัติงานในศูนย์การแพทย์ฯเป็นการปฏิบัติงานกับผู้ป่วย จำเป็นที่ผู้ปฏิบัติต้องรู้ในสิทธิผู้ป่วย 10 ประการ ที่ประกาศโดยแพทยสภา เพื่อที่จะได้ปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวังรอบคอบ อยู่ในกรอบของวิชาชีพ บันทึกรายละเอียดการซักประวัติ ตรวจร่างกาย และรายงานผลตรวจต่าง ๆ ลงบันทึกในเวชระเบียนอย่างเป็นระบบ และต้องให้ผู้ป่วยหรือผู้แทนโดยชอบธรรมรับทราบการรักษา และเซ็นใบยินยอมทุกครั้งก่อนให้การรักษา แต่กระนั้นด้านกฎหมายก็ไม่อาจป้องกันการฟ้องร้องกันได้ อาจบั่นทอนต่อสุขภาพจิตผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นการดูแลรักษาโรคไม่เพียงแต่ใช้ความรู้ความเชี่ยวชาญ แต่ยังต้องใช้ศิลปะ มาร่วมในการดูแลรักษาด้วย

ผู้ปฏิบัติงานในลักษณะวิชาชีพ ผู้ปฏิบัติงานอื่นที่มีสถานะเป็นพนักงานมหาวิทยาลัย ควรปฏิบัติตามข้อบังคับของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ตามประกาศ ว่าด้วยประมวลจริยธรรมและธรรมาภิบาล นายกสภามหาวิทยาลัย กรรมการสภามหาวิทยาลัย ผู้บริหาร บุคลากร ผู้เรียนของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ พ.ศ. 2567 ได้กำหนดให้มีประมวลจริยธรรม หลักธรรมาภิบาล จริยธรรมและจรรยาบรรณของบุคลากร ดังนี้

ส่วนที่ 1 ประมวลจริยธรรมของบุคลากรในมหาวิทยาลัย

- 1) ต้องยึดมั่นในสถาบันหลักของประเทศ ได้แก่ชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ รวมทั้งยึดมั่นใน การปกครองระบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

- 2) ต้องมีความซื่อสัตย์ สุจริต มีจิตสำนึกที่ดี และรับผิดชอบต่อหน้าที่
- 3) ต้องกล้าในการตัดสินใจ กระทำในสิ่งที่ถูกต้องและชอบธรรม
- 4) ต้องคำนึงถึงประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตัวและต้องมีจิตสาธารณะ
- 5) ต้องมุ่งถึงผลสัมฤทธิ์ของงาน
- 6) ต้องปฏิบัติหน้าที่ที่รับผิดชอบที่เป็นธรรมและไม่เลือกปฏิบัติ
- 7) ต้องดำรงตนเป็นแบบอย่างที่ดีของสังคม และรักษาภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัย
- 8) ต้องไม่ใช้อำนาจในการข่มขู่ การคุกคาม หรือการล่วงละเมิดทางเพศต่อผู้อื่น
- 9) ต้องไม่กระทำการอันหนึ่งอันใดที่มีลักษณะที่ขัดแย้งทางผลประโยชน์ของมหาวิทยาลัย

อันเกี่ยวเนื่องมาจากการปฏิบัติหน้าที่

ส่วนที่ 2 หลักธรรมาภิบาลของบุคลากรในมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

บุคลากรของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ต้องยึดถือในการปฏิบัติหน้าที่ของตนให้เป็นไปตามหลักแห่งคุณธรรมและนิติธรรม หลักแห่งความโปร่งใสที่สามารถตรวจสอบได้ หลักแห่งการปฏิบัติงานด้วยการมีส่วนร่วม หลักแห่งความรับผิดชอบต่อและปฏิบัติงานและการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า โดยบุคลากรของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ต้องยึดถือในการปฏิบัติงานยึดถือในการปฏิบัตินี้อย่างเคร่งครัด

ส่วนที่ 4 จริยธรรมและจรรยาบรรณของบุคลากรในมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

บุคลากรของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ซึ่งนอกจากจะต้องยึดมั่นในหลักประมวลจริยธรรมและหลักธรรมาภิบาลแล้ว ยังต้องพึงมีจริยธรรมและจรรยาบรรณอย่างเคร่งครัดอีกด้วย ซึ่งประกอบด้วย

- 1) ต้องยืนหยัดในการกระทำที่ถูกต้องและเป็นธรรม
- 2) ต้องมีจิตสำนึกในความรับผิดชอบต่อที่ต่อบทบาทและหน้าที่ ต้องมีความเสียสละ

ต้องปฏิบัติหน้าที่ ด้วยความรวดเร็ว โปร่งใส และตรวจสอบได้ รวมทั้งต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าของการใช้ทรัพยากรอีกด้วย

3) ต้องสามารถแยกเรื่องส่วนตัวออกจากตำแหน่งหน้าที่ที่รับผิดชอบได้ โดยต้องยึดถึงประโยชน์ส่วนรวมให้มากกว่าประโยชน์ส่วนบุคคล

4) ไม่ใช้ตำแหน่งหน้าที่ของตนในการแสวงหาประโยชน์โดยมิชอบ และต้องไม่กระทำการอันใดที่ส่งผลต่อการขัดแย้งอันใดในการปฏิบัติงาน ไม่กระทำการอันใดที่ส่งผลให้เกิดประโยชน์ทับซ้อน

5) ต้องปฏิบัติงานตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และมติของสภามหาวิทยาลัยอย่างครบถ้วน ถูกต้อง และตรงไปตรงมา

6) ต้องปฏิบัติงานตามบทบาทและหน้าที่ ด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต ไม่เลือกปฏิบัติและให้บริการด้วยความจริงใจ มีอัธยาศัยที่ดีกับผู้รับบริการทุกคนด้วยความเป็นธรรม

7) ต้องมีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติงานและมุ่งผลสัมฤทธิ์ของงานตามเป้าหมายของมหาวิทยาลัย โดยรักษาคุณภาพ ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมาตรฐานแห่งวิชาชีพโดยเคร่งครัด

- 8) ต้องปฏิบัติตนให้เป็นแบบอย่างที่ดีในการครองตนและการครองงาน โดยต้องรักษาชื่อเสียงและภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์โดยรวม
- 9) ต้องไม่ปฏิบัติตนในลักษณะข้ามชั้นลำดับชั้นของการบังคับบัญชาโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องไม่ปกปิด ปิดบัง หรือซ่อนเร้นข้อราชการอันอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ รวมทั้ง ต้องไม่ละเมิด ละเว้น หรือเมินเฉยต่อการปฏิบัติหน้าที่อันมิชอบ
- 10) ต้องไม่ยินยอมให้ผู้อื่นมาใช้หน้าที่หรืออำนาจของตนเองในการแสวงหาผลประโยชน์ ไดอันมิชอบ
- 11) ให้ละเว้นถึงการให้สัมภาษณ์ การบรรยาย การปาฐกถา การอภิปราย การวิพากษ์ หรือการวิจารณ์ ในลักษณะของการเลือกข้างเลือกฝั่ง อันก่อให้เกิดความเสียหายต่อมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เว้นแต่การแสดงความความคิดเห็นเหล่านั้นเป็นไปตามหลักวิชาการอันสุจริต
- 12) ต้องไม่คัดลอกหรือขโมยผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเองโดยแสดงถึงการเจตนา
- 13) ต้องสนับสนุน ส่งเสริมการรักษาชื่อเสียงและภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ การดูแลผู้ป่วยภาวะซ็อกมีความซับซ้อนและท้าทาย ผู้ปฏิบัติต้องอาศัยทั้งความเชี่ยวชาญ ความรู้เท่าทันโรค เทคโนโลยี และความสามารถในการนำข้อมูลมาวางแผนเพื่อให้ผู้ป่วยปลอดภัย หายจากโรค ไม่มีทุพพลภาพ สามารถกลับไปใช้ชีวิตประจำวันได้เช่นเดิม หากต้องเผชิญกับความไม่แน่ใจ ผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ การตัดสินใจบนพื้นฐานจริยธรรมวิชาชีพ จรรยาบรรณ ความมีมนุษยธรรม และทักษะในการสื่อสารที่ดี จะช่วยให้ผู้ป่วยและญาติ ตลอดจนทีมรักษา ร่วมมือร่วมใจกันวางแผนการรักษาให้เหมาะสมกับผู้ป่วยเพื่อบรรลุเป้าหมายและความพึงพอใจในบริการในที่สุด

บทที่ 5

ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข การพัฒนาและข้อเสนอแนะ

การดูแลผู้ป่วยภาวะช็อกมีความซับซ้อนในแต่ละขั้นตอน ผู้เขียนได้รวบรวมปัญหา อุปสรรคที่พบในการดูแลผู้ป่วยภาวะช็อก และได้เสนอแนวทางการแก้ไข การพัฒนาการดูแลรักษาและติดตามความดันโลหิตในผู้ป่วยภาวะช็อก มีรายละเอียดดังนี้

5.1 ปัญหา อุปสรรค แนวทางการแก้ไขและพัฒนา

สามารถจำแนกปัญหา อุปสรรคได้ตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังแสดงในตารางที่ 5.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ปัญหา อุปสรรค แนวทางการแก้ไขและพัฒนา

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไขและพัฒนา
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนติดตามการไหลเวียนโลหิต	
1. ข้อมูลประวัติ ตรวจร่างกาย ไม่ครบ ไม่ชัดเจน ไม่บันทึกในเวชระเบียน	1. ผู้ปฏิบัติต้องหมั่นฝึกฝน และทบทวนการซักประวัติ ตรวจร่างกายและส่งตรวจที่สำคัญเพื่อกระชับเวลา ให้การวินิจฉัยและรักษาภาวะช็อกได้อย่างรวดเร็ว 2. ทำตารางหรือแบบฟอร์มตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลที่สำคัญและจำเป็น 3. ปรับปรุงรูปแบบการบันทึกเวชระเบียนให้ตอบสนองผู้ใช้งาน ข้อมูลสำคัญครบตามเกณฑ์ตรวจประเมินเวชระเบียน
2. เตรียมอุปกรณ์ล่าช้า ไม่ครบถ้วน	1. ผู้ปฏิบัติหมั่นทบทวนอุปกรณ์ ขั้นตอนการติดตั้งจากคู่มือสำหรับติดตั้งอุปกรณ์หรือวิดีโอสาธิต 2. ทำตารางหรือแบบฟอร์มตรวจสอบความครบถ้วนของการเตรียมอุปกรณ์สำหรับติดตามการไหลเวียนโลหิตหรือการทำหัตถการ 3. ลดการใช้อุปกรณ์สิ้นเปลือง เช่น อุปกรณ์ที่นอกเหนือข้อบ่งชี้ที่ชัดเจน 4. จัดเก็บอุปกรณ์อย่างเป็นระบบ สะดวกในการตรวจสอบจำนวนและการหยิบใช้งาน เป็นสัดส่วนชัดเจน
3. การขาดความรู้ หรือไม่มั่นใจเพียงพอต่อการตัดสินใจเริ่มการรักษาและการทำหัตถการ	1. ผู้ปฏิบัติต้องหมั่นทบทวนความรู้ วิเคราะห์ปัญหาของการเจ็บป่วยและประโยชน์ที่แท้จริงของแต่ละแนวทางการรักษา รวมทั้งฝึกทักษะการสื่อสารทางการแพทย์ เพื่อให้บุคคลนอกวิชาชีพเข้าใจตรงประเด็น 2. ประชุมวางแผนกับทีมรักษา ก่อนที่จะทำการสื่อสารกับผู้ป่วยและญาติ เพื่อให้การตัดสินใจเลือกแนวทางการรักษาเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และได้ประโยชน์สูงสุดต่อผู้ป่วย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไขและพัฒนา
	3. ต้องมีการขอความยินยอมจากผู้ป่วยหรือผู้แทนโดยชอบธรรมทุกครั้งก่อนการรักษาและการทำหัตถการ หลังจากที่ได้สื่อสารผลดี ผลเสียจนเข้าใจเรียบร้อยแล้ว
ขั้นตอนที่ 2 การติดตามการไหลเวียนโลหิต	
1. ความล้มเหลวการใส่สายสวนหลอดเลือดเส้นเลือดแตกเปราะหรือมีขนาดเล็ก	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกใช้หลอดเลือดบริเวณต้น เช่น หลอดเลือดแดงข้อมือ หลอดเลือดแดงที่สามารถคลำชีพจรได้ชัดเจน 2. ใช้อัลตราซาวด์ช่วยระบุตำแหน่งหลอดเลือด และทำหัตถการโดยใช้เครื่องมืออัลตราซาวด์นำทาง 3. เลือกใช้ยาชาที่ไม่มี adrenaline ผสม ซึ่งลดการตีบตัวของผนังหลอดเลือด 4. ใช้เข็มและสายสวนหลอดเลือดในขนาดที่เหมาะสมกับหลอดเลือดของผู้ป่วยแต่ละราย
2. การอ่าน waveform	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ปฏิบัติหมั่นทบทวนความรู้พื้นฐานของลักษณะคลื่นความดันแบบต่าง ๆ 2. ใช้แรงดันใน pressure bag ให้เหมาะสม เพื่อลดคลื่นรบกวน
ขั้นตอนที่ 3 การรักษาภาวะช็อก	
1. ไม่มั่นใจในการประเมินสารน้ำในร่างกายผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตไม่ได้ตามเป้าหมายหลังการให้สารน้ำปริมาณมาก	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ปฏิบัติซักประวัติและตรวจร่างกาย มองหาสาเหตุหรือภาวะเสียเลือด ภาวะขาดน้ำในร่างกาย อาจเริ่มให้สารน้ำได้หากมีประวัติเหล่านั้น 2. ใช้อัลตราซาวด์ประเมินหัวใจ หลอดเลือด และน้ำในปอด 3. ใช้ตัวแปร SVV หรือ PPV หรือการตรวจวิธีอื่นเพื่อประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำ
2. ผู้ป่วยมีข้อจำกัดการประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำด้วยการใช้ SVV หรือ PPV	1. เลือกใช้วิธีอื่นในการประเมิน เช่น การทำ mini fluid challenge, passive leg raising test, end-expiratory occlusion test เป็นต้น
3. ค่า SVV หรือ PPV อยู่ในช่วง gray zone ทำให้ผู้ปฏิบัติไม่มั่นใจในการให้สารน้ำ	<ol style="list-style-type: none"> 1. หากผู้ป่วยมีประวัติเสียเลือดหรือสารน้ำ อาจพิจารณาให้สารน้ำเพิ่มแล้วประเมินความดัน MAP, CVP 2. หากผู้ป่วยมีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการให้สารน้ำ อาจพิจารณาให้ยากระตุ้นความดันหรือยากระตุ้นหัวใจตามข้อบ่งชี้และดุลยพินิจแพทย์ผู้ให้การรักษา 3. ใช้ตัวแปรอื่น หรือ software ช่วยในการพิจารณาให้สารน้ำหรือยา เช่น dP/dt และ $E_{a\text{dyn}} \Delta CO_2$

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไขและพัฒนา
4.ความเข้มข้นของการผสมยากระตุ้นความดันหรือยากระตุ้นหัวใจมีความหลากหลาย เสี่ยงต่อความคลาดเคลื่อนในการผสมยา	1. ผู้ปฏิบัติสื่อสารกับแพทย์ให้ชัดเจน มีการเขียนคำสั่งการรักษาที่ไม่กำกวม และตรวจทานคำสั่งการรักษาทุกครั้งในการสั่งยากระตุ้นความดันหรือยากระตุ้นหัวใจ 2. จัดทำแนวทางการผสมยากระตุ้นความดัน ยากระตุ้นหัวใจ ยาอื่น ๆ ที่ใช้บ่อยในการรักษาภาวะช็อกในหอผู้ป่วยวิกฤต เพื่อให้ความเข้มข้นยาเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ลดความคลาดเคลื่อนในการผสมยา
ขั้นตอนที่ 4 การประเมินการรักษาภาวะช็อก	
1.ผู้ป่วยมีอาการไม่คงที่หลังจากที่รักษาความดันโลหิตได้ตามเป้าหมายแล้ว	1. ผู้ปฏิบัติต้องมีการติดตามการไหลเวียนโลหิตอย่างต่อเนื่อง และประเมินอาการสม่ำเสมอ 2. ส่งเลือดตรวจค่า ScvO ₂ , lactate, Δ CO ₂ แล้วให้การรักษาต่อเนื่องหากยังไม่ดีขึ้น 3. ตรวจสอบสาเหตุหลักของอาการเจ็บป่วยและรีบให้การรักษา
2.ผู้ป่วยมีภาวะน้ำเกินและเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการให้สารน้ำ	1. ผู้ปฏิบัติต้องระมัดระวังการให้สารน้ำในช่วงแรกของการรักษา หากเป็นไปได้ไม่ควรให้สมดุลน้ำเป็นบวกเกิน 500 ml 2. พิจารณาให้ยาขับปัสสาวะในผู้ป่วยน้ำเกินหลังการรักษาภาวะช็อกเมื่อความดันโลหิตได้ตามเป้าหมายและคงที่แล้ว หรือมีอาการจากภาวะน้ำเกิน ส่วนใหญ่พิจารณาให้ยาขับปัสสาวะช่วง 2-3 วันหลังการรักษา
3.ไม่สามารถรักษาระดับความดันโลหิตได้ตามเป้าหมายแม้ว่าจะให้สารน้ำ ยากระตุ้นความดัน และยากระตุ้นหัวใจปริมาณมาก	1. ตรวจสอบอัตราชาวัดประเมินการทำงานของหัวใจแต่ละห้อง 2. แก้ไขภาวะเลือดเป็นกรด เกล็ดแร่ผิดปกติ โดยเฉพาะหากมีแคลเซียมในเลือดต่ำ 3. พิจารณาให้ยา hydrocortisone ตามข้อบ่งชี้ 4. ใช้อุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ เช่น IABP, ECMO ตามข้อบ่งชี้และดุลยพินิจของแพทย์ผู้รักษา

5.2 ข้อเสนอแนะ

คู่มือนี้นำเสนอแนวทางการติดตามการไหลเวียนโลหิตและดูแลรักษาผู้ป่วยภาวะช็อก โดยแสดงขั้นตอนการดูแลรักษาตามหลักการทางสรีระวิทยาของร่างกาย โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์จากงานวิจัย อย่างไรก็ตาม แนวทางการปฏิบัติเพื่อไปสู่เป้าหมายการรักษา ยังคงมีปัญหาอุปสรรคให้ผู้ปฏิบัติต้องปรับแนวทางแก้ไขอยู่ตลอดเวลาที่ทำการรักษา เพื่อการพัฒนาอย่างเป็นระบบ การทำงานมีประสิทธิภาพ ผู้เขียนมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.2.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ให้บริการด้านสาธารณสุข มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ต่อเนื่อง เรามุ่งเน้นการเป็นโรงพยาบาลชั้นนำระดับตติยภูมิในภาคใต้ตอนบน การมีผู้รับบริการจำนวนมาก ผู้ป่วยภาวะวิกฤตตั้งเช่นภาวะช็อกก็พบได้มากขึ้นเช่นกัน จึงต้องมีการเตรียมความพร้อมการให้บริการทั้ง สถานที่ บุคลากร เวชภัณฑ์ เครื่องมือ ระบบบริการและการเบิกจ่ายค่าบริการสาธารณสุขจากกองทุน เพื่อให้สอดคล้องกับการเติบโตและบริการเป็นเลิศ ดังนี้

- 1) ประเมินจำนวนเตียงผู้ป่วยและเตรียมความพร้อมเปิดบริการหอผู้ป่วยวิกฤต ด้านอายุรกรรม ศัลยกรรม กุมารเวชกรรมและทารกแรกเกิดวิกฤต ให้เพียงพอต่อการให้บริการ
- 2) จัดกรอบอัตรากำลังบุคลากรด้านการดูแลผู้ป่วยวิกฤตให้สอดคล้องกับจำนวน ผู้รับบริการ
- 3) จัดหาเวชภัณฑ์และเครื่องมือให้เพียงพอ พร้อมให้บริการ
- 4) วางระบบบริการและการเบิกจ่ายค่าบริการสาธารณสุข ให้เหมาะสมกับต้นทุนในการ รักษา และสิทธิการรักษาพยาบาล
- 5) วางแผนนโยบายด้านคุณภาพการให้บริการ เพื่อการตรวจประเมิน และความเป็นเลิศ ด้านบริการที่ได้มาตรฐาน ผู้รับบริการพึงพอใจ

5.2.2 ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปฏิบัติ

เพื่อให้การบริการรักษาผู้ป่วยภาวะช็อกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุเป้าหมาย การทำงาน เป็นทีมมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าสถานที่ เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่ทันสมัย ผู้ปฏิบัติและทีมผู้ให้การ รักษาควรมีทักษะความรู้ดังนี้

- 1) มีความรู้หรือผ่านการอบรมเฉพาะทางในการดูแลผู้ป่วยวิกฤต
- 2) สนใจศึกษาหาความรู้อยู่เสมอ ได้แก่ การอบรมภาคในทฤษฎี ปฏิบัติ การทบทวน วรรณกรรมทางวิชาการ
- 3) มีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการภายในหน่วยงาน ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์ หรือเทคโนโลยีในการดูแลผู้ป่วย
- 4) รับฟังข้อเสนอแนะ ข้อร้องเรียนตามช่องทางต่าง ๆ ซึ่งสะท้อนผลการบริการ แล้วนำมา พัฒนาปรับปรุงให้การบริการมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- คณะกรรมการบริหารศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.(2568).แผนยุทธศาสตร์ศูนย์การแพทย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ประจำปีงบประมาณ 2568-2570.
- สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (องค์การมหาชน) .(2564).มาตรฐานโรงพยาบาลและบริการสุขภาพ ฉบับที่ 5.
- Abdallah, A. C., Song, S. H., & Fleming, N. W. (2024). A retrospective study of the effects of a vasopressor bolus on systolic slope (dP/dt) and dynamic arterial elastance (E_{adyn}). *BMC Anesthesiology*, 24(1), 257.
- Asfar, P., Meziani, F., Hamel, J.-F., Grelon, F., Megarbane, B., Anguel, N., Mira, J.-P., Dequin, P.-F., Gergaud, S., Weiss, N., Legay, F., Tulzo, Y. L., Conrad, M., Robert, R., Gonzalez, F., Guitton, C., Tamion, F., Tonnelier, J.-M., Guezennec, P., Linden, T. V. D., Vieillard-Baron, A., Mariotte, E., Pradel, G., Lesieur, O., Ricard, J.-D., Hervé, F., Cheyron, D. d., Guerin, C., Mercat, A., Teboul, J.-L., & Radermacher, P. (2014). High versus Low Blood-Pressure Target in Patients with Septic Shock. *New England Journal of Medicine*, 370(17), 1583-1593.
- Binanay, C., Califf, R. M., Hasselblad, V., O'Connor, C. M., Shah, M. R., Sopko, G., Stevenson, L. W., Francis, G. S., Leier, C. V., & Miller, L. W. (2005). ESCAPE Investigators and ESCAPE Study Coordinators. Evaluation study of congestive heart failure and pulmonary artery catheterization effectiveness: the ESCAPE trial. *Jama*, 294(13), 1625-1633.
- Bootsma, I. T., Boerma, E. C., de Lange, F., & Scheeren, T. W. L. (2022). The contemporary pulmonary artery catheter. Part 1: placement and waveform analysis. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 36(1), 5-15.
- Butler, A., & Rostron, T. (2024). Shock and haemodynamic monitoring. *Surgery (Oxford)*, 42(10), 724-730
- Carsetti, A., Antolini, R., Casarotta, E., Damiani, E., Gasparri, F., Marini, B., Adrario, E., & Donati, A. (2023). Shock index as predictor of massive transfusion and mortality in patients with trauma: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*, 27(1), 85.
- Cecconi, M., Hernandez, G., Dunser, M., Antonelli, M., Baker, T., Bakker, J., Duranteau, J., Einav, S., Groeneveld, A. J., & Harris, T. (2019). Fluid administration for acute

- circulatory dysfunction using basic monitoring: narrative review and expert panel recommendations from an ESICM task force. *Intensive Care Medicine*, 45(1), 21-32.
- Chan, J. (2022). Approach to Shock. *McGill Journal of Medicine*, 20(2).
- Chemla, D., & Millasseau, S. (2021). A systematic review of invasive, high-fidelity pressure studies documenting the amplification of blood pressure from the aorta to the brachial and radial arteries. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 35(6), 1245-1252.
- Comparison of Two Fluid-Management Strategies in Acute Lung Injury. (2006). *New England Journal of Medicine*, 354(24), 2564-2575.
- De Backer, D., Bakker, J., Cecconi, M., Hajjar, L., Liu, D. W., Lobo, S., Monnet, X., Morelli, A., Myatra, S. N., & Perel, A. (2018). Alternatives to the Swan-Ganz catheter. *Intensive Care Medicine*, 44(6), 730-741.
- Demir, Z. A., Bingül, E. S., Dost, B., Talih, G., Aykut, A., Aydın, M. E., Akça, B., & Karadeniz, Ü. (2025). Foundations and Advancements in Hemodynamic Monitoring: Part I- Elements of Hemodynamics. *Turk J Anaesthesiol Reanim*, 53(3), 87-97.
- DIVISION, E. M. S. (2018). *CLINICAL ORIENTATION MANUAL*. Ministry of Health, thimphu, Bhutan.
- Dribin, T. E., Muraro, A., Camargo, C. A., Jr., Turner, P. J., Wang, J., Roberts, G., Anagnostou, A., Halken, S., Liebermann, J., Worm, M., Zuberbier, T., Sampson, H. A., Alvaro-Lozano, M., Arasi, S., Ben-Shoshan, M., Beyer, K., Campbell, D. E., Campbell, R. L., Cardona, V., Chinthrajah, R. S., Deschildre, A., Ebisawa, M., Fernandez-Rivas, M., Fiocchi, A., Fleischer, D. M., Fox, A. T., Frith, K., Garvey, L. H., Gómez, R. M., Greenhawt, M., Gupta, R., Mack, D. P., Michelson, K. A., Nilsson, C., Nowak-Wegrzyn, A., Oude Elberink, H. N. G., Pawankar, R., Pouessel, G., Rodriguez del Rio, P., Sargant, N. H., Scurlock, A. M., Shaker, M. S., Smith, P., Soar, J., Sobolewski, B., Tanno, L. K., & Wing-Kin Wong, G. (2025). Anaphylaxis definition, overview, and clinical support tool: 2024 consensus report; a GA²LEN project. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 156(2), 406-417.e406.
- Duscio, E., Vasques, F., Romitti, F., Cipulli, F., & Gattinoni, L. (2019). Oxygen Delivery. In M. R. Pinsky, J.-L. Teboul, & J.-L. Vincent (Eds.), *Hemodynamic Monitoring*. 81-96). Springer International Publishing.
- Edwards, Edwards Lifesciences. ClearSight System/EV1000 Clinical Platform Setup guide.2018

- Edwards, Edwards Lifesciences. HemoSphere Advanced Monitoring Platform Setup guide.2018
- Flick, M., Bergholz, A., Sierzputowski, P., Vistisen, S. T., & Saugel, B. (2022). What is new in hemodynamic monitoring and management? *J Clin Monit Comput*, *36*(2), 305-313.
- Forrester, J. S., Diamond, G., Chatterjee, K., & Swan, H. (1976). Medical therapy of acute myocardial infarction by application of hemodynamic subsets. *New England Journal of Medicine*, *295*(24), 1356-1362.
- Frank, P., Logemann, F., Gras, C., & Palmaers, T. (2021). Noninvasive continuous arterial pressure monitoring during anesthesia induction in patients undergoing cardiac surgery. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, *24*(3), 281-287.
- Gilotra, N. A., Wanamaker, B. L., Rahim, H., Kunkel, K., Yenokyan, G., Schulman, S. P., Tedford, R. J., Russell, S. D., & Silber, H. A. (2020). Usefulness of noninvasively measured pulse amplitude changes during the Valsalva maneuver to identify hospitalized heart failure patients at risk of 30-day heart failure events (from the PRESSURE-HF Study). *The American Journal of Cardiology*, *125*(6), 916-923.
- Gorny, D. A. (1993). Arterial blood pressure measurement technique. *AACN Clin Issues Crit Care Nurs*, *4*(1), 66-80.
- Hamlin, R. L., & del Rio, C. (2012). dP/dt(max)--a measure of 'baroinometry'. *J Pharmacol Toxicol Methods*, *66*(2), 63-65.
- Harvey, S., Harrison, D. A., Singer, M., Ashcroft, J., Jones, C. M., Elbourne, D., Brampton, W., Williams, D., Young, D., & Rowan, K. (2005). Assessment of the clinical effectiveness of pulmonary artery catheters in management of patients in intensive care (PAC-Man): a randomised controlled trial. *The Lancet*, *366*(9484), 472-477.
- Joachim, J., Coutrot, M., Millasseau, S., Matéo, J., Mebazaa, A., Gayat, E., & Vallée, F. (2021). Real-time estimation of mean arterial blood pressure based on photoplethysmography dicrotic notch and perfusion index. A pilot study. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, *35*(2), 395-404.
- Keim-Malpass, J., Clark, M. T., Lake, D. E., & Moorman, J. R. (2020). Towards development of alert thresholds for clinical deterioration using continuous predictive analytics monitoring. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, *34*(4), 797-804.
- Kim, D. Y., Lee, S.-J., Woo, S.-Y., & Ryu, J.-A. (2025). Early Positive Fluid Balance Associates with Increased Mortality in Neurological Critically Ill Patients: A 10-Year Cohort Study. *Journal of Clinical Medicine*, *14*(15), 5518.

- Koopmans, N. K., Stolmeijer, R., Sijtsma, B. C., van Beest, P. A., Boerma, C. E., Veeger, N. J., & Ter Avest, E. (2021). Non-invasive assessment of fluid responsiveness to guide fluid therapy in patients with sepsis in the emergency department: a prospective cohort study. *Emergency Medicine Journal*, *38*(6), 416-422.
- Kosyakovsky Leah, B., Earle William, B., Wichern, C., Boyle, C., Macon, C., Mathew, R., Hibbert, B., Cigarroa Joaquin, E., & Marbach Jeffrey, A. Macrovascular Hemodynamics and Peripheral Perfusion in Cardiogenic Shock. *JACC: Advances*, *0*(0).
- Libert, N., Chenegros, G., Harrois, A., Baudry, N., Decante, B., Cordurie, G., Benosman, R., Mercier, O., Vicaut, E., & Duranteau, J. (2021). Performance of closed-loop resuscitation in a pig model of haemorrhagic shock with fluid alone or in combination with norepinephrine, a pilot study. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, *35*(4), 835-847.
- Magder, S. (2021). Basics of Hemodynamic Measurements. In S. Magder, A. Malhotra, K. A. Hibbert, & C. C. Hardin (Eds.), *Cardiopulmonary Monitoring: Basic Physiology, Tools, and Bedside Management for the Critically Ill*. 319-336. Springer International
- Messina, A., Caporale, M., Calabrò, L., Lionetti, G., Bono, D., Matronola, G. M., Brunati, A., Frassanito, L., Morengi, E., Antonelli, M., Chew, M. S., & Cecconi, M. (2023). Reliability of pulse pressure and stroke volume variation in assessing fluid responsiveness in the operating room: a metanalysis and a metaregression. *Critical Care*, *27*(1), 431.
- Oliva, G., & Ulloa, N. (2025). Vasopressin: a review of clinical indications. *Clin Exp Emerg Med*, *12*(1), 94-96.
- Pasma, W., Wesselink, E. M., van Buuren, S., de Graaff, J. C., & van Klei, W. A. (2021). Artifacts annotations in anesthesia blood pressure data by man and machine. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, *35*(2), 259-267.
- Pinsky, M. R., Cecconi, M., Chew, M. S., et al. (2022). Effective hemodynamic monitoring. *Critical Care*, *26*(1), 294.
- Rajaram, S. S., Desai, N. K., Kalra, A., Gajera, M., Cavanaugh, S. K., Brampton, W., Young, D., Harvey, S., & Rowan, K. (2013). Pulmonary artery catheters for adult patients in intensive care. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(2).
- Rali, A. S., Butcher, A., Tedford, R. J., Sinha, S. S., Mekki, P., Van Spall, H. G., & Sauer, A. J. (2022). Contemporary Review of Hemodynamic Monitoring in the Critical Care Setting. *US Cardiol*, *16*, e12.

- Shah, M. R., Hasselblad, V., Stevenson, L. W., Binanay, C., O'Connor, C. M., Sopko, G., & Califf, R. M. (2005). Impact of the pulmonary artery catheter in critically ill patients: meta-analysis of randomized clinical trials. *Jama*, *294*(13), 1664-1670.
- Wagner, J. Y., Sarwari, H., Schön, G., Kubik, M., Kluge, S., Reichensperner, H., Reuter, D. A., & Saugel, B. (2015). Radial artery applanation tonometry for continuous noninvasive cardiac output measurement: a comparison with intermittent pulmonary artery thermodilution in patients after cardiothoracic surgery. *Critical Care Medicine*, *43*(7), 1423-1428.
- Wang, T. J., Pai, K. C., Huang, C. T., Wong, L. T., Wang, M. S., Lai, C. M., Chen, C. H., Wu, C. L., & Chao, W. C. (2022). A Positive Fluid Balance in the First Week Was Associated With Increased Long-Term Mortality in Critically Ill Patients: A Retrospective Cohort Study. *Front Med (Lausanne)*, *9*, 727103.
- Xu, C., Jiang, D.-w., Qiu, W.-y., Zhou, Y.-x., Chen, L.-w., Hong, G.-l., Zhao, G.-j., & Lu, Z.-q. (2021). Arterial oxygen pressure targets in critically ill patients: Analysis of a large ICU database. *Heart & Lung: The Journal of Cardiopulmonary and Acute Care*, *50*(1), 220-225.
- Zayat, R., Drosos, V., Schnoering, H., Lee, J. Y., Bleilevens, C., Musetti, G., Jansen-Park, S. H., Kang, H., Menon, A. K., & Schmitz-Rode, T. (2019). Radial artery tonometry to monitor blood pressure and hemodynamics in ambulatory left ventricular assist device patients in comparison with doppler ultrasound and transthoracic echocardiography: A pilot study. *Artificial Organs*, *43*(3), 242-253.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-ชื่อสกุล (ภาษาไทย)	นางสิริพร	กอวิวัฒนาการ
(ภาษาอังกฤษ)	Ms. Siriporn	Kowiwattanakarn
ตำแหน่ง	นายแพทย์	
สถานที่ทำงาน	ศูนย์การแพทย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	
วันที่เริ่มปฏิบัติงาน	วันที่ 10 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2566	
อีเมล	bbeejung01201@gmail.com , siriporn.ko@wu.ac.th	
ประวัติการศึกษา	แพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล	
2553	ประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง วิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิก มหาวิทยาลัยมหิดล	
2555	วุฒิปัตรแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม สาขาศัลยศาสตร์ แพทยสภา	
2558	วุฒิปัตรแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม อนุสาขาเวชบำบัดวิกฤต แพทยสภา	
2564	ผลงานทางวิชาชีพ	
2564	Kowiwattanakarn S, Bhurayanontachai R. Duplicated inferior vena cava, the uncommon cause of decreasing extracorporeal membrane oxygenation blood flow: A case report and review. <i>Perfusion</i> . 2023 Jul;38(5):1080-1084. doi: 10.1177/02676591221090669. Epub 2022 May 16. PMID: 35575311.	
2568	Kowiwattanakarn S. A case report of von Meyenburg complex (VMCs): an incidental detection in adult dyspnea investigation. <i>JCMICR</i> Epub Sep 26,2025	
2568	คณะจัดทำคู่มือบริหารความเสี่ยงโรงพยาบาล ของศูนย์การแพทย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	

