



ระดับฟอสเฟตในเลือดหลังเปลี่ยนโหมดการล้างไตทางหน้าท้อง จากแบบต่อเนื่องตลอดเวลาเป็นแบบใช้เครื่องอัตโนมัติ

กมลรัตน์ ชัยวิริยวงศ์*, อรุณชัย แซ่ฉ่ง
แผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลหาดใหญ่ สงขลา

Serum Phosphate Levels Following Transition from Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis to Automated Peritoneal Dialysis

Kamonrat Chaiviriyawong*, Arunchai Chang
Department of Internal Medicine, Hatyai Hospital, Songkhla, Thailand

Received: 9 November 2024/ Review: 11 November 2024/ Revised: 26 January 2025/
Accepted: 27 January 2025

บทคัดย่อ

หลักการและวัตถุประสงค์: ประเทศไทยมีจำนวนผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ล้างไตทางหน้าท้องโดยใช้เครื่องอัตโนมัติเพิ่มขึ้น (automated peritoneal dialysis; APD) แต่ยังขาดข้อมูลระดับฟอสเฟตในเลือดเปรียบเทียบกับ การล้างไตทางหน้าท้องแบบต่อเนื่องตลอดเวลา (continuous ambulatory peritoneal dialysis; CAPD) ฟอสเฟตเป็นของเสียที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ที่อาจถูกขับออกได้ไม่เต็มที่ ซึ่งหากฟอสเฟตในเลือดสูงขึ้นอาจทำให้เกิดผลเสียตามมา เช่น ความผิดปกติของกระดูกและภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระดับฟอสเฟตในเลือดของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย ก่อนและหลังเปลี่ยนโหมดการล้างไตทางหน้าท้องจากแบบ CAPD เป็นแบบ APD

วิธีการศึกษา: ศึกษาย้อนหลังจากเวชระเบียนผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่เปลี่ยนโหมดการล้างไตทางหน้าท้องจากแบบ CAPD เป็นแบบ APD ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2567

ผลการศึกษา: ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่เปลี่ยนจาก CAPD เป็น APD มีจำนวน 31 ราย ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 52 อายุเฉลี่ย 59.0 ± 14.4 ปี โดยร้อยละ 90.3 เป็นโรคความดันโลหิตสูงและร้อยละ 51.6 เป็นโรคเบาหวาน หลังเปลี่ยนโหมดการล้างไตพบว่าระดับฟอสเฟตในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจาก 4.3 เป็น 6.1 มก./ดล. ($p < 0.001$)

สรุป: การเปลี่ยนโหมดการล้างไตทางหน้าท้องจากแบบ CAPD เป็น APD ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายสัมพันธ์กับระดับฟอสเฟตในเลือดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จึงควรมีการติดตามระดับฟอสเฟตอย่างใกล้ชิดในผู้ป่วยที่ล้างไตทางหน้าท้องแบบ APD

คำสำคัญ: ฟอสเฟตในเลือด, โรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย, การล้างไตทางหน้าท้องโดยใช้เครื่องอัตโนมัติ, การล้างไตทางหน้าท้องแบบต่อเนื่องตลอดเวลา

*Corresponding author: Kamonrat Chaiviriyawong, E-mail: chavapongvee@gmail.com

Abstract

Background and Objective: With the increasing use of automated peritoneal dialysis (APD) for end-stage renal disease (ESRD) patients in Thailand, comparative data on serum phosphate outcomes between APD and continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD) remain limited. Phosphate, a large-molecule waste product, may not be adequately cleared through dialysis, and elevated serum phosphate can lead to complications such as renal osteodystrophy and atherosclerosis. This study aims to compare serum phosphate levels in ESRD patients before and after transitioning from CAPD to APD.

Methods: We conducted a retrospective analysis of medical records from ESRD patients who switched from CAPD to APD between July 2019 and June 2024.

Results: Thirty-one ESRD patients transitioned from CAPD to APD, with 48% male, 52% female and a mean age of 59.0 ± 14.4 years. Hypertension and diabetes mellitus were present in 90.3% and 51.6% of patients, respectively. Post-transition serum phosphate levels increased significantly, from 4.3 mg/dL to 6.1 mg/dL ($p < 0.001$).

Conclusion: Transitioning from CAPD to APD in ESRD patients is associated with a significant increase in serum phosphate levels, highlighting the need for close monitoring in APD patients.

Keywords: serum phosphate, end-stage renal disease, automated peritoneal dialysis, continuous ambulatory peritoneal dialysis.

บทนำ

ปัจจุบันการบำบัดทดแทนไตมีสามวิธีหลัก ได้แก่ การล้างไตทางหน้าท้อง การฟอกเลือด และการผ่าตัดเปลี่ยนไต โดยผู้ป่วยในประเทศไทยสามารถเข้าถึงสิทธิการรักษาได้ตามความเหมาะสมและความต้องการ สำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง การล้างไตทางหน้าท้องเป็นวิธีที่เหมาะสมในบางลักษณะ เช่น ผู้สูงอายุ มีโรคหัวใจร่วม หรือบ้านอยู่ไกลจากศูนย์ฟอกเลือด ข้อดีของการล้างไตทางหน้าท้อง ได้แก่ การชะลอการเสื่อมของไตได้ดีกว่าการฟอกเลือด¹ มีอัตราการรอดชีวิตในช่วงสองปีแรกสูงกว่า² และมีโอกาสสำเร็จในการปลูกถ่ายไตมากกว่าการฟอกเลือด³

การล้างไตทางหน้าท้องแบ่งออกเป็นแบบต่อเนื่องตลอดเวลา (continuous ambulatory peritoneal dialysis; CAPD) และแบบใช้เครื่องอัตโนมัติ (automated peritoneal dialysis; APD) โดย CAPD ทำทั้งกลางวันและกลางคืนด้วยน้ำยา 6-8 ลิตรต่อวัน และใช้เวลาพักน้ำยาแต่ละครั้ง 4-8 ชั่วโมง ข้อดีของวิธีนี้คือร่างกายมีเวลาแลกเปลี่ยนของเสียอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ข้อเสียคือผู้ป่วยต้องคอยเปลี่ยนน้ำยาทุก 4-8 ชั่วโมง ทำให้มีข้อจำกัดในการใช้ชีวิตประจำวัน ส่วน APD ใช้เครื่องอัตโนมัติทำการล้างไตช่วงกลางคืนเป็นเวลา 10 ชั่วโมง ผู้ป่วยจึงสามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ในช่วงกลางวัน อย่างไรก็ตาม APD มีระยะเวลาพักน้ำยาสั้น ทำให้สารโมเลกุลใหญ่ เช่น ฟอสเฟต อาจถูกขับออกได้ไม่เต็มที่⁴ ซึ่งฟอสเฟตในเลือดสูงส่งผลกระทบต่อแคลเซียม พาราไธรอยด์ฮอร์โมน และวิตามินดี เกิดภาวะผิดปกติของกระดูกจากโรคไตเรื้อรัง (renal osteodystrophy) ทำให้เกิดอาการปวดกระดูก กระดูกหัก และยังทำให้แคลเซียมสะสมในหลอดเลือด ส่งผลให้หลอดเลือดแดงตีบและเพิ่มอัตราการเสียชีวิต⁵

การศึกษาก่อนหน้าแสดงให้เห็นว่าระดับฟอสเฟตในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังมีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงหลายประการ และส่งผลต่ออัตราเสียชีวิต ปัจจุบันในประเทศไทยมีข้อมูลเกี่ยวกับ CAPD แต่ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับ APD เนื่องจากระบบหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าเพิ่งอนุมัติการใช้ APD ไม่นาน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระดับฟอสเฟตในเลือดของผู้ป่วยที่เปลี่ยนการล้างไตทางหน้าท้องจากแบบ CAPD เป็น APD

วิธีการศึกษา

ประชากร

ประชากรคือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่รักษาด้วย CAPD และเปลี่ยนเป็น APD ในคลินิกโรคไตเรื้อรัง โรงพยาบาลหาดใหญ่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึงมิถุนายน พ.ศ.

2567 มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป โดยผู้ที่เปลี่ยนมาใช้ในการฟอกเลือด (hemodialysis) หรือมีภาวะเป็นไตไม่สมบูรณ์จะถูกคัดออก การศึกษาครั้งนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลหาดใหญ่ เลขที่ HYH EC 060-67-01 และดำเนินการตามหลักการของปฏิญญาเฮลซิงกิ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างคำนวณจากข้อมูลนำร่องของโรงพยาบาล ซึ่งมีค่าเฉลี่ยฟอสเฟตในกลุ่ม CAPD คือ 4.9 มก./ดล. และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.12 โดยคาดว่าฟอสเฟตใน APD สูงขึ้นร้อยละ 10 หรือ 5.46 มก./ดล. และความแปรปรวนเท่ากับ 1.0 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 57 ราย สามารถเก็บข้อมูลได้ 31 ราย เพราะเป็นจำนวนผู้ป่วยทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกแล้ว

การเก็บข้อมูลเป็นการเก็บย้อนหลังจากภาวะเป็นผู้ป่วย CAPD ของโรงพยาบาล ข้อมูลที่เก็บรวมถึง เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย ความดันโลหิต โรคร่วม ยาที่ใช้และผลเลือดที่สำคัญ การเจาะเลือดในกลุ่ม CAPD ทำขณะที่ยังมีน้ำยาล้างไตในช่องท้อง ส่วนในกลุ่ม APD ทำขณะที่ไม่มีน้ำยาล้างไตทางช่องท้องแล้ว โดยเปรียบเทียบผลเลือดหลังเปลี่ยนการล้างไตทางหน้าท้องจากแบบ CAPD เป็น APD ที่ระยะเวลาประมาณ 12-16 สัปดาห์ ขณะเก็บผลวิจัยไม่มีผู้ติดตามหน้าท้องและไม่มีผู้ที่เปลี่ยนจากการฟอกเลือดมาเป็นการล้างไตทางหน้าท้อง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงพรรณนารายงานเป็นร้อยละ ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณรายงานเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้ paired t-test คำนวณทางสถิติเปรียบเทียบผลเลือดก่อนและหลังเปลี่ยนการล้างไตทางหน้าท้องโดยใช้เครื่องอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรม Stata version 15.1 โดยถือว่า $p < 0.05$ มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษา

จากผู้ป่วยที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 31 ราย ส่วนใหญ่เป็น เพศหญิงร้อยละ 52.0 อายุเฉลี่ย 59.0 ± 14.4 ปี มีโรคร่วม เช่น โรคความดันโลหิตสูงร้อยละ 90.3 และโรคเบาหวานร้อยละ 51.6 ระยะเวลาล้างไตแบบ CAPD ก่อนเปลี่ยนเป็น APD มีมัธยฐาน 15 เดือน คนไข้ทุกรายเปลี่ยนวิธีล้างไตทางหน้าท้อง เพราะความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวัน มีการใช้ยาที่มีฤทธิ์จับกับฟอสเฟต (ส่วนใหญ่เป็นแคลเซียมคาร์บอเนต) ร้อยละ 74.2 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง (n=31)

ลักษณะพื้นฐาน	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	
หญิง	16 (52.0)
ชาย	15 (48.0)
อายุ (ปี): (mean $\pm$ SD)	59.0 $\pm$ 14.4
ดัชนีมวลกาย (กก./ตร.ม.): (mean $\pm$ SD)	23.6 $\pm$ 4.4
ความดันโลหิตตัวบน (มม.ปรอท): (mean $\pm$ SD)	131.4 $\pm$ 20.7
ความดันโลหิตตัวล่าง (มม.ปรอท): (mean $\pm$ SD)	76.4 $\pm$ 12.2
โรคร่วม	
- ความดันโลหิตสูง	28 (90.3)
- เบาหวาน	16 (51.6)
- ไขมันในเลือดสูง	11 (35.5)
- เส้นเลือดสมอง	3 (9.7)
- กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด	2 (6.5)
ยาที่ใช้	
- Aspirin	14 (45.2)
- Clopidogrel	1 (3.2)
- Calcium channel blocker	22 (71.0)
- Beta blocker	12 (38.7)
- Angiotensin-receptor blocker	11 (35.5)
- Angiotensin-converting enzyme inhibitors	2 (6.5)
- Spironolactone	13 (42.0)
- Statin	23 (74.2)
- Calcium supplementation	23 (74.2)
- Vitamin D3	7 (22.6)
- Erythropoietin	23 (74.2)
ระยะเวลาก่อนเปลี่ยนเป็น APD (เดือน): median (IQR)	15 (4-30)

SD = standard deviation; IQR = interquartile range

หลังเปลี่ยนการล้างไตทางหน้าท้องจากแบบ CAPD เป็น APD พบระดับโพสเฟตในเลือดเพิ่มสูงขึ้นจาก 4.3 ± 2.2 เป็น 6.1 ± 1.8 มก./ดล. ($p < 0.001$) นอกจากนี้ยังพบผลเลือดที่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือด (BUN: 42.4 ± 22.4 เปลี่ยนเป็น 55.5 ± 19.4 , $p = 0.006$) การเพิ่มขึ้นของครีเอตินินในเลือด

(creatinine 7.4 ± 4.0 เปลี่ยนเป็น 10.3 ± 4.5 , $p < 0.001$) การลดลงของปริมาณเลือดที่ไหลผ่านตัวกรองไตในหนึ่งนาที (eGFR: 8.0 ± 3.2 เปลี่ยนเป็น 5.1 ± 2.3 , $p < 0.001$) และการลดลงของไบคาร์บอเนต (HCO_3^- : 26.7 ± 4.0 เปลี่ยนเป็น 23.5 ± 3.1 , $p < 0.001$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลเลือดก่อนและหลังเปลี่ยนการล้างไตทางหน้าท้องโดยใช้เครื่องอัตโนมัติ

ผลเลือด	Before APD period (mean $\pm$ SD)	After APD period (mean $\pm$ SD)	p-value
Fasting blood sugar (mg/dL):	116.5 $\pm$ 47.3	145.7 $\pm$ 140	0.521
Hemoglobin (g/dL):	10.2 $\pm$ 1.7	10.0 $\pm$ 2.1	0.778
BUN (mg/dL):	42.4 $\pm$ 22.4	55.5 $\pm$ 19.4	0.006*
Creatinine (mg/dL):	7.4 $\pm$ 4.0	10.3 $\pm$ 4.5	<0.001*
eGFR (mL/min/1.73 m ²):	8.0 $\pm$ 3.2	5.1 $\pm$ 2.3	<0.001*
Na (mmol/L):	138.0 $\pm$ 4.5	137.6 $\pm$ 3.9	0.693
K (mmol/L):	3.7 $\pm$ 0.6	4.1 $\pm$ 0.7	0.095
Cl (mmol/L):	99.3 $\pm$ 5.2	99.7 $\pm$ 5.1	0.730
HCO ₃ (mmol/L):	26.7 $\pm$ 4.0	23.5 $\pm$ 3.1	<0.001*
Albumin (g/dL):	3.2 $\pm$ 0.5	3.3 $\pm$ 0.5	0.328
Corrected serum calcium (mg/dL):	8.7 $\pm$ 0.8	8.9 $\pm$ 0.8	0.380
Serum phosphate (mg/dL):	4.3 $\pm$ 2.2	6.1 $\pm$ 1.8	<0.001*

*p<0.5

วิจารณ์

ระดับฟอสเฟตในเลือดที่สูงในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับความผิดปกติของกระดูกและภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง เนื่องจากการขับฟอสเฟตมีข้อจำกัดในผู้ป่วยโรคไต การควบคุมระดับฟอสเฟตจึงขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ การจำกัดอาหาร⁶ ยาจับฟอสเฟต⁷ และการทำงานของไตที่เหลืออยู่⁸ ในการศึกษาในผู้ป่วยจะได้รับคำแนะนำเรื่องอาหารจากนักโภชนาการทุกราย ซึ่งการจำกัดอาหารขึ้นกับการปฏิบัติตัวของผู้ป่วยเองด้วย ยาที่มีฤทธิ์จับกับฟอสเฟตมีการใช้ค่อนข้างมากอยู่ที่ร้อยละ 74 ของผู้ป่วยทั้งหมด ผู้ป่วยกลุ่มนี้มีการล้างไตทางหน้าท้องแล้วมีปริมาณเลือดที่ไหลผ่านตัวกรองไตในหนึ่งนาที่เฉลี่ย 8 มล./นาที่/1.73 ตร.ม. จึงจึงว่ามีการทำงานของไตที่น้อยมาก และระยะเวลาล้างไตแบบ CAPD ก่อนเปลี่ยนเป็น APD มีมัธยฐาน 15 เดือน ซึ่งยังไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการซึมผ่านของเยื่อผนังช่องท้อง โดยหากมีระยะเวลาล้างไตทางหน้าท้องมานานอาจส่งผลต่อการซึมผ่านสารต่างๆ ผ่านเยื่อผนังช่องท้องได้

การเปลี่ยนโหมดล้างไตจากแบบ CAPD เป็น APD ส่งผลให้ระดับฟอสเฟตในเลือดสูงขึ้นสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าในต่างประเทศ⁹ โดยสาเหตุอาจเกิดจากระยะเวลาพักน้ำยาที่สั้นลงในการล้างไตแบบ APD ทำให้การแลกเปลี่ยนสารลดลง ส่งผลให้สารโมเลกุลใหญ่ เช่น ฟอสเฟต ไม่สามารถขับออกได้เพียงพอ นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบระดับยูเรียไนโตรเจนและครีเอตินินในเลือดที่สูงขึ้น และ eGFR ลดลง ซึ่งแสดงถึงการขับของเสียที่ลดลงของการล้างไตแบบ APD

ภาวะฟอสเฟตในเลือดสูงอาจกระตุ้นให้เกิดการหลั่งพาราไธรอยด์ฮอร์โมน ทำให้เกิดการดึงแคลเซียมออกจากกระดูก ส่งผลให้เกิดภาวะผิดปกติของกระดูกจากโรคไตเรื้อรัง (renal osteodystrophy) ซึ่งเป็นสาเหตุของอาการปวดกระดูก กระดูกหัก และกระดูกผิดรูปที่พบบ่อยในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง ภาวะดังกล่าวยังส่งผลต่อการสะสมแคลเซียมในหลอดเลือด ซึ่งทำให้เกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง โดยเฉพาะในหลอดเลือดหัวใจ การที่เซลล์กล้ามเนื้อเรียบเปลี่ยนเป็นเซลล์ชนิด osteochondrogenic ส่งผลให้เกิดการสะสมหินปูนในหลอดเลือดแดง และอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นจากกระบวนการนี้ยังก่อให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อผนังหลอดเลือดโดยตรง เพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจและเพิ่มอัตราการเสียชีวิต^{10,11}

ด้วยเหตุนี้ การล้างไตแบบ APD จึงควรใช้ด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีแนวโน้มระดับฟอสเฟตในเลือดสูง การเฝ้าระวังระดับฟอสเฟตและการประเมินประสิทธิภาพของการล้างไตแบบ APD เป็นสิ่งจำเป็น และในกรณีที่การควบคุมระดับฟอสเฟตไม่เพียงพออาจพิจารณาปรับเปลี่ยนแนวทางการรักษา เช่น คนไข้ที่ล้างไตแบบ APD อาจใส่น้ำยาล้างไตทางหน้าท้องระหว่างวันเพิ่มด้วยหรือใช้การล้างไตแบบ CAPD เป็นทางเลือกเพิ่มเติม

สรุป

การเปลี่ยนโหมดล้างไตจากแบบ CAPD เป็น APD ทำให้ระดับฟอสเฟตในเลือดเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงมีการเพิ่มของระดับยูเรียไนโตรเจนและครีเอตินินในเลือดอย่างมีนัยสำคัญ การเพิ่มขึ้นของระดับฟอสเฟตในเลือดจะเร่งกระบวนการหลอดเลือดแดงแข็งและส่งผลกระทบต่อการศึกษาความผิดปกติของกระดูก จึงควรมีการติดตามระดับฟอสเฟตในเลือดในผู้ป่วยที่ล้างไตแบบ APD อย่างใกล้ชิดเพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อน

เอกสารอ้างอิง

- Bargman JM, Thorpe KE, Churchill DN. Relative contribution of residual renal function and peritoneal clearance to adequacy of dialysis: a reanalysis of CANUSA study. *J Am Soc Nephrol* 2001;12(10):2158-62. doi:10.1681/ASN.V12102158.
- Heaf JG, Løkkegaard H, Madsen M. Initial survival advantage of peritoneal dialysis relative to haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17(1):112-7. doi:10.1093/ndt/17.1.112.
- Schwenger V, Döhler B, Morath C, Zeier M, Opelz G. The role of pretransplant dialysis modality on renal allograft outcome. *Nephrol Dial Transplant* 2011;26(11):3761-6. doi:10.1093/ndt/gfr132
- Shah A, Hashmi MF, Aeddula NR. Chronic kidney disease-mineral bone disorder (CKD-MBD). In: Stat Pearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. [cited Oct 10, 2024] Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32809577/>
- Goodman WG, Goldin J, Kuizon BD, Yoon C, Gales B, Sider D, et al. Coronary-artery calcification in young adults with end-stage renal disease who are undergoing dialysis. *N Engl J Med* 2000;342(20):1478-83. doi:10.1056/NEJM200005183422003
- Rufino M, de Bonis E, Martin M, Rebollo S, Martin B, Miguel R, et al. Is it possible to control hyperphosphataemia with diet, without inducing protein malnutrition? *Nephrol Dial Transplant* 1998;13(Suppl 3):65-7. doi:10.1093/ndt/13.suppl_3.65.
- Sperschneider H, Gunther K, Marzoll I, Kirchner E, Stein G. Calcium carbonate (CaCO₃): an efficient and safe phosphate binder in haemodialysis patients? A 3-year study. *Nephrol Dial Transplant* 1993;8(6):530-4. doi:10.1093/ndt/8.6.530.
- Wang AY, Woo J, Sea MM, Law MC, Lui SF, Li PK. Hyperphosphatemia in Chinese peritoneal dialysis patients with and without residual kidney function: What are the implications? *Am J Kidney Dis* 2004;43(4):712-20. doi:10.1053/j.ajkd.2003.12.032
- Debowska M, Gomez R, Pinto J, Waniewski J, Lindholm B. Phosphate clearance in peritoneal dialysis. *Sci Rep* 2020;10(1):17504. doi:10.1038/s41598-020-74412-2.
- Ansell D. Serum phosphate and outcomes in PD patients. *Nephrol Dial Transplant* 2007;22(2):667-8. doi:10.1093/ndt/gfl593.
- Noordzij M, Korevaar JC, Bos WJ, Boeschoten EW, Dekker FW, Bossuyt PM, et al. Mineral metabolism and cardiovascular morbidity and mortality risk: peritoneal dialysis patients compared with haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2006;21(9):2513-20. doi: 10.1093/ndt/gfl257.

SMJ