

## Pediatric acute renal failure

อดิสรณ์ ลำเพาพงศ์

ภาวะไตวายเฉียบพลัน (acute renal failure) ในผู้ป่วยเด็กคือภาวะที่การทำงานของไตลดลง ทำให้เสียสมดุลของน้ำและเกลือแร่ แม้ว่าจะมีความหลากหลายในคำจำกัดความของภาวะไตวายเฉียบพลันในผู้ป่วยเด็กก็ตาม ในปัจจุบันมีคำจำกัดความของภาวะ acute kidney injury ตาม pediatric RIFLE (Risk Injury Failure Loss End stage) criteria<sup>1</sup> โดยใช้เกณฑ์ของ estimate glomerular filtration rate และปริมาณปัสสาวะในการแบ่งผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มๆ ตามความรุนแรง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วย ตามตารางที่ 1

	Estimated GFR	Urine output
<b>Risk</b>	eCrCl ลดลง 25%	< 0.5 cc/kg/hr นาน 8 ชั่วโมง
<b>Injury</b>	eCrCl ลดลง 50%	< 0.5 cc/kg/hr นาน 16 ชั่วโมง
<b>Failure</b>	eCrCl ลดลง 75% หรือน้อยกว่า < 35 cc/min/1.73m <sup>2</sup>	< 0.3 cc/kg/hr นาน 24 ชั่วโมง หรือไม่มีปัสสาวะ (anuria) นาน 12 ชั่วโมง
<b>Loss</b>	Persistent failure > 4 weeks	
<b>End stage renal disease</b>	Persistent failure > 3 months	

ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์การวินิจฉัยภาวะ acute kidney injury ในผู้ป่วยเด็ก

หมายเหตุ การคำนวณ estimated CrCl คำนวณจากสูตร Schwartz formula ดังนี้

$$eCrCl (cc/min/1.73m^2) = k \times \text{height (cm)} / \text{serum creatinine (mg/dL)}$$

ผู้ป่วยทารกแรกเกิดคลอดก่อนกำหนด – อายุ 1 ปี ค่า k = 0.33

ผู้ป่วยทารกแรกเกิดคลอดครบกำหนด – อายุ 1 ปี ค่า k = 0.45

ผู้ป่วยอายุ 1-13 ปี ค่า k = 0.55

ผู้ป่วยอายุ > 13 ปี เพศหญิง ค่า k = 0.55

ผู้ป่วยอายุ > 13 ปี เพศชาย ค่า k = 0.7

สาเหตุหลักของภาวะไตวายเฉียบพลันในเด็กมีความแตกต่างกันตามสถาบัน โดยใน รพ.พระมงกุฎเกล้า สาเหตุหลักของภาวะดังกล่าวเกิดจาก ภาวะ multiorgan failure, sepsis, congenital heart surgery และ rapidly progressive glomerulonephritis เป็นต้น สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงภาวะไตวายเฉียบพลันในผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจเป็นหลัก รวมถึงแนวทางและวิธีการรักษาในผู้ป่วยกลุ่มนี้

### ภาวะไตวายเฉียบพลันในผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจ

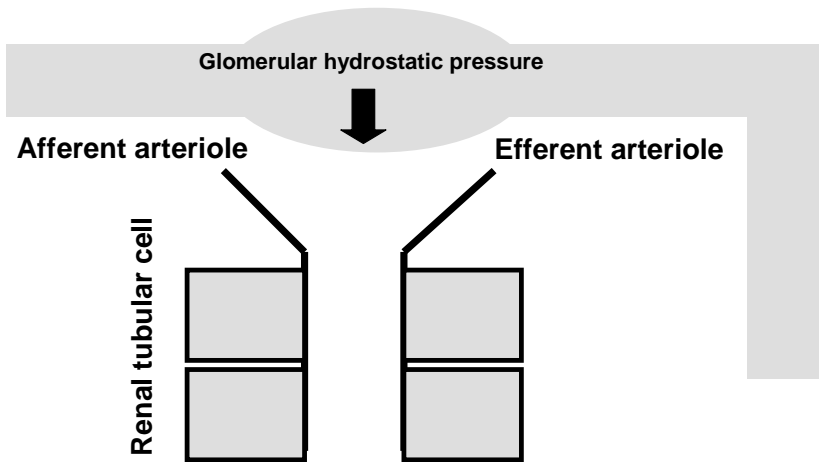
อุบัติการณ์ของการเกิดภาวะไตวายเฉียบพลันในผู้ป่วยเด็กหลังผ่าตัดหัวใจพบได้ 1-9 %<sup>2-4</sup> โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ อายุ, underlying heart disease, โรคหัวใจชนิดเขียว (cyanotic heart disease), ประเภทของการผ่าตัดหัวใจ, ผู้ป่วยที่มี RACHS-1 score สูง (Risk Adjusted Classification of Congenital Heart Surgery), ระยะเวลาในการผ่าน cardiopulmonary bypass, ภาวะ cardiac arrest, ภาวะ low cardiac output ภายหลังผ่าตัด และการใช้ยากระตุ้นหัวใจ<sup>5-6</sup> ในทางปฏิบัติกุมารแพทย์โรคไตจะร่วมดูแลผู้ป่วยกลุ่มนี้ร่วมกับกุมารแพทย์โรคหัวใจ กุมารแพทย์เวชบำบัดวิกฤต กุมารศัลยแพทย์ และ ศัลยแพทย์ทรวงอก ตั้งแต่ก่อน ระหว่างผ่าตัดและภายหลังผ่าตัดเพื่อวางแผนในการดูแลผู้ป่วยที่มีโอกาสเกิดภาวะดังกล่าว

### พยาธิสรีรวิทยาของภาวะไตวายเฉียบพลัน

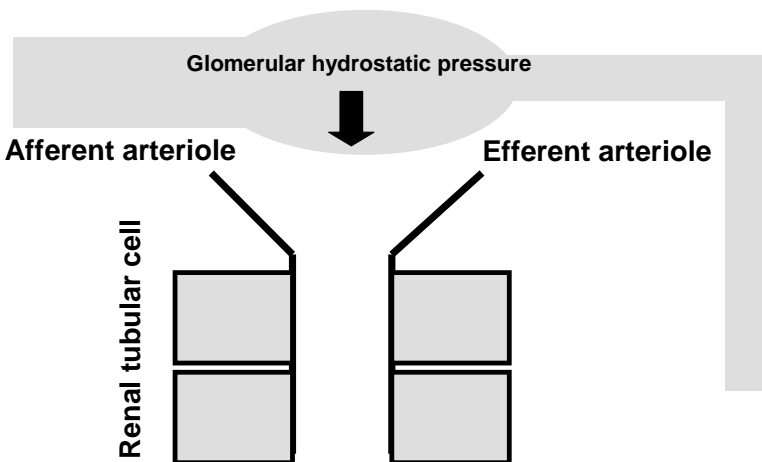
แม้ว่าการสร้างหน่วยของไต (nephron) ในเด็กจะเสร็จสมบูรณ์เมื่ออายุครรภ์ 34 สัปดาห์ โดยมีจำนวน nephron ประมาณ 1.6-2.4 ล้านเท่ากับผู้ใหญ่ แต่การทำงานของไตมีค่าการทำงาน (glomerular filtration rate) เพียงหนึ่งในหกของผู้ใหญ่เท่านั้นคือ  $20.8 \pm 5.0$  cc/min/1.73m<sup>2</sup> ในทารกคลอดครบกำหนดและ  $14.0 \pm 5.0$  cc/min/1.73m<sup>2</sup> ในทารกคลอดก่อนกำหนด หลังจากนั้นจะเพิ่มเป็น  $36.8 \pm 7.2$  cc/min/1.73m<sup>2</sup> เมื่ออายุ 2 สัปดาห์ในทารกคลอดครบกำหนดและ  $47.8 \pm 10.7$  cc/min/1.73m<sup>2</sup> ในทารกคลอดก่อนกำหนด อัตราการกรองของไตในเด็กจะมีค่าเท่ากับผู้ใหญ่คือ 120 cc/min/1.73m<sup>2</sup> เมื่ออายุ 1-2 ปี<sup>7</sup> สำหรับความสามารถในการทำให้ปัสสาวะเข้มข้น (concentrating ability) และการดูดซึมน้ำและเกลือแร่ของ renal tubule นั้นจะสมบูรณ์เมื่ออายุ 6 เดือนขึ้นไป

เมื่อมีภาวะเสียเลือดในระหว่างผ่าตัด ภาวะ low cardiac output และ ภาวะ capillary leakage syndrome อันเกิดจากการผ่าน cardiopulmonary bypass<sup>9</sup> เลือดจะไปเลี้ยงไตลดลง (pre-renal ARF) ไตจะปรับตัว (autoregulation) เพื่อให้อัตราการกรองของไต (glomerular filtration rate) มีค่าเท่าเดิม โดยขยายเส้นเลือด afferent arteriole และตีบตัวของเส้นเลือด efferent arteriole เพื่อรักษาความดันใน glomerulus ให้คงที่โดยกระตุ้นการทำงานของ renin-angiotensin system และกลไกต่างๆของไต อย่างไรก็ตามในผู้ป่วยที่มีภาวะ shock เลือดในร่างกายส่วนใหญ่จะไปเลี้ยงอวัยวะอื่นๆ เช่น สมอง จากการกระตุ้น sympathetic nervous system จะทำให้เส้นเลือด afferent และ efferent arteriole มีการตีบตัว renal tubular cell เกิดภาวะขาดออกซิเจน จึงทำให้มีการตายของเซลล์เกิดภาวะ ischemic acute tubular necrosis (ATN)<sup>8</sup> (รูปที่ 1) ปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งเสริมภาวะ ATN คือการกระตุ้น inflammatory cytokines

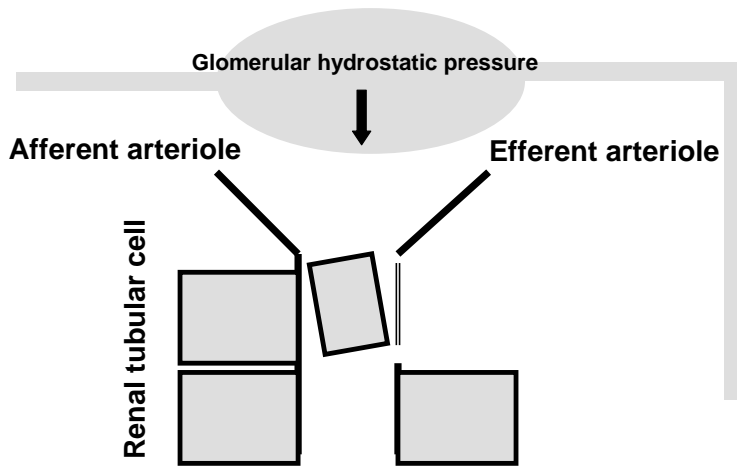
เช่น IL-6, IL-8 และ C3a จากการผ่าน cardiopulmonary bypass มีผลทำให้การทำงานของไตลดลง การ  
 ใช้ยากระตุ้นหัวใจเช่น dopamine และยา epinephrine ในขนาดสูง เพื่อรักษาสัญญาณชีพก็ส่งผลให้มีการ  
 หดตัวของเส้นเลือด afferent ทำให้มีการลดลงของอัตราการกรองของไต



A. แสดงภาวะปกติที่มีเส้นเลือด afferent arteriole เข้า glomerulus และมีเส้นเลือด efferent arteriole ออกจาก glomerulus ไปเลี้ยงบริเวณ renal tubule ผ่านทางเส้นเลือด peritubular capillary และ vasa recta



B. ในภาวะ low cardiac output, ภาวะเสียเลือดระหว่างผ่าตัด, ภาวะ capillary leakage syndrome เลือดไปเลี้ยงไตลดลง เส้นเลือด afferent arteriole จะขยาย และมีการตีบของ efferent arteriole เพื่อรักษา glomerular hydrostatic pressure ให้คงที่

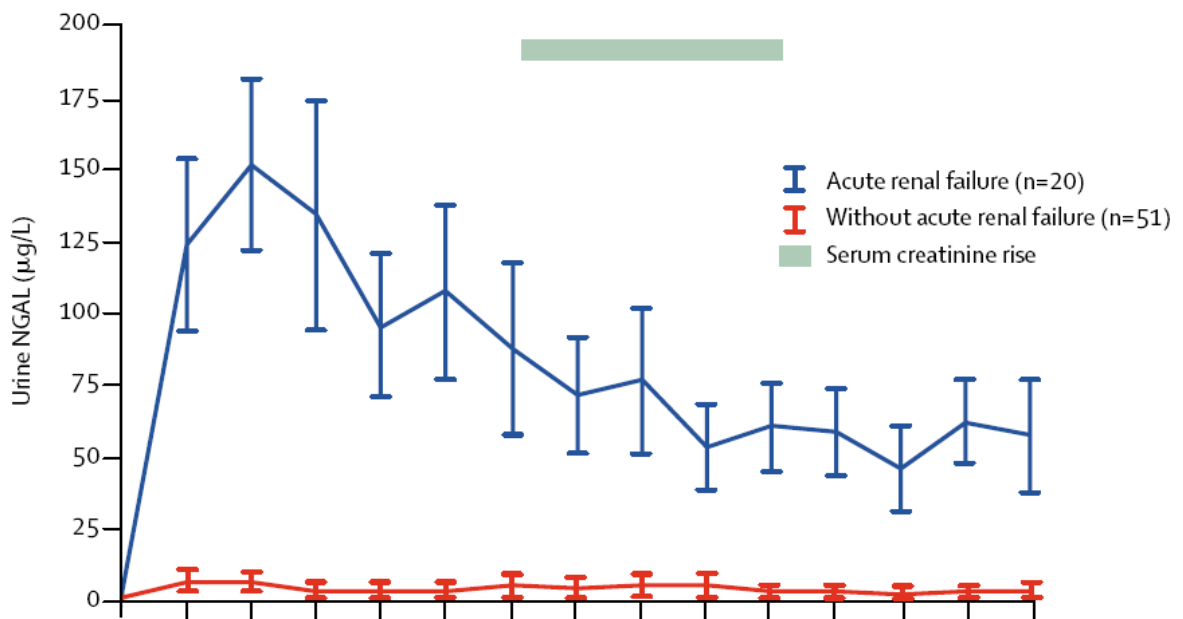
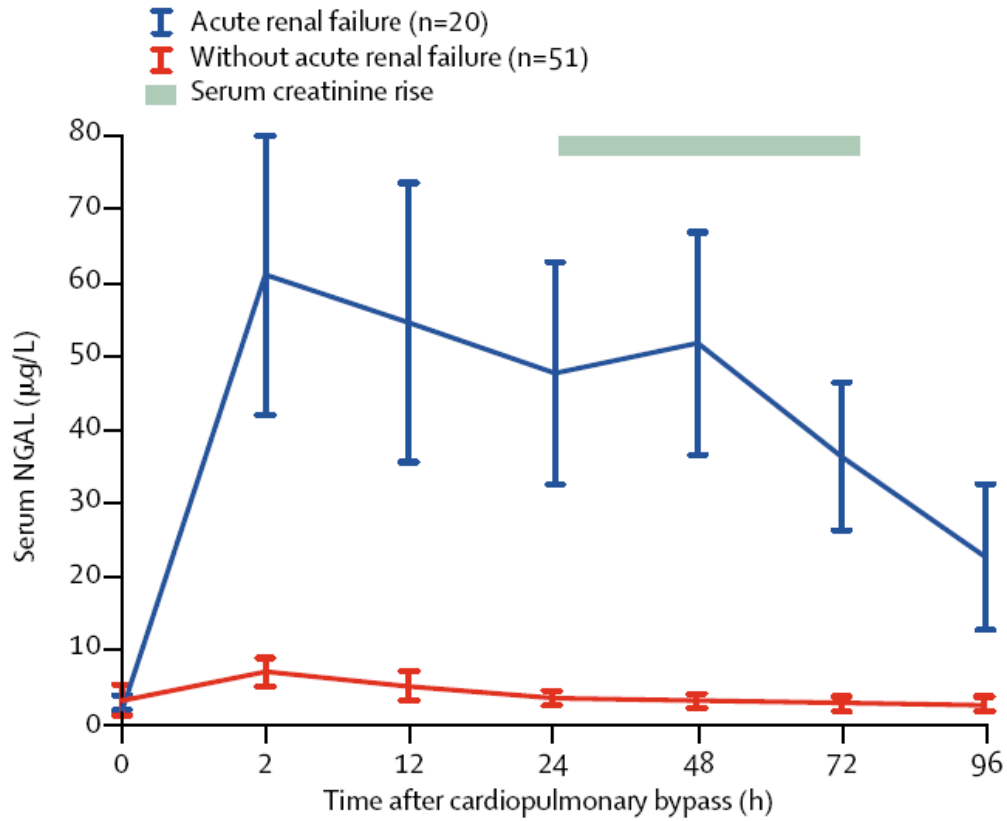


C. ในภาวะ shock จะมีการหดตัวของ afferent และ efferent arteriole ทำให้เซลล์ของ renal tubule ขาดเลือดและออกซิเจนเกิดภาวะ acute tubular necrosis

รูปที่ 1 แสดงการปรับตัวของไตตามภาวะ A, B และ C

#### การวินิจฉัยภาวะไตวายเฉียบพลัน

ในทางปฏิบัติมักจะใช้ค่าครีอาตินินในการวินิจฉัย อย่างไรก็ตามพบว่าค่าครีอาตินินจะเพิ่มขึ้น การทำงานของไตมีการลดลงไปมากแล้ว นอกจากนั้นค่าครีอาตินินมีความผันแปรตามอายุ เพศและปริมาณ กล้ามเนื้อ ในผู้ป่วยเด็กโรคหัวใจมักมีน้ำหนักตัวน้อยดังนั้นค่าครีอาตินินในเลือดอาจเพิ่มขึ้น ไม่สูงมากแม้ว่า ผู้ป่วยเกิดภาวะไตวายแล้ว ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีความพยายามที่จะวินิจฉัยภาวะไตวายเฉียบพลันในระยะ เริ่มแรก พบว่า NGAL (neutrophil gelatinase-associated protein) ซึ่งเป็น biomarker protein มีค่า สูงขึ้นทั้งในเลือดและในปัสสาวะในผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันก่อนที่ระดับค รีอาตินินในเลือดสูงขึ้น<sup>10</sup> (รูปที่ 2) จึงเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยภาวะดังกล่าวในระยะเริ่มแรก



รูปที่ 2 แสดงค่า serum และ urine NGAL ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันเทียบกับผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะดังกล่าว

## การป้องกันภาวะไตวายเฉียบพลัน

ในอดีตมีความพยายามในการใช้ renal dose dopamine (0.5 – 5 mcg/kg/min) ซึ่งมีฤทธิ์ vasodilatation และ natriuresis ทำให้เลือดไปเลี้ยงไตมากขึ้นและเพิ่มปริมาณปัสสาวะ นำมาป้องกันและรักษาภาวะไตวายเฉียบพลันอย่างไรก็ตามพบว่าการใช้ยา dopamine ในขนาดดังกล่าวไม่สามารถป้องกันและรักษาภาวะดังกล่าวได้<sup>11</sup> ปัจจุบันมีการใช้ยา fenoldopam ซึ่งเป็น selective peripheral dopamine D<sub>1A</sub> receptor agonist ในผู้ป่วยผู้ใหญ่พบว่าขนาดดังกล่าวลดอัตราการทำ renal replacement therapy ลงได้<sup>12</sup> ในผู้ป่วยเด็กยังไม่มีการศึกษามากนัก แต่มีบางรายงานพบว่าลดอัตราการทำ renal replacement therapy ได้เช่นกัน<sup>13</sup> สำหรับยา N-acetylcysteine ซึ่งใช้ป้องกันภาวะ radiocontrast induced nephropathy มาใช้ป้องกันภาวะไตวายเฉียบพลันในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจนั้นไม่เปลี่ยนแปลงอัตราการตาย และอัตราการเกิดภาวะไตวายเฉียบพลัน<sup>14</sup>

## การรักษา

โดยปกติ oliguric phase ของภาวะ acute tubular necrosis (ATN) มักใช้เวลา 7-14 วัน ในระยะนี้ผู้ป่วยจะมีปัสสาวะออกน้อย ดังนั้นแนวทางการรักษาภาวะดังกล่าวโดยทั่วไป คือจำกัดสารน้ำ ควบคุมดุลเกลือแร่ และหลีกเลี่ยงการใช้ยาที่มีผลข้างเคียงต่อไต ข้อบ่งชี้ในการบำบัดทดแทนไต (renal replacement therapy) คือภาวะ volume overload, severe hyperkalemia และ severe metabolic acidosis เป็นต้น อย่างไรก็ตามในผู้ป่วยเด็กหลังผ่าตัดหัวใจมักได้รับสารน้ำ เลือด และส่วนประกอบต่างๆ ของเลือดจำนวนมาก ดังนั้นการรักษาภาวะ ATN หลังผ่าตัดหัวใจด้วยวิธีจำกัดน้ำเพียงอย่างเดียวจึงไม่สามารถทำได้ ผู้ป่วยกลุ่มนี้จึงมักจะได้รับ การรักษาด้วยวิธีบำบัดทดแทนไตภายหลังเกิดภาวะไตวายเฉียบพลัน

ในทางปฏิบัติถ้าผู้ป่วยที่มีโอกาสในการเกิดภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดมักจะได้รับใส่สาย tenckhoff catheter ในห้องผ่าตัดโดยศัลยแพทย์ ผู้ป่วยที่มีภาวะ oliguric acute renal failure หรือเริ่มมีภาวะ metabolic acidosis หลังผ่าตัดมักจะได้รับ การรักษาโดยวิธีการบำบัดทดแทนไตอย่างรวดเร็ว ต่างจากข้อบ่งชี้ในการรักษาภาวะ ATN ทั่วไป เนื่องจากภาวะ metabolic acidosis ที่เกิดขึ้นจะยังทำให้การทำงานของหัวใจลดลงและลดการตอบสนองของร่างกายต่ออากาศกระตุ้นหัวใจ

สำหรับการรักษาบำบัดทดแทนไต (renal replacement therapy) ทำได้หลายวิธีคือ

1. Peritoneal dialysis
2. Intermittent hemodialysis
3. Sustained Low-Efficiency Dialysis (SLED)
4. Slow continuous ultrafiltration (SCUF)
5. Continuous venovenous hemofiltration (CVVH)
6. Continuous venovenous hemodialysis (CVVHD)
7. Continuous venovenous hemodiafiltration (CVVHDF)

## Peritoneal dialysis

การรักษาภาวะไตวายเฉียบพลัน โดยวิธี peritoneal dialysis เป็นวิธีที่นิยมในผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจ<sup>15</sup> เนื่องจากสามารถทำได้แม้ว่าสัญญาณชีพของผู้ป่วยไม่คงที่ ง่ายและไม่ใช้อุปกรณ์ที่มีความยุ่งยากนัก โดยอาศัยหลักการใช้ เยื่อช่องท้อง (peritoneum) เป็นที่แลกเปลี่ยนสารต่างๆจากกระบวนการ diffusion ระหว่างเส้นเลือดฝอยบริเวณเยื่อช่องท้องกับน้ำยา dialysate ที่ใส่ไปในช่องท้อง เช่นผู้ป่วยที่มีภาวะเลือดเป็นกรด lactate จากน้ำยา dialysate จะมีการซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายผ่านเยื่อช่องท้องและเปลี่ยนเป็น bicarbonate ในร่างกาย จึงเป็นการแก้ไขภาวะเลือดเป็นกรด นอกจากนี้การที่น้ำยา dialysate มีน้ำตาลทำให้มี osmolarity สูงกว่าในเลือด ดังนั้นน้ำในร่างกายจะซึมผ่านเยื่อช่องท้องเข้าไปในช่องท้องที่มีน้ำยา dialysate อยู่ เรียกกระบวนการนี้ว่า ultrafiltration ดังนั้นการรักษาด้วยวิธี peritoneal dialysis จึงเป็นการแลกเปลี่ยนของเสียด้วยวิธี diffusion และขจัดน้ำออกจากร่างกายด้วยวิธี ultrafiltration แม้ว่าเยื่อช่องท้องของร่างกายมีความสามารถจำกัดในการแลกเปลี่ยนสารต่างๆ ทำให้กระบวนการแลกเปลี่ยนสารต่างๆและการขจัดน้ำเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้ไม่รบกวนความดันโลหิตและสัญญาณชีพของร่างกายมากนัก

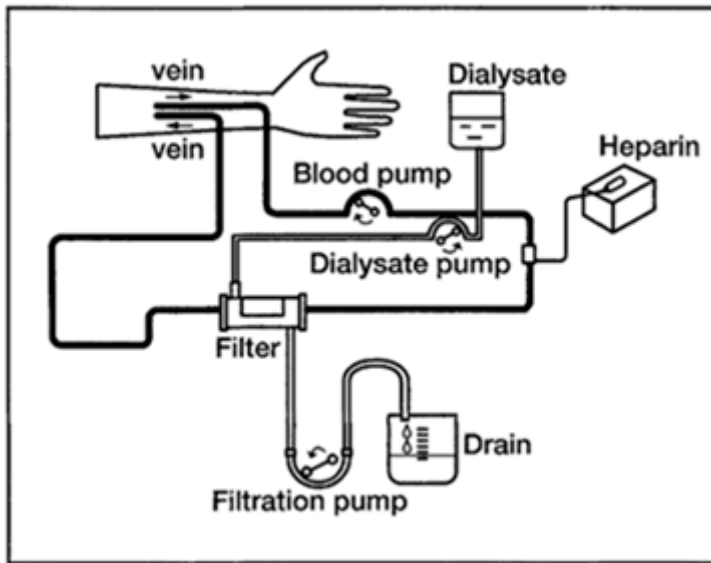
สำหรับชนิดของ catheter ที่ใส่ในช่องท้องนิยมใช้สาย tenckhoff catheter มากกว่าใช้สาย trocath เนื่องจากสาย trocath มักจะใช้ได้ไม่เกิน 72 ชั่วโมง เพราะมีโอกาสติดเชื้อในช่องท้องสูง ในผู้ป่วยเด็กมีขนาดให้เลือกคือ neonatal size และ pediatric size ชนิดสายตรง (straight) และโค้งขดเป็นวง (coil) โดยใช้แตกต่างกันน้ำหนักและอายุของผู้ป่วย ในผู้ป่วยเด็กน้ำหนักมากกว่า 25-30 กิโลกรัม สามารถใช้สายขนาดผู้ใหญ่ (adult size) ได้ สาย tenckhoff ชนิดโค้งมีข้อดีกว่าชนิดตรงคือลดการเกินภาวะอุดตันสายจาก omentum และลดอาการปวดท้องระหว่างน้ำยาไหลเข้าและออกจากร่างกาย

สำหรับความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำยา dialysate มีทั้งขนาด 1.5%, 2.5% และ 4.25% เช่นเดียวกับผู้ใหญ่ ในกรณีที่ต้องการขจัดน้ำออกจากร่างกายในปริมาณมากควรใช้น้ำยาที่มีความเข้มข้น 2.5% และ 4.25% แต่ควรระวังภาวะ hyperglycemia จากการที่น้ำตาลในน้ำยา dialysate ซึมเข้าร่างกาย สำหรับปริมาณน้ำยา dialysate ที่ใช้เริ่มต้นด้วยปริมาตรน้อยๆ คือ 20-25 cc/kg ในช่วงแรกแล้วค่อยๆเพิ่มเป็น 40 cc/kg โดยเริ่ม cycle ละ 1 ชั่วโมง (ปล่อยน้ำยาเข้า 10 นาที ทิ้งน้ำยาไว้ในช่องท้อง 30 นาที และปล่อยออก 15-20 นาที) ควรสังเกตและบันทึกสัญญาณชีพ การหายใจของผู้ป่วย เนื่องจากเมื่อปล่อยน้ำยาเข้าในช่องท้องจะทำให้ความดันในช่องท้องสูงขึ้น ทำให้การขยายตัวของปอดลดลง

## Intermittent hemodialysis

เป็นวิธีการนำเลือดจากผู้ป่วยผ่าน dialysis catheter มายังตัวกรอง (hemodialyzer) เพื่อแลกเปลี่ยนของเสียและขจัดน้ำส่วนที่เกินออกจากร่างกายผ่าน dialysis membrane ในตัวกรอง ซึ่งมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนมากกว่าเยื่อช่องท้องหลายเท่า ดังนั้นการทำ hemodialysis จึงสามารถแก้ไขภาวะความผิดปกติของเกลือแร่ กรดต่าง และภาวะ volume overload ได้รวดเร็วกว่าวิธี peritoneal dialysis อย่างไรก็ตามการทำ intermittent hemodialysis เป็นการฟอกเลือดในระยะเวลาหนึ่งๆ เท่านั้น

การขจัดน้ำออกจากร่างกายในระยะเวลาสั้นอาจทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำได้ โดยเฉพาะผู้ป่วยเด็ก ภายหลังผ่าตัดหัวใจในระยะแรกๆ (รูปที่ 3)



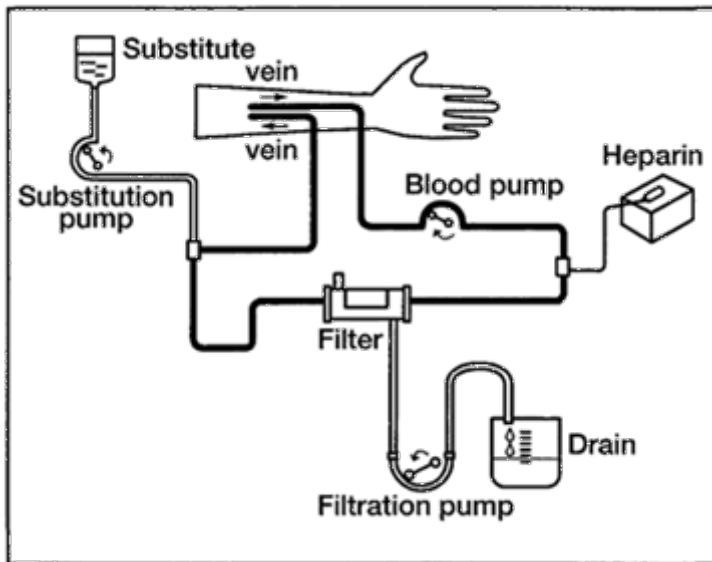
รูปที่ 3 แสดงวงจรการทำ hemodialysis<sup>16</sup>

**Continuous venovenous hemofiltration (CVVH), Continuous venovenous hemodialysis (CVVHD) และ Continuous venovenous hemodiafiltration (CVVHDF)<sup>18</sup>**

จากที่กล่าวมาการทำ Intermittent hemodialysis ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ อาจมีผลกระทบต่อความดันโลหิต จึงมีแนวทางการบำบัดทดแทนไตชนิดต่อเนื่อง (continuous renal replacement therapy) ซึ่งเป็นการขจัดน้ำและแลกเปลี่ยนของเสียช้าๆ ทำให้ลดภาวะการเกิดความดันโลหิตต่ำระหว่างการรักษา

Continuous venovenous hemofiltration (CVVH) เป็นเทคนิคที่มีการนำเลือดออกจากร่างกายจาก venous system ผ่าน dialysis catheter อย่างต่อเนื่อง (continuous veno-venous) เข้าสู่ตัวกรองที่มีประสิทธิภาพสูง (hemofilter) เพื่อขจัดน้ำออกจากร่างกายแล้วให้สารน้ำทดแทน (replacement fluid) โดยไม่ต้องใช้น้ำยา dialysate ในการรักษาด้วยวิธีนี้จะมีการขจัดของเสียบางส่วนออกจากร่างกายโดยมีการพา (convection) ไปกับน้ำที่มีการขจัดออกผ่าน hemofilter (รูปที่ 4)

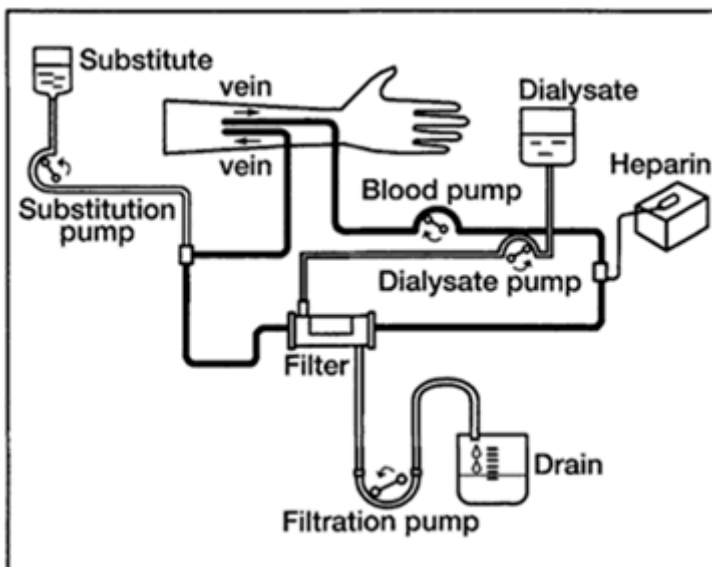




รูปที่ 4 แสดงวงจรการทำ continuous venovenous hemofiltration (CVVH) <sup>16</sup>

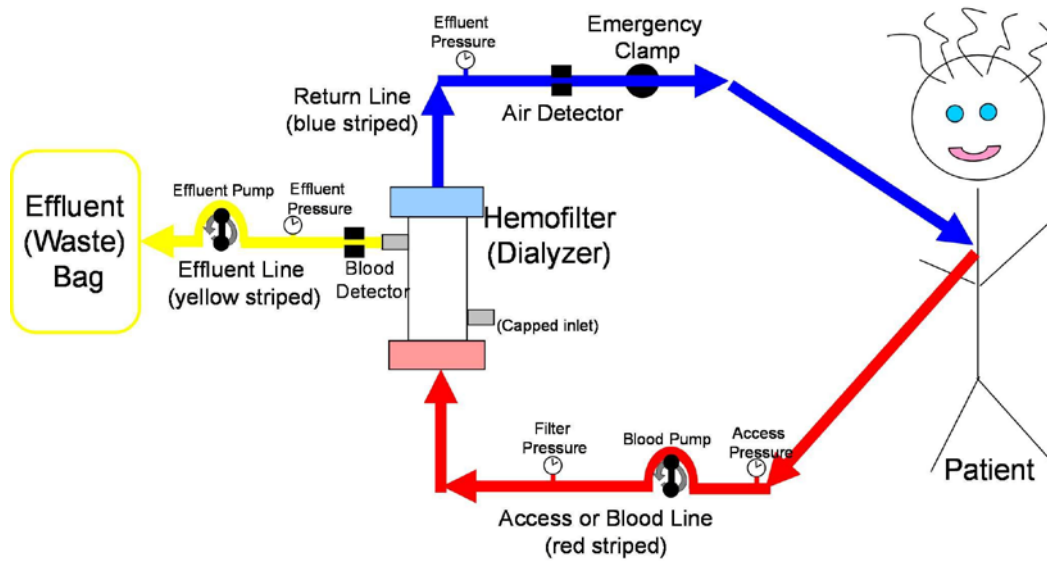
Continuous venovenous hemodialysis (CVVHD) คือการทำ hemodialysis อย่างต่อเนื่องโดยใช้ตัวกรอง hemodialyzer และใช้น้ำยา dialysate ในการแลกเปลี่ยนของเสียออกจากร่างกายโดยวิธี diffusion เช่นเดียวกับการทำ intermittent hemodialysis

Continuous venovenous hemodiafiltration (CVVHDF) เป็นการรักษาโดยใช้หลักการของ hemodialysis และ hemofiltration เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย โดยใช้น้ำยา dialysate แลกเปลี่ยนของเสียโดยวิธี diffusion ร่วมกับการใช้วิธีการพา (convection) ผ่านตัวกรองประสิทธิภาพสูง (hemofilter) (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 แสดงวงจรการทำ continuous venovenous hemodiafiltration (CVVHDF) <sup>16</sup>

Slow continuous ultrafiltration (SCUF) เป็นการกรองน้ำออกจากร่างกายอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องใช้น้ำ dialysate และสารนำทดแทน มักใช้ในภาวะที่ผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะน้ำเกินเป็นหลัก (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 แสดงวงจรการทำ Slow continuous ultrafiltration (SCUF)<sup>17</sup>

เนื่องจากการทำ CRRT จะต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีความแม่นยำ นอกจากนั้นต้องมีพยาบาลและเจ้าหน้าที่ดูแลผู้ป่วยตลอดระยะเวลาที่ทำการรักษา ต่างจากการทำ intermittent hemodialysis ซึ่งปฏิบัติง่าย ใช้นุ้คตากรน้อยกว่า แต่มีข้อเสียคือจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตโดยเฉพาะผู้ป่วยวิกฤต ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการรักษาด้วยวิธี Sustained Low-Efficiency Dialysis (SLED) คือการทำ hemodialysis ที่ใช้เวลาในการทำงานมากกว่าปกติแต่ไม่จำเป็นต้องนานเท่าวิธี CRRT โดยมีการจัดของเสียแบบค่อยเป็นค่อยไป ด้วยการใช้อัตราการไหลของ dialysate flow ช้าๆ

โดยทั่วไปการรักษาด้วยวิธี intermittent hemodialysis และ CRRT ในผู้ป่วยเด็กมักต้องอาศัยกุมารแพทย์ กุมารแพทย์โรคไต พยาบาลเวชบำบัดวิกฤต พยาบาลไตเทียม และเจ้าหน้าที่ที่มีความพร้อมและมีประสบการณ์ รวมทั้งมีเครื่องมือ hemodialysis machine, CRRT machine เช่นเครื่อง Aquarius, Prisma, Prisma FLEX และ HF440 ที่ใช้ได้เ็นผู้ป่วยเด็ก, ตัวกรองเลือด (hemodialyzer และ hemofilter), สายส่งเลือด (blood tube) และสายสวนฟอกเลือด (dialysis catheter) ที่เหมาะสมกับอายุและน้ำหนักของผู้ป่วย สำหรับการกำหนดแผนการรักษา ปริมาณการจัดน้ำ (ultrafiltration) ความดันโลหิตและระดับ central venous pressure ที่เหมาะสม การใส่ยาช่วยป้องกันการแข็งตัวของเลือด เช่น heparin ในระหว่างการรักษาควรเป็นการตกลงกันเ็นทีมแพทย์-พยาบาลผู้รักษา แม้ว่าในปัจจุบันจะไม่มีข้อมูลชี้ชัดว่าการรักษาวิธีใดจะให้ผลตอบสองทางคลินิกได้ชัดเจน เ็นความเห็นของผู้เขียนเห็นว่า การเริ่มทำการรักษาด้วยวิธี renal replacement therapy ในระยะเริ่มแรก อาการทางคลินิกของผู้ป่วย และความชำนาญของทีมผู้รักษาจะเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกชนิดและเริ่มการทำ renal replacement therapy อย่งไรก็ตาม

ผู้ป่วยที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตมักจะมีการทำงานของระบบอื่นๆผิดปกติไปด้วย ดังนั้นอัตราการเสียชีวิตในผู้ป่วยเด็กกลุ่มนี้จึงสูงถึง 76%<sup>18</sup>

นอกจากการให้การรักษาคด้วยวิธี renal replacement therapy หลังผ่าตัดหัวใจแล้ว การให้การดูแลในเรื่องโภชนาการ วิตามิน เกลือแร่และพลังงานที่เพียงพอ รวมถึงการหลีกเลี่ยงยาที่มีผลข้างเคียงต่อการทำงานและการฟื้นตัวของไต เช่น aminoglycoside และมีการปรับขนาดของยาอื่นๆ ตามการทำงานของไตเป็นส่วนสำคัญในการรักษาผู้ป่วยกลุ่มนี้

## เอกสารอ้างอิง

1. Akcan-Arikan A, Zappitelli M, Loftis LL, Washburn KK, Jefferson LS, Goldstein SL. Modified RIFLE criteria in critically ill children with acute kidney injury. *Kidney International* 2007; 71: 1028 -1035.
2. Baxter P, Rigby ML, Jones ODH, Lincoln C, Shinebourne EA. Acute renal failure following cardiopulmonary bypass in children: results of treatment. *Int J Cardiol* 1985; 7: 235-9.
3. Baskin E, Saygili A, Harmanci K, Agras PI, Ozdemir FN, Mercan S, Tokel K, Saatci U. Acute renal failure and mortality after open-heart surgery in infants. *Ren Fail* 2005; 27: 557-60.
4. Dittrich S, Dahnert I, Vogel M. Peritoneal dialysis after infant open heart surgery: observations in 27 patients. *Thorac Surg* 1999; 68: 160-3.
5. Chan KL, Ip P, Chiu CS, Cheung YF. Peritoneal dialysis after surgery for congenital heart disease in infants and young children. *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 1443-1449.
6. Jenkins KJ, Gauvreau K, Newburger JW et al. Consensus-based method for risk adjustment for surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 28: 877-881.
7. Schwartz GJ, Furth SL. Glomerular filtration rate measurement and estimation in chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol* 2007; 22 11:1839-48.
8. Liang KV, Williams AW, Greene EL, Redfield MM. Acute decompensated heart failure and the cardiorenal syndrome. *Crit Care Med* 2008; 36(1 Suppl): S75-88.
9. Stiller B, Sonntag J, Dahnert I, Alexi-Meskishvili V, Hetzer R, Fischer T, Lange PE. Capillary leak syndrome in children who undergo cardiopulmonary bypass: clinical outcome in comparison with complement activation and C1 inhibitor. *Intensive Care Med* 2001; 27:193-200.
10. Mishra J, Dent C, Tarabishi R, Mitsnefes MM, Ma Q, Kelly C, Ruff SM, Zahedi K, Shao M, Bean J, Mori K, Barasch J, Devarajan P. Neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL) as a biomarker for acute renal injury after cardiac surgery. *Lancet* 2005; 365:1231-8.
11. Kellum JA, M Decker J. Use of dopamine in acute renal failure: a meta-analysis. *Crit Care Med* 2001 ; 29: 1526-31.
12. Landoni G, Biondi-Zoccai GG, Tumlin JA, Bove T, De Luca M, Calabrò MG, Ranucci M, Zangrillo A. Beneficial impact of fenoldopam in critically ill patients with or at risk for acute renal failure: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Am J Kidney Dis* 2007; 49: 56-68.
13. Knoderer CA, Leiser JD, Nailescu C, Turrentine MW, Andreoli SP. Fenoldopam for acute kidney injury in children. *Pediatr Nephrol* 2008; 23: 495-8.

14. Nigwekar SU, Kandula P. N-acetylcysteine in cardiovascular-surgery-associated renal failure: a meta-analysis. *Ann Thorac Surg* 2009; 87:139-47.
15. Pedersen KR, Hjortdal VE, Christensen S, Pedersen J, Hjortholm K, Larsen SH, Povlsen JV. Clinical outcome in children with acute renal failure treated with peritoneal dialysis after surgery for congenital heart disease. *Kidney Int* 2008; 108:S81-6.
16. <http://www.asahi-kasei.co.jp/.../therapies/crrt.html>
17. <http://crrtinfo.googlepages.com/>
18. Jander A, Tkaczyk M, Pagowska-Klimek I, Pietrzykowski W, Moll J, Krajewski W, Nowicki M. Continuous veno-venous hemodiafiltration in children after cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007; 31: 1022-8.