การคำนวณขนาดและอัตราเร็วการบริหารยาในผู้ป่วยวิกฤติ

จำนวนหน่วยกิต : 3 หน่วยกิตการศึกษาต่อเนื่อง
วันที่รับรอง : 30 พฤศจิกายน 2560
วันหมดอายุ : 29 พฤศจิกายน 2561

ผู้เขียน : ผศ.ภก.ธีระพงษ์ ศรีศิลป์
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

หน่วยกิตการศึกษาต่อเนื่อง
แก่ผู้ประกอบวิชาชีพเภสัชกรรม

แนวคิดรวบยอด

ยาที่ใช้ในภาวะวิกฤติเช่น dopamine, dobutamine, norepinephrine, nitroglycerin และ nicardipine มีการกำหนดขนาดยาที่แตกต่างกัน เช่น เป็นไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัวต่อนาที (mcg/kg/min) เป็นมิลลิกรัมต่อชั่วโมง (mg/hr) หรือเป็นไมโครกรัมต่อนาที (mcg/min) เป็นต้น แต่หากมีการกำหนดอัตราการบริหารยาผ่านเครื่องหยดยาแบบเดียวกัน คือเป็นมิลลิลิตรต่อชั่วโมง (ml/hr) ซึ่งเท่ากับไมโครดร็อปต่อนาที (mcd/min) เภสัชกรจะสามารถใช้ทักษะการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ หรือใช้สูตรที่กำหนดว่า ขนาดยา เท่ากับ ความเข้มข้นของยา คูณกับอัตราการบริหารยา ในการคำนวณขนาดและอัตราเร็วในการบริหารยาได้

การคำนวณขนาดและอัตราเร็วในการบริหารยาอย่างถูกต้องจะช่วยค้นหา ป้องกัน และแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับการกำหนดขนาดยาในผู้ป่วยภาวะวิกฤติได้

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาจบบทความนี้แล้วผู้อ่านสามารถ

1. ระบุวิธีผสมยาแต่ละชนิดเพื่อให้ได้ความเข้มข้นตามที่กำหนด
2. คำนวณความเข้มข้นของยาที่ผสมไว้แล้วได้อย่างถูกต้อง
3. คำนวณอัตราเร็วของการบริหารยาจากขนาดยาที่กำหนดได้
4. คำนวณขนาดยาจากอัตราเร็วของยาที่มีการสั่งใช้ได้
5. คำนวณอัตราเร็วการบริหารยาสูงสุดที่สามารถบริหารให้กับผู้ป่วยได้

บทนำ

ผู้ป่วยในภาวะวิกฤติมักจะได้รับการรักษาด้วยยาฉีด และยาฉีดหลายชนิดโดยเฉพาะยาความเสี่ยงสูงจำเป็นต้องบริหารผ่านเครื่องหยดยา (infusion pump) เพื่อกำหนดอัตราเร็วของการบริหารยาให้เป็นไปตามขนาดยาที่กำหนดตามแนวทางการรักษา โดยอัตราเร็วการบริหารยานั้นขึ้นกับความเข้มข้นของยาด้วย ปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนทางยา (medication errors) ได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการสั่งใช้ยา (prescribing errors) เนื่องจากมีรูปแบบการสั่งยาที่หลากหลายและอาจมีการใช้สัญลักษณ์หรือคำย่อที่อาจ

ทำให้เกิดความสับสน ขั้นตอนการจ่ายยา (dispensing errors) เช่น จ่ายยาผิดชนิด ผิดความแรง จำนวนไม่ครบ เป็นต้น ขั้นตอนการเตรียมยาและบริหารยา (administration errors) เช่น ผสมยาไม่ได้ความเข้มข้นที่กำหนด ผสมในสารน้ำที่ไม่เหมาะสม หรือบริหารยาไม่ได้ตามอัตราเร็วที่ต้องการ เป็นต้น

เภสัชกรมีบทบาทในการบริหารจัดการยาที่ใช้ในภาวะวิกฤติ โดยสามารถช่วยตรวจสอบการสั่งใช้ยา การเลือกใช้สารน้ำในการผสมและกำหนดความเข้มข้น รวมถึงการคำนวณเพื่อกำหนดขนาดและอัตราเร็วการบริหารยา ทั้งนี้เพื่อค้นหาและป้องกันปัญหาที่เกี่ยวกับยาที่อาจจะเกิดขึ้น (potential drug related problems) ตลอดจนมีบทบาทในการติดตามหลังจากมีการบริหารยาไปแล้ว เพื่อค้นหาและแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับยาที่เกิดขึ้นแล้ว (actual drug related problems) เช่น การเกิดภาวะยารั่วออกนอกหลอดเลือด (extravasation) เป็นต้น

หลักการเบื้องต้นในการคำนวณ

ผู้อ่านควรทำความเข้าในใจประเด็นต่างๆต่อไปนี้

1. อัตราเร็วในการบริหารยา (rate of administration) คือความเร็วของการหยดยาผ่านเครื่องหยดยา (infusion pump) ซึ่งมักจะกำหนดเป็น มิลลิลิตรต่อชั่วโมง (ml/hr) ซึ่งเทียบได้กับ ไมโครดร็อปต่อนาที (mcd/min) เนื่องจากประมาณได้ว่า 60 ไมโครดร็อป มีปริมาตรประมาณ 1 มิลลิลิตร (Marino, 2007)

   60 mcd = 1 ml

   mcd/min = ml/hr

2. ขนาดยา (dose) คือปริมาณยาที่กำหนดจากแนวทางการรักษา ซึ่งบางกรณีจะกำหนดหน่วยของขนาดยาที่แตกต่างกัน (Wells, 2015) เช่น

   2.1 ยา nicardipine กำหนดหน่วยขนาดยาเป็น มิลลิกรัมต่อชั่วโมง (mg/hr)

   2.2 ยา nitroglycerin กำหนดหน่วยขนาดยาเป็น ไมโครกรัมต่อนาที (mcg/min)

   2.3 ยา dopamine, dobutamine, norepinephrine กำหนดหน่วยขนาดยาเป็น ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่อนาที (mcg/kg/min)

3. ความเข้มข้นของยา (concentration) คือปริมาณยาต่อสารน้ำที่ผสม เป็นน้ำหนักต่อปริมาตร (w/v) หน่วยของความเข้มข้นมักจะเป็นมิลลิกรัมต่อสารน้ำ 1 มิลลิลิตร (mg/ml) โดยแพทย์มักจะระบุความเข้มข้นของยาในคำสั่งใช้ยาเป็นอัตราส่วน เช่น dopamine 2:1 หมายถึง 2 mg/ml, norepinephrine 8:125 หมายถึง 8 mg/125ml (0.064 mg/ml), nicardipine 1:5 หรือ nitroglycerin 1:5 หมายถึง 1mg/5ml (0.2 mg/ml) เป็นต้น ในขณะที่ยาบางชนิดเช่น fentanyl 10:1 หมายถึง 10 mcg/ml เนื่องจากได้จากการผสมยาจำนวน 10 ampules (100 mcg/amp) ในสารน้ำ 100 ml ดังนั้นเมื่อมีการกล่าวถึงความเข้มข้นของยา ควรมีการสื่อสารกันให้ชัดเจนว่าหมายถึงอัตราส่วนอย่างไร

4. หลักการคำนวณอัตราเร็วในการบริหารยาโดยพื้นฐานคือ การเทียบเปลี่ยนหน่วยของขนาดยาที่ไม่ว่าจะกำหนดเป็นแบบใดก็ตาม ต้องเทียบให้เป็นมิลลิลิตรต่อชั่วโมง (ml/hr) เนื่องจากเป็นหน่วยบริหารยาที่กำหนดในเครื่องหยดยา

รูปภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างเครื่องกำหนดอัตราเร็วในการบริหารยา (infusion pump) ซึ่งกำหนดหน่วยการหยดยาเป็นมิลลิลิตรต่อชั่วโมง (ที่มาภาพ: ผู้เขียน)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

สูตรคำนวณ สรุปได้ดังนี้ (Marino, 2007)

ขนาดยา (dose) = ความเข้มข้นของยา (concentration) x อัตราเร็วการบริหารยา (rate of administration)

ตัวอย่างการคำนวณ nicardipine

ยา nicardipine เป็นยากลุ่ม dihydropyridine calcium channel blockers มีข้อบ่งใช้ในกรณีที่เกิดความดันโลหิตสูงวิกฤติ ตัวอย่างขนาดยาที่กำหนดคือ เริ่มต้น 5 mg/hr สามารถเพิ่มได้ทีละ 2.5 mg/hr ทุก 15 นาที จนลดความดันโลหิตลงได้ในระดับที่ต้องการ แต่ไม่ควรให้ยาเกิน 15 mg/hr (Sang, 2012)

โดยทั่วไปรูปแบบของยา 1 หลอด จะเป็น 10mg/10 ml ความเข้มข้นที่กำหนดมักจะเป็น 1:5 (0.2 mg/ml) หรือ 1:10 (0.1 mg/ml) โดยสามารถผสมยาใน 5% dextrose in water หรือ 0.9% sodium chloride หรือ 0.45% sodium chloride ได้ และมีความคงตัวหลังผสม 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (Cardine® monograph, 2010)

ตัวอย่างการผสมเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ถูกต้อง กรณีแพทย์กำหนดความเข้มข้นเป็น 1:5 คือ สามารถคำนวณปริมาณยาที่ต้องใช้จากการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ดังนี้

สารน้ำ 5 ml ใช้ยา 1 mg

สารน้ำ 100 ml ใช้ยา 100/5 = 20 mg = 2 หลอด

ให้เตรียมสารน้ำ 1 ถุง ขนาด 100 ml แล้วดูดสารน้ำทิ้งไป 20 ml จากนั้นนำยา 10mg/10 ml มา 2 ampules ผสมลงในสารน้ำ 80 ml ที่เตรียมไว้ จะได้ความเข้มข้นของยาเป็น 20mg/100ml = 1/5 = 0.2 mg/ml

หากเกิดความผิดพลาด คือไม่มีการดูดสารน้ำทิ้งไปก่อน ความเข้มข้นของยาจะเปลี่ยนเป็น 20mg/120ml = 1:6 = 0.167 mg/ml ซึ่งจะต้องใช้ค่านี้ไปคำนวณขนาดยาและอัตราการบริหารยา (ดังนั้นหากมีการผสมยาไว้แล้ว และต้องการคำนวณ ควรต้องสอบถามถึงการผสมยาด้วยว่าผสมอย่างไร)

<u>กรณีศึกษา</u>

ผู้ป่วยชายไทยคู่ อายุ 60 ปี น้ำหนัก 50 กิโลกรัม ขณะนี้ได้รับยา nicardipine (1:5) 50 ml/hr

<u>คำถาม</u>

1. ขนาดยาในขณะนี้เป็นเท่าใด
2. หากต้องการเพิ่มขนาดยาขึ้นอีก 2.5 mg/hr ต้องหยดยาในอัตราเท่าใด
3. อัตราการบริหารสูงสุดเป็นเท่าใด (เมื่อขนาดยาสูงสุดคือ 15 mg/hr)

<u>วิธีการคำนวณ</u>

ขั้นแรกต้องตรวจสอบก่อนว่ามีความผิดพลาดในการผสมยาหรือไม่ ในกรณีนี้สมมุติว่ามีการผสมยาถูกต้อง ได้ความเข้มข้นเป็น 1:5 (1mg/5ml หรือ 0.2mg/ml)

1. ขนาดยาในขณะนี้เป็นเท่าใด (ต้องการคำตอบเป็น mg/hr)

   <u>วิธีที่ 1</u> การคำนวณโดยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางศ์ จากอัตราหยดยาที่ผู้ป่วยได้รับ 50 ml/hr เทียบได้ดังนี้

   ใน 1 ml มียาอยู่ 0.2 mg

   ใน 50 ml มียาอยู่ 10 mg (ตอบ 10 mg/hr)

   <u>วิธีที่ 2</u> การคำนวณโดยใช้สูตร dose = concentration x rate

   Dose (mg/hr) = 0.2 mg/ml x 50 ml/hr

   = 10 mg/hr

2. หากต้องการเพิ่มขนาดยาขึ้นอีก 2.5 mg/hr ต้องหยดยาในอัตราเท่าใด (ต้องการคำตอบเป็น ml/hr)

   <u>วิธีที่ 1</u> การคำนวณโดยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางศ์

ยา 0.2 mg อยู่ในสารน้ำ 1 ml

ยา 2.5 mg อยู่ในสารน้ำ 2.5/0.2 = 12.5 ml

ดังนั้นต้องหยดยาในอัตรา 50+12.5 = 62.5 ml/hr (อาจต้องปัดทศนิยมกรณีที่เครื่องหยดยาไม่สามารถกำหนดทศนิยมได้)

<u>วิธีที่ 2</u> การคำนวณโดยใช้สูตร rate = dose/concentration

Rate (ml/hr) = $\frac{\text{2.5 mg/hr}}{\text{0.2 mg/ml}}$ = 12.5 ml/hr

ดังนั้นต้องหยดยาในอัตรา 50+12.5 = 62.5 ml/hr

3. อัตราการบริหารยาสูงสุดเป็นเท่าใด (ต้องการคำตอบเป็น ml/hr)

<u>วิธีที่ 1</u> การคำนวณโดยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางศ์

ยา 0.2 mg อยู่ในสารน้ำ 1 ml

ยา 15 mg อยู่ในสารน้ำ 15/0.2 = 75 ml

ดังนั้นหยดยาในอัตราไม่เกิน 75 ml/hr

<u>วิธีที่ 2</u> การคำนวณโดยใช้สูตร rate = dose/concentration

Rate (ml/hr) = $\frac{\text{15 mg/hr}}{\text{0.2 mg/ml}}$

= 75 ml/hr

ตัวอย่างการคำนวณ nitroglycerin

ยา nitroglycerin ชนิดหยดเข้าหลอดเลือดดำ มีข้อบ่งใช้ในกรณีความดันโลหิตสูงวิกฤติ อาการเจ็บหน้าอก (angina pectoris) และภาวะหัวใจล้มเหลว (heart failure) ตัวอย่างขนาดยาที่กำหนดคือ เริ่มต้น 5 ไมโครกรัมต่อนาที (mcg/min) และเพิ่มทีละ 5 mcg/min ทุก 3-5 นาทีจนกระทั่งผู้ป่วยตอบสนอง หากขนาดยาถึง 20 mcg/min แล้วยังได้ผลไม่เพียงพอ ให้เพิ่มขนาดยาทีละ 10-20 mcg/min ทุก 3-5 นาที แต่ไม่ควรให้เกิน 400 mcg/min (บางตำราระบุที่ไม่เกิน 200 mcg/min) (Nitroglycerin monograph, 2004, Twelde and Reynolds, 2015)

การผสมยา nitroglycerin นั้น สารน้ำที่แนะนำเป็นพื้นฐานคือผสมใน 5% dextrose in water แต่ก็สามารถผสมใน 0.9% sodium chloride ได้ โดยจะมีความคงตัวหลังผสม 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง รูปแบบของยา 1 หลอด โดยมากจะเป็นขนาด 50 mg/10 ml และสามารถผสมความเข้มข้นได้สูงสุดคือ 0.4 mg/ml (Nitroglycerin monograph, 2004, Twelde and Reynolds, 2015)

ตัวอย่างการผสมเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ถูกต้อง กรณีแพทย์กำหนดความเข้มข้นเป็น 1:5 สามารถคำนวณจากการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ดังนี้

สารน้ำ 5 ml ใช้ยา 1 mg

สารน้ำ 100 ml ใช้ยา 100/5 = 20 mg

ยา 50 mg ต้องดูดจากหลอด 10 ml

ยา 20 mg ต้องดูดยาจากหลอด 20x10/50 = 4 ml

ให้เตรียมสารน้ำ 1 ถุง ขนาด 100 ml แล้วดูดสารน้ำทิ้งไป 4 ml จากนั้นนำยา 50mg/10 ml มา 4 ml ผสมลงในสารน้ำ 96 ml ที่เตรียมไว้ จะได้ความเข้มข้นของยาเป็น 20/100 = 1/5 = 0.2 mg/ml

หลังผสม หากเก็บในขวดแก้ว จะมีความคงตัว 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และคงตัว 7 วัน หากแช่ในตู้เย็น

<u>กรณีศึกษา</u>

ผู้ป่วยชายไทยคู่ อายุ 60 ปี น้ำหนัก 50 กิโลกรัม ขณะนี้ได้รับยา nitroglycerin (1:5) 10 ml/hr

<u>คำถาม</u>

1. ขนาดยาในขณะนี้เป็นเท่าใด
2. หากต้องการเพิ่มขนาดยาขึ้นอีก 10 mcg/min ต้องหยดยาในอัตราเท่าใด
3. อัตราการบริหารสูงสุดเป็นเท่าใด (เมื่อกำหนดขนาดยาสูงสุดคือ 400 mcg/min)

<u>วิธีคำนวณ</u>

ขั้นแรกต้องตรวจสอบก่อนว่ามีความผิดพลาดในการผสมยาหรือไม่ ในกรณีนี้สมมุติว่ามีการผสมยาถูกต้อง ได้ความเข้มข้นเป็น 1:5 (1mg/5ml หรือ 0.2mg/ml)

1. ขนาดยาในขณะนี้เป็นเท่าใด (ต้องการคำตอบเป็น mcg/min)

<u>วิธีที่ 1</u> การคำนวณโดยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางศ์ จากอัตราหยดยาที่ผู้ป่วยได้รับ 10 ml/hr เทียบได้ดังนี้

ใน 1 ml มียาอยู่ 0.2 mg

ใน 10 ml มียาอยู่ 2 mg หรือ 2,000 mcg

ใน 60 นาที มียาอยู่ 2,000 mcg

ใน 1 นาที มียาอยู่ 2,000/60 = 33.33 mcg/min

<u>วิธีที่ 2</u> การคำนวณโดยใช้สูตร dose = concentration x rate

Dose (mcg/min) = 0.2 mg/ml x 10 ml/hr

= 2000 mcg/60min

= 33.33 mcg/min

2. หากต้องการเพิ่มขนาดยาขึ้นอีก 10 mcg/min ต้องหยดยาในอัตราเท่าใด (ต้องการคำตอบเป็น ml/hr)

<u>วิธีที่ 1</u> การคำนวณโดยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางศ์

1 นาที ต้องใช้ยา 10 mcg

60 นาที ต้องใช้ยา 60x10 = 600 mcg

ยา 0.2 mg (200 mcg) อยู่ในสารน้ำ 1 ml

ยา 600 mcg อยู่ในสารน้ำ 600/200 = 3 ml

ดังนั้นต้องหยดยาในอัตรา 10+3 = 13 ml/hr

<u>วิธีที่ 2</u> การคำนวณโดยใช้สูตร rate = dose/concentration

Rate (ml/hr) = <u>10 mcg/min</u> x 60 min = 3 ml/hr

200 mcg/ml

ดังนั้นต้องหยดยาในอัตรา 10+3 = 13 ml/hr

3. อัตราการบริหารยาสูงสุดเป็นเท่าใด (ต้องการคำตอบเป็น ml/hr)

<u>วิธีที่ 1</u> การคำนวณโดยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางศ์

1 นาที ใช้ยา 400 mcg

60 นาที ใช้ยา 400 x 60 = 24,000 mcg

ยา 0.2 mg (200 mcg) อยู่ในสารน้ำ 1 ml

ยา 24,000 mg อยู่ในสารน้ำ 24,000/200 = 120 ml

ดังนั้นหยดยาในอัตราไม่เกิน 120 ml/hr

<u>วิธีที่ 2</u> การคำนวณโดยใช้สูตร rate = dose/concentration

Rate (ml/hr) = <u>400 mcg/min</u> x 60 min = 120 ml/hr

200 mcg/ml

การคำนวณ dopamine, norepinephrine, dobutamine

ยา dopamine และ norepinephrine เป็นยาที่มีข้อบ่งใช้ในภาวะช็อก โดยแนวทางการรักษาภาวะช็อกจากการติดเชื้อในกระแสเลือดจะแนะนำให้ใช้ยา norepinephrine เป็นลำดับแรก ในกรณีที่ไม่สามารถทำให้ระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยสูงขึ้นได้จากการให้สารน้ำอย่างเพียงพอ ส่วน dobutamine จะเป็นยาที่ใช้ในการรักษาภาวะช็อกจากภาวะทางหัวใจ (cardiogenic shock) หรือเป็นยาเสริมสำหรับเพิ่มการบีบตัวของหัวใจ (inotropic drug) ในโรคหัวใจล้มเหลว

ขนาดยา norepinephrine จากการศึกษาคือ 0.02-3 mcg/kg/min โดยควรผสมยากับ 5% dextrose in water ที่ความเข้มข้น 4:250 (0.016 mg/ml) ถึง 8:125 (0.064 mg/ml) แต่ก็มีการศึกษาสนับสนุนความคงตัวของยาเมื่อผสมใน normal saline เช่นกัน

ขนาดยา dopamine ที่มีฤทธิ์บีบหลอดเลือดผ่าน alpha-receptor เป็นหลัก คือ 10-20 mcg/kg/min โดยสามารถผสมยากับ normal saline หรือ dextrose in water ก็ได้ ที่ความเข้มข้น 0.8-3.2 mg/ml เช่นแพทย์อาจสั่งความเข้มข้นเป็น 2:1 (2mg/ml) เป็นต้น ซึ่งตัวอย่างการผสมที่พบบ่อยนั้น คือการนำหลอดยา 250mg/10ml ดูดมา 8 มิลลิลิตร ผสมกับสารน้ำ 100 มิลลิลิตร โดยควรดูดสารน้ำทิ้งไปก่อน 8 มิลลิลิตรด้วย (ยา 1 หลอด ขนาด 10 มิลลิลิตร มียาอยู่ 250 mg การดูดยามา 8 มิลลิลิตร จะได้ยา 200 mg)

ขนาดยา dobutamine ที่กระตุ้น beta-receptor ที่หัวใจเป็นหลักคือ 2-10 mcg/kg/min ในขณะที่ขนาด > 10-20 mcg/kg/min นอกจากกระตุ้น beta-receptor ที่หัวใจเป็นหลักแล้ว ยังกระตุ้น alpha-

receptor ที่หลอดเลือดด้วย สำหรับการผสมนั้น แนะนำให้ผสมยาที่ความเข้มข้น 0.5-4 mg/ml ใน normal saline หรือ dextrose in water ก็ได้ (Wells, 2015)

กรณีศึกษา

ผู้ป่วยชายไทยคู่ อายุ 60 ปี น้ำหนัก 50 กิโลกรัม ขณะนี้ได้รับยา norepineprine (8:125) 10 ml/hr

คำถาม

1. ขนาดยาในขณะนี้เป็นเท่าใด
2. หากแพทย์ระบุว่า ขนาดยาสูงสุดที่จะให้ในผู้ป่วยรายนี้คือ 1 mcg/kg/min จงหาอัตราเร็วการบริหารยาสูงสุด (max rate)

วิธีคำนวณ

ขั้นแรกควรตรวจสอบก่อนว่ามีความผิดพลาดในการผสมยาหรือไม่ ในกรณีนี้สมมุติว่ามีการผสมยาถูกต้อง โดยตัวอย่างการผสมคือ ยามีขนาด 4mg/4ml ต่อหลอด ให้นำยามา 2 หลอด (8 mg) ผสมกับสารน้ำจำนวน 125-8 = 117 ml จะได้ความเข้มข้นเป็น 8:125 (0.064 mg/ml)

1. ขนาดยาในขณะนี้เป็นเท่าใด (ต้องการคำตอบเป็น mcg/min)

   วิธีที่ 1 การคำนวณโดยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางศ์ จากอัตราหยดยาที่ผู้ป่วยได้รับ 10 ml/hr เทียบได้ดังนี้

   ใน 1 ml มียาอยู่ 0.064 mg
   ใน 10 ml มียาอยู่ 0.64 mg หรือ 640 mcg
   ใน 60 นาที มียาอยู่ 640 mcg
   ใน 1 นาที มียาอยู่ 640/60 = 10.67 mcg/min
   น้ำหนัก 50 กิโลกรัม ใช้ยา 10.67 mcg/min
   น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ใช้ยา 10.67/50 = 0.21
   ดังนั้นขนาดยาในขณะนี้คือ 0.21 mcg/kg/min

   วิธีที่ 2 การคำนวณโดยใช้สูตร dose = concentration x rate

   $$\text{Dose (mcg/kg/min)} = \frac{0.064 \text{ mg/ml} \times 10 \text{ ml/hr}}{50 \text{ kg}}$$
   $$= 640 \text{ mcg/60min/50kg}$$
   $$= 0.21 \text{ mcg/kg/min}$$

2. หากแพทย์ระบุว่า ขนาดยาสูงสุดที่จะให้ในผู้ป่วยรายนี้คือ 1 mcg/kg/min จงหาอัตราการบริหารยาสูงสุด (max rate)

   วิธีที่ 1 การคำนวณโดยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางศ์

   1 นาที ต้องใช้ยา 1 mcg
   60 นาที ต้องใช้ยา 60 mcg

น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต้องใช้ยา 60 mcg

น้ำหนัก 50 กิโลกรัม ต้องใช้ยา 60x50 = 3,000 mcg

ยา 0.064 mg (64 mcg) อยู่ในสารน้ำ 1 ml

ยา 3,000 mcg อยู่ในสารน้ำ 3,000/64 = 46.87 ml หรืออาจปัดเป็น 47 ml

ดังนั้นต้องหยดยาในอัตราไม่เกิน 47 ml/hr

วิธีที่ 2 การคำนวณโดยใช้สูตร rate = dose/concentration

$$\text{Rate (ml/hr)} = \frac{1 \text{ mcg/kg/min} \times 60 \text{ min} \times 50 \text{ kg}}{64 \text{ mcg/ml}}$$

$$= 3{,}000/64 = 46.87 \text{ ml/hr}$$

ดังนั้นควรหยดยาในอัตราไม่เกิน 46 ml/hr

จากสูตรการคำนวณ จะเห็นว่าหาก dose มีหน่วยเป็น mcg/kg/min สามารถคำนวณโดยแทนค่าในสูตรดังนี้

$$\text{Rate (ml/hr)} = \frac{\text{body weight (kg)} \times \text{dose (mcg/kg/min)} \times 60 \text{ (min)}}{\text{Conc. (mg/ml)} \times 1{,}000 \text{ (ml)}}$$

$$= \frac{0.06 \times \text{body weight (kg)} \times \text{dose (mcg/kg/min)}}{\text{Conc. (mg/ml)}}$$

เช่น หากแพทย์สั่ง dopamine 2:1 ในผู้ป่วยรายเดิม และต้องการขนาดยา 10 mcg/kg/min จะต้องให้ในอัตราเท่าใด มีวิธีคำนวณดังนี้

$$\text{Rate (ml/hr)} = \frac{0.06 \times 50 \times 10}{2}$$

$$= 15$$

ดังนั้นต้องบริหารยาในอัตราเร็ว 15 ml/hr

บทสรุป

จากตัวอย่างการคำนวณดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่ายาทุกชนิดใช้หลักการเดียวกันในการคำนวณ ทั้งนี้เนื่องจากการกำหนดอัตราเร็วในการบริหารยา ใช้หน่วยเดียวกัน คือเป็นมิลลิลิตรต่อชั่วโมง สิ่งที่แตกต่างกันคือการกำหนดหน่วยของขนาดยา ซึ่งยาที่มีการกำหนดหน่วยขนาดยาที่มีความซับซ้อนน้อยเช่น nicardipine จะมีการคำนวณเทียบเพียงไม่กี่ขั้นตอน ในขณะที่ยาที่มีการกำหนดขนาดยาที่มีความซับซ้อนมาก เช่น norepinephrine จะต้องคำนวณเทียบหลายขั้นตอนมากขึ้น โดยจะต้องเปลี่ยนหน่วยจากมิลลิกรัมเป็นไมโครกรัม เปลี่ยนหน่วยจากนาทีเป็นชั่วโมง และต้องนำน้ำหนักผู้ป่วยมาเกี่ยวข้องด้วย อย่างไรก็ตาม ผู้อ่านสามารถนำหลักการเหล่านี้ไปคำนวณอัตราเร็วของการบริหารยาชนิดอื่นๆได้เช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นยา fentanyl

หรือ midazolam ที่ใช้สำหรับกรณีให้ผู้ป่วยสงบระงับเมื่อใช้เครื่องช่วยหายใจ หรือยา cisatracurium ที่ใช้หย่อนกล้ามเนื้อ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

1. Marino PL.The ICU Book 3rd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007

2. Sang YK, Seong MK, Moon SP, Han KK, Ki SP, and Seong YC. Effectiveness of nicardipine for blood pressure control in patients with subarachnoid hemorrhage. J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg. 2012 Jun; 14(2): 84–89.

3. Cardine® monograph. [online]. [cited on Nov 2017]. Available from: https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2011/019734s017lbl.pdf

4. Nitroglycerin monograph. [online] [cited on Nov 2017]. Available from: http://www.globalrph.com/nitroglycerin_dilution.htm

5. Tewelde SZ and Reynolds JC. Cardiovascular emergencies. Philadelphia: Elsevier; 2015

6. Wells BG, Dipiro JT, Schwinghammer TL, Dipiro CV. Pharmacotherapy handbook 9th edition. New York: McGraw-Hill Education; 2015.