วารสาร เวชบำบัดวิกฤต
โดยสมาคมเวชบำบัดวิกฤตแห่งประเทศไทย

RRT Tips & Tricks

How does CRRT work ?

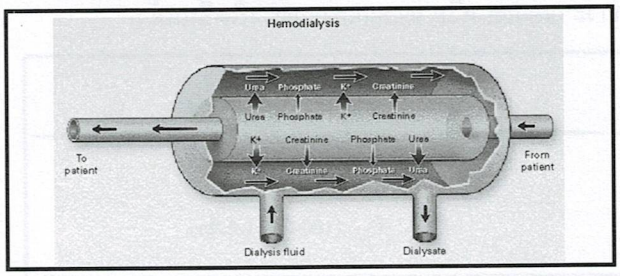
นพ.สดุดี พีรพรรัตนา
อ.นพ.ณัฐชัย ศรีสวัสดิ์
สาขาวิชาโรคไต ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สวัสดีครับ ในฉบับที่แล้วผมได้แนะนำให้ทุกท่านรู้จักความหมายและจุดกำเนิดของการบำบัดทดแทนไตแบบต่อเนื่อง (CRRT) อีกประเด็นหนึ่งที่มีความสับสนค่อนข้างมากในหมู่แพทย์เวชบำบัดวิกฤตและแพทย์ทั่วไปก็คือ การเรียกชื่อและคำย่อของโหมดต่าง ๆ ของ CRRT บ่อยครั้งที่แพทย์ส่วนใหญ่ใช่คำว่า 'CVVH' แทนคำว่า 'CRRT' ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการทำ CVVH นี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งในการทำ CRRT เท่านั้น ในบทความนี้ผมจะได้อธิบายความแตกต่างของ CRRT ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและใช้คำศัพท์ที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้นครับ

กลไกการขจัดของเสียในการฟอกเลือด CRRT

ประกอบด้วย 2 กลไกหลัก คือ การแพร่ (diffusion) และการพา (convection)

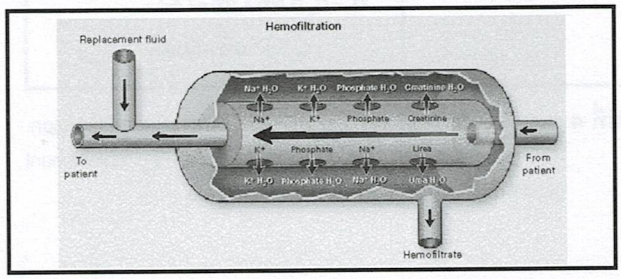
การแพร่ (diffusion) คือ การเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นมากไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นน้อย (รูปที่ 1) เป็นกลไกหลักของการฟอกเลือดด้วยวิธี hemodialysis โดยอาศัยการไหลของเลือดผ่านตัวกรอง (dialyzer) ในทิศสวนทางกับน้ำยา dialysate ทำให้เกิดความแตกต่างของความเข้มข้นสารต่าง ๆ (concentration gradient) ระหว่างเลือดและน้ำยา dialysate ตลอดความยาวของ dialyzer โดยที่ส่วนประกอบในน้ำยา dialysate จะมีความคล้ายคลึงกับเลือดปกติ ดังนั้น สารยูเรีย (urea) ครีเอตินีน (creatinine) โพแทสเซียม (potassium) และฟอสเฟต (phosphate) จะเคลื่อนที่จากฝั่งเลือดไปสู่ฝั่ง dialysate ในขณะที่แคลเซียม (calcium) และไบคาร์บอเนต (bicarbonate) จะเคลื่อนที่จากฝั่ง dialysate ไปสู่ฝั่งเลือด



รูปที่ 1 กระบวนการ hemodialysis ใช้กลไกการแพร่ในการขจัดของเสีย

(หมายเหตุ ลูกศรที่แสดงการเคลื่อนที่ของสารผ่านตัวกรองจะมีขนาดซึ่งบ่งถึงปริมาณการแพร่ของสารนั้น ๆ)

การพา (convection) คือ การเคลื่อนที่ของสารโดยอาศัยน้ำเป็นตัวพา เป็นกลไกหลักของการทำ hemofiltration อาศัยแรงดัน hydrostatic ของน้ำผลักดันน้ำให้เคลื่อนที่ผ่านตัวกรอง ในขณะที่น้ำเคลื่อนที่ไปก็จะมี frictional force ระหว่างน้ำกับ solute ทำให้ solute ถูกพาเคลื่อนที่ลอดผ่านรูกรองออกไปพร้อมกับน้ำ เรียกกระบวนการนี้ว่า 'solvent drag' เรียกน้ำกับ solute ที่ลอดผ่านรูกรองของ dialyzer ออกไปว่า 'Ultrafiltrate' (UF) พบว่าตัวกรองที่ใช้ในการทำ hemofiltration สามารถยอมให้ solute ที่มีน้ำหนักโมเลกุลถึง 25,000 ดาลตัน ถูกขจัดออกไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การพาจึงมีความสามารถในการขจัดของเสียที่เป็นสารโมเลกุลใหญ่กว่าการแพร่ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 กระบวนการ hemofiltration ใช้กลไกการพาในการขจัดของเสีย

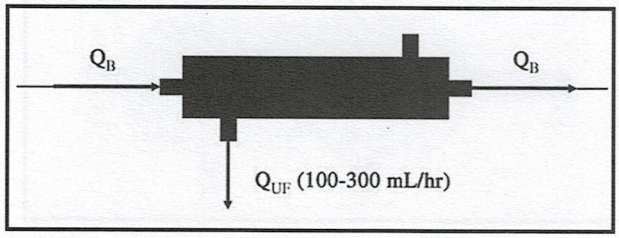
(หมายเหตุ ลูกศรที่แสดงการเคลื่อนที่ของสารผ่านตัวกรองจะมีขนาดซึ่งบ่งถึงปริมาณการพาของสารนั้น ๆ)

รูปแบบของ CRRT

จากกลไกดังกล่าวอาจแบ่งรูปแบบของ CRRT ได้เป็น 4 รูปแบบ ได้แก่

- **Slow Continuous Ultrafiltration (SCUF)**

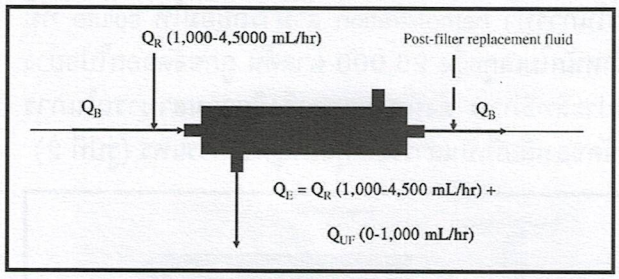
Slow Continuous Ultrafiltration (SCUF) ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กำจัดน้ำออกประมาณ 6-7 ลิตร/วัน โดยไม่ต้องเติม replacement fluid (รูปที่ 3) นอกจาก hyperalimentation ด้วยเทคนิคนี้ solute จะถูกกำจัดออกอย่างช้า ๆ เนื่องจากการที่มี low ultrafiltration และ lack of dialysis ซึ่งปริมาณการกำจัดของ urea และ small solute จะเท่ากับ ultrafiltration rate เพียง 4-5 มล./นาที ดังนั้น SCUF จึงเป็นวิธีที่ไม่เหมาะที่จะทำในผู้ป่วยที่มีภาวะ uremia หรือ hyperkalemia เกิดขึ้นแล้ว



รูปที่ 3 แสดงหลักการของ Slow Continuous Ultrafiltration (SCUF). Q_B, blood flow rate; Q_{UF}, ultrafiltration rate.

- **Continuous Venovenous Hemofiltration (CVVH)**

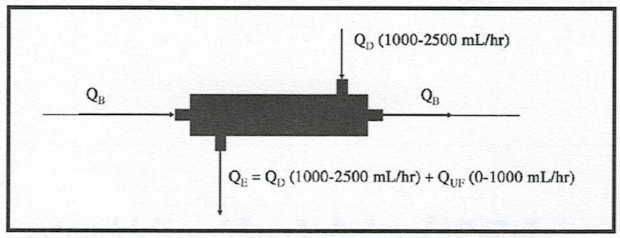
หลักการทำ CVVH (รูปที่ 4) จะกำหนดค่า ultrafiltrate rate (UFR) เท่ากับ 25-35 มล./นาที หรือประมาณ 1,500-2,000 มล./ชม. 36-48 ลิตร/วัน (มากกว่า SCUF ประมาณ 6-7 เท่า) โดยผู้ป่วยจำเป็นจะต้องได้รับ fluid replacement ซึ่งถ้าหากเราให้เป็น predilution replacement จะทำให้ urea clearance ลดลงอีกประมาณร้อยละ 15



รูปที่ 4 แสดงหลักการของ continuous venovenous hemofiltration. Q_B, blood flow rate; Q_E, effluent flow rate; Q_R, replacement fluid flow rate; Q_{UF}, ultrafiltration flow rate.

- **Continuous Venovenous Hemodialysis (CVVHD)**

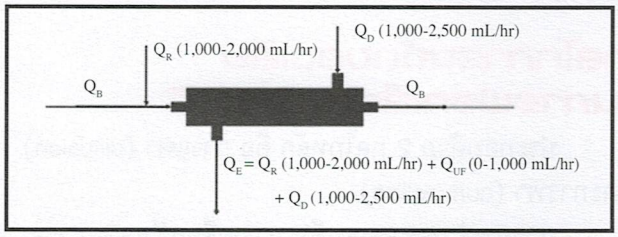
CVVHD ต่างจาก CVVH ตรงที่ CVVHD จะมี dialysate ไหลผ่านตัวกรองด้าน dialysate part ซึ่งจะทำให้เกิดการแพร่ (diffusion) ของสารหรือของเสียต่าง ๆ ผ่าน dialysis membrane ค่า efficiency ของ CVVHD จะขึ้นอยู่กับ blood flow rate (Q_B) (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 แสดงหลักการทำงานของ CVVHD. Q_B, blood flow rate; Q_D, dialysate flow rate; Q_E, effluent rate; Q_{UF}, ultrafiltration rate.

- **Continuous Venovenous Hemodiafiltration (CVVHDF)**

CVVHDF จะใช้ทั้งกระบวนการ diffusion และ convection ในการกำจัดของเสีย วิธีการทำคล้ายกับการทำ CVVH ซึ่งต้องใช้ blood pump เพื่อดึงเลือดเข้าสู่ extracorporeal circuit โดยทั่วไปการทำวิธีนี้จะเปิด blood flow rate (Q_B) ตั้งแต่ 150-300 มล./นาที และ dialysate flow 1-2 ลิตร/ชม. (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 แสดงหลักการทำงานของ CVVHDF. Q_B, blood flow rate; Q_D, dialysate flow rate; Q_E, effluent flow rate; Q_R, replacement fluid flow rate; Q_{UF}, ultrafiltration flow rate.

จะเห็นได้ว่าการทำงานของ CRRT ในโหมดต่าง ๆ นั้น มีหลักการและการนำไปใช้ที่แตกต่างกัน การเลือกรูปแบบของ CRRT ที่เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละรายจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและคุ้มค่าในการรักษาสูงสุด หวังว่าเนื้อหาจากบทความนี้จะช่วยให้ท่านทั้งหลายเข้าใจ 'CRRT' และนำมันไปใช้ได้อย่างถูกต้องมากขึ้นนะครับ แล้วพบกับ RRT Tips & Tricks อีกครั้งในฉบับหน้านะครับ