

Academic article

การประเมินสมดุลน้ำในร่างกายผู้ป่วยที่เข้ารับการล้างไตด้วย shunt effect Shunt Effect for Assessment of Body Fluid Balance in Renal-dialysis Patients

กมลชนก บุญประจักษ์¹ ดารารัตน์ ชูวงศ์อินทร์² ฤชุตตา โมเหล็ก²

มาริษา สมบัติบุญ³ เบญจมาศ ปรีชาคุณ^{3,*}

Kamolchanok Boonprajak¹, Dararat Chuwongin², Rhechuta Molek²,

Marisa Sombutboon³, Benjamas Preechakoon^{3,*}

¹หน่วยไตเทียม ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลจุฬาภรณ์ ศูนย์การแพทย์มะเร็งวิทยาจุฬาภรณ์ ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์

¹Division of Kidney Dialysis, Chulabhorn Hospital, Chulabhorn Cancer Medical Center, Chulabhorn Royal Academy

²ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลจุฬาภรณ์ ศูนย์การแพทย์มะเร็งวิทยาจุฬาภรณ์ ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์

²Nursing Department, Chulabhorn Hospital, Chulabhorn Cancer Medical Center, Chulabhorn Royal Academy

³ฝ่ายการพยาบาล และกิจการพิเศษ ศูนย์การแพทย์มะเร็งวิทยาจุฬาภรณ์ ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์

³Nursing and Special Affairs, Chulabhorn Hospital, Chulabhorn Royal Academy

*Corresponding author: Benjamas Preechakoon (email: prechakoon@gmail.com)

Received: 2 December 2019; Revised: 29 April 2020; Accepted: 1 May 2020

บทคัดย่อ

ความล้าหนาท่างเทคโนโลยีและนวัตกรรม ทำให้พฤติกรรมของคนในสังคมเกิดการเปลี่ยนแปลง การบริโภคอาหารที่ด้อยคุณภาพส่งผลให้ร่างกายขาดสารอาหารและเสี่ยงต่อภาวะการเกิดโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ที่มีอัตราตายสูง ประเทศไทยมีผู้ป่วยโรคไตสูงเป็นอันดับ 3 ในกลุ่มประเทศอาเซียน และมีคนป่วยที่เข้าสู่ภาวะไตวายประมาณปีละกว่า 8 ล้านคน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นโรคไตวายเฉียบพลันและโรคไตเรื้อรัง โดยมีแนวทางการรักษา ได้แก่ การล้างไต การปลูกถ่ายไต และการดูแลแบบประคับประคอง

การล้างไตทำได้ 2 วิธี คือ การล้างไตผ่านทางหน้าท้องและการล้างไตด้วยการฟอกเลือด ซึ่งช่วยกำจัดของเสียพร้อมปรับสมดุลน้ำและกรดต่างตลอดจนเกลือแร่ในร่างกาย โดยผู้ป่วยจะได้รับการเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิดตลอดการทำการหัตถการ เนื่องจากสมดุลน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

จากผลการวิเคราะห์ก๊าซในเลือดแดง ถ้าพบว่า PAO_2-PaO_2 มีค่ามากกว่า 10–20 มม.ปรอท หรือ PaO_2/PAO_2 น้อยกว่า 0.75–1.00 หรือ PaO_2/FiO_2 น้อยกว่า 400–500 มม.ปรอท แสดงว่าผู้ป่วยมี shunt effect กล่าวคือเมื่อผู้ป่วยมีภาวะน้ำเกินเนื่องจากการทำงานของหัวใจล้มเหลว หรือภาวะไตวายในระยะเฉียบพลัน จะทำให้ปริมาตรเลือดเพิ่มสูงขึ้น และแม้ปริมาตรอากาศที่ผ่านเข้าสู่ถุงลมปอดปกติ ก็ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซเกิดขึ้นได้ไม่เต็มที่ ด้วยเหตุนี้ shunt effect น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งในเวชปฏิบัติคลินิกสำหรับแพทย์และพยาบาล ในการประเมินผู้ป่วยข้างเตียง ช่วยในการติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำในร่างกายผู้ป่วยที่เข้ารับการล้างไต

คำสำคัญ: ล้างไต ก๊าซในเลือดแดง การพยาบาล shunt effect

Abstract

An advancement of innovative technology disrupts human behavior in the society. Having junk food is considered to have been a contributory cause of malnutrition and diseases with high death rate. Thailand becomes the third of renal diseases in ASEAN countries. Annually, about 8 million people suffer from renal failure which is categorized into acute renal failure and chronic renal diseases. The guidelines on the treatment are renal dialysis, renal transplantation and palliative care.

Renal dialysis has two techniques - peritoneal dialysis and hemodialysis which help to eradicate all waste products and resume body fluid, acid base balance as well as electrolytes. Because of fluctuation in the body fluid, patients are closely monitored throughout the procedure.

By means of arterial blood gas analysis, either $PAO_2-PaO_2 > 10-20$ mmHg or $PaO_2/PAO_2 < 0.75-1.00$ or $PaO_2/FiO_2 < 400-500$ mmHg, a patient has shunt effect. For example, a patient with normal alveolar ventilation having either heart or acute renal failure has increase in blood circulation, resulting in hypervolemia and ventilation perfusion mismatch. Therefore, shunt effect should be used as an alternative tool, bedside assessment for doctors and nurses in medical practice. It will help to follow the movement of body fluid in renal-dialysis patients.

Keywords: Renal Dialysis, Arterial Blood Gas, Nursing, Shunt Effect

บทนำ (Introduction)

แม้โลกจะก้าวเข้าสู่ยุคการเชื่อมต่อสรรพสิ่งด้วยเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet of Things)¹ แต่ความล้าหน้าทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม กลับทำลายและบิดเบือนโครงสร้างพื้นฐานทางธรรมชาติที่สะสมมานานนับล้านปีเพียงช่วงเวลาสั้นๆ ทำให้มนุษย์ต้องเผชิญกับสภาวะแวดล้อมที่เต็มไปด้วยมลพิษ และนำมาซึ่งโรคร้ายไข้เจ็บที่คอยรุมเร้ามนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

โรคหลายโรคกลายเป็นปัญหาระดับชาติและของโลก ที่ประชากรทุกประเทศมีแนวโน้มป่วยเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สังคมที่เร่งรีบและต้องแข่งขัน ทำให้พฤติกรรมของคนในสังคมเกิดการแปรเปลี่ยน (disrupted society)² การบริโภคอาหารที่ด้อยคุณภาพ ให้พลังงานส่วนใหญ่จากน้ำตาล ไขมัน แป้ง เช่น น้ำอัดลม ขนมขบเคี้ยว ลูกอม หมากฝรั่ง และอาหารจานด่วนบางชนิด ส่งผลให้ร่างกายขาดสารอาหาร โปรตีน วิตามินและเกลือแร่ที่จำเป็น และเสี่ยงต่อภาวะการเกิดโรคหัวใจ ความดันเลือดสูง โรคเบาหวาน โรคไขข้อ โรคไขมัน โรคอ้วน โรคสมองเสื่อมและโรคไต³

ปัจจุบัน ประเทศไทยมีแนวโน้มผู้ป่วยโรคไตเพิ่มขึ้นเป็นอันดับ 3 ในกลุ่มประเทศอาเซียน และจากรายงานของสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทยประมาณการว่า มีคนป่วยที่เข้าสู่ภาวะไตวายประมาณปีละ 8 ล้านคนหรือคิดเป็นร้อยละ 17.6 ของประชากรทั้งหมด และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ประมาณปีละกว่า 8,000 ราย⁴

1. ภาวะไตวาย

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1. ภาวะไตวายเฉียบพลัน (acute renal failure,

ARF หรือ acute kidney injury, AKI) เกิดจากพยาธิสภาพที่ทำให้ไตเสื่อมอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เลือดไปเลี้ยงไตน้อยลง เช่น การเสียเลือดจากอุบัติเหตุ หรือ ท้องเสียรุนแรง ซึ่งถ้าได้รับการแก้ไขโดยเร็ว การทำงานของไตอาจกลับมาเป็นปกติได้⁵

การวินิจฉัยภาวะไตวายเฉียบพลัน มีลักษณะที่สำคัญคือ มีการเพิ่มขึ้นของระดับครีเอตินิน (creatinine) ในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับ 0.3 มก./ดล. ภายใน 48 ชั่วโมง หรือ มีการเพิ่มขึ้นของระดับครีเอตินินในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับ 1.5 เท่าของค่าเดิมที่คาดว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นในช่วงไม่เกิน 7 วัน ก่อนหน้านั้น หรือ มีปริมาณปัสสาวะน้อยกว่า 0.5 มล./น้ำหนักตัว 1 กก./ชม. เป็นเวลา 6 ชั่วโมง⁶

2. ภาวะไตวายเรื้อรัง (chronic kidney disease, CKD) เป็นภาวะที่ไตสูญเสียการทำงานไปจากเดิม เป็นระยะเวลานานกว่า 3 เดือน และถ้าหากการทำงานของไตลดน้อยลงเหลือเพียงร้อยละ 15 จะถือว่าผู้ป่วยมีภาวะไตวายระยะสุดท้าย (end stage renal disease) ส่งผลให้ผู้ป่วยไม่สามารถรักษาภาวะสมดุลน้ำและเกลือแร่ของร่างกายได้อีกต่อไป เกิดภาวะเลือดจาง ความดันเลือดสูง ปัสสาวะออกน้อยลง มีอาการบวมหอบเหนื่อย นอนราบไม่ได้ เกิดอาการชัก กระตุก ชีพผิดปกติ และเสียชีวิตได้ในเวลาเพียงไม่กี่สัปดาห์⁷

แพทย์จะแนะนำให้ผู้ป่วยโรคไตวายระยะสุดท้ายเตรียมตัวเข้าสู่กรอบแนวทางการรักษา ได้แก่ การปลูกถ่ายไต (kidney transplantation) การล้างไต (renal dialysis) และการรักษาแบบประคับประคอง (palliative treatment)⁸ ซึ่งในบทความนี้จะกล่าวในการล้างไต (Renal Dialysis)

2. การปลูกถ่ายไต

การปลูกถ่ายไต หรือการเปลี่ยนไต (Kidney Transplantation) เป็นการผ่าตัดนำไตจากผู้บริจาคที่ยังคืออยู่ มาใส่ไว้ในร่างกายของผู้ป่วย ไตใหม่ที่ใส่เข้ามาจะสามารถทำหน้าที่แทนไตเดิมได้ ซึ่งไตที่ได้มาอาจจะมาจากไตของผู้บริจาคที่มีชีวิต (Living Donor) หรือจากผู้เสียชีวิต (Deceased Donor) แต่ต้องผ่านการตรวจสอบแล้วว่าเข้ากันได้กับผู้ป่วย ปัจจุบันการปลูกถ่ายไตนับว่าเป็นวิธีการรักษาผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายซึ่งเป็นการรักษาที่ดีที่สุด ทำให้ผู้ป่วยที่เป็นโรคไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายไม่ต้องฟอกเลือดหรือล้างไตทางหน้าท้องไปตลอดชีวิต และสามารถทำให้ผู้ป่วยกลับมามีสุขภาพแข็งแรงใกล้เคียงคนปกติ มีอายุที่ยืนยาวมากขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น⁹

2.1 การรักษาแบบประคับประคอง หมายถึง การดูแลรักษาผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 5 ทั้งด้านกาย จิตใจ สังคมและจิตวิญญาณ (Holistic care) โดยไม่ใช้การบำบัดทดแทนไตชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นส่วนประกอบ แต่มีการวางแผนและเป้าหมายการรักษาโดยอาศัยองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. เพื่อชะลอการลดลงของอัตราการกรองของไต และลดโอกาสการเกิดภาวะแทรกซ้อน หรืออาการไม่พึงประสงค์
2. การรักษาควรเน้นที่การแก้ไขอาการผิดปกติที่ปรากฏ
3. การตัดสินใจเลือกแนวทางการรักษาควรได้รับการวางแผนและเป้าหมายไว้ล่วงหน้า (Advance care planning) โดยผ่านการปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้ป่วยและทีมผู้รักษา (Shared decision making)

4. รูปแบบการรักษาประคับประคองควรคำนึงถึงปัจจัยด้านต่าง ๆ ให้ครบถ้วน ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ จิตใจ สังคม และจิตวิญญาณ
5. การเพิ่มคุณภาพชีวิตสอดคล้องกับความต้องการของผู้ป่วย และญาติผู้ดูแล¹⁰

3. การล้างไต

การล้างไตทำได้ 2 วิธี คือ การล้างไตผ่านทางหน้าท้อง (peritoneal dialysis) และการล้างไตด้วยการฟอกเลือด (hemodialysis) โดยทั้ง 2 วิธีมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ที่แตกต่างกันคือ การล้างไตทางหน้าท้อง ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องควบคุมอาหารและน้ำอย่างจริงจังเพราะการล้างไตมีการนำของเสีย เกือบแล้ว และน้ำออกจากร่างกายทุกวัน ส่วนการฟอกเลือดซึ่งทำทุก 2-3 วัน ทำให้ของเสียมีเวลาสะสมในร่างกายนานกว่า ผู้ป่วยจำเป็นต้องควบคุมตนเองในการบริโภคอย่างเข้มงวด^{11,12}

3.1 การล้างไตทางหน้าท้อง (Peritoneal Dialysis)^{8,13}

เป็นวิธีการที่แพทย์ผ่าตัดใส่สาย Tenckhoff catheter (บริษัท แบริ่งเตอร์ ประเทศไทย) เข้าไปในช่องท้องผู้ป่วย ซึ่งผู้ป่วยหรือญาติที่ได้รับการอบรมแล้วสามารถต่อสายที่หน้าท้องเข้ากับถุงน้ำยาโดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ แล้วปล่อยน้ำยา (dialysate solvent) เข้าไปในช่องท้องจนหมด จากนั้นปลดสายออกจากถุงและปล่อยน้ำยาทิ้งไว้ในช่องท้องประมาณ 4-6 ชั่วโมง จึงต่อถุงเปล่าเข้ากับสายที่หน้าท้องอีกครั้งเพื่อระบายน้ำยาออกจากช่องท้อง เมื่อระบายออกหมดแล้ว จึงต่อน้ำยาถุงใหม่เข้าไปอีก ทำซ้ำเช่นนี้วันละ 4 ครั้ง กลุ่มผู้ป่วยที่เหมาะสมกับการล้างไตทางช่อง

ห้อง ได้แก่ ผู้ป่วยไตวายเฉียบพลันจากโรคหัวใจ (Cardiorenal syndrome) ผู้ป่วยโรคไตวายที่มีโรคหัวใจรุนแรง ผู้ป่วยที่ไม่สามารถจัดการให้มีเลือดเทียมสำหรับการฟอกเลือดได้ ผู้ป่วยเอชไอวีที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันและเรื้อรัง นอกจากนี้ยังมีข้อห้ามในกรณี ดังนี้

1. มีโรคบริเวณผิวหนังหน้าท้องที่ไม่สามารถใส่สายได้
2. ผู้ป่วยมีพังผืดในช่องท้องมาก
3. ผู้ป่วยมีสภาพจิตบกพร่องอย่างรุนแรง
4. ไม่มีผู้ดูแลในการรักษาด้วยวิธีการล้างไตทางช่องท้องในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง

3.2 การฟอกเลือด (Hemodialysis)^{14,15}

เป็นวิธีที่แพทย์ผ่าตัดเชื่อมหลอดเลือดผู้ป่วยที่แขน (Arteriovenous Fistula or Graft) เมื่อเรียบร้อยแล้ว ผู้ป่วยจะเข้ารับการล้างไตที่ศูนย์ไตเทียมสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง โดยพยาบาลจะแทงเส้นที่แขนเพื่อนำเลือดออกจากตัวผู้ป่วยไปเข้าเครื่องฟอกเลือด เครื่องจะทำหน้าที่กำจัดของเสียและน้ำออกไปพร้อมทั้งปรับสมดุลกรดต่างและเกลือแร่ในร่างกาย โดยอาศัยหลักการ convection สำหรับของเสียที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ และ diffusion สำหรับโมเลกุลขนาดเล็ก ในระหว่างนั้นจะมีการทดแทนสารน้ำด้วยระบบ reversed osmosis ซึ่งใช้เวลาประมาณ 3-5 ชั่วโมง

3.3 การประเมินผู้ป่วยการฟอกเลือด

ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษด้วยการล้างหรือฟอกไต จำเป็นจะต้องทำการซักประวัติตรวจร่างกาย การตรวจทางห้องปฏิบัติการ ตลอดจนการตรวจพิเศษอื่น ๆ ทั้งระยะก่อน ระหว่างและหลังปฏิบัติการ

ก่อนปฏิบัติการ

การซักประวัติตรวจร่างกายผู้ป่วย ที่สำคัญได้แก่ การประเมินปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องกำจัดออก พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มมากกว่า 1 กิโลกรัมต่อวัน มีอาการบวมบริเวณใบหน้า แขนหรือขา อาจร่วมกับภาวะหายใจเหนื่อยหอบ ผนวกกับการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การทำงานของไต เกลือแร่ ดุลกรดต่าง ความเข้มข้นและการแข็งตัวของเลือด^{16,17}

ในทางเวชปฏิบัติคลินิก ภาวะน้ำเกินในร่างกายสามารถประเมินได้โดย

1. Biomarkers (BNP, pro-BNP และ ANP) ใช้ในการประเมินภาวะหัวใจล้มเหลว โดยเมื่อเลือดคั่งอยู่ในห้องหัวใจและไม่สามารถถูกปั๊มออกไปได้นั้น ร่างกายจะหลั่งสาร Atrial natriuretic peptide (ANP) และ B-type natriuretic peptide ทำให้ไตเร่งการขับน้ำและโซเดียมทิ้งออกไปกับปัสสาวะ ช่วยลดความดันเลือดและปริมาณน้ำเลือดในร่างกาย ลดปริมาณเลือดที่เข้าสู่ห้องหัวใจ ในทางคลินิกจะตรวจหา BNP และ NT-pro BNP (N-terminal proBNP)^{18,19}
2. Ultrasonographic คือ การใช้คลื่นเสียงความถี่สูงผ่านทะลุเข้าสู่อวัยวะภายใน โดยเหตุที่เนื้อเยื่ออยู่ในฐานะเป็นตัวกลางของคลื่นเสียงซึ่งมีคุณสมบัติที่ต่างกัน จึงทำให้คลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมาต่างกัน แล้วใช้คลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมานั้นเองประมวลขึ้นเป็นภาพ²⁰
3. Ultrasonography ปอด เป็นการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงของปอด ใช้ในการตรวจ ภาวะ pneumothorax, การไหลของเยื่อหุ้มปอดและ

hydropneumothorax การแยกความแตกต่างอาการบวมน้ำที่มาจากหัวใจหรือปอด²⁰

4. Carotid Doppler คือ การตรวจอัลตราซาวด์หลอดเลือดแดงใหญ่บริเวณคอ เพื่อประเมินภาวะตีบตันของหลอดเลือด common carotid, internal carotid, external carotid และ vertebral โดยประเมินเป็นภาพเคลื่อนไหวและกราฟ²¹
5. ปริมาณเลือดสัมพัทธ์ (Relative Blood Volume) ในระหว่างการฟอกเลือดนั้นถูกใช้เพื่อประเมินภาวะน้ำเกินและเป็นแนวทางในการขจัดน้ำเกินในร่างกายที่สัมพันธ์กับ vascular refilling เพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม²⁰
6. Bioimpedance (BIA) ใช้วัดปริมาณส่วนประกอบต่างๆ ของร่างกาย เช่น ส่วนของมวลไขมัน น้ำ มวลกล้ามเนื้อ โดยการผานกระแสไฟฟ้าปริมาณน้อยๆ เขาสู่ร่างกาย แล้วนำมาวิเคราะห์²⁰
7. การคำนวณ shunt effect ซึ่งได้จากผลการวิเคราะห์ก๊าซในหลอดเลือดแดง (arterial blood gas, ABG) เป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาประเมินผู้ป่วยข้างเดียว ซึ่งจะช่วยให้แพทย์และพยาบาลสามารถติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสมดุลน้ำในร่างกาย²²

ระหว่างปฏิบัติการ

พยาบาลจะคอยเฝ้าสังเกตอาการความผิดปกติของผู้ป่วย โดยการวัดความดันเลือดทุก 30-60 นาที บันทึกการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าหัวใจและระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดง ระวังภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่ ภาวะเลือดออก

(bleeding) การเกิดลิ่มเลือด (thrombosis) ความดันเลือดต่ำ (hypotension) ภาวะพร่องออกซิเจนในเลือดแดง (hypoxemia) ปฏิกริยาแพ้ (bio-incompatibility/allergic reactions) ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ (cardiac arrhythmias) ปฏิกริยาไข้ (febrile reactions) และกลุ่มอาการไม่สมดุลในสมอง (dialysis dysequilibrium syndrome)^{14,16,23}

หลังปฏิบัติการ

ภายหลังการล้างไต อาการและอาการแสดงของภาวะน้ำเกิน มักดีขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 1-2 วัน สำหรับ อาการมึนงง สับสน กระตุก คลื่นไส้ อาเจียน เบื่ออาหาร ควรจะดีขึ้นภายใน 3-4 วัน ส่วนผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ เช่น ยูเรีย (urea) ครีเอตินิน เกลือแร่ ดุลกรดต่าง สามารถเห็นผลได้ภายใน 2 ชม.¹⁵

4. Shunt effect

การคำนวณ shunt effect จากผลการวิเคราะห์ก๊าซในเลือดแดง เป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาประเมินผู้ป่วยข้างเดียว ซึ่งจะช่วยให้แพทย์และพยาบาลสามารถติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสมดุลน้ำในร่างกายได้ โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ความเข้าใจดังนี้

การหายใจเป็นการนำอากาศเข้าสู่และออกจากถุงลมปอด (alveoli) เรียกว่า ventilation ($\dot{V}$) โดยปกติมีปริมาตร 4 ลิตรต่อนาที ที่ถุงลมปอดจะเกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์กับเลือดที่มาจากเซลล์ทั่วร่างกายซึ่งมีปริมาตร 5 ลิตรต่อนาที เรียกปริมาณเลือดที่ไหลเวียนนี้ว่า perfusion ($\dot{Q}$)²²

ถ้า $\dot{V} = \dot{Q}$ นั่นคือ การหายใจและเลือดมีปริมาตรพอๆกัน การแลกเปลี่ยนก๊าซจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เรียกว่า $\dot{V} / \dot{Q}$ matching เซลล์จะสามารถนำ

ออกซิเจนไปใช้ได้และขับคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้
อย่างเต็มที่ แต่ถ้าปริมาตรการหายใจมากกว่าเลือด
 $\dot{V} > \dot{Q}$ จะทำให้อากาศส่วนเกินในถุงลมปอดเกิดการ
สูญเสียเปล่า หรือถ้าปริมาตร การหายใจน้อยกว่าเลือด
 $\dot{V} < \dot{Q}$ ปริมาณเลือดที่ไหลเวียนเกินมานั้นก็จะเปล่า
ประโยชน์ การที่ $\dot{V} \neq \dot{Q}$ นี้ เรียกว่า $\dot{V}/\dot{Q}$
mismatch^{22,24}

เมื่อ $\dot{V} > \dot{Q}$ เกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ²³

1. $\dot{V} > \dot{Q}$ และ $\dot{Q} = 0$ เรียกภาวะนี้ว่า true dead space เช่น เมื่อปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าทางจมูก ผ่านหลอดลมเข้าสู่ถุงลมปอด โดยหลอดลมทำตัวเป็น เพียงท่อนำก๊าซเท่านั้นเพราะไม่มีเลือดไหลมา แลกเปลี่ยนก๊าซด้วยเลย

2. $\dot{V} > \dot{Q}$ แต่ $\dot{Q} \neq 0$ เรียกภาวะนี้ว่า dead space effect เช่น เมื่อผู้ป่วยมีภาวะพร่องสารน้ำ (dehydration) เนื่องจากอาการท้องเสียอย่างรุนแรง จะทำให้ปริมาตรเลือดที่ไหลเวียนในร่างกายน้อยลง

เมื่อ $\dot{V} < \dot{Q}$ เกิดขึ้นได้ 2 กรณีเช่นกันคือ²²

1. $\dot{V} < \dot{Q}$ และ $\dot{V} = 0$ เรียกภาวะนี้ว่า true shunt เช่น เมื่อผู้ป่วยมีถุงลมตีบแฟบ (atelectasis) เนื่องจากมีเสมหะอุดกั้นบริเวณหลอดลม ปริมาตร อากาศไม่สามารถผ่านเข้าไปสู่ถุงลมปอดส่วนนั้นได้ จึง มีแต่เลือดที่ไหลมารอโดยไม่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ เกิดขึ้น

2. $\dot{V} < \dot{Q}$ แต่ $\dot{V} \neq 0$ เรียกภาวะนี้ว่า shunt effect เช่น เมื่อผู้ป่วยมีภาวะน้ำเกิน (hyper-volemia) เนื่องจากการทำงานของหัวใจล้มเหลว (acute heart failure) หรือภาวะไตวายในระยะ

เฉียบพลัน (acute renal failure) ในกรณีนี้ ปริมาตร อากาศที่ผ่านเข้าสู่ถุงลมปอดอาจปกติ แต่ปริมาตร เลือดกลับสูงขึ้นมาก ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซเกิดขึ้น ได้ไม่เต็มที่เช่นกัน

ดังนั้น ถ้าคิดคำนวณอย่างคร่าวๆ ร่างกายของเรา น่าจะเกิด $\dot{V}/\dot{Q}$ mismatch ตลอดเวลา เพราะเมื่อ $\dot{V} = 4$ ลิตรต่อนาที และ $\dot{Q} = 5$ ลิตรต่อนาที นั่นคือ $\dot{V}/\dot{Q} = 4/5 = 0.8$ ส่งผลให้ร่างกายมีภาวะพร่อง ออกซิเจน (hypoxemia) เกิดขึ้นได้

แต่ความจริงไม่ได้เป็นเช่นนั้น เพราะร่างกายมีกลไก ทางสรีรวิทยาที่คอยปรับให้ปริมาตร $\dot{V}$ และ $\dot{Q}$ เพิ่มขึ้นหรือลดลงเล็กน้อยตามสถานการณ์ เรียกกลไก นี้ว่า hypoxic pulmonary vasoconstriction reflex เช่น ถ้าปริมาตรอากาศในถุงลมปอดข้างนั้นลดลง ปริมาตรเลือดที่ไหลไปสู่ถุงลมปอดส่วนนั้นก็จะถูกปรับ ลดลงตามไปด้วย เพื่อให้ $\dot{V}$ และ $\dot{Q}$ มีปริมาตรพอ ๆ กัน นั่นคือ ร่างกายพยายามปรับให้มีภาวะ $\dot{V}/\dot{Q}$ matching เกิดขึ้นเสมอ^{22,24,25}

5. การประเมินสมมูลน้ำด้วย shunt effect

เนื่องจากผู้ป่วยที่เข้ารับการล้างหรือฟอกไต จะ ได้รับการเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงของก๊าซในเลือด เป็นระยะ ๆ ดังนั้น การคำนวณ shunt effect สามารถสะท้อนแนวโน้มของภาวะ $\dot{V} < \dot{Q}$ ซึ่งบ่งถึง ความผิดปกติของสมมูลน้ำในร่างกายผู้ป่วยได้ และ ช่วยให้สามารถติดตามดูแลผู้ป่วยได้ดียิ่งขึ้น

ความผิดปกติของ shunt effect สามารถประเมิน ได้อย่างง่ายๆ โดยอาศัยผลจากการวิเคราะห์ก๊าซใน เลือดแดงได้ 3 วิธี คือ²²

1. $PAO_2 - PaO_2 = 10 - 20$ มม.ปรอท
2. $PaO_2/PAO_2 = 0.75 - 1.00$
3. $PaO_2/FiO_2 = 400 - 500$ มม.ปรอท

เมื่อ

PAO_2 = partial pressure of alveolar oxygen

PaO_2 = partial pressure of arterial oxygen

FiO_2 = fraction of inspired oxygen

ถ้า $PAO_2 - PaO_2 > 10 - 20$ มม.ปรอท หรือ

$PaO_2/PAO_2 < 0.75 - 1.00$ หรือ

$PaO_2/FiO_2 < 400 - 500$ มม.ปรอท แสดงว่ามี shunt effect เกิดขึ้น ดังนั้น ถ้าผู้ป่วยมีการหายใจโดยปอดที่ทำงานปกติ น่าจะมีสาเหตุมาจากภาวะน้ำเกิน

หมายเหตุ²⁰

1) PAO_2 สามารถคำนวณได้จาก

ถ้า $FiO_2 < 0.6$: PAO_2

$$= 713 \times FiO_2 - 1.2 \times PaCO_2 \text{ มม.ปรอท}$$

ถ้า $FiO_2 \geq 0.6$: PAO_2

$$= 713 \times FiO_2 - PaCO_2 \text{ มม.ปรอท}$$

2) $PAO_2 - PaO_2$ สามารถนำมาประเมิน shunt effect ได้เฉพาะเมื่อ $FiO_2 = 0.2$ เท่านั้น

6. กรณีศึกษา

ผู้ป่วยชายไทยอายุ 69 ปี ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น advanced lung cancer with nodal and liver metastasis ขณะนี้มีปัญหาเลือดเป็นกรดอย่างรุนแรง ติดเชื้อในกระแสเลือด ไตวายเฉียบพลันและภาวะน้ำเกิน

ก่อนการฟอกไต $FiO_2 \geq 0.6$:

$$\begin{aligned} PAO_2 &= 713 \times FiO_2 - PaCO_2 \quad \text{mmHg} \\ &= 713 \times 0.6 - 22.6 = 405.2 \quad \text{mmHg} \end{aligned}$$

$$PaO_2/PAO_2 = 189.1/405.2 = 0.47$$

$$PaO_2/FiO_2 = 189.1/0.6 = 315.17 \text{ mmHg}$$

หมายเหตุ นำ $PAO_2 - PaO_2$ มาประเมินไม่ได้

เพราะในกรณีนี้ $FiO_2 \neq 0$

ตารางที่ 1: ผลการวิเคราะห์ก๊าซในเลือดแดง

ก๊าซในเลือดแดง		การฟอกไต	
Arterial blood gas		ก่อน	หลัง
FiO_2		0.6	0.6
pH		7.055	7.328
PaO_2	mmHg	189.1	200.7
$PaCO_2$	mmHg	22.6	30.9
HCO_3	mEq/L	6.2	15.6
BE	mEq/L	-22.5	-9.1
SaO_2	(%)	98.8	99.3
PAO_2	mmHg	405.2	396.9
$PAO_2 - PaO_2$	mmHg	216.1	224.01
PaO_2/PAO_2		0.47	0.51
PaO_2/FiO_2	mmHg	315.17	334.5
shunt effect		✓	✓

หลังการฟอกไต $FiO_2 \geq 0.6$:

$$\begin{aligned} PAO_2 &= 713 \times FiO_2 - PaCO_2 \quad \text{mmHg} \\ &= 713 \times 0.6 - 30.9 = 396.9 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

$$PaO_2/PAO_2 = 200.7/396.9 = 0.51$$

$$PaO_2/FiO_2 = 200.7/0.6 = 334.5 \text{ mmHg}$$

จากผลการวิเคราะห์ก๊าซในเลือดแดงของผู้ป่วยพบว่า ภายหลังจากฟอกไต ผู้ป่วยมีภาวะเลือดเป็นกรดและอาการหอบเหนื่อย ตลอดจนภาวะ shunt effect ดีขึ้น แสดงว่า ภาวะน้ำเกินของผู้ป่วยมีแนวโน้มลดลงเป็นลำดับ อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยควรได้รับการตรวจก๊าซในเลือดแดงซ้ำอีกครั้งเมื่อเข้าอนพักรักษาตัวที่หอผู้ป่วย

บทสรุป (Conclusion)

การคำนวณ shunt effect ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์ก๊าซในเลือดแดงเป็นทางเลือกหนึ่งในเวชปฏิบัติคลินิกสำหรับแพทย์และพยาบาล เพื่อการประเมินผู้ป่วยข้างเดียวที่เข้ารับการรักษาด้วยการล้างหรือฟอกไต มีนัยช่วยบอกถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำในร่างกายและการดูแลรักษาผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด

เอกสารอ้างอิง

1. วิวัฒน์ มีสุวรรณ. อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) กับการศึกษา. *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม*. 2559;4(2):83-92.
2. อริยญา เถลิงศรี. Disruption: ทำลายล้างหรือสร้างโอกาส? | ThaiPublica. Published June 19, 2018. Accessed 25 ตุลาคม 2562. <https://thaipublica.org/2018/06/seac-disruption/>
3. วรางคณา พิชัยวงศ์. อ้วนกลมระทมไต. สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย. Accessed 29 ตุลาคม 2562. http://www.nephrothai.org/images/อ้วนกลมระทมไต_2.pdf
4. คนไทยป่วยโรคไตติดอันดับ 3 ของอาเซียน - Thaihealth.or.th | สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.). Thaihealth.or.th. Accessed 25 ตุลาคม 2562. <http://www.thaihealth.or.th/Content/30963-คนไทยป่วยโรคไตติดอันดับ3ของอาเซียน.html>
5. Palevsky PM, Liu KD, Brophy PD, et al. KDOQI US Commentary on the 2012 KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Am J Kidney Dis*. 2013;61(5):649-672. doi:10.1053/j.ajkd.2013.02.349
6. ณัฐชัย ศรีสวัสดิ์, เกรียง ตั้งสง่า. โรคไตวายเฉียบพลัน. *วารสารกรมการแพทย์*. 2560;42(6):64-68.
7. Webster AC, Nagler EV, Morton RL, Masson P. Chronic Kidney Disease. *The Lancet*. 2017;389(10075):1238-1252. doi:10.1016/S0140-6736(16)32064-5
8. Division of Nephrology & Hypertension and general internal medicine. Kidney replacement therapy. Chronic Kidney Disease(CKD) Clinical Practice Recommendations for Primary Care Physicians and Healthcare Providers. Published online 2017. Accessed October 20, 2019. https://www.asn-online.org/education/training/fellows/HFHS_CKD_V6.pdf
9. ญาณนันท์ รัตนธีรวิเชียร. คู่มือการพยาบาลผู้ป่วยผ่าตัดปลูกถ่ายไต (Kidney Transplantation). คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล; 2558. https://www2.si.mahidol.ac.th/division/nursing/sins/attachments/article/214/sins_nursing_manual_2558_02.pdf
10. สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย, สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. คำแนะนำ สำหรับการดูแลรักษาโรคไตเรื้อรัง แบบองค์รวมชนิดประคับประคอง. Vol 2560. 1st ed. สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย; 2560.
11. Fayad Ali, Buamscha DG, Ciapponi A. Timing of renal replacement therapy initiation for acute kidney injury. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;(12). doi:10.1002/14651858.CD010612.pub2
12. พงศธร คชเสนี. การบำบัดทดแทนไตในปัจจุบัน. Accessed October 25, 2019. <http://www.nephrothai.org/images/การบำบัดทดแทนไตในปัจจุบัน.pdf>
13. เถลิงศักดิ์ กาญจนบุษย์. แนวปฏิบัติการล้างไตทางช่องท้อง : Practical Peritoneal Dialysis. พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2556.

14. คณะอนุกรรมการกำหนดแนวทางการรักษาด้วยการฟอกเลือดและการกรองพลาสมา สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย. คู่มือการรักษาด้วยการฟอกเลือดและการกรองพลาสมาสำหรับผู้ป่วยโรคไต. สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย Accessed 25 ตุลาคม 2562.
http://www.nephrothai.org/images/คมือการฟอกเลือด_e-book_final.pdf
15. สุธาสนี เรียมจันทร์, เสาวลักษณ์ พุ่มแก้ว. การรับรู้เพื่อป้องกันภาวะน้ำเกินก่อนวันฟอกเลือด ของผู้ป่วยไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม. วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี. 2561;1(3):25-34.
16. พงศธร คชเสนี, อนุตตร จิตตินันท์, อาคม นนุช, et al. *Essentials in hemodialysis*. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด; 2560.
17. Gennari FJ. Acid-base assessment of patients receiving hemodialysis. What are our management goals? *Semin Dial*. 2018;31(4):382-387. doi:10.1111/sdi.12682
18. Cao Z, Jia Y, Zhu B. BNP and NT-proBNP as Diagnostic Biomarkers for Cardiac Dysfunction in Both Clinical and Forensic Medicine. *Int J Mol Sci*. 2019;20(8). doi:10.3390/ijms20081820
19. วิไลวรรณ ศรีวิมล. Laboratory Investigation in CVS: Cardiac Biomarkers. Published online 2560.
https://meded.psu.ac.th/binla/class02/B5_311_241/Lab Interpretation/cardiac_biomarkers/index3.html
20. Ekin C, Karabork M, Siriopol D, Dincer N, Covic A, Kanbay M. Effects of Volume Overload and Current Techniques for the Assessment of Fluid Status in Patients with Renal Disease. *Blood Purif*. 2018;46(1):34-47. doi:10.1159/000487702
21. Kim D-H, Shin S, Kim N, Choi T, Choi SH, Choi YS. Carotid ultrasound measurements for assessing fluid responsiveness in spontaneously breathing patients: corrected flow time and respirophasic variation in blood flow peak velocity. *Br J Anaesth*. 2018;121(3):541-549. doi:10.1016/j.bja.2017.12.047
22. พงศ์ธรา วิจิตเวชไพศาล. การวิเคราะห์ก๊าซในเลือด = *Traditional & alternative approaches*. Vol 2557. 4th ed. โครงการตำรา-ศิริราช คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล; 2557.
23. ชัชวาล วงศ์สารี, อรนนท์ หาญยุทธ. การใช้กระบวนการพยาบาลในการดูแลผู้ป่วยไตวายระยะสุดท้ายที่ฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม. *วารสารพยาบาลตำรวจ*. 2557;6(2):220-233.
24. Powers KA, Dhamoon AS. Physiology, Pulmonary, Ventilation and Perfusion. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2020. Accessed May 3, 2020.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539907/>
25. Sarkar M, Niranjana N, Banyal PK. Mechanisms of hypoxemia. *Lung India*. 2017;34(1):47. doi:10.4103/0970-2113.197116

สัญญาอนุญาต ไรซ์ข้อมูลเสริม และ ลิขสิทธิ์

บทความนี้เผยแพร่ในรูปแบบของบทความแบบเปิดและสามารถเข้าถึงได้อย่างเสรี (open-access) ภายใต้เงื่อนไขของสัญญาอนุญาตครีเอทีฟคอมมอนส์สากล ในรูปแบบที่ ต้องอ้างอิงแหล่งที่มา ห้ามใช้เพื่อการค้า และห้ามแก้ไขดัดแปลง เวอร์ชัน 4.0 (CC BY NC ND 4.0) ท่านสามารถแจกจ่ายและนำบทความไปใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษาได้ แต่ต้องระบุการอ้างอิงถึงบทความนี้จากเว็บไซต์วารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ โดยการระบุข้อมูลบทความและลิงก์ URL บนเอกสารอ้างอิงของท่าน ท่านไม่สามารถนำบทความไปใช้เพื่อการพาณิชย์ใด ๆ ได้เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากบรรณาธิการวารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ และกรณีมีการนำบทความไปเรียบเรียงใหม่ เปลี่ยนแปลงเนื้อหา หรือเสริมเติมแต่งเนื้อหาของบทความนี้ ท่านไม่สามารถนำบทความที่ปรับแต่งไปเผยแพร่ได้ในทุกกรณี

หากมีวัสดุเอกสารข้อมูลวิจัยเสริมเพิ่มเติมใด ๆ ที่ใช้อ้างอิงในบทความ ท่านสามารถเข้าถึงได้บนหน้าเว็บไซต์ของวารสาร

บทความนี้เป็นลิขสิทธิ์ของราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ (Chulabhorn Royal Academy) พ.ศ.2563

การอ้างอิง

Boonprajak K, Chuwongin D, Molek R, Sombutboon M, Preechakoon B. Shunt Effect for Assessment of Body Fluid Balance in Renal-dialysis Patients. *J Chulabhorn Royal Acad.* 2020;2(2):39-49. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/227691>

กมลชนก บุญประจักษ์, ดารารัตน์ ชูวงศ์อินทร์, ฤชดา โมเหล็ก, มาริษา สมบัติบุรณ์, เบญจมาศ ปรีชาคุณ. การประเมินสมดุลน้ำในร่างกายผู้ป่วยที่เข้ารับการล้างไตด้วย shunt effect. วารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์. 2563;2(2):39-49. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/227691>

Online Access

<https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/227691>

