

3

Inotropes and Vasopressors

วรรณวิมล แสงโชติ

ภาวะช็อก คือ กลุ่มอาการซึ่งไม่ว่าจะสืบเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม ทำให้เกิดความดันเลือดต่ำผิดปกติ ร่วมกับ tissue perfusion ไม่เพียงพอ จนกระทั่งเนื้อเยื่อของร่างกายเกิดการขาดออกซิเจน เพราะระบบไหลเวียนเลือดไม่สามารถนำส่งออกซิเจน และสารอาหารไปยังเซลล์ให้เพียงพอกับความต้องการของเซลล์ที่จะได้รับเพื่อทำหน้าที่ตามปกติได้ กรณีเช่นนี้ ถ้าไม่ได้รับการช่วยเหลือให้การรักษาที่ทันต่อเหตุการณ์ จะทำให้เนื้อเยื่อและอวัยวะได้รับอันตราย เสื่อมหน้าที่ และไม่อาจกลับคืนเป็นปกติ ในที่สุดผู้ป่วยถึงแก่เสียชีวิตได้

หลักในการให้การรักษาผู้ป่วยภาวะช็อก

1. เพื่อประคับประคองระบบไหลเวียนเลือด ให้มีความดันเลือดที่เพียงพอตามสมควร คือ mean arterial pressure ซึ่งถือเป็นค่าของ tissue perfusion ไม่ต่ำกว่า 60-65 มม.ปรอท ในผู้ป่วยที่เคยมีความดันเลือดปกติมาก่อน (ส่วนผู้ป่วยที่มีโรคหลอดเลือดหัวใจ และความดันเลือดสูงอยู่ จะต้องให้ค่า MAP สูงกว่านี้) ทั้งนี้ต้องให้มีปริมาณเลือดไหลเวียนที่เพียงพอด้วย เช่น pulmonary artery wedge pressure 12-18 มม.ปรอท
2. เพื่อให้มีค่า cardiac index หรือ cardiac output ที่เหมาะสม ในกรณีของ cardiogenic shock หรือ obstructive shock ควรให้ CI มากกว่า 2.1 ลิตรต่อนาทีต่อตารางเมตร ส่วน septic shock และ traumatic/hemorrhagic shock ควรให้ CI มากกว่า 3.0-3.5 ลิตร ต่อนาทีต่อตารางเมตร
3. เพื่อให้มีการนำส่งออกซิเจนไปยังเซลล์ที่เหมาะสม ควรให้มีฮีโมโกลบินมากกว่า 10 กรัม% มีค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดงมากกว่า 92% ค่าเฉลี่ยความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดดำมากกว่า 60% รวมทั้งให้มีค่า serum lactate ต่ำกว่า 2.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ซึ่งแสดงว่าไม่มี anaerobic metabolism และเซลล์ไม่เกิดอันตรายจากการขาดเลือด)
4. เพื่อแก้ไขภาวะการเสื่อมหน้าที่ของอวัยวะสำคัญต่างๆ ให้กลับคืนสู่ปกติ เช่น ระดับความรู้สึกตัว การพยายามให้มีปริมาณปัสสาวะมากกว่า 0.5 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

Initial management of circulatory shock

- การให้สารน้ำ เพื่อเป็น volume resuscitation เป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้มี tissue perfusion และ tissue oxygenation กลับมาดีขึ้น หรือใกล้เคียงปกติ ชนิดของสารน้ำ ผู้ให้การรักษาคควรพิจารณาตามสมควรแก่กรณี
- เมื่อให้สารน้ำเพียงพอแล้ว ยังไม่สามารถแก้ไข tissue perfusion ได้ดี ผู้ป่วยยังอยู่ในภาวะช็อค ก็ควรที่จะเลือกใช้ยาที่เหมาะสม ซึ่งก็คือ บทบาทของ inotropes และ vasopressors (มีบางกรณีที่อาจจำเป็นต้องให้ vasopressors เพื่อช่วยเพิ่มความดันเลือดซึ่งต่ำมากๆ จนอาจเป็นอันตรายแม้ในระยะสั้นๆ ก่อนที่จะให้สารน้ำแก่ผู้ป่วย)

ชนิดของยา Inotropes และ Vasopressors ที่มีใช้อยู่

โดยทั่วไป ยาประเภทนี้ จะมี 3 กลุ่ม คือ

1. Sympathomimetic amines ซึ่งอาจจะกระตุ้น adrenergic receptors โดยตรง (direct acting) หรือ กระตุ้นการหลั่ง noradrenaline จากปลายประสาท sympathetic (indirect acting) ซึ่งมียาหลายตัวที่มีฤทธิ์ทั้ง 2 ลักษณะ

การกระตุ้น adrenergic receptors มักจะเป็นฤทธิ์ต่อ cardiac beta-1 และ alpha receptor, peripheral vascular alpha-1 และ beta-2 หรือฤทธิ์ต่อ dopaminergic receptors โดย Cardiac beta-1 receptor จะมีผลเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ และแรงบีบตัว จากการเพิ่มของ cyclic AMP (ผ่านการทำงานของ adenylate cyclase)

Cardiac alpha-1 receptor จะออกฤทธิ์ผ่านการสร้าง phospholipase C โดย inositol triphosphate และ diacylglycerol ออกฤทธิ์ที่กล้ามเนื้อหัวใจ ทำให้หัวใจบีบตัวแรงขึ้น แต่ไม่เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ ออกฤทธิ์ที่ หลอดเลือด coronary ด้วย มีผลทำให้ตีบตัว

Peripheral vascular alpha-1 ทำให้เกิดหลอดเลือดตีบตัว

Peripheral vascular beta-2 ทำให้เกิดหลอดเลือดขยายตัวเล็กน้อย

Dopaminergic receptor ทำให้หลอดเลือดแดงเล็กๆขยายตัวในอวัยวะสำคัญ เช่น ไต coronary, cerebral และรวมถึงบริเวณหลอดเลือด splanchnic, mesenteric ด้วย

2. Phosphodiesterase inhibitors เพิ่มการบีบตัวของหัวใจ และหย่อนกล้ามเนื้อเรียบที่ผนังหลอดเลือด โดยผลการยับยั้งการสลาย cyclic AMP

3. Cardiac glycosides ซึ่งที่นี้จะไม่กล่าวถึง เพราะไม่มีบทบาทในภาวะช็อคเฉียบพลันในปัจจุบัน มี therapeutic index แคบ และ half-life นาน

การเลือกใช้ยา Inotropes และ vasopressors ในภาวะช็อค

การเลือกชนิดของยาขึ้นกับพยาธิสรีรวิทยา ซึ่งเกิดขึ้นในภาวะช็อคนั้นๆ เพื่อให้ได้ผลการรักษาตามวัตถุประสงค์ที่กล่าวไว้แล้ว ผู้ป่วยบางรายอาจต้องการฤทธิ์ของยา ทั้ง inotropes และ vasopressors ร่วมกัน ผู้ใช้จึงควรพิจารณาคูณสมบัติของยาต่างๆ ดังนี้

Dopamine

มีฤทธิ์ beta-1, alpha-1 adrenergic และ dopaminergic ยานี้มีผลทั้งเป็น indirect และ direct acting amine ในขนาดต่างๆจะทำให้มีผล dopaminergic 1 เต็มที่ ทำให้หลอดเลือดที่ไต coronary และ mesentery ขยายตัวดี มีฤทธิ์ natriuresis และ diuresis ที่ renal tubules การกระตุ้น dopaminergic 2 จะทำให้ยับยั้งการหลั่ง norepinephrine ยิ่งทำให้หลอดเลือดขยายมากขึ้น ขนาดสูงขึ้น (2-5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที) จะเพิ่มการบีบตัวของหัวใจ จาก beta-1 ทำให้ cardiac output ดีขึ้น มีเลือดไปเลี้ยงไตมากขึ้น ในขนาดเริ่มจาก 5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที จะมีการหลั่ง norepinephrine จากการกระตุ้น alpha-1 ซึ่งในขนาดที่สูงขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้มี peripheral resistance, pulmonary vascular resistance และ pulmonary capillary wedge pressure สูงขึ้น อาจทำให้ myocardial consumption เพิ่มมากจนเป็นอันตราย โดยเฉพาะเมื่อมีหัวใจเต้นเร็วหรือเต้นผิดจังหวะ รวมทั้งทำให้หลอดเลือดที่ไตตีบตัวมาก กลับกับในระยะแรกได้โดยสิ้นเชิง

Dobutamine

มีคุณสมบัติของ beta-1, beta-2 และ alpha-1 adrenergic ฤทธิ์ที่เด่นคือการเพิ่มการบีบตัวของหัวใจ (positive inotropic) โดยผ่าน beta-1 ส่วนฤทธิ์ beta-2 และ alpha-1 adrenergic นั้นสมดุลกัน จนเกิดภาวะหลอดเลือดปลายทางขยายตัวเล็กน้อย ในทุกขนาดที่ใช้ทางคลินิก ยานี้ช่วยลด pulmonary vascular resistance และขยายหลอดเลือด coronary เชื่อว่าอาจช่วยลด myocardial consumption ในสภาวะที่หัวใจวายเพราะช่วยลด end diastolic pressure และ wall tension ขณะที่เพิ่มความดันเลือด โดยไม่ทำให้หัวใจเต้นเร็วเกินไป เทียบกับ dopamine แล้ว ยานี้มีผลทำให้เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจน้อยกว่า

Norepinephrine

มีฤทธิ์ alpha-1 และ beta-1 ซึ่ง alpha-1 จะเด่นชัดแม้ในขนาดต่ำๆ (0.01-0.02 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที) ทำให้เกิดหลอดเลือดตีบตัว ยิ่งถ้าเพิ่มขนาดขึ้น ก็จะมีผลมากขึ้น ฤทธิ์ beta-1 ทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น บีบตัวแรงขึ้น แต่ไม่ค่อยมีผลต่อ cardiac output เพราะฤทธิ์ alpha-1 เด่นกว่า ยานี้ใช้เพิ่มระดับความดันเลือดได้ดีในรายที่ใช้ยาอื่นแล้วไม่ได้ผล เมื่อต้องการทำให้หลอดเลือดดำตีบตัว แต่ต้องระวังว่าจะมีหลอดเลือดที่ไต ที่ตีบตัว และอาจมีหัวใจเต้นช้าจากรีเฟล็กซ์ รวมทั้งกล้ามเนื้อหัวใจทำงานมากขึ้นในขณะที่หัวใจไม่ได้อยู่แล้ว จาก afterload ที่สูงขึ้นมากได้ ซึ่งเป็นอันตราย

ปัจจุบันมีการนำมาจำหน่ายในประเทศแล้ว สามารถปรับเพิ่มขนาดการใช้งานขึ้นไปถึง 3.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที เพื่อให้ได้ mean arterial pressure มากกว่า 60 มม.ปรอท มีหลักฐานหลายอย่างที่บ่งว่า ยานี้มีประสิทธิภาพดี ในการรักษา septic shock และควรพิจารณาเป็นอันดับต้นๆ ในกรณีที่รุนแรง เพื่อช่วยให้ระบบไหลเวียนกลับมาใกล้เคียงปกติได้เร็ว

Epinephrine

มีฤทธิ์ alpha-1, beta-1 และ beta-2 ซึ่งในขนาดต่ำๆ (0.01-0.03 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที) จะมีผล positive inotropic ที่แรงจาก beta-1 ส่วนผลต่อหลอดเลือดจะมีน้อย เพราะเกิดสมดุลระหว่าง alpha-1 และ beta-2 ถ้าเพิ่มขนาดขึ้นไป จะมีผลของ alpha-1 เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้มีผลรวมระหว่าง inotropic และ vasopressor และถ้าสูงมากจะมีผลลดเลือดไปเลี้ยงไตอย่างมาก เช่นในขนาดที่เกิน 0.1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที

เป็น drug of choice ในการรักษา anaphylactic shock และเป็นยาที่แนะนำให้ใช้ในขณะหยุดเครื่องปอด-หัวใจเทียม ระหว่างการผ่าตัดหัวใจ ในขนาด 0.015-0.04 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที เพราะช่วยปรับการไหลเวียน ให้มี cardiac index ที่เหมาะสม ได้ดีกว่า dopamine และ dobutamine

Isoproterenol

เป็น pure beta-1, beta-2 adrenergic agonist ในขนาดทางคลินิก จะเพิ่มการบีบตัวของหัวใจ เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ และลด pulmonary vascular resistance ลด peripheral resistance ทำให้ preload ลดลง และช่วยเพิ่ม cardiac output แต่ควรระวังการใช้ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจจะทำให้ขาดสมดุล เพราะมี demand เพิ่มขึ้น หัวใจเต้นผิดปกติ ในขณะที่มีความดันเลือดลดต่ำลง

ยามีผลต่อการนำไฟฟ้าของหัวใจ ทำให้ QT interval สั้นลงได้ จึงอาจใช้รักษาผู้ป่วยที่มี torsade จากการใช้ยา antiarrhythmic ที่มากเกินไป

มีฤทธิ์ขยายหลอดเลือด จากผลของ beta-2

ยานี้ปัจจุบันใช้น้อย เพราะมีปัญหาการเกิดหัวใจเต้นผิดปกติได้ง่าย ซึ่งเป็นข้อเสีย แต่ยังคงเป็นประโยชน์ในผู้ป่วยที่มีหัวใจเต้นช้าผิดปกติมากๆ กรณี heart block และผู้ป่วยผ่าตัดเปลี่ยนหัวใจ

Dopexamine

เป็น synthetic catecholamine ตัวใหม่ ที่มีฤทธิ์ beta-2 เด่นชัด, beta-1 เล็กน้อย ไม่มี alpha แต่มี dopaminergic 1 (ประมาณ 1/3 ของ dopamine) และมี dopaminergic 2 เล็กน้อย จึงมีฤทธิ์ยับยั้งการ reuptake ของ norepinephrine ที่หลั่งออกมาแล้ว

ยานี้มีลักษณะเป็น inodilator โดยทำให้มีการบีบตัวของหัวใจดีขึ้น มีการลด afterload มีการขยายตัวของหลอดเลือดปลายทาง ที่ปอด ที่ไต และ mesentery มี natriuresis

ยานี้ยังไม่มีจำหน่ายในประเทศ มีรายงานการใช้แถบทวีปยุโรปว่า ใช้ได้ผลดีในผู้ป่วยเปลี่ยนตับ ผู้ป่วยผ่าตัดหัวใจ ผู้ป่วยโรคหัวใจวายเรื้อรัง และผู้ป่วยที่มี pulmonary hypertension

ไม่ควรใช้ในขนาดเกิน 6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที เพราะจะมีหัวใจเต้นเร็วมาก และ angina ในผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือด

Phenylephrine

เป็น synthetic catecholamine ที่มีเอกลักษณ์ คือ เกือบจะเป็น pure alpha adrenergic agonist ต่างประเทศเป็นที่นิยมใช้ในระหว่างผ่าตัด เพื่อดำเนินฤทธิ์ขยายหลอดเลือดของยาระงับความรู้สึกชนิดต่างๆ ใช้ในการรักษาปรับการไหลเวียนของผู้ป่วยโรคหัวใจ เช่น complex cyanotic heart disease รวมทั้งรักษา septic shock

เป็นที่น่าเสียดายที่ยานี้ ไม่มีจำหน่ายในประเทศไทย แม้จะเป็นยาที่มีประโยชน์และจำเป็นต่อผู้ป่วย

Amrinone, Milrinone

เป็นสารกลุ่ม bipyridine derivatives ซึ่งออกฤทธิ์โดยไม่ผ่าน adrenergic receptors ทำให้เกิดการยับยั้ง phosphodiesterase III enzymes ที่หัวใจ และหลอดเลือด โดยเฉพาะทำให้มี cyclic AMP ในเซลล์สูงขึ้น ทำให้มีผลลัพท์ของ calcium influx เข้าไปในกล้ามเนื้อหัวใจเพิ่มขึ้น เกิดเป็น positive inotropy และผลลัพท์ของ calcium outflux ออกจากกล้ามเนื้อเรียบที่ผนังหลอดเลือดเพิ่มขึ้น ทำให้มีหลอดเลือดขยายตัว ช่วยลด afterload

ลด venous return ลด pulmonary vascular resistance และลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ (แต่ถ้ามากเกินไปก็ทำให้ความดันเลือดตก เป็นอันตรายได้)

ยากกลุ่มนี้มีประโยชน์ต่อการทำงานระยะกลางตัวของหัวใจ (diastolic function ของ LV) ที่ดีมากโดยเฉพาะ เหมาะสำหรับผู้ป่วยกล้ามเนื้อหัวใจไม่ตี หรือหัวใจวายเรื้อรัง

ยานี้ ไม่มี tachyphylaxis เหมือน catecholamines จึงสามารถใช้ร่วมกับ beta agonist เพื่อเสริมฤทธิ์กันได้ดี อย่างไรก็ตาม ยานี้ยังมีผลกระตุ้นให้หัวใจเต้นเร็ว เพิ่มการนำไฟฟ้า ของ sinoatrial node และลด refractoriness ของ atrioventricular pathway ทำให้เป็น proarrhythmic phenomenon เกิดขึ้นได้ จึงควรระมัดระวังในการปรับขนาดการใช้ด้วย

Milrinone ปัจจุบันใช้แทน amrinone เพราะออกฤทธิ์แรงและไม่มีผลต่อเกร็ดเลือด

Vasopressin

เป็น endogenous hormone ที่สร้างในร่างกาย โดย neuron ที่ supraoptic และ paraventricular nuclei ของ hypothalamus และเก็บสะสมพร้อมทั้งรอกการหลั่งออกมาใช้ใน posterior pituitary gland ปัจจุบันมีการสังเคราะห์ (8-arginine vasopressin) และนำมาใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่เกิดภาวะช็อคจากหลอดเลือดขยายตัว เพื่อช่วยเพิ่มและรักษา catecholamine sensitivity ในผู้ป่วย septic shock และ vasodilatory shock จากสาเหตุอื่นๆ ได้ดี ทำให้ลดขนาดของ vasopressor ที่ใช้ลงได้มาก โดยอาศัยผลต่อ vascular V1 receptor ทำให้เกิดหลอดเลือดหดตัว ร่วมกับ V2 ซึ่งเป็น antidiuretic effect ขนาดที่ให้ 0.08 unit ต่อนาที ทดต่อเนื่อง โดยให้ทางสาย central venous pressure ก็ช่วยเพิ่มความดันเลือด และ systemic vascular resistance ได้ดี อย่างไรก็ตามยานี้ควรใช้ในระยะสั้น และด้วยความระมัดระวัง เพราะผลตีบหลอดเลือดรุนแรง จนเป็นอันตรายได้ รวมทั้งมีผลให้หัวใจเต้นช้า หัวใจเต้นผิดจังหวะ ห้ามใช้ในผู้ป่วยไตอักเสบ หัวใจวายเลือดคั่ง หอบหืด ลมชัก และปวดศีรษะไมเกรน แม้ว่าจะมีศึกษาต่อเนื่อง และรายงานว่าได้ผลในที่ประชุม critical care 2003 ก็ยังถือว่าเป็นระยะของการศึกษาทดลองอยู่

ตารางที่ 1 และ 2 แสดง receptor activity effects เปรียบเทียบระหว่างยาแต่ละตัว

Drug and Usual IV Dose	Relative Receptor Activity Effects				
	Beta-1 (inotropic)	Beta-1 (chronotropic)	Alpha (vasoconstriction)	Beta-2 (vasodilation)	Dopaminergic (vasodilation)
Dopamine (Inotropin [®])					
Low dose: 0.5-3 µg/kg/min	0/1+	0/1+	0	0/1+	3+
Medium dose: 4-10 µg/kg/min	3+	2+	1+	1+	1+
High dose: 11-20 µg/kg/min	3+	2+	3+	0	0
Dobutamine (Dobutrex [®])					
2-15 µg/kg/min	3+	1+	1+	2+	0
Amrinone (Inacor [®])					
0.75 mg/kg loaded over 5 min, then 5-10 µg/kg/min	3+	1+	0	2+	0

Drug and Usual IV Dose	Relative Receptor Activity Effects				
	Beta-1 (inotropic)	Beta-1 (chronotropic)	Alpha (vasoconstriction)	Beta-2 (vasodilation)	Dopaminergic (vasodilation)
Epinephrine (Adrenaline [®])					
Low dose : 0.06 µg/kg/min	3+	2+	1+	2+	0
High dose: >0.06 µg/kg/min	3+	3+	3+	0	0
Norepinephrine (Levophed [®])					
0.03-0.2 µ/kg/min	2+	2+	4+	0	0
Isoproterenol (Isuprel [®])					
0.01-0.1 µg/kg/min	3+	3+	0	3+	0

ตารางที่ 3 และ 4 แสดง hemodynamic effects เปรียบเทียบระหว่างยาแต่ละตัว

Drug and Usual IV Dose	Haemodynamic Effects					Remarks
	CO	SVR	MAP	PCWP	HR	
Dopamine (Inotropin®) Low dose: 0.5-3 µg/kg/min	0	1	-1	0	0	May induce or exacerbate supraventricular and ventricular dysrhythmias, extravasation may produce tissue necrosis similar that of nor-epinephrine
Medium dose: 4-10 µg/kg/min	1+	-1	1+	1+	1+	
High dose: 11-20 µg/kg/min	1+	1+	1+	1+	1+	
Dobutamine (Dobutrex®) 2-15 µg/kg/min	1+	-1	0/1+	1	0/1+	Ventricular dysrhythmias and increased HR may occur but less likely than with other catecholamines
Amrinone (Inacor®) 0.75 mg/kg loaded over 5 min, then 5-10 µg/kg/min	1+	-1	0/-1	-1	0/1+	Side effects: thrombocytopaenia (2%-3%), fever, GI upset, hypotension, worsening of dysrhythmias, invasive haemodynamic monitoring recommended

Drug and Usual IV Dose	Haemodynamic Effects					Remarks
	CO	SVR	MAP	PCWP	HR	
Epinephrine (Adrenaline®) Low dose : 0.06 µg/kg/min High dose: >0.06 µg/kg/min	1+	-1	±	0	1+	May induce or exacerbate ventricular ectopy, specially in patients receiving digoxin
	1+	1+	1+	1+	1+	
Norepinephrine (Levophed®) 0.03-0.2 µg/kg/min	±	1+	1+	1+	±	Administer into a central vein; avoid extravasation; if it occurs, infiltrate area with 5-10 mg of phentolamine diluted in 10 ml of normal saline solution
Isoproterenol (Isuprel®) 0.01-0.1 µg/kg/min	1+	-1	0/-1	-1	1+	Avoid use in patients with ischaemic heart disease; may exacerbate tachyarrhythmia from digoxin toxicity or hypokalaemia

สรุปตัวอย่างการเลือกใช้ยา Inotropes และ vasopressors ในภาวะช็อค

Dopamine ใช้ได้ในภาวะช็อคทุกประเภท เป็น first line drug

Dobutamine ใช้ในภาวะ congestive heart failure, cardiogenic shock, obstructive และ septic shock

Norepinephrine ใช้ในภาวะ refractory shock มีหลอดเลือดขยายตัวมาก ไม่ตอบสนองต่อ dopamine

Epinephrine ใช้ใน refractory shock และ anaphylactic shock

Isoproterenol ใช้ในภาวะ cardiogenic shock ที่มี bradyarrhythmia, ภาวะ torsade des pointes (ขนาด 1-4 ไมโครกรัมต่อนาที)

Dopexamine ใช้ในภาวะ congestive heart failure, cardiogenic shock (ขนาด 0.5-6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที)

Phenylephrine ใช้ในภาวะ neurogenic หรือ septic shock (ขนาด 20-200 ไมโครกรัมต่อนาที)

Amrinone ใช้ในภาวะ congestive heart failure, cardiogenic shock

Milrinone ใช้ในภาวะ congestive heart failure, cardiogenic shock (ขนาด 37.5-75 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม bolus ในเวลานานกว่า 10 นาที และตามด้วยการหยดอย่างต่อเนื่องในขนาด 0.375-0.75 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที)

สรุป

ในการรักษาภาวะช็อค ซึ่งเป็นเสมือนทางผ่านร่วมสุดท้ายของพยาธิสภาพต่างๆ ที่ส่งผลให้เกิดความล้มเหลวของระบบไหลเวียน และทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้นั้น ในฐานะผู้มีบทบาทสำคัญในการดูแลรักษาผู้ป่วยที่อยู่ในภาวะคุกคามต่อชีวิต จำเป็นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนและองค์ประกอบต่างๆ ที่จำเป็น เพื่อจะได้ช่วยให้ผู้ป่วยกลับคืนมาดีได้โดยเร็วก่อนจะมีการสูญเสียหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ไป ยา inotropes และ vasopressors เป็นสิ่งมีประโยชน์ที่ช่วยให้ผู้ป่วยมี tissue perfusion และ oxygenation ที่เหมาะสมได้ เมื่อได้รับสารน้ำทดแทนเพียงพอร่วมกัน ควรระมัดระวังและตระหนักในผลไม่พึงประสงค์และภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดจากการใช้ยา เช่น เกิดหลอดเลือดตีบตัวมากเกินไป จนเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ การรั่วไหลของยาออกจากเส้นเลือด ภาวะหัวใจเต้นผิดปกติ และเต้นเร็ว บีบตัวแรงเกินไป จนเกิดภาวะหัวใจขาดเลือดซึ่งเป็นอันตราย การรู้จักหาตัวเลือกที่เหมาะสม เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการรักษาด้วยเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

1. Marini JJ, Wheeler AP. Support of the failing circulation. In: Marini JJ, Wheeler AP, eds. Critical Care Medicine: The Essential 2nd edition. Baltimore: Williams & Wilkins 1997;40-55
2. Opie LH, Gersh BJ. Digitalis, acute inotropes and inotropic dilators. In : Opie LH, Gersh BJ, eds. Drugs for the heart, 5th edition. Philadelphia: WB Saunders 2001;165-76.
3. Jindal N, Hollenberg SM, Dellinger RP. Pharmacologic issues in the management of septic shock. Critical Care Clin 2000;16:233
4. Vincent JL. Hemodynamic support in septic shock. Intensive Care Med 2001;27:S80.
5. A Kumar, Parillo JE. Shock : Classification, pathophysiology and approach to management. In : Parillo JE, Dellinger RP, eds. Critical Care Medicine : Principles of Diagnosis and Management in the Adult, 2nd edition. St. Louis : Mosby 2001; 371-420.
6. Borhardt-Phelps PK, Lohr BC. Optimization of drug doses. In : Abrams JH, Cerra FB, eds. Essentials of surgical critical care. St. Louis: Quality Medical Publishing, Inc. 1993; 153-62.
7. McMurray TJ, Lavery GG. Inotropic drugs. In: McCaughey W, Clarke RSJ, Fee JPH, Wallace WFM, eds. Anaesthetic Physiology and Pharmacology. New York :Churchill Livingstone 1997;363-76.
8. Stoelting RK. Sympathomimetics. In : Stoelting RK, ed. Pharmacology and Physiology in Anesthetic Practice, 3rd edition. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers.1999;259-77.