



ISSN 2774-0676 (Online)

Journal of the Nephrology

Society of Thailand วารสารสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย



<https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JNST/index>

Vol. 29 No 4 October-December 2023
ปีที่ 29 ฉบับที่ 4 เดือน ตุลาคม-ธันวาคม 2566



Journal of the Nephrology Society of Thailand

วารสารสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย

Vol. 29 No 4 October-December 2023 / ปีที่ 29 ฉบับที่ 4 เดือน ตุลาคม-ธันวาคม 2566

Editorial Team

Editor-in-Chief

Sinee Dithabanchong Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Thailand

Editorial Board Members

Subject Editors

Sirirat Anutrakulchai Khon Kaen University, Thailand
• *Tropical renal disease*

Anutra Chittinandana Bhumibol Adulyadej Hospital, Thailand
• *Chronic kidney disease and hypertension*

Somchai Eiam-Ong Chulalongkorn University, Thailand
• *Hemodialysis and apheresis*

Wisit Kaewput Phramongkutklo College of Medicine, Thailand
• *Acute kidney injury and chronic kidney disease*

Talerngsak Kanjanabuch Chulalongkorn University, Thailand
• *Peritoneal dialysis and glomerular disease*

Sookkasem Khositseth Thammasat University, Thailand
• *Pediatric Nephrology*

Nuttasith Larpparisuth Siriraj Hospital, Mahidol University, Thailand
• *Kidney transplantation*

Watanyu Parapiboon Maharaj Nakhonratchasima Hospital
• *Peritoneal dialysis and tropical renal disease*

Bunyong Phakdeekitcharoen Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Thailand
• *Cystic kidney diseases and electrolyte, acid-base disorders*

Suchai Sritippayawan Siriraj Hospital, Mahidol University, Thailand
• *Peritoneal dialysis and nephrolithiasis*

Vasant Sumethkul Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Thailand
• *Kidney transplantation and glomerular disease*

Prapaipim Thirakhuat Phramongkutklo College of Medicine, Thailand
• *Pediatric Nephrology*

Associate Editors

Suthiya Anumas Thammasat University, Thailand

Piyanut Kaewdougntien Police General Hospital, Thailand

Sawinee Kongpetch Khon Kaen University, Thailand

Kornitip Phonphok Rajavithi Hospital, Thailand

Thana Thongsricome Chulalongkorn University, Thailand

Sansanee Thotsiri Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Thailand

Journal Manager

Pattrawan Incharoen Nephrology Society of Thailand

กองบรรณาธิการ

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

สินี ดิษฐบรรจง โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

สมาชิกกองบรรณาธิการ

บรรณาธิการตามสาขาวิชา

เกลิงศักดิ์ กาญจนบุษย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
• *Peritoneal dialysis and glomerular disease*

วิศิษฐ์ แก้วพุด วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า
• *Acute kidney injury and chronic kidney disease*

สุขเกษม โฆษิตเศรษฐี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
• *Pediatric Nephrology*

อนุตตร จิตตินันท์ โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช
• *Chronic kidney disease and hypertension*

ประไพพิมพ์ อีร์คุบต์ วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า
• *Pediatric Nephrology*

วทันย พาราพิบูลย์ โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา
• *Peritoneal dialysis and tropical renal disease*

บรรจง รักดีกิจเจริญ โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล
• *Cystic kidney diseases and electrolyte, acid-base disorders*

นัฐสิทธิ์ ลาภปริสุทธิศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
• *Kidney Transplantation*

สุชาย ศรีทิพวรรณศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
• *Peritoneal dialysis and nephrolithiasis*

วสันต์ สุเมธกุล โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล
• *Kidney Transplantation and glomerular disease*

ศิริรัตน์ อนุตระกูลชัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
• *Tropical Renal Disease*

สมชาย เอี่ยมอ่อง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
• *Hemodialysis and Apheresis*

รองบรรณาธิการ

ปิยะณัฐ แก้วดวงเทียน โรงพยาบาลตำรวจ

สาวินี คงเพชร มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คันสนีย์ ทศศิริ โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

ธนา ทองศรีคำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรทิพย์ ผลโคก โรงพยาบาลราชวิถี

สุทธียา อนุมาศ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผู้จัดการวารสาร

ภัทรวรรณ อินเจริญ สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย

Journal of the Nephrology Society of Thailand (JNST)

Online ISSN 2774-0676

Royal Golden Jubilee Building, 4th Floor, 2 Soi Soonvijai, New Petchburi Road, Bangkok 10310, Thailand Tel. +66 (0) 27166091, +66 (0) 27167450, +66 (0) 27181898

E-mail : journalnephrothai@gmail.com

วารสารสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย

อาคารเฉลิมพระบารมี 50 ปี ชั้น 4 เลขที่ 2 ซอยศูนย์วิจัย ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพฯ 10310 เบอร์โทรศัพท์ : 02-7166091, 02-7167450, 02-7181898

ออกแบบรูปเล่มและภาพประกอบ บริษัท เนติกุลการพิมพ์ จำกัด โทร/แฟกซ์ : 0-2669-3131-4

215 From the Editor

215 *Sinee Dithabanchong*

217 Review Article

217 Frailty in End-Stage Kidney Disease

Kanokwan Singsumran and Sarinya Boongird

226 Dialyzer Reuse in the Modern Era

Piyapun Prapunwatana and Khajohn Tiranathanagul

234 Original Article

234 Development of an Artificial Intelligence Model for Prediction of
Dry Weight in Maintenance Hemodialysis Patients

*Nataphut Boonvisuth, Kanitha Tiankanon, Raksit Raksasat, Sira Sriswasdi,
Khajohn Tiranathanagul*

244 Pretransplant Dialytic Modality and Outcomes of Kidney Transplantation:
Analysis of the Nationwide Data from Thailand Transplant Registry

Apiwan Boonmachai, Chantisa Arayangkoon

256 Factors Associated with Low Trabecular Bone Score in
Patients Receiving Maintenance Hemodialysis

*Supawattana Phapun, Yutapong Raruenrom, Arunnit Boonrod, Sawinee Kongpetch,
Wijittra Chotmongkol, Chatlert Pongchaiyakul⁵, Kittrawee Kritmetapak*

266 Clinical Practice Guideline

266 Executive Summary of the 2022 Thailand Chronic Kidney
Disease–Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD) Guideline

*Sinee Dithabanchong, Paweena Susantitaphong
on the behalf of the members of Thailand CKD-MBD Guideline Work Group*

289 Executive Summary of the 2022 Thailand
Hemodialysis Clinical Practice Guideline

*Vuddhidej Ophascharoensuk and Sadudee Peerapornratana
on the behalf of the members of Thailand Hemodialysis Guideline Work Group*

Dear Readers,

It has been one year since I was assigned the role of being the editor-in-chief of Journal of the Nephrology Society of Thailand. In the past year, the editorial team has transformed the journal into a fully online format. Each article now has its own HTML version, and PDF files of each article can be downloaded. Articles published in the journal can now be found through Google search by title, keywords, and author names. Additionally, an online submission and peer review system has been established to meet international peer-review journal standards, and the journal is now able to be published on time. Most importantly, the editorial team is planning to include the journal in the Thailand citation index in the coming year.

In this final issue of the year, we have included a section on the executive summary of clinical practice guidelines developed by the Nephrology Society of Thailand, which has been published in full last year. The purpose of the publication is to make the information accessible to everyone and to serve as a reference for citations. The journal plans to publish the executive summary of clinical practice guidelines developed by the Nephrology Society of Thailand in the final issue of each year.

Lastly, I hope that Journal of the Nephrology Society of Thailand will continue to be a sustainable source for academic articles related to kidney diseases. It is an excellent option for both local and international scientists to submit their research for publication, providing a platform for disseminating new knowledge that can be recognized and accessed worldwide.

As we enter the New Year of 2024, I wish all of you who care for kidney disease patients much happiness and prosperity.

Sinee Disthabanchong
Editor-in-Chief

เรียนท่านผู้อ่านทุกท่าน

เป็นเวลา 1 ปีแล้ว ที่ดิฉันได้รับมอบหมายหน้าที่ให้เป็นเป็นหัวหน้ากองบรรณาธิการวารสารสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย ในช่วงปีที่ผ่านมาทางกองบรรณาธิการวารสารฯ ได้ทำการปรับปรุงวารสารสมาคมโรคไตให้เป็นแบบออนไลน์เต็มรูปแบบ โดยแต่ละบทความจะมี html ของตัวเอง สามารถดาวน์โหลดไฟล์ PDF ของแต่ละบทความได้ บทความที่ดีพิมพ์ในวารสารสมาคมโรคไตจะสามารถได้รับการ google search ผ่านชื่อเรื่อง คำสำคัญที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงชื่อผู้ประพันธ์ นอกจากนี้ยังมีการสร้างระบบ online submission และ peer review เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลของ peer-review journal และได้ปรับปรุงให้วารสารสามารถออกได้ตรงต่อเวลาทุกฉบับที่สำคัญกองบรรณาธิการวารสารฯ วางแผนที่จะนำวารสารสมาคมโรคไตเข้าสู่ Thailand citation index ในต้นปีหน้า

สำหรับฉบับนี้ซึ่งเป็นฉบับสุดท้ายของปีจะมีการเพิ่มในส่วนของบริษัทของ clinical practice guideline ที่จัดทำขึ้นโดยสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทยและได้รับการเผยแพร่แบบฉบับเต็มไปแล้วในปีที่ผ่านมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ และยังสามารถนำไปใช้อ้างอิงในการเขียนบทความต่างๆ ซึ่งทางวารสารได้วางแผนไว้ว่าจะตีพิมพ์บทสรุปของ clinical practice guideline ที่จัดทำขึ้นโดยสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทยในฉบับสุดท้ายของทุกปี

สุดท้ายนี้ดิฉันหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารสมาคมโรคไตจะเป็นที่อยู่ที่ยั่งยืนให้กับบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับโรคไต เป็นทางเลือกที่ดีให้กับนักวิทยาศาสตร์ทั้งภายในและนอกประเทศในการส่งผลงานวิจัยเข้ามาพิจารณาเพื่อรับการตีพิมพ์ เพื่อเป็นแหล่งในการเผยแพร่องค์ความรู้ใหม่ให้เป็นที่รู้จักและสามารถสืบค้นได้จากทุกหนแห่งทั่วโลก

เนื่องในวาระดิถีขึ้นปีใหม่ พ.ศ. 2567 ดิฉันขออริฐานให้พี่น้องที่ร่วมกันดูแลผู้ป่วยโรคไตทุกท่านพบกับความสุขความเจริญยิ่งขึ้นไป

ศ.พญ.สินี ดิษฐบรรจง
หัวหน้ากองบรรณาธิการ

Frailty in End-Stage Kidney Disease

Kanokwan Singsumran and Sarinya Boongird

*Division of Nephrology, Department of Medicine, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital,
Mahidol University, Bangkok, Thailand*

Abstract

Frailty is characterized by diminished physical, mental, and social responses to stress or illnesses. The functional decline results in impaired balance and movement of the body. Several adverse health outcomes associated with frailty include fall, dependence, disability, decreased quality of life, hospitalization, and mortality. A substantial number of patients with end-stage kidney disease suffer from frailty as a result of aging, malnutrition, muscle wasting and chronic inflammation. Making a diagnosis of frailty requires at least 3 of the following criteria: weakness, reduced physical activity, slowness, poor endurance, and weight loss. Understanding frailty allows early identification of risk factors and prompt diagnosis. Appropriate interventions such as resistance exercise and dietary counseling may reduce further complications and improve quality of life.

Keywords: sarcopenia; protein-energy wasting; weight loss; weakness; kidney failure; ESKD; CKD; uremia

Corresponding author: Kanokwan Singsumran

Email: tipfeemd@gmail.com

Received 19 September 2023; Revised 2 October 2023; Accepted 3 October 2023



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

ภาวะเปราะบางในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย

กนกวรรณ สิงห์สำราญ, ครินยา บุญเกิด

สาขาวิชาโรคไต ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

ภาวะเปราะบาง (Frailty) เป็นกลุ่มอาการที่มีความหมายครอบคลุมสุขภาพที่ไม่ดีโดยรวม ทั้งทางด้านกายภาพ จิตใจ และสังคม เป็นภาวะที่ระบบร่างกายเสียความสามารถในการทำงาน มีความเสื่อมถอยลง ส่งผลให้การเคลื่อนไหวของร่างกาย การเดิน และการทรงตัวแย่ลง เกิดผลแทรกซ้อน เช่น ภาวะหกล้ม ภาวะพึ่งพา ความพิการ ลดคุณภาพชีวิต เพิ่มอัตราการนอนโรงพยาบาล และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียชีวิต ภาวะเปราะบางพบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการบำบัดทดแทนไต โดยมีปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ คือ ภาวะทุพโภชนาการ การมีมวลกล้ามเนื้อน้อย ภาวะอักเสบเรื้อรัง และอายุที่เพิ่มขึ้น การคัดกรองภาวะเปราะบางนิยมใช้เกณฑ์การวินิจฉัย 3 ใน 5 ดังต่อไปนี้ กล้ามเนื้ออ่อนแรง กิจกรรมทางกายลดลง เดินช้าลง อาการเหนื่อยง่าย และน้ำหนักลดลงโดยไม่ตั้งใจ ความเข้าใจเรื่องภาวะเปราะบางจะช่วยให้แพทย์สามารถประเมินปัจจัยเสี่ยง และให้การวินิจฉัยได้อย่างทันทั่วถึง การป้องกันและรักษาโดยการออกกำลังกายกล้ามเนื้อ และการให้โภชนาการบำบัด อาจส่งผลเพิ่มคุณภาพชีวิตและลดภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

คำสำคัญ: โรคไตเรื้อรัง; กล้ามเนื้ออ่อนแรง; น้ำหนักลด; ฟอกเลือด; ล้างไต; खातอาหาร

บทนำ

โรคไตเรื้อรังเป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขของประเทศ เนื่องจากเป็นโรคเรื้อรังที่มีผู้ป่วยจำนวนมากกระทบต่อคุณภาพในการดำเนินชีวิตและเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ¹ ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่ต้องรักษาด้วยการบำบัดทดแทนไตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั่วโลก² ข้อมูลของสมาคมโรคไตปี พ.ศ. 2563 พบว่ามีผู้ป่วยที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตด้วยวิธีฟอกไตทางช่องท้อง และการฟอกเลือดจำนวน 164,191 ราย และมีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยอยู่ในช่วงกลุ่มอายุ 45-64 ปี เป็นส่วนใหญ่¹

ภาวะเปราะบาง (frailty) ไม่ใช่โรคแต่เป็นกลุ่มอาการปัญหาสุขภาพที่พบได้บ่อยในผู้สูงอายุ (common geriatric syndrome)³ เกิดจากการที่ร่างกายไม่สามารถปรับตัวต่อภาวะเจ็บป่วยหรือบาดเจ็บ ทำให้เกิดความถดถอยทางกาย สังคมและจิตใจ นำไปสู่ความบกพร่องทางความคิด กล้ามเนื้อมีการเคลื่อนไหวลดลง การเดินช้าลงและเสียการทรงตัว เพิ่มปัจจัยเสี่ยงต่อการพลัดตกหกล้ม เพิ่มภาวะพึ่งพา (dependence) และทุพพลภาพ (disability) คุณภาพชีวิตลดลง เพิ่มการนอนโรงพยาบาล และ

สัมพันธ์กับการเสียชีวิตได้⁴

ภาวะเปราะบางมีอาการแสดงและปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับภาวะทุพโภชนาการอื่น ๆ ได้แก่ ภาวะเสียโปรตีนและพลังงาน (protein energy wasting) และ ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (sarcopenia) ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่ต้องรักษาด้วยการบำบัดทดแทนไต มักมีภาวะเลือดเป็นกรด ภาวะคั่งของเสียยูเรีย (uremic toxins) ปัจจัยเหล่านี้ล้วนเพิ่มการทำลายกล้ามเนื้อและทำให้กิจกรรมทางกายลดลง โดยผู้ป่วยที่มีภาวะเสียโปรตีนและพลังงาน เกิดจากการได้รับโปรตีนและ/หรือพลังงานที่ไม่เพียงพอ มีการมีดัชนีมวลกายหรือไขมันที่ต่ำลง มีมวลกล้ามเนื้อที่ลดลง ร่วมกับความผิดปกติทางห้องปฏิบัติการที่บ่งชี้ถึงภาวะขาดสารอาหาร เช่น มีระดับอัลบูมินหรืออัลบูมิน หรือคอเลสเตอรอลในเลือดที่ต่ำกว่าปกติ ส่วนภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย คือ ภาวะที่มีมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูญเสียไป (decreased muscle strength)^{5,6} เกณฑ์การวินิจฉัยภาวะเปราะบาง ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย และภาวะเสียโปรตีนและพลังงานมีความคาบเกี่ยวกัน โดยที่ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยนั้น ให้ความสำคัญกับความเสื่อมถอยของความ

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: กนกวรรณ สิงห์สำราญ

อีเมล: tipfeemd@gmail.com

รับบทความ: 19 กันยายน 2566; ปรับปรุงแก้ไข 2 ตุลาคม 2566; รับผิดชอบ: 3 ตุลาคม 2566



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

แข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นหลัก ภาวะเสียโปรตีนและพลังงานเน้นที่มีผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่แสดงถึงภาวะขาดโปรตีนพลังงาน ไขมัน ส่วนภาวะประปรายครอบคลุมการเสื่อมถอยทั้งด้านกายภาพรวมไปถึงด้านจิตใจและสังคม

ความชุกของทั้ง 3 ภาวะข้างต้นมีความแตกต่างกันในแต่ละเชื้อชาติและภูมิภาค⁷ Davenport และคณะทำการสำรวจความชุกของภาวะประปราย ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย และภาวะเสียโปรตีนและพลังงานในผู้ป่วยฟอกไตชาวอังกฤษโดยใช้ประชากรที่ศึกษากลุ่มเดียวกัน พบความชุกของภาวะประปรายที่ร้อยละ 19.3 ซึ่งใกล้เคียงกับความชุกของภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (ร้อยละ 17.7) ในขณะที่พบความชุกของภาวะเสียโปรตีนและพลังงานน้อยกว่าเพียงร้อยละ 1⁸ ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่มีภาวะอย่างใดอย่างหนึ่งข้างต้นล้วนมีอัตราการเสียชีวิตที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับคนที่ไม่มีความผิดปกติ⁹

การศึกษาเรื่องภาวะประปรายในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตในประเทศไทยยังมีน้อย บทความนี้จึงสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับพยาธิสภาพ แนวทางการวินิจฉัย ความชุก ปัจจัยเสี่ยงและแนวทางการรักษาภาวะประปรายในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการบำบัดทดแทนไต โดยมุ่งหวังว่าความรู้ดังกล่าวอาจสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเวชปฏิบัติ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการค้นหา รักษา ลดภาวะแทรกซ้อนและเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่มีภาวะดังกล่าวได้

พยาธิกำเนิด (Pathogenesis)

ภาวะประปราย เป็นกลุ่มอาการที่มีความเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสรีรวิทยาจนเกิดความบกพร่องของหลายระบบภายในร่างกาย (multisystem dysregulation) ส่งผลให้สูญเสียการควบคุมภาวะสมดุล (loss of dynamic homeostasis) เกิดภาวะอ่อนแอ (vulnerability) ของร่างกาย จิตใจและสังคม ภาวะประปรายในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายเกิดจากหลายปัจจัย ทั้งจากโรคไตเรื้อรังเอง โรคร่วม และการรักษา กล่าวคือผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายมักจะมีการอักเสบเรื้อรัง (chronic inflammation) ทำให้เกิดการสลายกล้ามเนื้อ (muscle catabolism) ร่วมกับการสร้างกล้ามเนื้อทดแทนที่ลดลง (muscle metabolism) ผ่านการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน โดยจะมีสารกลุ่ม proinflammatory cytokines หลั่งออกมามากขึ้น เช่น interleukin-6 (IL-6), C-reactive protein, tumor necrosis factor- α (TNF- α)

และ chemokine interferon- γ inducible protein 10 kDa (CXCL 10) การเพิ่มของ IL-6 และ TNF- α ส่งผลให้กล้ามเนื้อลายขาดความแข็งแรงและมีมวลกล้ามเนื้อลดลง โดย TNF- α จะกระตุ้น nuclear factor-kappa B (NF- κ B) pathway ผ่าน inhibitor of nuclear factor-kappa B kinase (IKK) และ muscle RING-finger protein-1 gene ซึ่งเป็น transcription factor ของยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอักเสบ ผ่าน ubiquitin proteasome pathway ทำให้เกิดการสลายกล้ามเนื้อ^{10, 11} อีกทั้งความผิดปกติในการสังเคราะห์วิตามิน ภาวะพร่องวิตามินดีระดับพาราไธรอยด์ฮอร์โมนที่เพิ่มสูงขึ้น ภาวะหินปูนแคลเซียมเกาะหลอดเลือด (vascular calcification) และภาวะดื้ออินซูลิน (insulin resistance) ล้วนรบกวนการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง (hypothalamus-pituitary-gonadal axis) และ growth hormone/Insulin like growth factor-1 (IGF1) axis ทำให้ความแข็งแรงและมวลกล้ามเนื้อลดลง^{12, 13} นอกจากนี้การสะสมของ uremic toxin ภาวะเลือดเป็นกรด การเพิ่มขึ้นของฮอร์โมน angiotensin II และภาวะทุพโภชนาการจากการที่ได้รับพลังงานหรือโปรตีนไม่เพียงพอ อาการเบื่ออาหารหรือการดูดซึมของลำไส้ที่ผิดปกติ ล้วนเร่งกระบวนการอักเสบและเพิ่มการสลายโปรตีนในกล้ามเนื้อ^{5, 14, 15} นำไปสู่ภาวะประปรายในที่สุด ซึ่งกลไกที่ได้อธิบายข้างต้นมีความจำเพาะในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง ซึ่งแตกต่างจากกลไกการเกิดภาวะประปรายในผู้สูงอายุทั่วไปที่มักเกิดจากการสร้างกล้ามเนื้อที่ลดลงเป็นหลัก

แนวทางการวินิจฉัย

ปัจจุบันยังไม่มีเกณฑ์หรือแนวทางการวินิจฉัยภาวะประปรายในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่แน่ชัด การศึกษาส่วนใหญ่มักใช้เครื่องมือคัดกรองและเกณฑ์การวินิจฉัยภาวะประปราย (frailty screening tools) เหมือนกับในประชากรทั่วไป โดยเกณฑ์การวินิจฉัยภาวะประปรายในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตที่นิยมใช้แพร่หลายที่สุดคือการวินิจฉัยตามแนวทางของ The Cardiovascular Health Study (CHS) ด้วยเครื่องมือชื่อ Fried's Frailty Phenotype โดยใช้เกณฑ์ในการวินิจฉัยภาวะประปราย (frail) จากอาการหรืออาการแสดงอย่างน้อย 3 จาก 5 ข้อ แต่ถ้าเข้าเกณฑ์เพียง 1-2 ข้อให้วินิจฉัยว่ามีภาวะก่อนประปราย (pre-frail)^{3, 16} ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การวินิจฉัยภาวะ Frailty โดย Fried's Frailty Phenotype

เกณฑ์การวินิจฉัย	การประเมิน
กล้ามเนื้ออ่อนแรง (weakness)	วัดแรงบีบมือ (hand grip strength) ด้วยเครื่องมือ hand grip dynamometer โดยใช้ค่าที่ดีที่สุดจากการวัดแรงบีบ 3 ครั้ง ในผู้ที่พอกไตทางเส้นเลือดให้ใช้แขนข้างที่ไม่มีเส้นพอกเลือดทั้งชนิดเส้นเลือดจริงและเส้นเลือดเทียม การแปลผล: แปลผลตามเพศและดัชนีมวลกาย (body mass index: BMI) จะวินิจฉัยว่ามีกล้ามเนื้ออ่อนแรงเมื่อ เพศชาย: - แรงบีบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 32 กิโลกรัม ในผู้ที่ BMI มากกว่า 28 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (กก./ม²) - แรงบีบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 31 กิโลกรัม ในผู้ที่ BMI 26.1-28 กก./ม² - แรงบีบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 กิโลกรัม ในผู้ที่ BMI 24.1-26 กก./ม² - แรงบีบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 29 กิโลกรัม ในผู้ที่ BMI น้อยกว่าหรือเท่ากับ 24 กก./ม² เพศหญิง: - แรงบีบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 21 กิโลกรัม ในผู้ที่ BMI มากกว่า 29 กก./ม² - แรงบีบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 18 กิโลกรัม ในผู้ที่ BMI 26.1-29 กก./ม² - แรงบีบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 17.3 กิโลกรัม ในผู้ที่ BMI 23.1-26 กก./ม² - แรงบีบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 17 กิโลกรัม ในผู้ที่ BMI น้อยกว่าหรือเท่ากับ 23 กก./ม²
กิจกรรมทางกายลดลง (Low physical activity)	ประเมินความถี่และระยะเวลาของการทำกิจกรรมในแต่ละวันในหนึ่งสัปดาห์ (the Minnesota Leisure Time Activity questionnaire) การแปลผล: การใช้พลังงานต่ำกว่า 270 กิโลแคลอรีต่อสัปดาห์สำหรับเพศหญิง และต่ำกว่า 383 กิโลแคลอรีต่อสัปดาห์สำหรับเพศชาย ถือว่ามีกิจกรรมทางกายต่ำ
เดินช้า (slowness)	- วัดความเร็วของการเดิน (gait speed) ในระยะทาง 15 ฟุต หรือ 4.5 เมตร การแปลผล: แปลผลตามเพศและส่วนสูง จะวินิจฉัยว่าการเดินช้าเมื่อ เพศชาย: - ที่มีความสูงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 173 เซนติเมตร และใช้เวลาเดินมากกว่าหรือเท่ากับ 7 วินาที หรือ - ความสูงมากกว่า 173 เซนติเมตร และใช้เวลาเดินมากกว่าหรือเท่ากับ 6 วินาที เพศหญิง: - ที่มีความสูงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 159 เซนติเมตร และใช้เวลาเดินมากกว่าหรือเท่ากับ 7 วินาที หรือ - ความสูงมากกว่า 159 เซนติเมตร และใช้เวลาเดินมากกว่าหรือเท่ากับ 6 วินาที
ความเหนื่อยล้า (Poor endurance)	ประเมินจากการตอบแบบสอบถามรายงานตนเอง (self-report) โดยอาจใช้เครื่องมือ Kidney Disease Quality of Life Short Form-36 (KDQoL SF-36) ถ้าคะแนนมิติด้านจิตใจ (vitality score) น้อยกว่า 55 คะแนนถือว่ามีความเหนื่อยล้า
น้ำหนักลด (weight Loss)	- น้ำหนักลดโดยไม่ตั้งใจหรือไม่ทราบสาเหตุมากกว่า 4.5 กิโลกรัม หรือลดมากกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนักตัวในระยะเวลา 1 ปี หรือ - มี BMI ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 18 กก./ม²

เครื่องมืออื่น ๆ ที่มีการใช้ประเมินภาวะเปราะบางในผู้ป่วยไตเรื้อรังและผู้ที่รับการบำบัดทดแทนไต ได้แก่ Short Physical Battery performance (SPPB) โดย Guralnik และคณะ เป็นการประเมินทดสอบความสามารถด้านกายภาพ ได้แก่ standing balance, gait speed, chair stand test¹⁷ อีกเครื่องมือที่ได้รับความนิยมคือ Clinical Frailty Scale (CFS) ของ Rockwood เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินและติดตามภาวะเปราะบางโดยผู้ให้การรักษาทำการประเมินและให้คะแนนผู้ป่วยในมิติด้าน physical cognitive,

physical function และ comorbid illness มีคะแนนรวม 7 คะแนน¹⁸ อย่างไรก็ตามการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือแต่ละแบบในการประเมินภาวะเปราะบางในกลุ่มผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่บำบัดทดแทนไตยังมีข้อมูลไม่มากนัก

แนวทางการวินิจฉัยภาวะ Sarcopenia

ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย มีเกณฑ์การวินิจฉัย 3 ข้อ ได้แก่ 1) การมีมวลกล้ามเนื้อที่ต่ำลง 2) การมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ที่ลดลง 3) สมรรถภาพทางกายที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยต้อง ในทางปฏิบัติมีหลายวิธีการวัด ดังแสดงในตารางที่ 2
มีเกณฑ์ข้อ 1 เสมอ ร่วมกับ ความผิดปกติของเกณฑ์ข้อ 2 หรือ 3

ตารางที่ 2 เกณฑ์การวินิจฉัยภาวะ Sarcopenia

สิ่งที่วัดและเครื่องมือ	EWGSOP2 (2010) ¹⁹	EWGSOP2 (2018) ²⁰	FNHIH (2014) ²¹	AWGS (2014) ²²	AWGS (2019) ²³
มวลกล้ามเนื้อ					
Dual energy X-ray absorptiometry (DXA)	<7.26 กก./ม ² (ชาย) <5.5 กก./ม ² (หญิง)	<7.0 กก./ม ² (ชาย) <5.5 กก./ม ² (หญิง)	<0.789 กก./ม ² (ชาย) <0.512 กก./ม ² (หญิง)	<7.0 กก./ม ² (ชาย) <5.4 กก./ม ² (หญิง)	<7.0 กก./ม ² (ชาย) <5.4 กก./ม ² (หญิง)
Bioimpedance analysis (BIA)	<8.87 กก./ม ² (ชาย) <6.42 กก./ม ² (หญิง)			<7.0 กก./ม ² (ชาย) <5.7 กก./ม ² (หญิง)	<7.0 กก./ม ² (ชาย) <5.7 กก./ม ² (หญิง)
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ					
แรงบีบมือ (Hand grip)	<30 กก. (ชาย) <20 กก. (หญิง)	<27 กก. (ชาย) <16 กก. (หญิง)	<26 กก. (ชาย) <16 กก. (หญิง)	<26 กก. (ชาย) <18 กก. (หญิง)	<28 กก. (ชาย) <18 กก. (หญิง)
5-Times chair stand test		≥15 วินาที			
สมรรถภาพทางกาย					
ความเร็วในการเดิน (4-meter Gait speed)	<0.8 เมตร/วินาที	≤0.8 เมตร/วินาที	<0.8 เมตร/วินาที	<0.8 เมตร/วินาที	<1.0 เมตร/วินาที
5-Times chair stand test					≥12 วินาที

AWGS, Asian Working Group of Sarcopenia; EWGSOP, European Working Group on Sarcopenia in Older People; FNHIH, Foundation for the National Institutes of Health Biomarkers Consortium Sarcopenia Project

ความชุกของภาวะเปราะบาง

ภาวะเปราะบาง (frailty) พบได้ทุกช่วงอายุของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังและมีแนวโน้มเพิ่มจำนวนขึ้นตามอายุ ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่รับการบำบัดทดแทนไตพบความชุกของภาวะเปราะบางถึงร้อยละ 14-73 ซึ่งสูงกว่าประชากรทั่วไปถึง 4 เท่า^{7, 24, 25} การศึกษาซึ่งรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่บำบัดทดแทนไตในประเทศสหรัฐอเมริกาจากฐานข้อมูล United States Renal Data System (USRDS) รายงานความชุกของภาวะเปราะบางในผู้ป่วยที่รับการบำบัดทดแทนไตด้วยวิธีฟอกเลือด (incident dialysis) และฟอกไตทางช่องท้องจำนวน 2,275 ราย ด้วยเกณฑ์วินิจฉัย Fried's Frailty Phenotype พบความชุกของภาวะเปราะบางที่ร้อยละ 67 ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามช่วงอายุ กล่าวคือความชุกของภาวะเปราะบางอยู่ที่ร้อยละ 44 ในผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่า 40 ปี

และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 61 ในผู้ป่วยที่มีอายุระหว่าง 40 ถึง 50 ปี นอกจากนี้เพศหญิงมีโอกาสดังกล่าวเปราะบางได้มากกว่าเพศชาย²⁶

ความชุกของภาวะเปราะบางในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่รับการบำบัดทดแทนไตชาวเอเชียมีแนวโน้มต่ำกว่าเมื่อเทียบกับชาวตะวันตก (Western developed countries) การศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่รับการบำบัดทดแทนไตด้วยวิธีฟอกเลือดและฟอกไตทางช่องท้องในประเทศเกาหลี จำนวน 1,658 คน พบความชุกของภาวะเปราะบางที่ร้อยละ 34.8²⁷ งานวิจัยในกลุ่มผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายชาวญี่ปุ่นที่ได้รับการฟอกไตทางเส้นเลือด (prevalent dialysis) จำนวน 388 คน พบความชุกการเกิดภาวะเปราะบางร้อยละ 21.4²⁵ การศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยไตเรื้อรังระยะสุดท้ายชาวจีนที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตด้วยวิธีฟอกเลือด (prevalent dialysis) จำนวน 208 คน พบ

ความชุกการเกิดภาวะเปราะบางร้อยละ 25.4²⁸ โดยปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะเปราะบางที่สำคัญ ได้แก่ อายุ เพศหญิง โรคเบาหวาน และการมีค่าดัชนีมวลกายที่สูง²⁹

การศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของวิธีการบำบัดทดแทนไต (dialysis modality) ต่อการเกิดภาวะเปราะบางนั้นยังมีข้อมูลค่อนข้างน้อย การศึกษา Dialysis Morbidity and Mortality Wave 2 (USRDS) พบว่าผู้ที่รับการฟอกเลือดมีแนวโน้มเสี่ยงต่อภาวะเปราะบางมากกว่าผู้ที่ฟอกไตทางช่องท้อง (hazard ratio 1.2 ; 95% CI 0.65-0.97)²⁶ ข้อมูลในผู้ป่วยชาวเอเชียมีทิศทางสอดคล้องกับข้อมูลในผู้ป่วยชาวตะวันตก กล่าวคือผู้ที่รับการฟอกไตทางเส้นเลือดมีความเสี่ยงต่อภาวะเปราะบาง 1.29 เท่า (95% CI 0.93-1.80, P=0.118) เมื่อเทียบกับผู้ที่ฟอกไตทางช่องท้อง ข้อมูลจากการวิเคราะห์พหุตัวแปร (multivariate analyses) พบว่าคะแนนรวมของความผิดปกติตามเกณฑ์ของ frailty phenotype ในระหว่างกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันด้านรายละเอียดของความผิดปกติที่พบ โดยผู้ป่วยที่ฟอกไตทางช่องท้องมีกล้ามเนื้ออ่อนแรงและมีภาวะเดินช้าสูงกว่า ในขณะที่ผู้ป่วยที่ฟอกไตทางเส้นเลือดมีความผิดปกติเรื้อรังนำหนักลดมากกว่า ผู้ป่วยที่ฟอกไตทางเส้นเลือดมีคะแนนประเมินคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ (HRQoL) สูงกว่าผู้ที่ฟอกไตทางช่องท้อง และพบว่าสมรรถภาพในการทำกิจกรรมประจำวันลดลงทั้งสองกลุ่ม³⁰

ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะเปราะบาง

ปัจจัยเสี่ยงต่อภาวะเปราะบางแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับบุคคล และ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคไตเรื้อรัง และการบำบัดทดแทนไต

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับบุคคล

1. อายุมาก (advanced age) ในคนปกติมวลและความแข็งแรงกล้ามเนื้อจะลดต่ำลงร้อยละ 1-2 ต่อปี เมื่ออายุ 50 ปี และลดต่ำลงถึงร้อยละ 3 เมื่ออายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป ทำให้เกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยเมื่ออายุสูงขึ้น ข้อมูลจากงานวิจัยที่ทบทวนเกี่ยวกับกลุ่มผู้ที่รับการบำบัดทดแทนไต พบว่าอายุมากขึ้น อาจเป็นสาเหตุสัมพันธ์กับโรคอื่น มีภาวะสมองเสื่อม มีแรงในการทำกิจกรรมประจำวันต่ำ มวลกล้ามเนื้อลดลง สัมพันธ์กับการเกิดภาวะเปราะบาง³¹

2. โรคเรื้อรังร่วม ได้แก่ โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคเบาหวาน ทำให้เกิดภาวะอักเสบเรื้อรังและเร่งการสลายกล้ามเนื้อ เกิดความเหนื่อยล้า ส่งผลให้กิจกรรมทางกายลดลง³¹

3. เพศหญิงมีอัตราการเกิดภาวะเปราะบางสูงกว่าเพศชาย เป็นผลจากการที่ฮอร์โมนอนาบอลิก (anabolic hormone) ลดลง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างมวลกล้ามเนื้อและความหนาแน่นมวลกระดูก ได้แก่ ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (testosterone) growth

hormone และ IGF-1³¹

4. การสูบบุหรี่ (smoking)

5. การมีพฤติกรรมแบบนั่ง ๆ นอน ๆ (sedentary lifestyle) ในแต่ละวันมีการใช้แรงในการทำกิจกรรมอยู่ในระดับต่ำ²⁹

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคไตเรื้อรังและการบำบัดทดแทนไต

1. ภาวะทุพโภชนาการ (Malnutrition) ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังมักได้รับคำแนะนำให้จำกัดปริมาณโปรตีนในอาหาร อาจทำให้พลังงานที่ได้รับไม่เพียงพอ นอกจากนี้มีการเสียกรดอะมิโนและอัลบูมินผ่านการฟอกไต อาการเบื่ออาหารจากการสะสมของเสีย uremic toxins กระบวนการอักเสบ เหล่านี้ล้วนช่วยเร่งการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยตามมา³

2. อาการทางกายอื่น ๆ อันได้แก่ ตะคริว คัน ความดันตกขณะฟอกไตทางเส้นเลือด และความอ่อนล้าหลังการฟอกไต ส่งผลให้มีกิจกรรมทางกายลดลง และคุณภาพชีวิตลดลง^{31, 32}

แนวทางการรักษาและป้องกันภาวะเปราะบาง

ภาวะเปราะบางมีความสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตและอัตราการนอนโรงพยาบาลที่เพิ่มขึ้นในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตโดยมี adjusted hazard ratio เท่ากับ 2.6 (95% CI 1.04 - 6.49) และ 1.43 (95% CI 1.00 - 2.03) ตามลำดับ²⁴ การคัดกรองและวินิจฉัยภาวะเปราะบางตั้งแต่ระยะเริ่มแรก มีความสำคัญอย่างยิ่งในการที่จะแยกผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยง โดยควรคัดแยกหาผู้ป่วยภาวะก่อนเปราะบาง (pre-frail) และภาวะเปราะบาง (frail) เนื่องจากทั้งสองภาวะล้วนเกิดก่อนที่ผู้ป่วยจะเกิดความทุพพลภาพถาวร ดังนั้นทีมผู้รักษาจึงอาจสามารถป้องกัน แก้ไขและฟื้นฟูผู้ป่วยที่มีภาวะดังกล่าวได้ การจัดการภาวะเปราะบาง ประกอบด้วยการรักษาโดยการใช่ยาและไม่ใช่ยา ดังนี้

การออกกำลังกาย

การออกกำลังกายส่งผลดีทางสรีรวิทยาต่อหลายระบบของร่างกาย โดยเฉพาะระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ต่อหัวใจและระบบภูมิคุ้มกัน โดยในกลุ่มผู้สูงอายุพบว่าผู้ที่ออกกำลังกายชนิดสร้างกล้ามเนื้อให้แข็งแรง (resistance exercise) ทำให้สารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอักเสบลดลง ผลการศึกษาจาก The Renal Exercise Demonstration Project (REXDP) ซึ่งทดสอบในผู้ป่วยฟอกไตทางเส้นเลือด พบว่าการออกกำลังกายแบบเบา (low intensity exercise) ช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายในเรื่องความเร็วของการเดิน การลุกนั่ง และเพิ่มคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ (health-related quality of life)³³ นอกจากนี้การออกกำลังกายในรูปแบบอื่น เช่น การรำไทชิ (Tai Chi) หรือที่รู้จักในชื่อว่าไทเก็ก เป็นการออกกำลังกายแบบเบา มีการบริหารข้อต่ออย่างช้า ๆ เป็นท่วงท่า ช่วยการทรงตัว เพิ่มความสามารถทางกายในเรื่องการลุกนั่ง ความเร็วของการเดิน และการประเมินคุณภาพชีวิต

ด้านสุขภาพในผู้ป่วยฟอกไตทางเส้นเลือดขาใต้หัว^{34, 35} ซึ่งสมรรถภาพทางกายและคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพนับเป็นส่วนหนึ่งในเกณฑ์การวินิจฉัยภาวะเปราะบาง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอื่น ๆ ที่สนับสนุนประโยชน์ของการออกกำลังกายต่อการลดภาวะเปราะบาง โดยช่วยเพิ่มความแข็งแรงและมวลกล้ามเนื้อ ฟันฟู การเคลื่อนไหวให้ดีขึ้น^{36, 37}

การรักษาภาวะทุพโภชนาการ (Malnutrition)

ภาวะทุพโภชนาการพบได้ค่อนข้างบ่อยในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่ได้รับการบำบัดทดแทนไต มีความสัมพันธ์กับมวลกล้ามเนื้อที่ลดลงและการอักเสบเรื้อรัง ดังนั้นการได้รับพลังงาน โปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุที่เพียงพอ มีน้ำหนักมวลกายที่เหมาะสมจึงอาจช่วยลดโอกาสเสี่ยงในการเกิดภาวะเปราะบางได้⁵ แนะนำให้ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตควรได้รับโปรตีนมากกว่า 1.2 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน และพลังงาน 30-35 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมต่อวัน⁵

การรักษาภาวะขาดวิตามินดี

วิตามินดีทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วยเรื่องการทรงตัว ป้องกันการหกล้มและกระดูกหักได้ ดังนั้นจึงแนะนำให้วิตามินดีเสริมในผู้ที่ขาดวิตามินดี¹³

การเปลี่ยนมาฟอกไตทางช่องท้อง

ภาวะเปราะบางสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิต (HRQoL) ที่ลดลง และการเสียชีวิต ในปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการบำบัดทดแทนไต (dialysis modality) ที่เหมาะสมในผู้ป่วยที่มีภาวะเปราะบางยังมีข้อมูลค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่จึงมีการศึกษาความสัมพันธ์ของภาวะเปราะบางกับความเสี่ยงในการเสียชีวิตของผู้ป่วยที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฟอกไตทางเส้นเลือดและฟอกไตทางช่องท้อง พบว่าภาวะเปราะบางเพิ่มความเสี่ยงในการเสียชีวิตไม่แตกต่างกันในทั้งสองกลุ่ม^{38, 39} คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพในผู้ป่วยที่มีภาวะเปราะบางนั้นมีผลต่อการตัดสินใจเลือกวิธีบำบัดทดแทนไตจากการศึกษา FEPOD study ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของวิธีการบำบัดทดแทนไตต่อคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ (HRQoL) ในผู้ป่วยที่มีภาวะเปราะบาง³⁸ พบว่าผู้ที่ฟอกไตทางเส้นเลือดและฟอกไตทางช่องท้อง มีคะแนนคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาความพึงพอใจในวิธีการรักษาบำบัดทดแทนไตพบว่าพึงพอใจต่อการฟอกไตทางช่องท้องมากกว่าการฟอกไตทางเส้นเลือด โดยประเมินด้วยแบบสอบถาม (Renal treatment satisfaction questionnaires)⁴⁰ ดังนั้นในคนสูงอายุที่มีภาวะเปราะบางจึงอาจพิจารณาเลือกการบำบัดทดแทนไตด้วยการฟอกไตทางช่องท้อง^{38, 40} เนื่องจากช่วยลดค่าใช้จ่ายและโอกาสเสี่ยงจากการเดินทางไปศูนย์ฟอกไตทางเส้นเลือด³²

การรักษาโดยใช้ยา

ปัจจุบันยังไม่มียาตัวใดที่มีงานวิจัยรองรับว่าสามารถช่วยฟื้นฟู

หรือชะลอภาวะเปราะบาง เช่น ยาในกลุ่ม testosterone, growth hormone ซึ่งออกฤทธิ์ผ่านทาง IGF-1 อาจช่วยเพิ่มความแข็งแรงและมวลกล้ามเนื้อ และให้ฮอร์โมน Dehydroepiandrosterone อาจช่วยเพิ่มมวลกระดูก แต่ผลต่อมวลกล้ามเนื้อยังไม่ชัดเจน^{41, 42} นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดเรื่องผลข้างเคียงของยา ดังนั้นจึงยังต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมถึงประสิทธิภาพของยาต่อการรักษาภาวะเปราะบางในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง

สรุป

ภาวะเปราะบางในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตเป็นภาวะที่พบได้มากขึ้น และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอันเนื่องมาจากอายุขัยที่ยืนยาวขึ้น โดยพบในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังได้ทุกช่วงอายุ โดยเฉพาะผู้ที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตนั้นพบความชุกสูงมากกว่าประชากรทั่วไป ภาวะเปราะบางสัมพันธ์กับภาวะแทรกซ้อนหลายประการ เช่น การหกล้ม ทุพพลภาพ การนอนโรงพยาบาล และอัตราการเสียชีวิต ดังนั้นการคัดกรองวินิจฉัยภาวะก่อนเปราะบางและภาวะเปราะบางในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังจึงมีความสำคัญ เพื่อมุ่งหวังให้การดูแลรักษาตั้งแต่ระยะเริ่มแรกเพราะอาจสามารถฟื้นฟูแก้ไขได้ เครื่องมือ Fried's Frailty Phenotype เป็นเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยภาวะเปราะบางโดยประเมินทั้งด้านกายภาพ (objective assessment) ด้วยการทดสอบมวลกล้ามเนื้อ และการประเมินด้านจิตใจและสังคมจากแบบสอบถาม (questionnaire) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน น่าเชื่อถือ ใช้ประเมินผู้ป่วยได้หลากหลายมิติมากกว่าการใช้เครื่องมือที่ประเมินเพียงด้านใดด้านหนึ่ง สามารถบอกการพยากรณ์โรคและภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องได้ การรักษาภาวะเปราะบางที่แนะนำในปัจจุบัน คือการออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ร่วมกับการให้โภชนาการบำบัดให้ได้พลังงานและโปรตีนในปริมาณที่เหมาะสม ภายใต้การร่วมมือดูแลของสหวิชาชีพ อาจช่วยสร้างเสริมคุณภาพชีวิตและลดภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่มีภาวะเปราะบาง

เอกสารอ้างอิง

1. Annual Report Thailand Renal Replacement Therapy [Internet]. 2020. Available from: <https://www.nephrothai.org/annual-report-thailand-renal-replacement-therapy-2007-2019-th/>.
2. The 2021 United States Renal Data System Annual Data Report (ADR) [Internet]. 2021. Available from: <https://usrds-adr.niddk.nih.gov/2021/end-stage-renal-disease/11-international-comparisons>.
3. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(3):M146-56.

4. Zhang Q, Ma Y, Lin F, Zhao J, Xiong J. Frailty and mortality among patients with chronic kidney disease and end-stage renal disease: a systematic review and meta-analysis. *Int Urol Nephrol*. 2020;52(2):363-70.
5. Wong L, Duque G, McMahon LP. Sarcopenia and Frailty: Challenges in Mainstream Nephrology Practice. *Kidney Int Rep*. 2021;6(10):2554-64.
6. Bales CW, Ritchie CS. Sarcopenia, weight loss, and nutritional frailty in the elderly. *Annu Rev Nutr*. 2002;22:309-23.
7. Bao Y, Dalrymple L, Chertow GM, Kaysen GA, Johansen KL. Frailty, dialysis initiation, and mortality in end-stage renal disease. *Arch Intern Med*. 2012;172(14):1071-7.
8. Davenport A. Comparison of frailty, sarcopenia and protein energy wasting in a contemporary peritoneal dialysis cohort. *Perit Dial Int*. 2022;42(6):571-7.
9. Kamijo Y, Kanda E, Ishibashi Y, Yoshida M. Sarcopenia and Frailty in PD: Impact on Mortality, Malnutrition, and Inflammation. *Perit Dial Int*. 2018;38(6):447-54.
10. Leng S, Chaves P, Koenig K, Walston J. Serum interleukin-6 and hemoglobin as physiological correlates in the geriatric syndrome of frailty: a pilot study. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(7):1268-71.
11. Yao X, Li H, Leng SX. Inflammation and immune system alterations in frailty. *Clin Geriatr Med*. 2011;27(1):79-87.
12. Puts MT, Visser M, Twisk JW, Deeg DJ, Lips P. Endocrine and inflammatory markers as predictors of frailty. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2005;63(4):403-11.
13. Shardell M, Hicks GE, Miller RR, Kritchevsky S, Andersen D, Bandinelli S, et al. Association of low vitamin D levels with the frailty syndrome in men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2009;64(1):69-75.
14. Leng SX, Cappola AR, Andersen RE, Blackman MR, Koenig K, Blair M, et al. Serum levels of insulin-like growth factor-I (IGF-I) and dehydroepiandrosterone sulfate (DHEA-S), and their relationships with serum interleukin-6, in the geriatric syndrome of frailty. *Aging Clin Exp Res*. 2004;16(2):153-7.
15. Sabatino A, Cuppari L, Stenvinkel P, Lindholm B, Avesani CM. Sarcopenia in chronic kidney disease: what have we learned so far? *J Nephrol*. 2021;34(4):1347-72.
16. The USRDS Dialysis Morbidity and Mortality Study: Wave 2. United States Renal Data System. *Am J Kidney Dis*. 1997;30 (2 Suppl 1):S67-85.
17. Ortega-Pérez de Villar L, Martínez-Olmos FJ, Junqué-Jiménez A, Amer-Cuenca JJ, Martínez-Gramage J, Mercer T, et al. Test-retest reliability and minimal detectable change scores for the short physical performance battery, one-legged standing test and timed up and go test in patients undergoing hemodialysis. *PLoS One*. 2018;13(8):e0201035.
18. Rockwood K, Song X, MacKnight C, Bergman H, Hogan DB, McDowell I, et al. A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *CMAJ*. 2005;173(5):489-95.
19. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412-23.
20. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31.
21. Studenski SA, Peters KW, Alley DE, Cawthon PM, McLean RR, Harris TB, et al. The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(5):547-58.
22. Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2014;15(2):95-101.
23. Chen LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Chou MY, Iijima K, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *J Am Med Dir Assoc*. 2020;21(3):300-7.e2.
24. McAdams-DeMarco MA, Law A, Salter ML, Boyarsky B, Gimenez L, Jaar BG, et al. Frailty as a novel predictor of mortality and hospitalization in individuals of all ages undergoing hemodialysis. *J Am Geriatr Soc*. 2013;61(6):896-901.
25. Takeuchi H, Uchida HA, Kakio Y, Okuyama Y, Okuyama M, Umabayashi R, et al. The Prevalence of Frailty and its Associated Factors in Japanese Hemodialysis Patients. *Aging Dis*. 2018;9(2):192-207.
26. Johansen KL, Chertow GM, Jin C, Kutner NG. Significance of frailty among dialysis patients. *J Am Soc Nephrol*. 2007;18(11):2960-7.
27. Lee SY, Yang DH, Hwang E, Kang SH, Park SH, Kim TW, et al. The Prevalence, Association, and Clinical Outcomes of Frailty in Maintenance Dialysis Patients. *J Ren Nutr*. 2017;27(2):106-12.

28. Fu W, Zhang A, Ma L, Jia L, Chhetri JK, Chan P. Severity of frailty as a significant predictor of mortality for hemodialysis patients: a prospective study in China. *Int J Med Sci.* 2021;18(14):3309-17.
29. Johansen KL, Dalrymple LS, Delgado C, Chertow GM, Segal MR, Chiang J, et al. Factors Associated with Frailty and Its Trajectory among Patients on Hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2017;12(7):1100-8.
30. Kang SH, Do JY, Lee SY, Kim JC. Effect of dialysis modality on frailty phenotype, disability, and health-related quality of life in maintenance dialysis patients. *PLoS One.* 2017;12(5):e0176814.
31. Lee HJ, Son YJ. Prevalence and Associated Factors of Frailty and Mortality in Patients with End-Stage Renal Disease Undergoing Hemodialysis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(7):3471.
32. Worthen G, Tennankore K. Frailty Screening in Chronic Kidney Disease: Current Perspectives. *Int J Nephrol Renovasc Dis.* 2019;12:229-39.
33. Painter P, Carlson L, Carey S, Paul SM, Myll J. Physical functioning and health-related quality-of-life changes with exercise training in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2000;35(3):482-92.
34. Chang JH, Koo M, Wu SW, Chen CY. Effects of a 12-week program of Tai Chi exercise on the kidney disease quality of life and physical functioning of patients with end-stage renal disease on hemodialysis. *Complement Ther Med.* 2017;30:79-83.
35. Wang CJ, Johansen KL. Are dialysis patients too frail to exercise?. *Semin Dial.* 2019;32(4):291-6.
36. Forster A, Lambley R, Hardy J, Young J, Smith J, Green J, et al. Rehabilitation for older people in long-term care. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;(1):CD004294.
37. Manfredini F, Mallamaci F, D'Arrigo G, Baggetta R, Bolignano D, Torino C, et al. Exercise in Patients on Dialysis: A Multicenter, Randomized Clinical Trial. *J Am Soc Nephrol.* 2017;28(4):1259-68.
38. Brown EA, Finkelstein FO, Iyasere OU, Kliger AS. Peritoneal or hemodialysis for the frail elderly patient, the choice of 2 evils? *Kidney Int.* 2017;91(2):294-303.
39. Han SS, Park JY, Kang S, Kim KH, Ryu DR, Kim H, et al. Dialysis Modality and Mortality in the Elderly: A Meta-Analysis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2015;10(6):983-93.
40. Iyasere OU, Brown EA, Johansson L, Huson L, Smee J, Maxwell AP, et al. Quality of Life and Physical Function in Older Patients on Dialysis: A Comparison of Assisted Peritoneal Dialysis with Hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016;11(3):423-30.
41. Isidori AM, Giannetta E, Greco EA, Gianfrilli D, Bonifacio V, Isidori A, et al. Effects of testosterone on body composition, bone metabolism and serum lipid profile in middle-aged men: a meta-analysis. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2005;63(3):280-93.
42. Papadakis MA, Grady D, Black D, Tierney MJ, Gooding GA, Schambelan M, et al. Growth hormone replacement in healthy older men improves body composition but not functional ability. *Ann Intern Med.* 1996;124(8):708-16.

Dialyzer Reuse in the Modern Era

Piyapun Prapunwatana and Khajohn Tiranathanagul

Division of Nephrology, Department of Medicine, King Chulalongkorn Memorial hospital, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

Abstract

The use of reprocessed dialyzers has been practiced for over 5 decades. In resource-poor countries, dialyzer reuse can help save up to 30% of the cost resulting in more patients gaining access to hemodialysis. Previous studies have confirmed the safety of dialyzer reprocessing if performed under the recommended standard. Patient survival is also comparable with the use of single-use dialyzer. Today modern dialyzers are less costly and provide better biocompatibility and clearance of uremic toxins with less chemical contamination. These factors have made single-use dialyzers increasingly popular. Moreover, the current methods used to determine the efficiency of dialyzer reprocessing are based on studies published 30 years ago which focused only on the clearance of small molecules. Modern hemodialysis and dialyzers are able to provide better clearance of the middle molecules which is associated with better outcomes. The number of studies on the reprocessing of super high flux and middle cut-off dialyzers are also limited. Therefore, there is an urgent need for studies on the reprocessing and reuse of modern dialyzers, especially in the resource-poor countries in order to provide the most effective and economical hemodialysis to the patients.

Keywords: HD; dialysis; dialyzer reuse; dialyzer; ESKD; kidney failure; uremic toxins

Corresponding author: Piyapun Prapunwatana

Email: pi_yapun@hotmail.com

Received 28 September 2023; Revised 16 October 2023; Accepted 25 October 2023



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

การนำตัวกรองเลือดกลับมาใช้ซ้ำในยุคสมัยใหม่

ปิยพันธ์ ประพันธ์วัฒนะ และ ขจร ตีรณนากุล

สาขาวิชาโรคไต ภาควิชาอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

บทคัดย่อ

การนำตัวกรองเลือดกลับมาใช้ซ้ำมีการทำกันมานานกว่า 5 ทศวรรษ ซึ่งอาจสามารถช่วยลดต้นทุนการฟอกเลือดได้ถึงร้อยละ 30 จึงมีส่วนช่วยให้ผู้ป่วยเข้าถึงการฟอกเลือดได้มากขึ้น โดยเฉพาะในประเทศที่ขาดแคลนทรัพยากร การศึกษาในอดีตแสดงให้เห็นถึงความปลอดภัยของการใช้ตัวกรองเลือดซ้ำ หากตัวกรองผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ซ้ำตามขั้นตอนมาตรฐาน นอกจากนี้ผู้ป่วยที่ใช้ตัวกรองเลือดซ้ำมีอัตราการอยู่รอดที่ไม่แตกต่างจากผู้ป่วยที่ใช้ตัวกรองเลือดแบบครั้งเดียวแล้วทิ้ง อย่างไรก็ตามปัจจุบันการฟอกเลือดมีการพัฒนาไปมากด้วยราคาตัวกรองเลือดที่ถูกลง ความสามารถในการกำจัดสารยูริคมีขนาดกลางที่สูงขึ้น ความเข้ากันได้ของตัวกรองเลือดกับผู้ป่วยที่ดีขึ้น และมีสารเคมีที่เป็นอันตรายจากโรงงานลดลง จึงทำให้ตัวกรองเลือดแบบใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งมีความแพร่หลายมากขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นวิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพตัวกรองเลือดหลังนำกลับมาใช้ซ้ำยังอ้างอิงการศึกษาเมื่อ 30 ปีก่อนที่โดยเฉพาะสารยูริคมีขนาดเล็ก ในขณะที่ปัจจุบันวิธีการฟอกเลือดและตัวกรองถูกพัฒนาเพื่อให้กำจัดสารยูริคมีขนาดกลางได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังแทบจะไม่มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการนำตัวกรองสมัยใหม่ที่มีขนาดใหญ่พิเศษมาใช้ซ้ำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงกระบวนการทำความสะอาดตัวกรอง การตรวจสอบประสิทธิภาพ และผลลัพธ์ของการนำตัวกรองเลือดสมัยใหม่มาใช้ซ้ำอย่างเร่งด่วนโดยเฉพาะในประเทศที่ยังมีการขาดแคลนทางทรัพยากร ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยสามารถเข้าถึงและได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

คำสำคัญ: การนำตัวกรองเลือดกลับมาใช้ซ้ำ; ตัวกรองเลือดแบบใช้ครั้งเดียว; ตัวกรองเลือด; ฟอกเลือด; โรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย; ไตวาย

บทนำ

จุดเริ่มต้นของการนำตัวกรองเลือดกลับมาใช้ซ้ำเริ่มตั้งแต่สมัย ค.ศ. 1950 ที่เริ่มมีการคิดค้นตัวกรองเลือด เนื่องจากสมัยนั้นการผลิตตัวกรองเลือดมีความยากลำบากและมีต้นทุนสูง กระบวนการนำตัวกรองเลือดกลับมาใช้ซ้ำจึงมีความสำคัญ มีการศึกษาวิธีการฆ่าเชื้อตัวกรองในอดีตหลายการศึกษาตั้งแต่การใช้ความเย็น การอบหรือหนึ่งด้วยความร้อน การใช้สารเคมี และการใช้กรดต่าง¹ สำหรับปัจจุบันวิธีที่ได้รับความนิยมใช้มากที่สุด คือ สารเคมี กรดเปอร์อะซิติก (peracetic acid)² ปัจจัยที่ต้องคำนึงในกระบวนการนำตัวกรองเลือดกลับมาใช้ซ้ำ ได้แก่ ต้นทุนทั้งด้านราคาตัวกรองและค่าแรงบุคลากร ประสิทธิภาพของตัวกรองที่เปลี่ยนแปลง ความปลอดภัยของผู้ป่วยและบุคลากร การคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและสิทธิของผู้ป่วย ทั้งนี้เป้าหมายของการฟอกเลือด

ในปัจจุบันมุ่งเน้นไปที่การเพิ่มขีดความสามารถในการกำจัดสารยูริคมีขนาดกลางและสารยูริคมีที่จับกับโปรตีน มากกว่าการกำจัดเพียงสารยูริคมีขนาดเล็ก ทำให้ปัจจุบันหลายบริษัทต่าง ๆ มีการพัฒนาคุณสมบัติของตัวกรองเลือดให้มีรูกรองขนาดใหญ่ขึ้น และกำจัดสารยูริคมีขนาดกลางได้มากขึ้น เรียกตัวกรองกลุ่มนี้ว่า ตัวกรองรูใหญ่พิเศษ (super high-flux dialyzer, medium cut-off dialyzer) ทั้งนี้เนื่องจากปัจจุบันกลุ่มประเทศรายได้สูงที่เป็นผู้ผลิตตัวกรองนิยมการใช้ตัวกรองแบบใช้ครั้งเดียว (single-use dialyzer) มากกว่าการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำ² ทำให้การศึกษาประสิทธิภาพของตัวกรองรุ่นใหม่รวมถึงตัวกรองรูใหญ่พิเศษเป็นการศึกษาสำหรับใช้แบบครั้งเดียวเกือบทั้งหมด ต่อไปนี้จะกล่าวถึงปัจจัยต่างๆ ที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้ตัวกรองแบบซ้ำหรือแบบครั้งเดียว (รูปที่ 1)

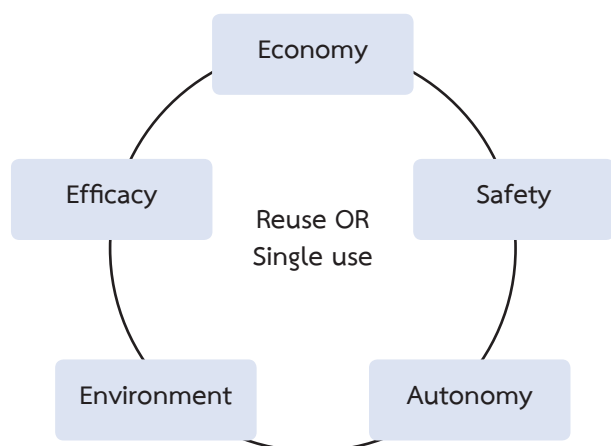
ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: ปิยพันธ์ ประพันธ์วัฒนะ

อีเมล: pi_yapun@hotmail.com

รับบทความ: 28 กันยายน 2566; **ปรับปรุงแก้ไข** 16 ตุลาคม 2566; **รับตีพิมพ์:** 25 ตุลาคม 2566



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.



รูปที่ 1 ปัจจัยที่ต้องคำนึงระหว่างการเลือกใช้ตัวกรองแบบใช้ครั้งเดียวหรือตัวกรองแบบใช้ซ้ำ

ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic aspect)

การคำนวณต้นทุนของการนำตัวกรองเลือดกลับมาใช้ซ้ำต้องมองในหลายด้าน ได้แก่ ค่าตัวกรองเลือด ค่าอุปกรณ์การล้างตัวกรอง ค่ายาฆ่าเชื้อตัวกรอง ค่าพื้นที่จัดเก็บตัวกรอง และค่าแรงในกระบวนการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่ละประเทศ การศึกษาของ Baris³ ที่ประเทศแคนาดาในปี 1993 สมัยนั้นตัวกรองเลือดมีราคาสูงมาก พบว่าการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายต่อการฟอกเลือดได้ถึง 3 เท่า ต่อมาเมื่อตัวกรองมีราคาลดลง ทำให้พบว่า การนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำในการศึกษาหลังจากนั้นช่วยลดต้นทุนต่อการฟอกเลือดลงเฉลี่ยร้อยละ 15-30⁴ อย่างไรก็ตามในบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา การใช้ตัวกรองแบบใช้ครั้งเดียวอาจมีต้นทุนที่ต่ำกว่าเนื่องจากบริษัทผู้ผลิตได้ลดราคาตัวกรองลงเพื่อสนับสนุนนโยบายการใช้ตัวกรองแบบใช้ครั้งเดียวในขณะที่ค่าแรงบุคลากรค่อนข้างสูง⁵

บทบาทของการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำมีความสำคัญในประเทศกำลังพัฒนาที่มีรายได้ต่อหัวประชากรต่ำ ยกตัวอย่างในทวีปเอเชียได้มีผู้ป่วยเพียงร้อยละ 10 ที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตและกว่าร้อยละ 70 ต้องหยุดการรักษาใน 3 เดือนแรกเนื่องจากปัญหาด้านค่าใช้จ่าย⁶ การใช้ตัวกรองเลือดซ้ำสามารถลดต้นทุนค่าฟอกเลือดต่อครั้งทำให้ผู้ป่วยมีโอกาสเข้าถึงการรักษาได้มากขึ้น สำหรับในประเทศไทยอ้างอิงจากค่าบริการการฟอกเลือดเฉลี่ย 1800 บาทต่อครั้ง สมมติราคาตัวกรองเลือดที่ 800 บาท การใช้ตัวกรองซ้ำ 5 ครั้งจะช่วยลดต้นทุนต่อการฟอกเลือดได้ร้อยละ 25 และหากใช้ตัวกรองซ้ำ 10 และ 15 ครั้ง จะช่วยลดต้นทุนต่อการฟอกเลือดเพิ่มขึ้นจากเดิมอีกเพียงร้อยละ 2.5 และ 1.25 ตามลำดับ ดังนั้นจำนวนรอบของการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าและประสิทธิภาพของตัวกรองที่อาจเปลี่ยนแปลงไป

ด้านความปลอดภัย (Safety concern)

ปฏิกิริยาต่อตัวกรองเลือด (dialyzer reaction)

ภาวะแพ้ตัวกรองเลือดพบได้บ่อยในการใช้ตัวกรองเลือดครั้งแรก (first use syndrome) แบ่งเป็น 2 แบบ แบบแรก Type A reaction ส่วนใหญ่เกิดอาการภายในไม่กี่นาทีแรกหลังเริ่มฟอกเลือด แต่ยังไม่พบได้จนถึง 30 นาทีแรก ผู้ป่วยบางรายมีอาการเพียงเล็กน้อย เช่น ร้อนบริเวณเส้น คัน ผื่นลมพิษ ปวดศีรษะ คลื่นไส้อาเจียน จนกระทั่งอาการรุนแรง หอบเหนื่อย ความดันโลหิตตกหรือหัวใจหยุดเต้น สาเหตุในอดีตส่วนใหญ่เกิดจากการแพ้สารฆ่าเชื้อเอทิลีนออกไซด์ (ethylene oxide) ที่ตกค้างอยู่ในตัวกรองใหม่ กลไกผ่านการกระตุ้นอิมมูโนโกลบูลินอี (immunoglobulin E) หรืออีกสาเหตุหนึ่งคือเกิดการคั่งของสารบราดีไคนิน (bradykinin) ในผู้ป่วยที่ใช้ตัวกรอง acrylonitrile-sodium methallyl sulfonate (AN69 dialyzer) ร่วมกับรับประทานยา angiotensin-converting enzyme inhibitors (ACEi) ภาวะแพ้ตัวกรองแบบนี้มีโอกาสเกิดลดลงหากตัวกรองผ่านการนำกลับมาใช้ซ้ำ อย่างไรก็ตามมีรายงานภาวะแพ้รุนแรงในผู้ป่วยที่ใช้ตัวกรองซ้ำที่ใช้ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ หรือฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde) เป็นสารฆ่าเชื้ออยู่บ้าง⁷

แบบที่สอง Type B reaction ผู้ป่วยอาจแสดงอาการแน่นหน้าอก ปวดหลัง เหนื่อย คลื่นไส้อาเจียน หรือความดันต่ำ อาการมักเกิดช่วง 15-30 นาทีแรกหลังเริ่มการฟอกเลือดและอาการสามารถดีขึ้นได้เอง สาเหตุเกิดจากการกระตุ้นคอมพลีเมนต์ (complement) ด้วยตัวกรองที่มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (bio-compatibility) ต่ำ เช่น ตัวกรองเซลลูโลส (cellulose dialyzer) พบว่าการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำสามารถลดการกระตุ้นคอมพลีเมนต์ได้ถึงร้อยละ 90⁸ อย่างไรก็ตามปัจจุบันตัวกรองรุ่นใหม่มีการปรับปรุงข้อดีและความเข้ากันได้ทางชีวภาพสูงขึ้นมาก ทำให้ภาวะแพ้ตัวกรองเลือดแบบนี้ลดลงมาก

อันตรายจากสารเคมีตกค้าง

การสัมผัสสารฆ่าเชื้อเป็นอันตรายได้ทั้งผู้ป่วยและบุคลากรที่มีหน้าที่ทำความสะอาดตัวกรอง ไอร์อะเซทจากสารฟอร์มาลดีไฮด์ และกลูตาไรลดีไฮด์ (glutaraldehyde) สามารถระคายเคืองต่อเยื่อตาและทางเดินหายใจ นอกจากนี้การล้างโซเดียมไฮโปคลอไรท์ออกไม่หมดในขั้นตอนทำความสะอาดอาจเกิดการตกค้างแล้วทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์หรือกรดเปอร์อะซิติก ในขั้นตอนการฆ่าเชื้อส่งผลให้เกิดไอร์อะเซทหรือฟอร์มิคซึ่งเป็นอันตรายต่อทางเดินหายใจและทำให้คลื่นไส้อาเจียนได้⁹

มีข้อมูลผู้ป่วยที่ใช้ตัวกรองที่ผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ซ้ำด้วยสารฟอร์มาลดีไฮด์เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตก เนื่องจากเม็ดเลือดแดงที่ตกค้างในตัวกรองสัมผัสกับสารฟอร์มาลดีไฮด์แล้วทำให้เกิด anti-N like antibody ต่อ N antigen บนผิวเม็ดเลือดแดง พบว่าระดับฟอร์มาลดีไฮด์ตกค้าง 3-13 ไมโครกรัม

ต่อมิลลิกรัมสัมพันธ์กับการเกิด anti-N like antibody ต่อมาจึงได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการล้างตัวกรองเพื่อให้สารฟอร์มาลดีไฮด์ตกค้างลดลง อย่างไรก็ตามพบว่าแม้จะล้างจนระดับสารเคมีต่างๆลดลงต่ำแล้วแต่อาจมีการเพิ่มกลับ (rebound) ขึ้นมาได้จากบริเวณ potting ของตัวกรอง โดยพบการเพิ่มกลับของสารฟอร์มาลดีไฮด์มากกว่ากรดเปอร์อะซิติก¹⁰

ตัวกรองเลือดตัวใหม่ก็มีสารตกค้างหลายชนิดที่เกิดจากกระบวนการผลิต อาทิ กลีเซอรอล แอลกอฮอล์ ทาเลท โพลีเอทิลีน ทองแดงและโซเดียม เป็นต้น⁹ ซึ่งจำเป็นต้องมีการล้างตัวกรองด้วยน้ำเกลือก่อนนำไปใช้กับผู้ป่วย ซึ่งอาจยังมีหลงเหลือเข้าไปในตัวผู้ป่วยได้ เชื่อว่ากระบวนการนำกลับมาใช้ซ้ำสามารถกำจัดสารเหล่านี้ออกไปได้ อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลเพียงพอว่าการฟอกเลือดด้วยตัวกรองแบบใช้ครั้งเดียวในระยะยาวจะทำให้มีสารตกค้างในร่างกายระดับที่เป็นอันตรายได้หรือไม่

การติดเชื้อ

มีรายงานการติดเชื้อแบคทีเรียแกรมลบเป็นกลุ่มก้อนในศูนย์ฟอกเลือดที่ใช้ตัวกรองเลือดเข้ามาเป็นระยะ โดยพบว่าเชื้อแบคทีเรียที่พบในเลือดผู้ป่วยเป็นเชื้อเดียวกันกับที่เก็บจากบริเวณหัวตัวกรองเลือด และ O-rings หรือบริเวณหัวเครื่องล้างตัวกรองอัตโนมัติ¹¹⁻¹³ เนื่องจากบางศูนย์ฟอกเลือดมีการถอดหัวตัวกรองและ O-rings ไปล้างและใส่กลับทำให้บริเวณข้อต่ออาจมีน้ำยาฆ่าเชื้อเข้าไปได้ไม่ทั่วถึง แนวทางป้องกันในปัจจุบันคือบริษัทมีการพัฒนาเครื่องล้างตัวกรองอัตโนมัติให้ล้างบริเวณส่วนหัวตัวกรองมากขึ้น และการเน้นย้ำบุคลากรให้ล้างตัวกรองเลือดตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังมีผู้เชี่ยวชาญบางท่านแนะนำวิธีล้างตัวกรองแบบไม่ถอดหัวตัวกรองเลือด หรือเลือกใช้ตัวกรองเลือดแบบถอดหัวตัวกรองไม่ได้

อัตราการเสียชีวิต

มีการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเสียชีวิตในผู้ป่วยที่ใช้ตัวกรองเลือดซ้ำและใช้ครั้งเดียวหลายการศึกษา จากการทบทวนวรรณกรรมล่าสุด¹⁴ การฟอกเลือดโดยการใช้ตัวกรองทั้งสองวิธีไม่พบความแตกต่างของอัตราการเสียชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเชิงสังเกต (observational study) นอกจากนี้แต่ละการศึกษามีการใช้ตัวกรองที่แตกต่างกันตามยุคสมัย และมีการใช้กระบวนการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำที่แตกต่างกัน ทำให้ไม่สามารถเอามาอ้างอิงกับวิธีการฟอกเลือดยุคใหม่ เช่น การฟอกเลือดไฮโมโดอะฟิเตรชัน (hemodiafiltration, HDF) และการฟอกเลือดด้วยตัวกรองรูใหญ่พิเศษ (expanded hemodialysis, HDx)

การสูญเสียโปรตีนในน้ำยาฟอกเลือด

มีข้อมูลชัดเจนว่าระดับอัลบูมินในเลือดที่ต่ำสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตที่สูงขึ้น โดยเฉพาะเมื่ออัลบูมินในเลือดต่ำกว่า 3.5 กรัม/เดซิลิตร¹⁵ ปัจจัยสำคัญอันหนึ่งคือการสูญเสียโปรตีนไปกับน้ำยา

ฟอกเลือด การฟอกเลือดแบบมาตรฐาน (convective hemodialysis) ด้วยตัวกรองแบบใช้ครั้งเดียว มีการสูญเสียโปรตีนประมาณ 0.5-1 กรัมสำหรับตัวกรอง high flux และสูญเสียโปรตีนประมาณ 3 กรัมสำหรับตัวกรองรูใหญ่พิเศษ¹⁶ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าการใช้ตัวกรองรูใหญ่ไม่ได้ทำให้ระดับอัลบูมินในเลือดลดลง แต่กลับมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ขณะที่การใช้ตัวกรองรูใหญ่พิเศษอาจทำให้ระดับอัลบูมินในเลือดลดลงประมาณ 0.1-0.3 กรัม/ดล. ในช่วง 3-6 เดือนแรกก่อนที่จะค่อยๆเพิ่มกลับมาใกล้เคียงเดิม^{17, 18}

สำหรับการฟอกเลือดโดยนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำมีปัจจัยที่ต้องคำนึงเพิ่มเติม เนื่องจากสารฆ่าเชื้อในกระบวนการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำมีผลต่อคุณสมบัติของตัวกรองส่งผลให้การสูญเสียโปรตีนในน้ำยาฟอกเลือดมีการเปลี่ยนแปลง มีการศึกษาใช้สารฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในการฆ่าเชื้อตัวกรอง high flux polysulfone F80A พบว่าการสูญเสียโปรตีนในน้ำยาฟอกเลือดเพิ่มขึ้นจาก 1.2 กรัมในการใช้ตัวกรองครั้งแรกเป็น 1.8, 2.9, 6.4, 10.5 และ 17.5 กรัมในการใช้ตัวกรองครั้งที่ 5, 10, 15, 20 และ 25 ตามลำดับ¹⁹ ขณะที่อีกการศึกษาใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในการฆ่าเชื้อตัวกรอง high flux polysulfone F80B ที่มีการปรับคุณสมบัติตัวกรองพบการสูญเสียโปรตีนในน้ำยาฟอกเลือดเพียง 0.5 และ 1.5 กรัมในการใช้ตัวกรองครั้งที่ 15 และ 20 ตามลำดับ²⁰ สำหรับกรดเปอร์อะซิติก มีการศึกษาที่ใช้กรดเปอร์อะซิติกในการฆ่าเชื้อตัวกรอง low flux 2 ชนิด (TAF175, CA210) และตัวกรอง high flux 2 ชนิด (CT190G, F80A) พบว่าการสูญเสียโปรตีนในน้ำยาฟอกเลือดมีแนวโน้มลดลงทั้งหมด²¹ โดยสรุปการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์แนวโน้มทำให้มีการสูญเสียโปรตีนในน้ำยาฟอกเลือดมากขึ้น ขณะที่การใช้กรดเปอร์อะซิติกแนวโน้มทำให้มีการสูญเสียโปรตีนในน้ำยาฟอกเลือดลดลง สาเหตุเนื่องจากโซเดียมไฮโปคลอไรท์กำจัดโปรตีนตกค้างในตัวกรองได้ดีแต่อาจทำให้คุณสมบัติตัวกรองเปลี่ยนไปขณะที่กรดเปอร์อะซิติกไม่สามารถกำจัดโปรตีนที่เกาะในตัวกรองได้หมด นอกจากนี้คุณสมบัติของตัวกรองแต่ละรุ่นก็เปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน เมื่อผ่านการนำกลับมาใช้ซ้ำดังเช่นใน polysulfone F80A และ F80B

สำหรับตัวกรองรูใหญ่พิเศษได้รับการออกแบบจากผู้ผลิตมาสำหรับใช้ครั้งเดียว อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่กำลังดำเนินการของโรงพยาบาลจุฬาฯ รพ.สงวนวิจัย TCTR20211209004 มีการนำตัวกรอง super high-flux (ELISIO-21HX) กลับมาใช้ซ้ำด้วยสารฆ่าเชื้อกรดเปอร์อะซิติก พบว่าแนวโน้มมีการสูญเสียโปรตีนในน้ำยาฟอกเลือดลดลง อย่างไรก็ตามต้องรอผลการศึกษาอย่างเป็นทางการอีกที สำหรับการใส่สารฆ่าเชื้อโซเดียมไฮโปคลอไรท์จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมก่อนนำมาใช้กับตัวกรองรูใหญ่พิเศษ เนื่องจากอาจทำให้มีการสูญเสียโปรตีนในน้ำยาฟอกเลือดมากขึ้น จนเกินผลเสียต่อผู้ป่วย

ด้านประสิทธิภาพของตัวกรอง (Efficacy of dialyzer)

ปัจจุบันตัวกรองเลือดมีการพัฒนาไปมากเพื่อให้กำจัดของเสียยูริมิก (uremic toxin) ได้หลากหลายชนิดโดยเฉพาะสารยูริมิกขนาดกลาง (middle molecule uremic toxin) นิยามขนาดของของเสียยูริมิกก็มีการปรับเปลี่ยนให้เข้าได้กับคุณสมบัติของตัวกรองเลือด สารยูริมิกขนาดกลางมีการแบ่งย่อยเป็น small-middle molecule ขนาด 0.5-15 กิโลดาลตัน medium-middle molecule ขนาด 15-25 กิโลดาลตัน และ large-middle molecule ขนาด 25-58 กิโลดาลตัน²² แม้ว่าการฟอกเลือดจะมีการพัฒนาไปมากแต่การประเมินประสิทธิภาพของตัวกรองก่อนนำกลับมาใช้ซ้ำยังอ้างอิงข้อมูลเมื่อ 30 ปีที่แล้วที่พบว่า total cell volume (TCV) ที่ลดลงร้อยละ 20 ของค่าเริ่มต้น จะสัมพันธ์กับการลดลงของการขจัดยูริมิกขนาดเล็กไม่เกินร้อยละ 10²³ ซึ่งข้อมูลได้มาจากการใช้ตัวกรอง low flux ร่วมกับการเปิด blood flow rate ค่อนข้างต่ำ แนวทางปฏิบัติต่างยี่ห้อหลักว่าการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำจะต้องมีค่า TCV ลดลงไม่เกินร้อยละ 20²⁴ อย่างไรก็ตามพบว่าค่า TCV ที่ลดลงอาจไม่สัมพันธ์กับการขจัดสารยูริมิกขนาดกลางโดยเฉพาะในตัวกรอง high flux

ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของตัวกรองคือสารที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อตัวกรอง พบว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ร่วมกับฟอร์มาลดีไฮด์หรือกรดเปอร์อะซิติกมีผลทำให้รูกรองมีการเปลี่ยนแปลงกว้างขึ้นทำให้กำจัดสารยูริมิกขนาดกลางได้มากขึ้นแล้กว่าการสูญเสียโปรตีนในน้ำยาฟอกเลือดที่มากขึ้นเช่นกัน ขณะที่การใช้กรดเปอร์อะซิติกเพียงอย่างเดียวไม่สามารถกำจัดโปรตีนตกค้างได้หมด ทำให้รูกรองมีขนาดเล็กลง แนวโน้มการกำจัดสารยูริมิกขนาดกลางลดลง

ประสิทธิภาพของตัวกรอง low flux และ high flux

Bhamidipati และคณะ²⁰ ศึกษาผลของการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ร่วมกับฟอร์มาลดีไฮด์ในการนำตัวกรอง high-efficiency cellulose (T220L) และ high-flux polysulfone (F80B) กลับมาใช้ซ้ำทั้งหมด 20 ครั้ง พบว่าที่ใช้ครั้งที่ 5 ตัวกรอง T220L มีการกำจัด urea และ creatinine เพิ่มขึ้นร้อยละ 4 และ 5.5 ตามลำดับ ขณะที่การกำจัด β 2-microglobulin มีค่าน้อยจนไม่มีนัยสำคัญ ส่วนตัวกรอง F80B มีการกำจัด urea และ creatinine เปลี่ยนแปลงน้อยกว่าร้อยละ 10 ขณะที่การกำจัด β 2-microglobulin เพิ่มขึ้นจาก <5 มล./นาที่ ที่การใช้ครั้งแรกเป็น 21.2 มล./นาที่ ที่การใช้ครั้งที่ 20 สรุปว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ร่วมกับฟอร์มาลดีไฮด์ส่งผลให้การกำจัด β 2-microglobulin ของ high-flux polysulfone หลังการใช้ตัวกรองซ้ำ 20 ครั้ง เพิ่มขึ้นมากกว่า 4 เท่า

Richard และคณะ²⁵ ศึกษาผลของการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ร่วมกับกรดเปอร์อะซิติกในการนำตัวกรอง high flux polysulfone

(F80B) กลับมาใช้ซ้ำทั้งหมด 16 ครั้ง พบว่า Kt/V urea แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่พบว่าการกำจัด β 2-microglobulin เพิ่มขึ้นหากมีการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ร่วมด้วย และไม่เปลี่ยนแปลงหากใช้กรดเปอร์อะซิติกอย่างเดียว

Rosemary และคณะ²⁶ ศึกษาผลของการใช้กรดเปอร์อะซิติกในการนำตัวกรอง low flux cellulose (AM-UP-75WET) และ high flux polysulfone (F80B) กลับมาใช้ซ้ำ 15 ครั้ง พบว่า Kt/V urea แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทั้ง 2 กลุ่ม แต่การกำจัด β 2-microglobulin ในตัวกรอง F80B ลดลงจากร้อยละ 30 เหลือเพียงร้อยละ 10 เทียบระหว่างการใช้ครั้งแรกและครั้งที่ 10 ($p < 0.05$)

Leypoldt และคณะ²¹ ศึกษาผลของการใช้กรดเปอร์อะซิติกในการนำตัวกรอง low flux และ high flux dialyzer จำนวน 15 ครั้ง พบว่าการกำจัดสารยูริมิกขนาดเล็กลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญในทั้ง 2 กลุ่ม แต่การกำจัด β 2-microglobulin ของตัวกรอง high-flux ทั้ง 2 ชนิดหลังจากใช้ซ้ำ 15 ลดลงถึงร้อยละ 29 และ 68

Tonelli และคณะ²⁷ ศึกษาผลของการใช้กรดซิตริก (citric acid) ร่วมกับความร้อน (heat) ในการนำตัวกรอง high flux polysulfone (F80B) กลับมาใช้ซ้ำ 25 ครั้ง ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของการกำจัด urea และ creatinine แต่พบการกำจัด β 2-microglobulin เพิ่มขึ้นจาก 22.4 มล./นาที่ เป็น 41.7 มล./นาที่ หรือเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่า

จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าตัวกรอง high-flux แต่ละชนิดเมื่อมีการนำกลับมาใช้ซ้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงของการกำจัดสารยูริมิก β 2-microglobulin ที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก ไม่เหมือนการกำจัดสารยูริมิกขนาดเล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อเยื่อตัวกรอง และชนิดของสารที่ใช้ในกระบวนการนำกลับมาใช้ซ้ำ โดยพบว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์, กรดซิตริก และความร้อนในกระบวนการล้างตัวกรองจะทำให้การกำจัด β 2-microglobulin แนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่วนการใช้กรดเปอร์อะซิติกพบว่าการกำจัด β 2-microglobulin แนวโน้มลดลง

ประสิทธิภาพของตัวกรองรูใหญ่พิเศษ

ตัวกรองรูใหญ่พิเศษถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถกำจัดสารยูริมิกขนาดกลางได้มากขึ้น ตัวกรองรูใหญ่พิเศษมีหลายชื่อเรียก โดยแบ่งเป็น 2 ค่ายใหญ่ ได้แก่ super high-flux (SHF) ซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากประเทศญี่ปุ่น และ high cut-off (HCO) หรือ medium cut-off (MCO) dialyzer ซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากทางยุโรป ตัวกรองรูใหญ่พิเศษถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัด β 2-microglobulin มากกว่าตัวกรองรูใหญ่ประมาณ 2-5 เท่า และสามารถกำจัดสารยูริมิกขนาดกลางได้ตั้งแต่ small-middle molecule จนถึง large-middle molecule

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าในปัจจุบันกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว

ส่วนใหญ่ใช้วิธีฟอกเลือดด้วยตัวกรองแบบใช้ครั้งเดียว ทำให้การผลิตตัวกรองรูใหญ่พิเศษไม่มีการศึกษาถึงการนำกลับมาใช้ซ้ำ อย่างไรก็ตามมีข้อมูลเบื้องต้นของการศึกษาที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ในผู้ป่วยฟอกเลือด HD ด้วยตัวกรอง SHF (PES 17Dαeco) ตัวกรองมีการนำกลับมาใช้ซ้ำ 12 ครั้งด้วยกรดเปอร์อะซิติก มีการเก็บเลือดครั้งที่ 4 และ 12 พบว่าค่าเฉลี่ยการกำจัด $\beta 2$ -microglobulin ยังคงสูงถึง 106 มล./นาที่ และค่าเฉลี่ยการกำจัด $\alpha 1$ -microglobulin 62 มล./นาที่

ประสิทธิภาพของตัวกรองรูใหญ่พิเศษภายหลังผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ซ้ำยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากผลอาจเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดสารฆ่าเชื้อ ชนิดของวัสดุตัวกรอง และ

จำนวนครั้งของการนำกลับมาใช้ซ้ำ ที่สำคัญยังมีของเสียยูรีมิกอีกหลายชนิดที่ยังไม่ได้มีการตรวจวัด จากการศึกษาที่กำลังดำเนินการของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ TCTR20211209004 มีแนวโน้มว่าการใช้กรดเปอร์อะซิติกเป็นสารฆ่าเชื้อยังทำให้ตัวกรองรูใหญ่พิเศษกำจัด $\beta 2$ -microglobulin ได้ดีกว่าการใช้ตัวกรอง high flux ค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามต้องรอผลการศึกษากลับมาเป็นทางการอีกครั้ง

จากข้อมูลที่ได้อีกกล่าวมา สรุปผลของวิธีการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำด้วยวิธีต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการกำจัดของเสียยูรีมิกและการสูญเสียโปรตีนของตัวกรองแต่ละชนิดดังแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลของวิธีฆ่าเชื้อต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการกำจัดของเสียยูรีมิกและการสูญเสียโปรตีนของตัวกรองแต่ละชนิด

	Urea and Creatinine Clearance	$\beta 2$ -microglobulin Clearance	Albumin Loss to Dialysate
Low flux dialyzer			
• Bleach/formaldehyde	↔	Few	↔
• Bleach/peracetic acid	No data	No data	No data
• Peracetic acid	↔	Few	↔
• Citric acid/Heat	No data	No data	No data
High flux dialyzer			
• Bleach/formaldehyde	↔	↑↑	↑↑
• Bleach/peracetic acid	↔	↑	↔
• Peracetic acid	↔	↓	↓
• Citric acid/Heat	↔	↑↑	↑
Super-high flux dialyzer			
• Peracetic acid	May ↔	May ↔	May ↓
• Others	No data	No data	No data

ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental aspect)

การฟอกเลือดเป็นหนึ่งในหัตถการทางการแพทย์ที่มีการสร้างขยะและน้ำเสียมากที่สุด โดยการฟอกเลือด 1 ครั้งสร้างขยะประมาณ 1.5-8 กิโลกรัม²⁸ และประมาณครึ่งหนึ่งเป็นขยะติดเชื้อและใช้น้ำประมาณ 300 ลิตร เมื่อรวมกับขั้นตอนการเตรียมเครื่องอาจใช้น้ำถึง 500 ลิตรต่อการฟอกเลือด 1 ครั้ง ตัวกรองเลือดเป็นขยะติดเชื้อที่น้ำหนักรวมที่สุดในการฟอกเลือด ผู้ป่วยฟอกเลือดหนึ่งรายหากฟอกเลือด 3 ครั้งต่อสัปดาห์ด้วยตัวกรองแบบใช้ครั้งเดียว ในหนึ่งปีจะมีขยะตัวกรอง 156 ตัวกรอง เมื่อเทียบกับการใช้ซ้ำ 10 ครั้ง จะมีขยะตัวกรองเหลือ 15 ตัวกรอง สำหรับประเทศไทยที่มีผู้ป่วยฟอกเลือดอยู่ 130000 คน หากฟอกเลือดแบบใช้ตัวกรองครั้งเดียว 3 ครั้งต่อสัปดาห์จะทำให้มีขยะตัวกรองมากถึง 20 ล้านตัว เทียบกับ 2 ล้านตัวกรองหากมีการใช้ซ้ำ 10 ครั้ง หรือคิดเป็นปริมาณขยะ

ติดเชื้อที่ลดประมาณ 2.7 ล้านกิโลกรัม แต่แลกกับการใช้สารกรดเปอร์อะซิติก 1.7 ลิตรต่อการฆ่าเชื้อตัวกรองหนึ่งครั้ง หรือประมาณ 34 ล้านลิตรต่อปี

ปัจจุบันมีบทความกล่าวถึง green nephrology มากขึ้น เพื่อพยายามให้แพทย์โรคไตตระหนักถึงการลดปริมาณขยะทางการแพทย์ในศูนย์ฟอกเลือด^{28, 29} อาทิ การปรับปรุงระบบน้ำในหน่วยไตเทียม การพยายามแยกขยะไม่ติดเชื้อออกจากขยะติดเชื้อ การเลือกตัวกรองที่มีน้ำหนักเล็กกว่าแต่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน³⁰ การนำวัสดุบางชนิดกลับมาใช้ซ้ำ และการฟอกเลือดแบบ incremental dialysis เป็นต้น ทั้งหมดที่กล่าวมาแพทย์และบุคลากรในหน่วยไตเทียมต้องทำร่วมกันเพื่อลดปริมาณขยะพลาสติก ขยะติดเชื้อและน้ำเสียในศูนย์ไตเทียม

ด้านสิทธิผู้ป่วย (Patient's right)

ตามที่ได้กล่าวมาถึงข้อดีข้อเสียระหว่างการใช้ตัวกรองแบบครั้งเดียวและการนำกลับมาใช้ซ้ำ สิ่งที่แพทย์อาจจะเลยคือการให้ข้อมูลผู้ป่วยเนื่องจากเห็นว่าการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำเป็นสิ่งที่ปฏิบัติมานานในศูนย์ไตเทียมของประเทศไทย หากผู้ป่วยไม่มีปัญหาเรื่องค่าใช้จ่าย การใช้ตัวกรองแบบครั้งเดียวทำให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาตรงตามข้อมูลของผู้ผลิตตัวกรอง และมีโอกาสได้ใช้ตัวกรองประสิทธิภาพสูงที่ยังไม่มีข้อมูลของการนำกลับมาใช้ซ้ำ แต่หากค่าใช้จ่ายเป็นปัญหาหลักของผู้ป่วย การใช้ตัวกรองแบบนำกลับมาใช้ซ้ำก็เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ป่วย ทั้งนี้แม้ว่าศูนย์ไตเทียมจะทำตามมาตรฐานสำหรับกระบวนการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำ แต่ก็อาจเกิดเหตุการณ์ไม่คาดฝันได้ เช่น การติดเชื้อจากขั้นตอนการล้างตัวกรอง และการแพ้สารฆ่าเชื้อตัวกรองแบบรุนแรง การให้ผู้ป่วยมีส่วนร่วมในการตัดสินใจแต่แรกจะช่วยลดปัญหาที่จะตามมาได้

สรุป

การฟอกเลือดโดยการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำยังมีความสำคัญในประเทศกำลังพัฒนาที่มีรายได้ต่อหัวประชากรต่ำ เนื่องจากช่วยลดต้นทุนค่าฟอกเลือดได้มากถึงร้อยละ 30 ช่วยให้ผู้ป่วยไตวายมีโอกาเข้าถึงการฟอกเลือดได้มากขึ้น และจากข้อมูลที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงความปลอดภัยหากทำตามมาตรฐานการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำ แต่ข้อมูลประสิทธิภาพในการกำจัดสารยูริมีกขนาดกลางและข้อมูลสำหรับตัวกรองรูใหญ่พิเศษยังจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม สำหรับประเทศไทยและอีกหลายประเทศที่ใช้กระบวนการนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำเป็นวิธีหลัก จำเป็นต้องมีการศึกษาข้อมูลประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการนำตัวกรองรุ่นใหม่กลับมาใช้ซ้ำเพื่อให้ผู้ป่วยได้รับประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

1. Twardowski ZJ. Dialyzer reuse-Part I: Historical perspective. *Semin Dial.* 2006;19(1):41-53.
2. Finelli L, Miller JT, Tokars JI, Alter MJ, Arduino MJ. National surveillance of dialysis-associated diseases in the United States, 2002. *Semin Dial.* 2005;18(1):52-61.
3. Baris E, McGregor M. The reuse of hemodialyzers: an assessment of safety and potential savings. *CMAJ.* 1993;148(2):175-83.
4. Qureshi R, Dhrolia MF, Nasir K, Imtiaz S, Ahmad A. Comparison of total direct cost of conventional single use and mechanical reuse of dialyzers in patients of end-stage renal disease on maintenance hemodialysis: A single center study.

Saudi J Kidney Dis Transpl. 2016;27(4):774-80.

5. Upadhyay A, Sosa MA, Jaber BL. Single-use versus reusable dialyzers: the known unknowns. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2007;2(5):1079-86.
6. Dhrolia MF, Nasir K, Imtiaz S, Ahmad A. Dialyzer reuse: justified cost saving for south Asian region. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2014;24(8):591-6.
7. Salem M, Ivanovich PT, Ing TS, Daugirdas JT. Adverse effects of dialyzers manifesting during the dialysis session. *Nephrol Dial Transplant.* 1994;9 Suppl 2:127-37.
8. Craddock PR, Fehr J, Dalmaso AP, Brighan KL, Jacob HS. Hemodialysis leukopenia. Pulmonary vascular leukostasis resulting from complement activation by dialyzer cellophane membranes. *J Clin Invest.* 1977;59(5):879-88.
9. Twardowski ZJ. Dialyzer reuse--part II: advantages and disadvantages. *Semin Dial.* 2006;19(3):217-26.
10. Stragier A, Wenderickx D, Jadoul M. Rinsing time and disinfectant release of reused dialyzers: comparison of formaldehyde, hypochlorite, warexin, and renalin. *Am J Kidney Dis.* 1995;26(3):549-53.
11. Edens C, Wong J, Lyman M, Rizzo K, Nguyen D, Blain M, et al. Hemodialyzer Reuse and Gram-Negative Bloodstream Infections. *Am J Kidney Dis.* 2017;69(6):726-33.
12. Flaherty JP, Garcia-Houchins S, Chudy R, Arnou PM. An outbreak of gram-negative bacteremia traced to contaminated O-rings in reprocessed dialyzers. *Ann Intern Med.* 1993;119(11):1072-8.
13. Oyong K, Marquez P, Terashita D, English L, Rivas H, Deak E, et al. Outbreak of bloodstream infections associated with multiuse dialyzers containing O-rings. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2014;35(1):89-91.
14. Galvao TF, Silva MT, Araujo ME, Bulbol WS, Cardoso AL. Dialyzer reuse and mortality risk in patients with end-stage renal disease: a systematic review. *Am J Nephrol.* 2012;35(3):249-58.
15. Owen WF, Jr., Lew NL, Liu Y, Lowrie EG, Lazarus JM. The urea reduction ratio and serum albumin concentration as predictors of mortality in patients undergoing hemodialysis. *N Engl J Med.* 1993;329(14):1001-6.
16. Kalantar-Zadeh K, Ficociello LH, Bazzanella J, Mullan C, Anger MS. Slipping Through the Pores: Hypoalbuminemia and Albumin Loss During Hemodialysis. *Int J Nephrol*

- Renovasc Dis. 2021;14:11-21.
17. Cho NJ, Park S, Islam MI, Song HY, Lee EY, Gil HW. Long-term effect of medium cut-off dialyzer on middle uremic toxins and cell-free hemoglobin. *PLoS One*. 2019;14(7):e0220448.
 18. Thammathiwat T, Tiranathanagul K, Limjariyakul M, Chariyavilaskul P, Takkavatakarn K, Susantitaphong P, et al. Super high-flux hemodialysis provides comparable effectiveness with high-volume postdilution online hemodiafiltration in removing protein-bound and middle-molecule uremic toxins: A prospective cross-over randomized controlled trial. *Ther Apher Dial*. 2021;25(1):73-81.
 19. Kaplan AA, Halley SE, Lapkin RA, Graeber CW. Dialysate protein losses with bleach processed polysulphone dialyzers. *Kidney Int*. 1995;47(2):573-8.
 20. Murthy BV, Sundaram S, Jaber BL, Perrella C, Meyer KB, Pereira BJ. Effect of formaldehyde/bleach reprocessing on in vivo performances of high-efficiency cellulose and high-flux polysulfone dialyzers. *J Am Soc Nephrol*. 1998;9(3):464-72.
 21. Leypoldt JK, Cheung AK, Deeter RB. Effect of hemodialyzer reuse: dissociation between clearances of small and large solutes. *Am J Kidney Dis*. 1998;32(2):295-301.
 22. Rosner MH, Reis T, Husain-Syed F, Vanholder R, Hutchison C, Stenvinkel P, et al. Classification of Uremic Toxins and Their Role in Kidney Failure. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2021;16(12):1918-28.
 23. Gotch FA. Mass transport in reused dialyzers. *Proc Clin Dial Transplant Forum*. 1980;10:81-5.
 24. Hemodialysis Adequacy Work G. Clinical practice guidelines for hemodialysis adequacy, update 2006. *Am J Kidney Dis*. 2006;48 Suppl 1:S2-90.
 25. Ward RA, Ouseph R. Impact of bleach cleaning on the performance of dialyzers with polysulfone membranes processed for reuse using peracetic Acid. *Artif Organs*. 2003;27(11):1029-34.
 26. Ouseph R, Smith BP, Ward RA. Maintaining blood compartment volume in dialyzers reprocessed with peracetic acid maintains Kt/V but not beta2-microglobulin removal. *Am J Kidney Dis*. 1997;30(4):501-6.
 27. Tonelli M, Dymond C, Gourishankar S, Jindal KK. Extended reuse of polysulfone hemodialysis membranes using citric acid and heat. *ASAIO J*. 2004;50(1):98-101.
 28. Piccoli GB, Nazha M, Ferraresi M, Vigotti FN, Pereno A, Barbero S. Eco-dialysis: the financial and ecological costs of dialysis waste products: is a 'cradle-to-cradle' model feasible for planet-friendly haemodialysis waste management? *Nephrol Dial Transplant*. 2015;30(6):1018-27.
 29. Piccoli GB, Cupisti A, Aucella F, Regolisti G, Lomonte C, Ferraresi M, et al. Green nephrology and eco-dialysis: a position statement by the Italian Society of Nephrology. *J Nephrol*. 2020;33(4):681-98.
 30. Zebrowski P, Zawierucha J, Prystacki T, Marcinkowski W, Malyszko J. Medical waste management - how industry can help us to protect environment and money? *Ren Fail*. 2020;42(1):547-9.

Development of an Artificial Intelligence Model for Prediction of Dry Weight in Maintenance Hemodialysis Patients

Nataphut Boonvisuth¹, Kanitha Tiankanon², Raksit Raksasat³, Sira Sriswasdi⁴,
Khajohn Tiranathanagul¹

¹Division of Nephrology, Department of Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

²Bhumirajanagarindra Kidney Institution Hospital, Bangkok, Thailand

³Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

⁴Research Affairs, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

Abstract

Background: The optimal dry body weight (DW) for each patient is crucial to the effectiveness of hemodialysis (HD). The traditional assessment of DW using clinical parameters has proven to be inaccurate. Although bioimpedance spectroscopy analysis using Body Composition Monitor (BCM) device demonstrated excellent accuracy but the availability is limited due to high cost. The present study introduced machine learning (ML), a branch of artificial intelligence, in the assessment of DW (ML-DW) using available clinical and laboratory parameters and compared the result with the dry weight derived from BCM (BCM-DW)

Methods: The HD treatment data between 2017 and 2022 from two dialysis centers in Bangkok, Thailand including demographic, laboratory, and intradialytic time-varying data were retrieved. The data on BCM-DW were collected on the same day as HD treatment. The data were used in the ML model development phase and performance assessment phase. There were two groups during the model development phase consisting of a training group and a validation group. The final model was externally validated on a testing group at another institution.

Results: A total of 1151 dialysis sessions accounting for 56,000 time-varying data were retrieved. The mean BCM-DW was 58.8 ± 11.7 kgs and the mean predicted ML-DW from the model was 59.5 ± 10 kgs. The mean difference between ML-DW and BCM-DW was -0.78 ($-3.7, 2.2$) kilograms. The latency for running the model was less than 1 minute.

Conclusion: Despite the relatively large difference between ML-DW and BCM-DW, the present study confirmed the capability of ML in DW prediction.

Key words: dry weight; BIA; AI; body composition; machine learning; neural networks

Corresponding author: Khajohn Tiranathanagul

Email: khajohn_t@hotmail.com

Received: 12 September 2023; **Revised:** 3 October 2023; **Accepted:** 19 October 2023.



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

การพัฒนาโมเดลด้วยปัญญาประดิษฐ์เพื่อทำนายน้ำหนัก แห้งในผู้ป่วยไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับ การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

ณัฐวุฒิ บุญวิสุทธิ¹, ขนิษฐา เขียรกานนท์², รักชิต รักษาสัตย์³, สิริระ ศรีสวัสดิ์⁴,
ขจร ตีรณธนากุล¹

¹สาขาวิชาโรคไต ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²โรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์

³ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

⁴ฝ่ายวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

บทนำ: น้ำหนักแห้งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ป่วยแต่ละคนมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม การประเมินน้ำหนักแห้งแบบดั้งเดิมโดยอาศัยข้อมูลทางคลินิกพบว่าขาดความแม่นยำ ในขณะที่การวัดโดยใช้หลักการประเมินจากความต้านทานของกระแสไฟฟ้า (Bioelectrical Impedance Analysis หรือ BIA) ด้วยเครื่อง Body composition monitor (BCM) ช่วยให้ได้น้ำหนักแห้ง (BCM-DW) ที่มีความแม่นยำสูง แต่อย่างไรก็ตามเครื่องมือดังกล่าวมีราคาแพงจึงเป็นข้อจำกัดของศูนย์ฟอกเลือดขนาดเล็ก จึงเป็นที่มาของความพยายามที่จะใช้ Machine learning (ML) ซึ่งเป็นโปรแกรมหนึ่งทางปัญญาประดิษฐ์ในการทำนายน้ำหนักแห้ง (ML-DW) ในผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

ระเบียบวิธีวิจัย: การศึกษานี้อาศัยข้อมูลย้อนหลังของผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมระหว่างปี 2560 ถึง 2565 จากสองสถาบันในจังหวัดกรุงเทพฯ ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลทางห้องปฏิบัติการ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการฟอกเลือด และข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ได้รับการฟอกเลือด รวมไปถึงข้อมูลน้ำหนักแห้งที่วัดจาก BCM ในวันเดียวกับที่ได้รับการฟอกเลือด โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำมาใช้ใน 2 ช่วงของการพัฒนาโมเดล คือ ระยะฝึกฝนและระยะปรับค่าพารามิเตอร์ของโมเดล และโมเดลสุดท้ายจะนำไปทดสอบกับกลุ่มทดสอบที่อยู่ภายนอกสถาบัน

ผลการศึกษา: รวบรวมข้อมูลการฟอกเลือดได้ทั้งหมด 1,151 ครั้ง และมีข้อมูลส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของการฟอกเลือด 56,000 ข้อมูล ค่าเฉลี่ยของ BCM-DW คือ 58.8 ± 11.7 กก. และค่าเฉลี่ย ML-DW คือ 59.5 ± 10.5 กก. โดยพบความแตกต่างเฉลี่ยของ BCM-DW และ ML-DW ที่อยู่ที่ -0.78 (-3.7 , -2.2) กิโลกรัม เวลาที่ใช้ในการประมวลผลทั้งหมดน้อยกว่า 1 นาที

สรุป: ถึงแม้ว่าการศึกษานี้พบว่าค่า ML-DW ยังมีความแตกต่างจาก BCM-DW ค่อนข้างมาก แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นความเป็นไปได้ในการนำปัญญาประดิษฐ์เข้ามาใช้ทำนายน้ำหนักแห้งของผู้ป่วยฟอกเลือด

คำสำคัญ: โรคไตเรื้อรัง; ฟอกเลือด; มวลร่างกาย; น้ำหนักแห้ง; ปัญญาประดิษฐ์; โคเรกซ์ประสาทดเทียม

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: ขจร ตีรณธนากุล

อีเมล: khajohn_t@hotmail.com

รับบทความ: 12 กันยายน 2566; ปรับปรุงแก้ไข 3 ตุลาคม 2566; รับผิดชอบ: 19 ตุลาคม 2566



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

Introduction

The incidence of patients receiving hemodialysis (HD) has increased steadily from 3,410 per million patients in 2007 to 7,901 per million patients in 2016¹. Dry body weight (DW), which dictates the ultrafiltration volume for each HD session, is a crucial parameter for the efficiency of HD treatment. However, the determination of the optimum DW remains a challenge for most nephrologists. The clinical assessment has proved to be inaccurate due to the low sensitivity of parameters obtained from physical examination including blood pressure, jugular venous pulse and the degree of peripheral edema². This traditional clinical-based method not only varies between different assessors but also varies within the same assessor. As a result, various tools have been introduced to assist nephrologists in obtaining more objective data in the assessment of DW. One of the most reliable tools is the body composition monitor (BCM) using the principle of bioelectrical impedance analysis, which measures the resistance caused by an electrical current passing through living tissues. BCM guided dry weight (BCM-DW) assessment is increasingly used in large HD centers. However, the availability of BCM is limited in smaller centers due to the high cost.

Machine learning (ML), a subset of artificial intelligence, has potential in assisting nephrologists in the assessment of DW. Studies in ML using input data that included time-series data during HD treatment and BCM-DW as an output for the model prediction are lacking³⁻⁶. The present study attempted to develop a model for DW prediction using ML.

Methods

Study design and population

The present retrospective study included the data

of HD treatment from two institutions: King Chulalongkorn Memorial Hospital between January 1, 2017, to December 31, 2021; and Bhumirajanagarindra Kidney Institution Hospital between January 1, 2018 to December 31, 2022. The data were retrieved from each session of HD because each session was used separately for model learning.

The inclusion criteria were: (a) age 18-86 year; (b) receiving twice or trice weekly HD treatments; (c) dialysis vintage ≥ 6 months; (d) no recent history of infection, heart failure, cardiac arrhythmia, sudden cardiac arrest; (e) adequate HD according to KDIGO recommendations (weekly standard Kt/V ≥ 2.1 or single-pool Kt/v ≥ 1.2)⁷; (f) available of BCM-DW data on the same day as HD treatment. The exclusion criteria were: (a) active heart conditions including ischemic heart disease within or congestive heart failure within the past 6 months and moderate to severe valvular disease; (b) atrial fibrillation; (c) amputated limb; (d) cirrhosis; (e) pregnancy or breastfeeding; (f) body mass index $< 16 \text{ kg/m}^2$ or $> 34 \text{ kg/m}^2$. Dialysis sessions with the infusion of hyperosmotic agents, adjustment of dialysate electrolyte concentrations according to profiling, and incomplete data were also excluded. The study was approved by the institutional review board of King Chulalongkorn Memorial Hospital and performed according to the principles of the Declaration of Helsinki.

Data collection

The domain of parameters including the demographic data for each patient and the HD prescription, the laboratory and time-series data for each HD treatment were collected. The DW obtained by BCM on the same day as HD treatment was also collected. The data retrieving process is shown in **Figure 1**.

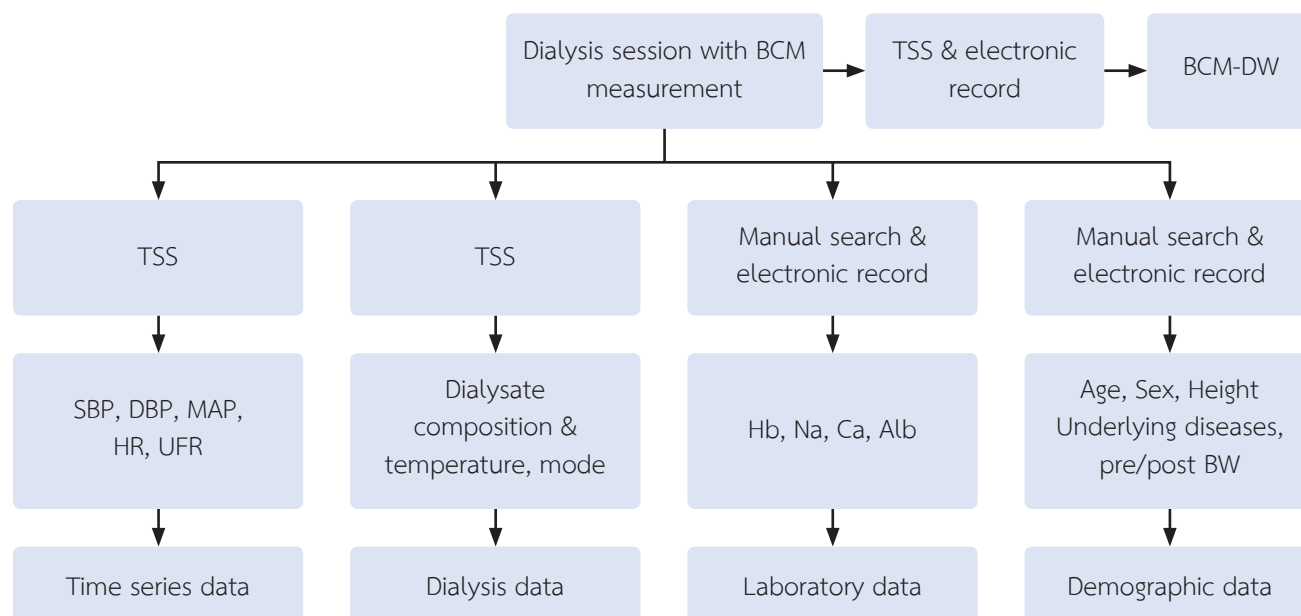


Figure 1 Data Retrieving process

BCM, Body composition monitor; TSS, Therapy support suite (Fresenius Medical Care, Bad Homburg, Germany); BCM-DW, BCM derived dry body weight; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; MAP, mean arterial pressure; HR, heart rate; UFR, ultrafiltration rate; Hb, hemoglobin; Na, sodium; Ca, calcium; Alb, albumin; pre/post BW, pre-dialysis and post-dialysis body weight

Data preprocessing

The study first preprocessed the raw data of HD sessions by removing null values and normalizing ratio and interval data such as height, weight, and dialysate sodium using the StandardScaler command in TensorFlow. All features were then transformed to fall within the range of 0 and 1. Categorical data were marked and encoded using LabelEncoder from the 'sklearn.preprocessing' module and then encoded into binary variables using the 'get_dummies' function from the pandas module. Time-series data was scaled using the same method, and zero padding was used to create a matrix of the same size without affecting the model's performance. The output was labeled BCM-derived DW.

The data was divided into three sets for analysis: a training set (80%), a validation set (20%), and a testing set. HD sessions from the same patient were grouped together in each set to prevent the learning model from being biased by input from the same patient. The name of the institution was blinded. Two external validation configurations were used to test the robustness of the

model, one using the Institution X patient database for training and validation and the Institution Y database for testing (configuration A), and the other using the Institution Y patient database for training and validation and the Institution X database for testing (configuration B).

Model development and Model evaluation

Our algorithm was built using Python v3.6.9 (<https://www.python.org/>) with Tensorflow backend v1.15.4 (<https://www.tensorflow.org/>), an open-source ML library. We deployed our application with this deep learning library based on the NVIDIA container image of TensorFlow, Release 20.11 (Nvidia Corporate, Santa Clara, CA, USA) as a virtual environment. The bidirectional Long Short-Term Memory (LSTM) model was used to capture dynamic variations in time-series data, and it was evaluated in three different approaches: LSTM regression (LSTMreg), LSTM classification (LSTMclass), and a combination of last embedding layer from time-series and non-time-series data (gtNN). For non-time-series data, multiple linear regression (LR), stacked machine learning

models (STACK), and neural network models (gNN) were evaluated. The performance of each regression model was evaluated using mean squared error (MSE), while classification model was Confusion matrix, accuracy and F1 score. Bland-Altman plot was also used for determination of the performance compared with the gold standard (BCM-DW). Folded Empirical Distribution Function Curve (Folded EDFC) was plotted to compare the distribution of prediction between models. Cross-validation and hyperparameter tuning were applied to prevent overfitting. Finally, the robustness of each model was evaluated using two external validation configurations. The final model was chosen based on the smallest mean square error (MSE), lowest mean difference, and smallest limit of agreement. The final model was evaluated in terms of agreement, with upper and lower boundaries of the limit of agreement set at 1.96 standard deviation (SD). Demographic data for any samples that fell outside this range were reviewed. The importance of each feature was also assessed using SHapley Additive exPlanations (SHAP) values, which showed the contribution of each feature to the predicted outcome. Other factors that were evaluated included the computerization needs and time latency for running the model.

Statistical analysis

Data with a normal distribution are presented as

mean $\pm$ SD. Data with a skewed distribution are presented as median $\pm$ interquartile range (IQR). P-value <0.05 is considered statistical significance.

Results

A total of 581 HD sessions from institution X and 570 HD sessions from institution Y were included. **Table 1** shows baseline data of HD sessions according to the institution. The two groups showed comparable ages (64.9 vs. 67.7 years). The patients from institution X were more likely to be female (62.7% vs. 52.6%) with higher proportions of cerebrovascular disease, gout, and chronic lung disease. The patients from institution Y showed higher proportions of hypertension and diabetes (93.3% vs. 91.2% and 41.4% vs. 34.1%, respectively). Hemodiafiltration was the most prevalent mode of dialysis in institution X, whereas hemodialysis was the most prevalent mode in institution Y. The average BCM-DW was slightly lower in institution X (54.9 kg vs. 58.8 kg). The average net ultrafiltration volume (2.1 L vs 2.2 L) and ultrafiltration rate (9.1 mL/kg/hr vs 9.7 L/kg/hr) were comparable between the two institutions. The average dialysate electrolyte concentrations and laboratory data were also comparable between the two institutions. The relationships between different time-series data are shown in **Figure 2**.

Table 1 Baseline parameters from each hemodialysis session

	Institution X (n = 581 sessions)	Institution Y (n = 570 sessions)
Number of patients	42	244
Age, years	64.9 $\pm$ 9.6	67.7 $\pm$ 12.3
Female, number (%)	364 (62.7)	300 (52.6)
BCM-DW, kg	54.9 $\pm$ 10.5	58.8 $\pm$ 11.7
Pre-dialysis body weight, kg	56.9 $\pm$ 10.6	61.5 $\pm$ 11.7
Post-dialysis body weight, kg	54.7 $\pm$ 10.3	59.3 $\pm$ 11.6
Height, cm	159.0 $\pm$ 8.5	160.8 $\pm$ 8.3
Body mass index, kg/m ²	21.7 $\pm$ 3.8	22.7 $\pm$ 4.0

	Institution X (n = 581 sessions)	Institution Y (n = 570 sessions)
Net ultrafiltration, L	2.1 ± 0.9	2.2 ± 0.8
Ultrafiltration rate, mL/kg/hr	9.1 ± 4.4	9.7 ± 4.0
Comorbidities, number (%)		
Hypertension	530 (91.2)	532 (93.3)
Diabetes	198 (34.1)	236 (41.4)
Cerebrovascular disease	67 (11.5)	29 (5.1)
Gout	57 (9.8)	47 (8.2)
Chronic lung disease	28 (4.8)	3 (0.5)
Mode of dialysis, number (%)		
Hemodialysis	35 (6.0)	570 (100)
Hemodiafiltration	546 (94.0)	0 (0)
Dialysate electrolyte concentrations		
Dialysate Sodium, mg/dL Median (±IQR)	137.4 ± 1.4 138 (136-138)	137.7 ± 1.1 138 (138-138)
Dialysate bicarbonate, mg/dL Median (±IQR)	32 ± 1 32 (32-32)	32.1 ± 0.8 32 (32-32)
Dialysate Potassium, mean (±SD) mg/dL Median (±IQR)	2.1 (0.3) 2 (2-2)	2.6 (0.5) 3 (2-3)
Dialysate Calcium, mg/dL Median (±IQR)	3.0 (0.3) 3.0 (2.5-3)	2.8 (0.3) 3.0 (2.5-3)
Dialysate Temperature, Celsius Median (±IQR)	36.8 (0.5) 37 (37-37)	36.5 (0.5) 36.5 (36.3-36.8)
Laboratory data		
Hemoglobin, g/dL	11 ± 1.4	10.7 ± 1.5
Calcium, mg/dL	8.7 ± 0.7	8.8 ± 0.8
Sodium, mmol/L	138.7 ± 2.7	136.5 ± 4.2
Albumin, g/dL	3.8 ± 0.3	3.9 ± 0.4

BCM-DW, Body composition monitor-Dry body weight; IQR, interquartile range

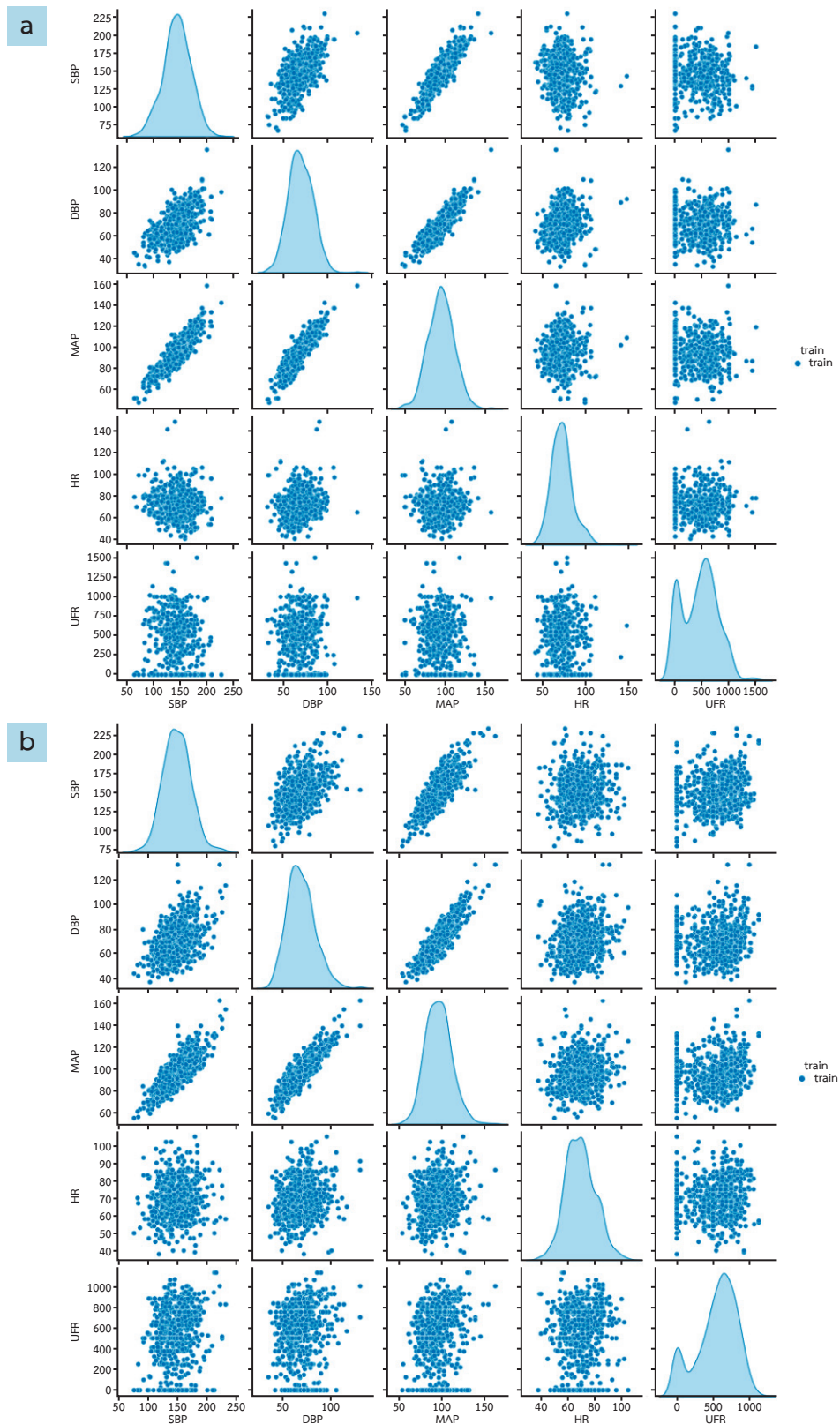


Figure 2 Scatter plots of the relationship between different time-series data

(a) Institution X; (b) Institution Y

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; MAP, mean arterial pressure; HR, heart rate; UFR, ultrafiltration rate

The MSE varied with each model ranging from 1.68 to 151.39. The stacked machine learning model showed the lowest MSE and was selected as the final model. Folded EDFC is shown in **Figure 3**. The x-axis of the graph represented the mean difference between the ML predicted DW and the BCM-DW. The y-axis defined the probability of the samples with those values. The center of the graph featured a vertical line that represented the reference line of zero difference. The distance from this line and the peak indicated the estimated bias of each model. The shape of the graph is typically mountain-like, with the base representing the entire possible range of

difference between the prediction from the new model and the BCM-DW bordered by the limits of agreement for that model. The stacked machine learning model (blue) showed a steep rise in the graph indicating a higher probability of the folded variable being small with acceptable distance from the peak to the zero line. The agreement between the new model and the BCM-DW is shown in the Bland-Altman plots in **Figure 4**. SHAP values for the parameters in the model are shown in **Figure 5**. The time latency for running the model was less than 1 minute and the size of the code was approximately 1 megabyte.

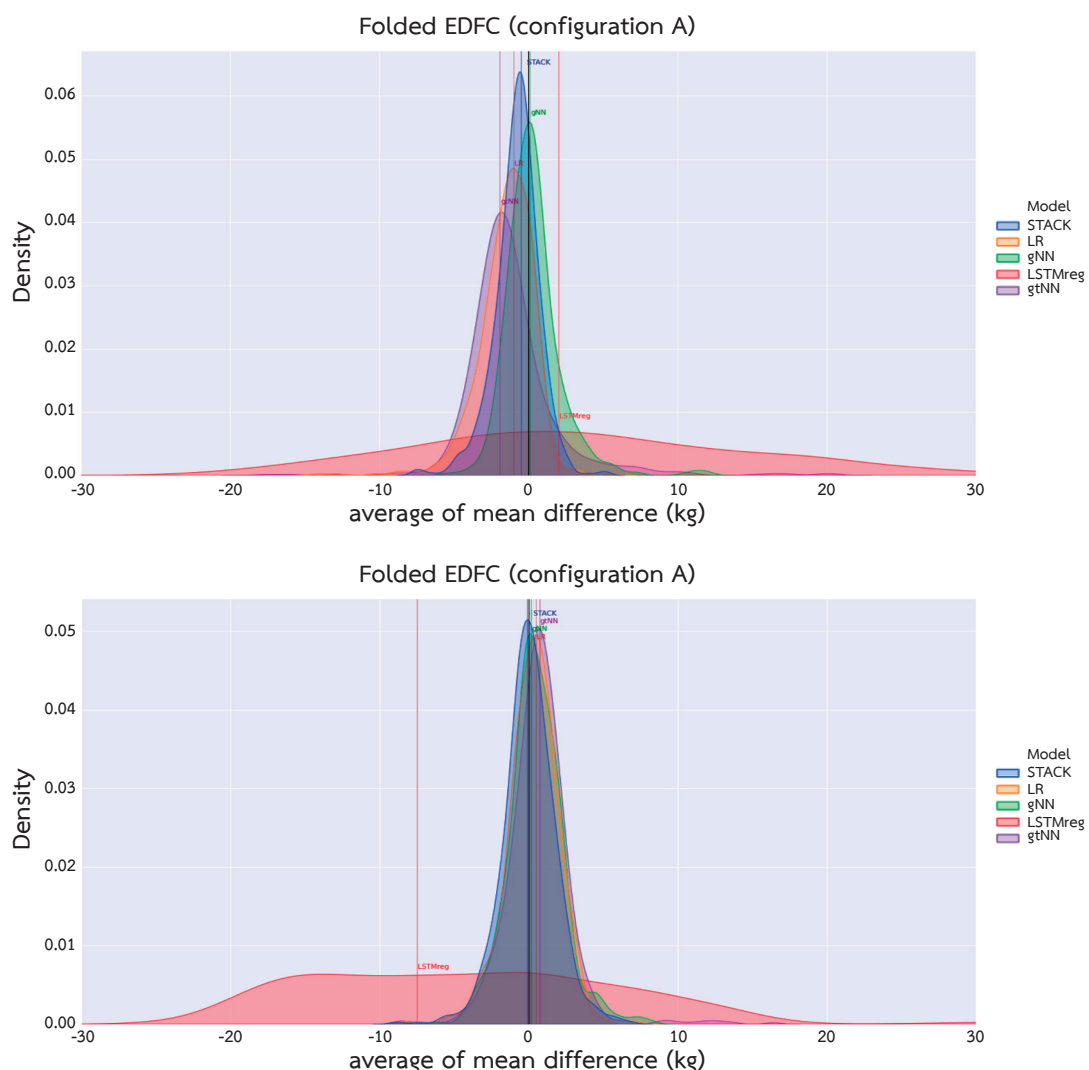


Figure 3 Folded Empirical Distribution Function Curves

Configuration A (upper); Configuration B (lower).

STACK, stacked machine learning models; LR, multiple linear regression; gNN, non-time-series data in neural network models; LSTMreg, LSTM regression; gtNN, combination of last embedding layer from time-series and non-time-series data

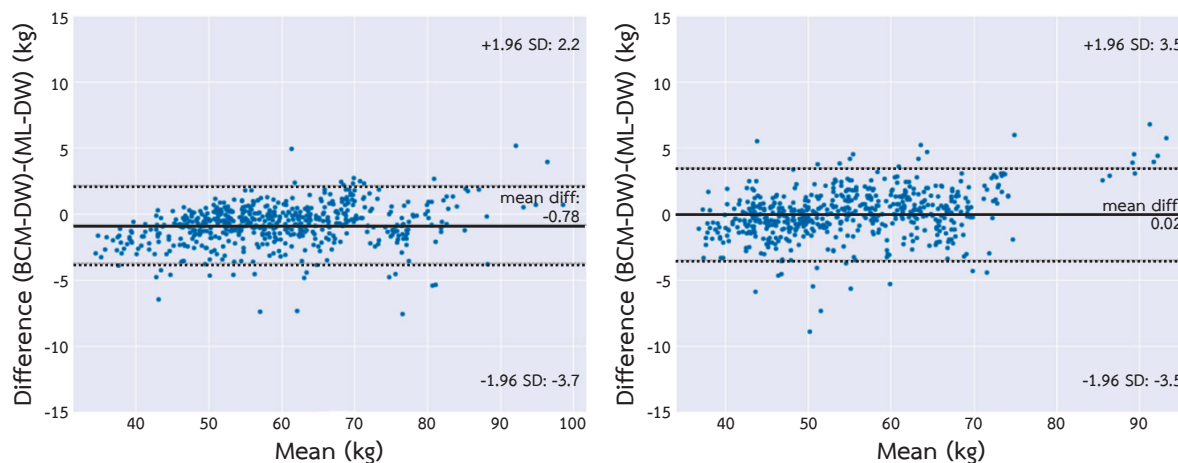


Figure 4 Bland-Altman plots showing the limits of the agreement between the dry body weight obtained from the stacked machine learning model and the body composition monitor

Configuration A (left) and configuration B (right).

BCM-DW, body composition derived dry body weight; ML-DW, machine learning derived dry body weight



Figure 5 SHAP values of the parameters in the stacked machine learning model

PREBW, pre-dialysis body weight; POSTBW, post-dialysis body weight; BMI-POST, post-dialysis body mass index; HDF, hemodiafiltration; UFRH, ultrafiltration rate per hour; NUF, net ultrafiltration; HB, hemoglobin; NA, sodium

Discussion

The present study attempted to use various approaches including LSTMreg and LSTMclass in the prediction of DW using time-series data alone, but the results were unsatisfactory. Combining the time-series data with the non-time-series data also failed to yield positive outcomes. However, the time-series data had the potential in classifying HD sessions based on the gap between the pre-HD body weight and the post-HD body weight, but the model failed to do so possibly due to

the interference by other factors such as reduced heart rate variation by the use of beta blockers or sinus node dysfunction commonly observed in older patients. The study also found that non-time-series data were able to predict BCM-DW as shown by several models such as gNN, LR, and STACK. Finally, the STACK model was selected because of its best performance.

The agreement between the STACK model (ML-DW) and the BCM-DW was acceptable with only a small bias. The mean differences of -0.78 kg in configuration A and

0.02 kg in configuration B indicated that the ML-DW was higher than that obtained by BCM in configuration A and lower in configuration B. Gradual probing of DW has been shown to have favorable impact on both blood pressure and left ventricular mass index, both of which are linked to better outcomes and reduced mortality in HD patients^{8,9}. The randomized clinical trials have shown the benefit in the group of patients that was able to reach lower post-dialysis body weight up to 1.0 kgs (95% confidence interval (1.6, -0.5 kg), $p < 0.001$). Thus, STACK could become a useful tool for DW assessment.

The present study showed that the limits of the agreement between the ML-DW and BCM-DW were quite wide. The maximum discrepancy was estimated at approximately 3.5 kgs, therefore, the ML-DW may not yet replace the estimated DW derived from BCM. However, when compared with the estimated DW obtained clinical assessment, the limits of the agreement were even wider ranging between 3.79 kg up to 7.21 kg^{4,10}. Therefore, ML derived DW may be a better option for DW estimation compared with clinical assessment. The ML model likely offered greater objectivity, accuracy, affordability, repeatability, and generalizability compared with clinical assessment.

The present study is the first study that employed ML in the prediction of BCM-DW and used time-series data as input variables. External validation was also performed in HD patients from other centers. The present study has several limitations. The input data was collected retrospectively; therefore, it was not possible to identify all incidences and interventions that occurred during HD session that could interfere with the model prediction. The model did not incorporate cardiac parameters that could influence the blood pressure and the heart rate variability during ultrafiltration.

In conclusion, the present study served as a proof of concept study that ML could be a useful tool in DW prediction.

References

1. Annual Report Thailand Renal Replacement Therapy [Internet].

2014. Available from: <https://www.nephrothai.org/annual-report-thailand-renal-replacement-therapy-2007-2019-th/>.
2. Kraemer M, Rode C, Wizemann V. Detection limit of methods to assess fluid status changes in dialysis patients. *Kidney Int.* 2006;69(9):1609-20.
3. Niel O, Bastard P, Boussard C, Hogan J, Kwon T, Deschenes G. Artificial intelligence outperforms experienced nephrologists to assess dry weight in pediatric patients on chronic hemodialysis. *Pediatr Nephrol.* 2018;33(10):1799-803.
4. Guo X, Zhou W, Yu Y, Cai Y, Zhang Y, Du A, et al. Multiple Laplacian Regularized RBF Neural Network for Assessing Dry Weight of Patients With End-Stage Renal Disease. *Front Physiol.* 2021;12:790086.
5. Guo X, Zhou W, Lu Q, Du A, Cai Y, Ding Y. Assessing Dry Weight of Hemodialysis Patients via Sparse Laplacian Regularized RVFL Neural Network with L(2,1)-Norm. *Biomed Res Int.* 2021;2021:6627650.
6. Chiu JS, Chong CF, Lin YF, Wu CC, Wang YF, Li YC. Applying an artificial neural network to predict total body water in hemodialysis patients. *Am J Nephrol.* 2005;25(5):507-13.
7. National Kidney F. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis.* 2002;39(2 Suppl 1):S1-266.
8. Donadio C, Halim AB, Caprio F, Grassi G, Khedr B, Mazzantini M. Single- and multi-frequency bioelectrical impedance analyses to analyse body composition in maintenance haemodialysis patients: comparison with dual-energy x-ray absorptiometry. *Physiol Meas.* 2008;29(6):S517-24.
9. Carter M, Morris AT, Zhu F, Zaluska W, Levin NW. Effect of body mass index (BMI) on estimation of extracellular volume (ECV) in hemodialysis (HD) patients using segmental and whole body bioimpedance analysis. *Physiol Meas.* 2005;26(2):S93-9.
10. Agarwal R, Bouldin JM, Light RP, Garg A. Probing dry-weight improves left ventricular mass index. *Am J Nephrol.* 2011;33(4):373-80.
11. Agarwal R, Alborzi P, Satyan S, Light RP. Dry-weight reduction in hypertensive hemodialysis patients (DRIP): a randomized, controlled trial. *Hypertension.* 2009;53(3):500-7.
12. Jian Y, Li X, Cheng X, Chen Y, Liu L, Tao Z, et al. Comparison of bioimpedance and clinical methods for dry weight prediction in maintenance hemodialysis patients. *Blood Purif.* 2014;37(3):214-20.

Pretransplant Dialytic Modality and Outcomes of Kidney Transplantation: Analysis of the Nationwide Data from Thailand Transplant Registry

Apiwan Boonmachai, Chantisa Arayangkoon

Renal unit, Department of Medicine, Rajavithi Hospital, Bangkok, Thailand

Abstract

Background: Kidney transplantation (KT) is the best option for kidney replacement therapy. The data on the impact of pretransplant dialytic modality on outcomes of KT remain conflicting. The aim of the present study was to evaluate the association between pretransplant dialytic modality and outcomes of KT.

Methods: This is a retrospective cohort study of 8,097 patients that received KT between 1987 to 2020 from Thailand transplant registry database. There were 5,038 patients that met the inclusion criteria, 634 received peritoneal dialysis (PD) and 4,404 received hemodialysis (HD). The primary outcomes were 1-year, 5-year and 10-year patient and death-censored graft survival (DCGS). The secondary outcomes were delayed graft function (DGF) and acute rejection.

Results: There were no differences in patient survival (PD vs. HD, adjusted hazard ratio 1.23 (0.77-1.96), $p=0.391$) and DCGS (1.50 (0.95-2.39), $p=0.083$). Overall, the PD group experienced lower incidence of DGF (adjusted odds ratio 0.71 (0.56-0.91), $p=0.006$) which was more pronounced in the subgroup of deceased donor KT (0.69 (0.53-0.89), $p=0.004$). Lower incidence of DGF was also observed among deceased donor KT recipients that received maintenance HD for <12 months. The incidence of acute rejection was comparable between the two groups (adjusted odds ratio 0.47 (0.17-1.32), $p=0.149$).

Conclusion: There were no associations between pretransplant dialytic modality with patient and graft survival and the incidence of acute rejection. The incidence of DGF was significantly lower in the recipients that received PD especially in the subgroup that underwent deceased donor KT.

Keywords: dialysis; kidney failure; ESKD; ESRD; mortality; renal replacement therapy; RRT; southeast asia

Corresponding author: Chantisa Arayangkoon

Email: chantisa_ar@hotmail.com

Received: 9 September 2023; Revised 26 September 2023; Accepted: 19 October 2023



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

วิธีการบำบัดทดแทนไตและผลลัพธ์ของการปลูกถ่ายไต: การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วประเทศจากฐานข้อมูลของสมาคมปลูกถ่ายอวัยวะแห่งประเทศไทย

อภิวรรณ บุญมาชัย, ฉันทิศา อารยางกูร

งานโรคไต ภาควิชาอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลราชวิถี

บทคัดย่อ

บทนำ: การปลูกถ่ายไตเป็นวิธีการบำบัดทดแทนไตที่ดีที่สุด การศึกษาวิธีการบำบัดทดแทนไตก่อนปลูกถ่ายไตต่อผลลัพธ์หลังการปลูกถ่ายไตยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบำบัดทดแทนไตก่อนปลูกถ่ายไตกับผลลัพธ์หลังการปลูกถ่ายไต

วิธีการวิจัย: การศึกษาย้อนหลังจากฐานข้อมูลผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายไตของสมาคมปลูกถ่ายอวัยวะแห่งประเทศไทยระหว่างปีพุทธศักราช 2530 ถึง 2563 จำนวนทั้งสิ้น 8,097 ราย มีผู้ป่วยที่เข้าเกณฑ์ศึกษาทั้งสิ้นจำนวน 5,038 ราย เป็นผู้ป่วยที่ได้รับการล้างไตทางช่องท้อง (peritoneal dialysis หรือ PD) จำนวน 634 รายและได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม (hemodialysis หรือ HD) จำนวน 4,404 ราย ผลลัพธ์หลักของการศึกษา ได้แก่ การรอดชีวิต การอยู่รอดของไตที่ได้รับการปลูกถ่ายที่ 1 ปี 5 ปี และ 10 ปี ส่วนผลลัพธ์รอง ได้แก่ ภาวะไตที่ได้รับการปลูกถ่ายทำงานช้า และภาวะปฏิเสธไตเฉียบพลัน

ผลการศึกษา: ไม่พบความแตกต่างกันของอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วย (PD เปรียบเทียบกับ HD, adjusted hazard ratio 1.23 (0.77-1.96), $p=0.391$) และการอยู่รอดของไตที่ได้รับการปลูกถ่าย (1.50 (0.95-2.39), $p=0.083$) ผู้ป่วยที่ได้รับการล้างไตทางช่องท้องมีอุบัติการณ์ของภาวะไตที่ได้รับการปลูกถ่ายทำงานช้าต่ำกว่าผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (adjusted odds ratio 0.71 (0.56-0.91), $p=0.006$) ความสัมพันธ์มีความชัดเจนมากขึ้นในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายไตจากผู้บริจาคที่เสียชีวิต (0.69 (0.53-0.89), $p=0.004$) นอกจากนี้ยังพบว่าโอกาสเกิดภาวะไตที่ได้รับการปลูกถ่ายทำงานช้าลดลงในกลุ่มที่ได้รับการปลูกถ่ายไตจากผู้บริจาคที่เสียชีวิตที่ได้รับการฟอกเลือดมานานน้อยกว่า 12 เดือน ส่วนการเกิดภาวะปฏิเสธไตเฉียบพลันนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทั้ง 2 กลุ่ม (adjusted odds ratio 0.47 (0.17-1.32), $p=0.149$)

สรุป: ผู้ป่วยที่ได้รับการล้างไตทางช่องท้องและการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมก่อนปลูกถ่ายไตมีการรอดชีวิต การรอดของไตที่ได้รับการปลูกถ่าย และภาวะปฏิเสธไตเฉียบพลันไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผู้ป่วยที่ได้รับการล้างไตทางช่องท้องอาจมีโอกาสเกิดภาวะไตที่ได้รับการปลูกถ่ายทำงานช้าน้อยกว่าผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายไตจากผู้บริจาคที่เสียชีวิต

คำสำคัญ: ฟอกไต; เปลี่ยนไต; สลัดไต; อัตราการตาย; อัตราการอยู่รอด; ไตวาย; โรคไตเรื้อรัง

Introduction

Kidney transplantation (KT) is the best option for kidney replacement therapy in eligible patients because of the remarkable improvement in quality of life and

mortality risk.¹ Preemptive KT from living donor further reduces the incidence of acute rejection episodes and increases the allograft and patient survival.² However, a potential living donor is not always available; therefore,

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: ฉันทิศา อารยางกูร

อีเมล: chantisa_ar@hotmail.com

รับบทความ: 9 กันยายน 2566; **ปรับปรุงแก้ไข** 26 กันยายน 2566; **รับตีพิมพ์:** 19 ตุลาคม 2566.



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

a long period of waiting for deceased donor is common.² The recent data from Thailand Transplantation Society revealed a total of 714 KT between 1 January to 31 December 2020, 136 cases were living donor KT (LDKT) and 578 cases were deceased donor KT (DDKT). The average waiting periods for LDKT and DDKT were 1.89 and 5.02 years, respectively. Thus, almost all patients on the waiting list required maintenance dialysis prior to KT. The impact of pretransplant dialytic modality on the outcomes of KT remains conflicting. The meta-analysis by Tang et al published in 2016 found that peritoneal dialysis (PD) might be associated with better outcomes after KT compared with hemodialysis (HD).³ In another large cohort of 92,884 patients, receiving maintenance HD prior to transplantation was associated with an increase in the risk for graft failure and recipient death.⁴ On the other hand, the studies by Resende et al and Dipalma et al did not find any relationship between dialytic modality with graft function and patient survival.^{5,6} Therefore, the influence of pretransplant dialytic modality on the outcomes of KT require further exploration.

Material and Methods

Study design and population

This was a retrospective observational cohort study that used the data from Thailand transplant registry. A total of 8,097 patients who underwent KT between January 1987 to December 2020 were screened. The inclusion criteria were age ≥ 18 years old and dialysis vintage ≥ 3 months prior to KT. The exclusion criteria were pre-emptive KT, having received at least 1 KT in the past, multi-organ transplantation and incomplete data. The present study was approved by Rajavithi hospital ethical committee and conducted according to the Declaration of Helsinki. An informed consent was not required.

Data collection

Donor data including age, sex, body weight, height, history of hypotension and cardiopulmonary resuscitation (CPR) prior to harvesting, last serum creatinine, cause of brain death, and viral serology test results were collected. For the recipients, the mode of

dialysis, age, sex, body weight, height, cause of kidney failure, dialysis vintage, underlying diseases, and viral serology test results were recorded. The data related to KT including the type of KT (LDKT or DDKT), panel reactive antibody (PRA), HLA mismatching, cold ischemic time (CIT) and immunosuppressive regimens were also collected.

Outcomes

The primary outcomes were 1-year, 5-year and 10-year patient survival and DCGS. The secondary outcomes were the incidence of DGF and acute rejection. The latest dialytic modality recorded in the registry database was used to define the modality of dialysis of the recipients. DGF was defined as the need for dialysis during the first week of KT. The diagnosis of acute rejection required confirmation by allograft biopsy. Graft loss was defined as allograft dysfunction resulting in the return to dialysis, allograft nephrectomy, another KT, or recipient death.

Sample size calculation

According to the previously published data by Lopez et al, the sample size needed for the present study was 1,515 patients for each group of PD and HD.¹

Statistical analysis

Data were presented as mean $\pm$ standard deviation or median (interquartile range). Differences between the two groups were analyzed by the unpaired t-test or nonparametric test. Categorical data were compared using the Chi-square test. Kaplan-Meier survival curve and log rank test were used to analyze the survival. Factors associated with survival were determined by Cox proportional hazards models. Relationships between the two variables were evaluated by regression analysis. The variables with P-value < 0.2 in the univariate analysis were included in the multivariate model. The p-value < 0.05 was considered statistically significant. All statistical analyses were performed using SPSS 26.0 software.

Results

The study flow diagram is shown in **Figure 1**. A total of 8,097 patients that received KT between 1 January 1987 to 31 December 2020 were screened and 5,038 patients were included in the final analysis. There were

634 patients in the PD group and 4,404 patients in the HD group.

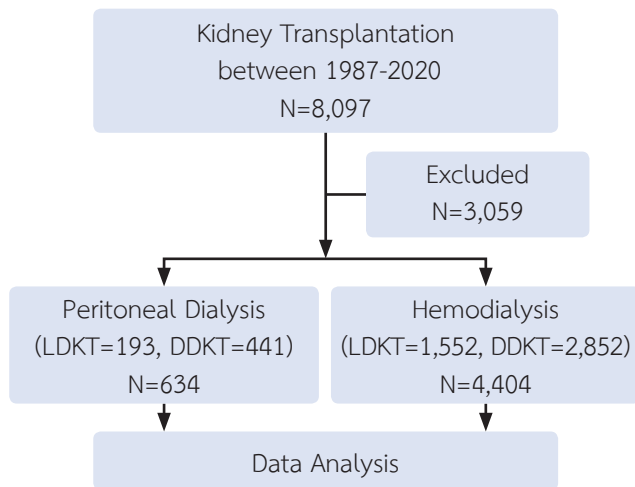


Figure 1. Study Flow Diagram

LDKT, living donor kidney transplantation; DDKT, deceased donor kidney transplantation

Characteristics of Donors and Recipients

Table 1 shows characteristics of the donors according to pretransplant dialytic modality of the recipients. The average age was 38.63 ± 13.3 years. Most of the donors were male. The most common cause of death was traumatic brain injury. The average body mass index (BMI) was 23.64 ± 3.73 kg/m². There were no differences in age, sex, and BMI between the PD and HD groups. The proportions of patients with last serum creatinine <1.5 mg/dL and CIT <24 hours were also not different between the two groups. The history of hypotension prior to harvesting was more common in the PD group, whereas the history of receiving CPR was comparable between the two groups. The PD group was more likely to receive donors with positive hepatitis B serology. The rest of the serology test results were comparable between the two groups.

Table 1 Characteristics of the donors

Parameters	PD	HD	p-value
Male sex (n/%)	431 (68.0)	2,922 (66.3)	0.389
Age (years)	38.27±13.22	38.68±13.32	0.460
Height (kg)	163.67±9.13	163.85±9.70	0.696
Body weight (kg)	63.10±11.89	63.86±12.57	0.197
Body mass index (kg/m ²)	23.49±3.72	23.65±3.73	0.261
HBsAg positive (n/%)	124 (34.6)	730 (29.0)	0.030
Anti HCV Ab positive (n/%)	3 (0.5)	21 (0.5)	1.00
Anti CMV IgG positive (n/%)	566 (96.1)	3,942 (95.7)	0.677
Anti-HIV Ab positive (n/%)	0 (0.0)	8 (0.2)	0.607
Hypotension prior to harvesting (n/%)	385 (66.6)	2,330 (58.4)	<0.001
Receiving CPR prior to harvesting (n/%)	60 (10.5)	396 (10.0)	0.722
Last serum creatinine <1.5 mg/dL (n/%)	484 (76.9)	3,236 (73.9)	0.104
Cold ischemic time <24 hours (n/%)	580 (91.6)	3,976 (90.8)	0.518
Cause of brain death (n/%)			0.572
• Head trauma	285 (64.6)	1,744 (61.2)	
• Stroke	108 (24.5)	794 (27.8)	
• Anoxia	2 (0.5)	22 (0.8)	
• Brain tumor	3 (0.7)	22 (0.8)	
• Others	43 (9.8)	270 (9.5)	

PD, peritoneal dialysis; HD, hemodialysis; CPR, cardiopulmonary resuscitation; Ab, antibody

Table 2 shows characteristics of the recipients. The recipients in the PD group were significantly younger than those in the HD group. The average BMI was comparable between the two groups. Most of the recipients were male. The viral serology test results were comparable between the two groups. The most prescribed maintenance immunosuppressive regimen was the combination of corticosteroid, tacrolimus, and mycophenolate mofetil. HLA mismatching was more

common in the HD group; however, the result of PRA was comparable between the two groups. The etiology of kidney failure was mostly listed as unknown. The average dialysis vintage was significantly longer in the HD group. As for the underlying diseases, DM was less common, whereas hypertension was more common in the PD group. The recipients in the HD group were more likely to receive LDKT compared with those in the PD group.

Table 2 Characteristics of the recipients

Parameters	PD	HD	p-value
Male sex (n/%)	406 (64.0)	2,778 (63.1)	0.640
Age (years)	40.41±11.42	45.39±11.95	<0.001
Height (kg)	162.33±8.25	163.56±8.31	0.001
Body weight (kg)	58.45±11.33	59.92±12.97	0.006
Body mass index (kg/m ²)	22.12±3.51	22.31±4.03	0.261
HBsAg positive (n/%)	14 (2.3)	159 (3.6)	0.077
Anti HCV Ab positive (n/%)	5 (0.8)	82 (1.9)	0.055
Anti CMV IgG positive (n/%)	579 (95.7)	4,044 (96.3)	0.501
Anti-HIV Ab positive (n/%)	2 (0.3)	7 (0.2)	0.379
Living donor kidney transplantation (n/%)	193 (30.4)	1,552 (35.2)	0.018
Dialysis vintage (years)	46.88±36.80	50.11±43.05	0.044
Dialysis vintage <12 months (n/%)	58 (9.1)	662 (12)	<0.001
Cause of kidney failure (n/%)			<0.001
• Diabetes mellitus	31 (4.9)	501 (11.4)	
• Hypertension	107 (16.9)	740 (16.8)	
• Glomerular disease	122 (19.2)	1,014 (23.0)	
• Others	20 (3.2)	206 (4.7)	
• Unknown	354 (55.8)	1,943 (44.1)	
Underlying diseases (n/%)			
Diabetes mellitus	46 (11.3)	644 (18.8)	<0.001
Hypertension	437 (84.4)	3,116 (76.6)	<0.001
Cardiac Diseases	12 (4.1)	153 (5.7)	0.242
Induction therapy (n/%)			0.612
• None	195 (30.7)	1,345 (30.5)	
• Interleukin 2 receptor antibody	368 (58.04)	2,541 (57.7)	
• Anti-thymocyte/Anti-lymphocyte globulin	63 (9.9)	451 (10.2)	
• Anti-CD52 antibody	1 (0.2)	27 (0.6)	
• Others	6 (0.9)	30 (0.7)	

Parameters	PD	HD	p-value
Maintenance therapy with prednisolone (n/%)			0.004
• Tacrolimus and mycophenolic acid	440 (69.4)	2,857 (64.9)	
• Cyclosporine and mycophenolic acid	84 (13.2)	699 (15.9)	
• Tacrolimus and azathioprine	0 (0.0)	22 (0.5)	
• Cyclosporine and azathioprine	5 (0.8)	116 (2.6)	
• Others	105 (16.6)	710 (16.1)	
HLA mismatching (n/%)			0.001
• 0-2	339 (53.5)	2,020 (45.9)	
• 3-4	251 (39.6)	1,941 (44.1)	
• 5-6	44 (6.9)	443 (10.1)	
Last panel reactive antibody (n/%)			0.334
• 0 %	568 (89.6)	3,901 (88.6)	
• 1-49 %	34 (5.4)	313 (7.1)	
• 50-79%	14 (2.2)	91 (2.1)	
• ≥80%	18 (2.8)	99 (2.2)	

PD, peritoneal dialysis; HD, hemodialysis; Ab, antibody

Outcomes

The primary and secondary outcomes of all patients are shown in **Table 3**. **Figure 2** illustrates the Kaplan-Meier survival curves of the primary outcomes of patient and graft survival. Subgroup analyses according to the type of donor (LDKT or DDKT) are shown in **Table 4**. The results of multivariate Cox proportional hazards models for the patient and graft survival are shown in **Table 5**.

Patient survival

Thirty-four (5.4%) patients in the PD group and 343 (8.7%) patients in the HD group died during the study period. In the PD group, the overall patient survival at 1, 5 and 10 years were 96.9, 94.2 and 88.5%, respectively. In the HD group, the overall patient survival at 1, 5, 10 years were 97.1, 93.0 and 87.2%, respectively. Kaplan-Meier curves showed no significant differences in the overall patient survival between the two groups ($p=0.238$). The most common cause of death for both groups were infection and cardiovascular disease. In the subgroup of 1,745 LDKT, 7 (3.6%) patients in the PD group and 91 (5.9%) patients in the HD group died ($p = 0.520$). In the subgroup of 3,293 DDKT, 27 (6.1%) patients in PD group and 252 (8.8%) patients in HD group died ($p = 0.192$). The most common cause of death for both subgroups

was infection. In the multivariate Cox proportional hazards model adjusted for relevant factors, the overall patient survival was comparable between the PD and HD groups (PD vs. HD, adjusted hazard ratio 1.23 (0.77-1.96)). Similar findings were observed in the LDKT (1.77 (0.77-4.06)) and DDKT (0.96 (0.53-1.71)) subgroups.

Death-censored graft survival

Fifty-six (8.8%) patients in the PD group and 495 (11.2%) patients in the HD group lost their allograft. In the PD group, the overall DCGS at 1, 5, 10 years were 95.8, 90.0 and 80.6%, respectively. In the HD group, the overall DCGS at 1, 5, 10 years were 96.6, 90.2 and 79.9%, respectively. Kaplan-Meier survival curves showed no difference in DCGS between the two groups ($p = 0.758$). The most common causes of allograft loss were rejection in the PD group and interstitial fibrosis and tubular atrophy in the HD group. In the subgroup of 1,745 LDKT, 16 (8.3%) patients in the PD group and 166 (10.7%) patients in the HD group experienced allograft loss ($p = 0.742$). In the subgroup of 3,293 DDKT, 40 (9.1%) patients in PD group and 329 (11.5%) patients in the HD group experienced allograft loss ($p = 0.395$). The major causes of allograft loss in the LDKT subgroup were rejection in the PD group and interstitial fibrosis

and tubular atrophy in the HD group. The major cause of allograft loss in DDKT subgroup was rejection. In the multivariate Cox proportional hazards model adjusted for relevant factors, there was no significant difference in the overall DCGS between the PD and HD groups (PD vs. HD, adjusted hazard ratio 1.50 (0.95-2.39)). Similar findings were observed in both subgroups of LDKT (1.66 (0.80-3.44)) and DDKT (1.00 (0.71-1.42)).

Delayed graft function

One hundred thirty three (21%) patients in the PD group and 1,185 (26.9%) patients in the HD group experienced DGF (PD vs. HD, adjusted odds ratio 0.71 (0.56-0.91), $P < 0.001$). The lower incidence of DGF in the PD group was more pronounced in the DDKT subgroup

(0.69 (0.53-0.89), $p = 0.004$). In LDKT subgroup, the incidence of DGF was higher in the PD group but the difference did not reach statistical significance. Among DDKT recipients, the lower incidence of DGF was also observed in the group of recipients that received maintenance HD for <12 months prior to KT (crude odds ratio 0.71 (0.52-0.95), $p = 0.021$).

Acute rejection

Four (0.6%) patients in the PD group and 57 (1.3%) patients in the HD group developed acute rejection (PD vs. HD, adjusted odds ratio 0.47 (0.17-1.32), $P = 0.153$). Similar findings were observed in both LDKT and DDKT subgroups.

Table 3 Primary and secondary outcomes of all patients

Outcomes (n/%)	PD	HD	p-value
Patient survival			0.238
• 1-year	519 (96.9)	3,686 (97.1)	0.879
• 5-year	230 (94.2)	1,863 (93.0)	0.373
• 10-year	26 (88.5)	647 (87.2)	0.232
Patient survival			0.030
• Alive	600 (94.6)	4,061 (92.2)	
• Dead	34 (5.4)	343 (7.8)	
Death-censored graft survival			0.758
• 1-year	510 (95.8)	3,638 (96.6)	0.293
• 5-year	222 (90.0)	1,785 (90.2)	0.697
• 10-year	22 (80.6)	609 (79.9)	0.987
Graft survival			0.069
• Functioning	578 (91.2)	3,909 (88.8)	
• Loss	56 (8.8)	495 (11.2)	
Delayed graft function ^a	133 (21.0)	1,185 (26.9)	<0.001
Acute rejection ^b	4 (0.6)	57 (1.3)	0.153
Cause of death			0.952
• Infection	14 (53.8)	134 (49.6)	
• Cardiovascular cause	6 (23.1)	63 (23.3)	
• Malignancy	0 (0.0)	6 (2.2)	
• Others	5 (19.2)	55 (20.4)	
• Unknown	1 (2.8)	12 (4.4)	

Outcomes (n/%)	PD	HD	p-value
Cause of graft loss			0.007
• Death with functioning graft	1 (2.2)	16 (3.8)	
• Rejection	15 (33.3)	142 (33.6)	
• Glomerular disease	4 (8.9)	34 (8.1)	
• Interstitial fibrosis/Tubular atrophy	8 (17.8)	152 (36.0)	
• Vascular or urologic causes	9 (20.0)	20 (4.7)	
• Non-compliance	0 (0.0)	5 (1.2)	
• Others	8 (17.8)	53 (12.6)	

PD, peritoneal dialysis; HD, hemodialysis

^aadjusted for donor factors including age, donor type, history of hypotension and CPR prior to harvesting, last serum creatinine and recipient factors including age, dialysis vintage, cause of kidney failure, types of immunosuppression, last PRA, HLA mismatching, and acute rejection

^badjusted for donor factors including age, history of hypotension prior to harvesting, donor type, last serum creatinine, and cold ischemic time and recipient factors including age, cause of kidney failure, dialysis vintage, types of immunosuppression, last PRA, and HLA mismatching

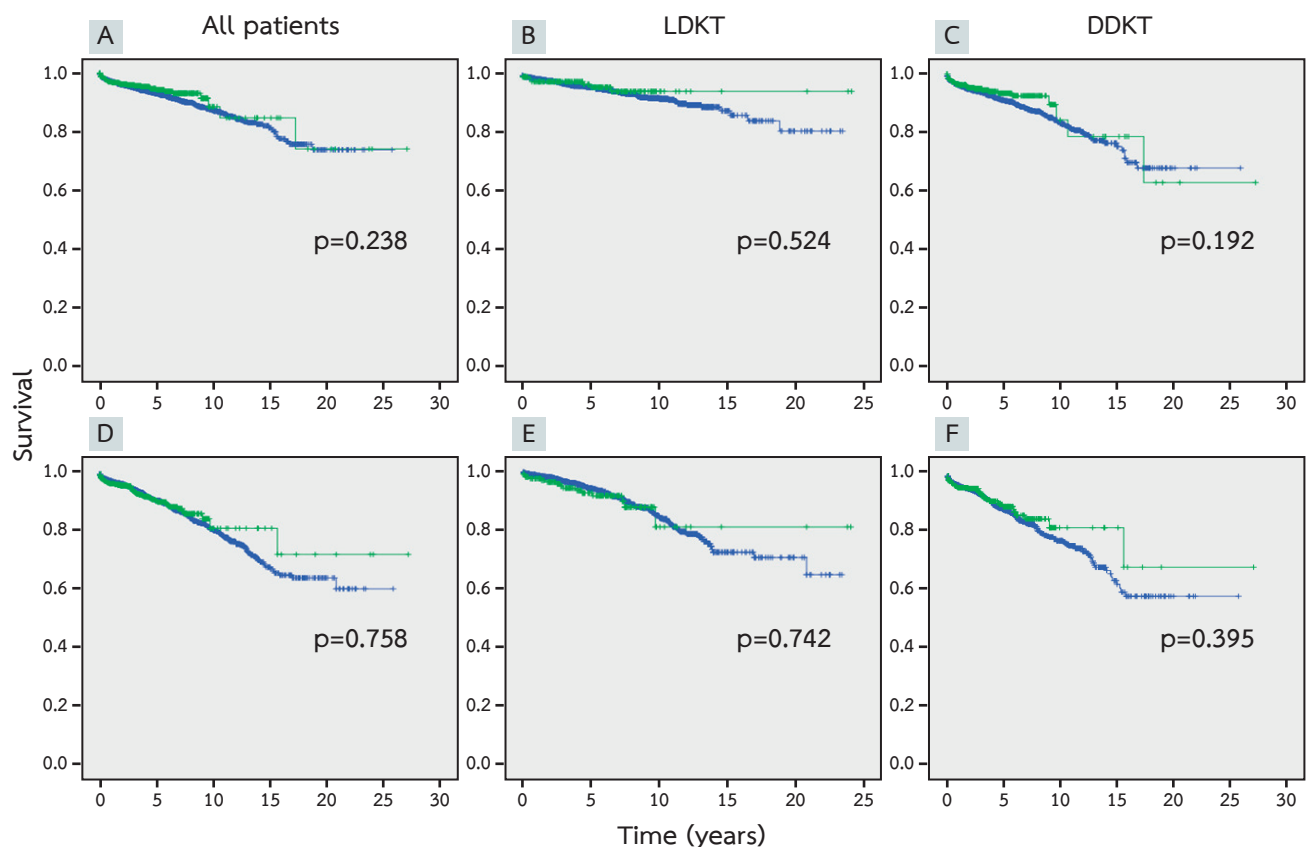


Figure 2 Kaplan-Meier survival curves of patient and death-censored graft survival

A, B and C demonstrated patient survival, and D, E and F demonstrated death-censored graft survival. PD, green line; HD blue line

PD, peritoneal dialysis; HD, hemodialysis; LDKT, living donor kidney transplantation; DDKT, deceased donor kidney transplantation

Table 4 Subgroup analyses according to the type of donor

Outcomes (n/%)	PD	HD	p-value
Living donor kidney transplantation			
Patient survival • Alive • Dead	186 (96.4) 7 (3.6)	1,461 (94.1) 91 (5.9)	0.203
Graft survival • Functioning • Loss	177 (91.7) 16 (8.3)	1,386 (89.3) 166 (10.7)	0.302
Delayed graft function ^a	14 (7.3)	63 (4.1)	0.060
Acute rejection ^b	1 (0.5)	11 (0.7)	1.000
Deceased donor kidney transplantation			
Patient survival • Alive • Dead	414 (93.9) 27 (6.1)	2,600 (91.2) 252 (8.8)	0.057
Graft survival • Functioning • Loss	401 (90.9) 40 (9.1)	2,523 (88.5) 329 (11.5)	0.127
Delayed graft function ^a	119 (27.0)	1,122 (39.3)	<0.001
Acute rejection ^b	3 (0.7)	46 (1.6)	0.132

PD, peritoneal dialysis; HD, hemodialysis

^aadjusted for donor factors including age, history of hypotension and CPR prior to harvesting, last serum creatinine, and recipient factors including age, dialysis vintage, cause of kidney failure, types of immunosuppression, last PRA, HLA mismatching and acute rejection

^badjusted for donor factors including age, history of hypotension prior to harvesting, last serum creatinine, and cold ischemic time and recipient factors including age, cause of kidney failure, dialysis vintage, types of immunosuppression, last PRA and HLA mismatching

Table 5 Multivariate Cox proportional hazards regression models

	Patient Survival (PD vs. HD) Hazard Ratio (95% Confidence Interval)	Death-Censored Graft Survival (PD vs. HD) Hazard Ratio (95% Confidence Interval)
All patients	1.23 (0.77-1.96) ^a	1.50 (0.95-2.39) ^d
Living donor KT	1.77 (0.77-4.06) ^b	1.66 (0.80-3.44) ^e
Deceased donor KT	0.96 (0.53-1.71) ^c	1.00 (0.71-1.42) ^f

^aadjusted for donor factors including age, donor type, history of hypotension prior to harvesting, last serum creatinine and recipient factors including age, dialysis vintage, cause of kidney failure, DM, cardiac disease, types of immunosuppression; last PRA, HLA mismatching and delayed graft function

^badjusted for donor age and recipient factors including age, dialysis vintage, cause of kidney failure, DM, cardiac disease, types of immunosuppression, last PRA, HLA mismatching, delayed graft function and graft loss

^cadjusted for donor factors including age, history of hypotension prior to harvesting, last serum creatinine and recipient factors including age, dialysis vintage, cause of kidney failure, DM, cardiac diseases, types of immunosuppression; last PRA, HLA mismatching, delayed graft function and allograft loss

^dadjusted for donor factors including history of CPR prior to harvesting, donor type, last serum creatinine, cold ischemic time and recipient factors including age, dialysis vintage, types of immunosuppression, last PRA and HLA mismatching, delayed graft function and acute rejection

^eadjusted for recipient factors including age, dialysis vintage, cause of kidney failure, types of immunosuppression, last PRA, HLA mismatching, delayed graft function and acute rejection

^fadjusted for donor factors including history of CPR prior to harvesting, donor type, last serum creatinine and cold ischemic time and recipient factors including age, dialysis vintage, types of immunosuppression, last PRA, HLA mismatching, delayed graft function and acute rejection

Discussion

The present study used the data from Thailand kidney transplant registry between 1987 to 2020 to determine the relationship between pretransplant dialytic modality and outcomes of KT. The main findings of the study were no significant differences in the patient and graft survival between the group of recipients that received PD and HD prior to KT. Similar findings were observed in subgroups of LDKT and DDKT. However, lower incidence of DGF was observed in the PD group compared with HD group especially in the subgroup of recipients that received DDKT. The incidence of acute rejection was similar between the two groups.

Several investigators that examined the relationship between pretransplant dialytic modality and outcomes

of KT also reported comparable patient survival between the PD and HD groups.^{2,7-9} In the Taiwanese nationwide cohort study of 1,812 patients published by Lin et al, no difference in the overall patient survival was observed (PD vs. HD, hazard ratio 0.85 (0.61-1.18)).⁷ A small study that included 38 PD and 268 HD patients by Freitas et al also observed no significant difference in recipient survival at 1 year (p=0.800) and 3 years (p=0.657).² The characteristics of the recipients in the Freitas et al' study were similar to the present study in terms of donor age and higher percentage of LDKT in the PD group. Another retrospective study of 143 patients who received first LDKT by Ardalan et al showed no significant difference in the overall 5-year patient survival (p=0.13).⁸ As for the cause of death, similar to the present study, Lopez et al

reported infection as the most common cause of death in the PD group. However, the most common cause of death in the HD group was problems related to vascular access.¹ In the retrospective analysis of a large database from the Centers for Medicare and Medicaid Services in the USA (n=22,776 patients), Snyder et al reported similar patient survival between PD and HD modalities (PD vs. HD, hazard ratio 0.95 (0.85-1.06)).⁹ There have also been reports of better recipient survival with PD compared with HD.^{1,4,10}

As for DCGS, the previous findings have been conflicting. Higher DCGS in the recipients receiving PD as well as comparable DCGS between different modes of dialysis have been reported.^{3,4,12} Similar to the findings from the present study, the recent meta-analysis by Tang et al³ reported no significant difference in DCGS between PD and HD groups (p=0.080). Lopez et al also found no significant difference in the incidence of DCGS between PD and HD groups (PD vs. HD, hazard ratio 0.68 (0.41-1.10), p=0.120) but observed shorter allograft lifespan in the group of younger recipients that received older donors.¹ Among patients that received LDKT, Ardalan et al reported no significant difference in the 5-year DCGS between the PD and HD groups (p=0.260).⁸

The present study observed a lower incidence of DGF in the PD group. This relationship was more pronounced in the subgroup of patients that received DDKT. The explanation for this finding could be related to the dialysis procedure. The use of artificial membrane in HD could increase the production of free radicals, oxidative stress and inflammation which might increase the risk of DGF.¹³⁻¹⁴ On the other hand, PD is associated with better cell-mediated immunity, preservation of residual kidney function and less oxidative stress compared with HD.^{2,15} Similar to the present study, the meta-analysis by Tang et al also reported a lower risk of DGF in the group of recipients that received PD compared with HD (PD vs. HD, odds ratio 0.67 (0.62-0.72), p=0.024).³ However, this difference was more pronounced in the LDKT subgroup but not significant in the DDKT subgroup. Among patients that received LDKT, Ardalan et al reported no difference in the incidence of DGF between

PD and HD groups.⁸ The lack of the difference in the incidence of DGF in LDKT could be explained by better donor and recipient preparations.

The incidence of acute rejection in the present study was comparable between PD and HD in the overall cohort and in the subgroups of LDKT and DDKT. The prior study suggested an increased risk of acute rejection in patients receiving HD.¹⁶ It is possible that PD causes less suppression of the cell-mediated immunity, whereas HD aggravates the activation of immune system. Furthermore, DGF was found to be associated with an increase in the incidence of acute rejection.¹⁶⁻¹⁷ The incidence of acute rejection in the present study was low (PD vs. HD, 0.6 vs. 1.3%) and there was no difference in the incidence of acute rejection between PD and HD. Similar findings have also been reported by others.^{2,8,18} The meta-analysis by Tang et al reported no significant difference in the incidence of acute rejection between the two pretransplant dialytic modalities (PD vs. HD, odds ratio 0.96 (0.75-1.16)).³

The strengths of the present study were the large number of patients nationwide and the long follow-up period up to 10 years post KT. The limitations included the substantially lower number of patients in the PD group. The latest dialysis modality was used in the analyses and the switching of dialysis modality (from PD to HD or vice versa) within the same patient was not taken into account. The data on dialysis adequacy was also not available in the present study.

In conclusion, there were no associations between pretransplant dialytic modality with patient and graft survival and the incidence of acute rejection. The group of patients that received PD showed lower incidence of DGF which was more pronounced in the DDKT subgroup. The lower risk of DGF was also observed among the DDKT recipients that received maintenance HD for <12 months.

Acknowledgement

We would like to thank the Transplantation society of Thailand for the data from the transplant registry.

References

1. Oliva MOL, Rivas B, Fernandez EP, Ossorio M, Ros S, Chica C, et al. Pretransplant peritoneal dialysis relative to hemodialysis improves long-term survival of kidney transplant patients: a single center observational study. *Int Urol Nephrol*. 2014;46(4):825–32.
2. Freitas C, Fructuoso M, Martins LS, Almeida M, Pedroso S, Dias L, et al. Posttransplant outcomes of peritoneal dialysis versus hemodialysis patients. *Transplant Proc*. 2011;43(1):113–6.
3. Tang M, Li T, Liu H. A Comparison of Transplant Outcomes in Peritoneal and Hemodialysis Patients: A Meta-Analysis. *Blood Purif*. 2016;42(2):170–6.
4. Romyantzev GAS, Hurdle JF, Scandling JD, Baird BC, Cheung AK. The role of pretransplantation renal replacement therapy modality in kidney allograft and recipient survival. *Am J Kidney Dis*. 2005;46(3):537–49.
5. Resende L, Guerra J, Santana A, Homens CM, Abreu F, Costa AGD. Influence of dialysis duration and modality on kidney transplant outcomes. *Transplant Proc*. 2009;41(3):837–9.
6. Dipalma T, Ruiz MF, Praga M, Polanco N, Gonzalez E, Solis EG, et al. Pre-transplant dialysis modality does not influence short- or long-term outcome in kidney transplant recipients: analysis of paired kidneys from the same deceased donor. *Clin Transplant*. 2016;30(9):1097–107.
7. Lin HT, Liu FC, Lin JR, Pang ST, Yu HP. Impact of the pretransplant dialysis modality on kidney transplantation outcomes: a nationwide cohort study. *BMJ Open*. 2018;8(6):e020558.
8. Ardalan M, Etemadi J, Ghabili K, Ghojzadeh M, Ghafari A, Khosroshahi HT. Effect of dialysis modality on transplantation outcome in living-donor renal transplantation. *Nephrourol Mon*. 2011;3:202–7.
9. Snyder JJ, Kasiske BL, Gilbertson DT, Collins AJ. A comparison of transplant outcomes in peritoneal and hemodialysis patients. *Kidney Int*. 2002;62(4):1423–30.
10. Molnar MZ, Mehrotra R, Duong U, Bunnapradist S, Lukowsky LR, Krishnan M, et al. Dialysis modality and outcomes in kidney transplant recipients. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2012;7(2):332–41.
11. Schwenger V, Dohler 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.
12. Sezer S, Karakan S, Acar O, Haberal M. Dialysis as a bridge therapy to renal transplantation: comparison of graft outcomes according to mode of dialysis treatment. *Transplant Proc*. 2011;43(2):485–7.
13. Barany P, Divino FJC, Bergstrom J. High C-reactive protein is a strong predictor of resistance to erythropoietin in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*. 1997;29(4):565–8.
14. Conti G, Amore A, Chiesa M, Mancuso D, Cirina P, Mengozzi G, et al. Procalcitonin as a marker of micro-inflammation in hemodialysis. *J Nephrol*. 2005;18(3):282–8.
15. Schwabe RF, Engelmann H, Hess S, Fricke H. Soluble CD40 in the serum of healthy donors, patients with chronic renal failure, haemodialysis and chronic ambulatory peritoneal dialysis (CAPD) patients. *Clin Exp Immunol*. 1999;117(1):153–8.
16. Vats AN, Donaldson L, Fine RN, Chavers BM. Pretransplant dialysis status and outcome of renal transplantation in North American children: a NAPRTCS study. *Transplantation*. 2000;69(7):1414–9.
17. Sanfilippo F, Vaughn WK, Spees EK, Lucas BA. The detrimental effects of delayed graft function in cadaver donor renal transplantation. *Transplantation*. 1984;38(6):643–8.
18. Joseph JT, Jindal RM. Influence of dialysis on post-transplant events. *Clin Transplant*. 2002;16(1):18–23.

Factors Associated with Low Trabecular Bone Score in Patients Receiving Maintenance Hemodialysis

Supawattana Phapun¹, Yutapong Raruenrom², Arunnit Boonrod³, Sawinee Kongpetch⁴, Wijittra Chotmongkol⁴, Chatlert Pongchaiyakul⁵, Kittrawee Kritmetapak¹

¹Division of Nephrology, Department of Medicine, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

²Division of Radiation Oncology, Department of Radiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

³Department of Radiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

⁴Kidney Center of Excellence, Srinagarind Hospital, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

⁵Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Medicine, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

Abstract

Background: Low bone mineral density (BMD) is common among maintenance hemodialysis (MHD) patients and associated with increased fracture risk and mortality. However, BMD does not provide information on bone quality. The dual-energy X-ray absorptiometry (DXA)-derived lumbar spine trabecular bone score (TBS) facilitates the assessment of bone quality. The present study examined BMD, TBS, and factors associated with low TBS in MHD patients.

Methods: This is a single-center, cross-sectional study of 132 MHD patients. Areal BMD and lumbar spine TBS were determined by DXA. The degree of abdominal aortic calcification (AAC) was evaluated in a lateral lumbar spine radiograph using Kauppila score.

Results: The median age was 67 years and 35.3% were women. The average dialysis vintage was 4.9±5.9 years. The prevalence of osteoporosis was 39.2%. Higher prevalence of osteoporosis was observed in women (women 59.6% vs. men 27.9%). The prevalence of low TBS (<1.31) was 33.8%. TBS was also significantly lower in women (women 1.29±0.12 vs. men 1.40±0.12; P<0.001). The group of patients with low TBS showed higher percentage of female and higher serum cholesterol, alkaline phosphatase, and homocysteine compared with the group with normal TBS. Serum calcium, phosphate, magnesium, parathyroid hormone, 25-hydroxyvitamin D, and beta-2-microglobulin were comparable between the two groups. The prevalence of severe AAC (Kauppila scores ≥6) was 52.6%. There were no correlations between AAC score with BMD or TBS. In multivariate analysis, female sex was the only independent predictor of low TBS.

Conclusions: Low TBS was observed in approximately one-third of MHD patients. Female sex was the only independent predictor of low TBS. There were no correlations between mineral parameters and AAC with TBS. Whether low TBS could predict fracture risk will require further study.

Keywords: dialysis; kidney failure; ESKD; ESRD; osteopenia; vascular calcification

Corresponding author: Kittrawee Kritmetapak

Email: kittrawee@kku.ac.th

Received: 12 September 2023; **Revised:** 21 October 2023; **Accepted:** 25 October 2023



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความบกพร่องของคุณภาพกระดูกในผู้ป่วยฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

ศุภวัฒนา ผาพันธุ์¹, ยุทธพงศ์ ธีรธรรมย์², อรุณนิตย์ บุญรอด³, สาวินี คงเพชร⁴,
วิจิตรา โชติมงคล⁴, ฉัตรเลิศ พงษ์ไชยกุล⁵, กิตติ์วี ฤกษ์เมธธากาญ¹

¹ อนุสาขาโรคไต สาขาวิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² อนุสาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ สาขาวิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁴ ศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์โรคไต โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁵ อนุสาขาต่อมไร้ท่อและเมตาบอลิซึม สาขาวิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

บทนำ: มวลกระดูก (bone mineral density หรือ BMD) ต่ำพบได้บ่อยในผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมและเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหักและการเสียชีวิต อย่างไรก็ตามการตรวจมวลกระดูกไม่สามารถบอกคุณภาพของกระดูกได้ การตรวจดัชนีคุณภาพกระดูก (trabecular bone score หรือ TBS) ด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์ความหนาแน่นของกระดูก (dual-energy X-ray absorptiometry หรือ DXA) สามารถช่วยประเมินคุณภาพของกระดูกได้ งานวิจัยนี้ต้องการศึกษามวลกระดูกและดัชนีคุณภาพกระดูก รวมไปถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับดัชนีคุณภาพกระดูกในผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

วิธีการวิจัย: การศึกษานี้เป็นการศึกษาในสถาบันเดียว ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่งในผู้ป่วยฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมจำนวน 132 ราย โดยมีการตรวจวิเคราะห์ BMD และ TBS ของกระดูกสันหลังด้วยเครื่อง DXA นอกจากนี้ยังมีการประเมินปริมาณของแคลเซียมที่เกาะในหลอดเลือดแดงเอออร์ตา (abdominal aortic calcification หรือ AAC) จากภาพเอกซเรย์กระดูกสันหลังส่วนเอวโดยใช้คะแนน Kauppila

ผลการวิจัย: อายุของผู้เข้าร่วมวิจัยมีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 67 ปี เป็นเพศหญิงร้อยละ 35.3 ระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้รับการฟอกเลือดคือ 4.9 ± 5.9 ปี พบว่ามีความชุกของภาวะกระดูกพรุนร้อยละ 39.2 โดยพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย (59.6% เทียบกับ 27.9%) ค่าเฉลี่ยของ TBS คือ 1.36 ± 0.13 พบความชุกของภาวะ TBS ต่ำร้อยละ 33.8 โดยเพศหญิงมีค่า TBS ต่ำกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (1.29 ± 0.12 เทียบกับ 1.4 ± 0.12 ; $P < 0.001$) กลุ่มผู้ป่วยที่มีค่า TBS ต่ำ (< 1.3) พบว่าส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง มีระดับโคเลสเตอรอล อัลคาไลน์ ฟอสฟาเตส และโฮมอิกซิทีนสูงกว่าผู้ป่วยที่มีค่า TBS ปกติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของซีรั่มแคลเซียม ฟอสเฟต แมกนีเซียม พาราไทรอยด์ฮอร์โมน วิตามินดี และเบต้าทูไมโครโกลบูลิน ในทั้ง 2 กลุ่ม ร้อยละ 52.5 ของผู้ป่วยมีภาวะ AAC ที่รุนแรง (คะแนน Kauppila ≥ 6) ในขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง AAC กับ BMD หรือ TBS จากการวิเคราะห์แบบพหุตัวแปรพบว่าเพศหญิงเป็นปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์อย่างอิสระกับ TBS ต่ำ

สรุป: ประมาณ 1 ใน 3 ของผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมมีค่า TBS ต่ำ โดยเพศหญิงเป็นปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์อย่างเป็นอิสระกับ TBS ต่ำ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างฮอร์โมนและเกลือแร่ที่เกี่ยวข้องกับกระดูกและ AAC กับ TBS ยังจำเป็นต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อประเมินความสามารถของ TBS ในการพยากรณ์กระดูกหักในอนาคต

คำสำคัญ: กระดูกพรุน; บำบัดทดแทนไต; ไตวายเรื้อรังระยะสุดท้าย; ฟอกไต

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: กิตติ์วี ฤกษ์เมธธากาญ

อีเมล: kitrawee@kku.ac.th

รับบทความ: 12 กันยายน 2566; **ปรับปรุงแก้ไข** 21 ตุลาคม 2566; **รับตีพิมพ์:** 25 ตุลาคม 2566



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

Introduction

Mineral and bone disorders (MBD) in chronic kidney disease (CKD) which encompass abnormalities of mineral metabolites and hormones, bone diseases and cardiovascular calcification contribute to the risk of cardiovascular disease, mortality, and fracture. The 2017 Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) guidelines suggested that bone mineral density (BMD) may be used to evaluate fracture risk in CKD patients.¹ However, the predictive ability of BMD diminishes substantially in patients receiving dialysis compared with general population.² BMD can be used to determine the quantity of the bone but gives limited information on the bone quality. The microarchitecture of trabecular bone, one of the important components of bone strength, cannot be assessed by BMD testing. As the risk of fracture increases with progression of CKD, it may be important to assess both the quality and the quantity of the bone. Bone microarchitecture may be evaluated by high-resolution peripheral quantitative computed tomography (HR-pQCT) and bone biopsy, but the use of both modalities is limited due to high cost of the HR-pQCT and the need for specialized laboratory equipment to process and the specialist to read the bone biopsy specimen. Measurement of trabecular bone score (TBS) has emerged as a new tool for assessing bone microarchitecture based on dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) images of the lumbar spine. Low TBS indicates degraded and weakened bone microarchitecture which is associated with an increase in fracture risk.

According to the prior study in patients with CKD, TBS correlated with both cortical and trabecular bone microarchitecture evaluated by HR-pQCT and bone histomorphometry.³ The previous research in Caucasian population with CKD and end-stage kidney disease (ESKD) revealed the association between lower TBS and increased fracture risk.⁴⁻⁸ Only few studies on TBS in Asian ESKD population have been published. The present study examined the prevalence of osteoporosis and low TBS in patients receiving maintenance hemodialysis (MHD). Factors associated with low TBS and the relationship between TBS and abdominal aortic calcification (AAC) were also examined.

Methods

Study design and population

This is a single-center, cross-sectional study that included MHD patients from Srinagarind Hospital, Khon Kaen University, Thailand between April 2022 to March 2023. The Inclusion criteria were age ≥ 18 years and receiving HD for ≥ 3 months. The exclusion criteria were history of organ transplantation, receiving concurrent peritoneal dialysis or palliative care, presence of active malignancy or psychiatric disorders, pregnancy, and history of using or currently receiving anti-resorptive agents including bisphosphonate, denosumab, and aromatase inhibitors. The Khon Kaen University Ethics Committee for Human Research (IRB00001189) approved the research protocol. All participants provided written informed consent. The study was performed according to the Declaration of Helsinki.

Biochemical data

The data on demographic, underlying diseases, CKD-MBD medications (vitamin D, phosphate binders, and cinacalcet), and laboratory data including serum calcium, phosphate, 25-hydroxyvitamin D, parathyroid hormone (PTH), total alkaline phosphatase, beta2-microglobulin, and homocysteine levels were collected. All patients underwent lateral lumbar spine radiograph in a standing position using standard radiographic equipment. The severity of AAC was graded using the previously validated Kaupila score.⁹ Areal BMD was assessed using DXA (Lunar Prodigy, GE Lunar, Madison, Wisconsin, United States) at the lumbar spine (L1-L4), total hip, femoral neck, and distal third of the radius. Osteopenia ($-2.5 < \text{T-score} < -1$) and osteoporosis ($\text{T-score} < -2.5$) were determined using the World Health Organization (WHO) T-score threshold values.¹⁰ DXA images of the L1-L4 vertebrae and TBS iNsight software (version 2.1, Med-Imaps, Pessac, France) were used to evaluate and calculate TBS. The patients were divided into two groups based on TBS as follow: low TBS group, $\text{TBS} < 1.31$; normal TBS group, $\text{TBS} \geq 1.31$. The TBS cut-off of 1.31 was used because the previous study reported the association between $\text{TBS} < 1.31$ and increased fracture risk.¹¹

Statistical analysis

Continuous variables were presented as mean $\pm$ standard deviation (SD) or median (interquartile range (IQR)). For categorical variables, the data were presented as proportions. The Shapiro-Wilk test was used to determine the normal distribution of the data. Comparisons between two continuous variables were performed using the Student's T-test or Mann-Whitney U test. For categorical variables, Chi-square test or Fisher's exact test was applied. The relationship between the two variables was analyzed by Pearson or Spearman correlation. Factors associated with low TBS were evaluated using logistic regression analysis. P-value <0.05 was regarded as statistically significant. All statistical analyses were performed using STATA Version 17 (Texas, USA).

Results

Two hundred and one patients were screened, and 132 (66%) completed the study (**Figure 1**). The median age was 67 (57-72) years, and 47 (35.3%) patients were female. The median dialysis vintage was 3.1 (1.2-5.4) years. The median body mass index was 21.2 (19.1-23.6) kg/m². Eighty-two (61.7%) patients had type 2 diabetes. Forty (30.1%) patients received calcium-containing phosphate binders, 33 (24.8%) received calcitriol or alfacalcidol, and 16 (12%) received cinacalcet. The comparisons of biochemical parameters between the group of patients with low TBS and normal TBS are shown in **Table 1**. The group with low TBS showed higher percentage of female and higher serum total cholesterol, alkaline phosphatase, and homocysteine but lower serum albumin levels.

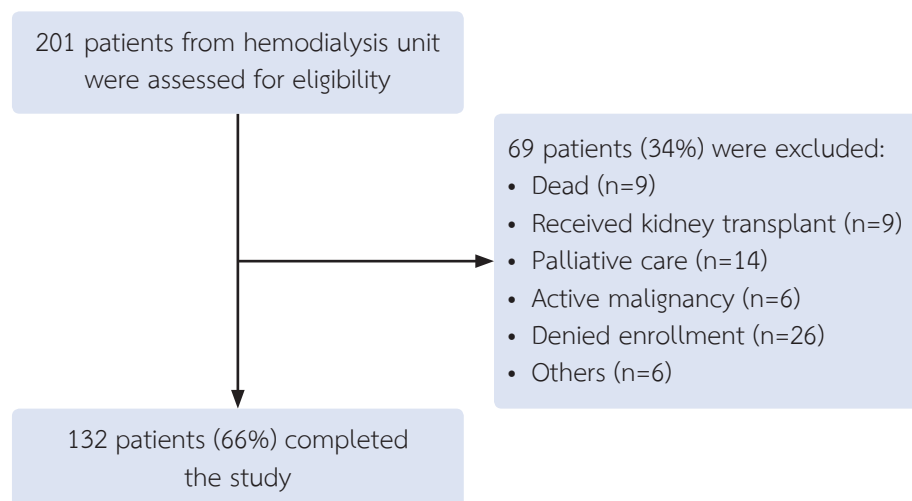


Figure 1. Study Flowchart

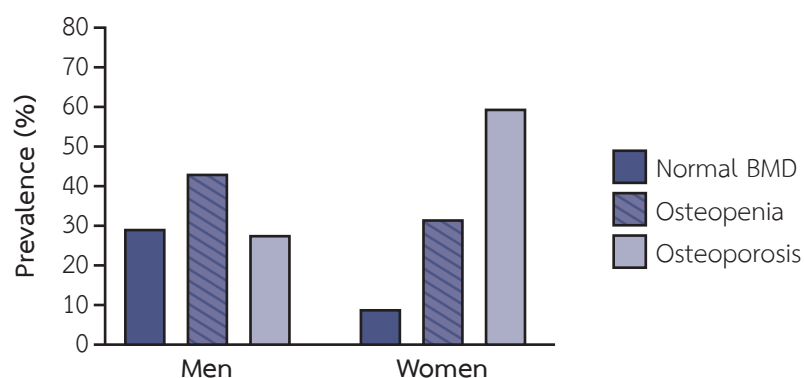
Fifty-five (41.7%) patients had osteopenia and 52 (39.4%) had osteoporosis. The prevalence of osteoporosis was higher in female (female 59.6% vs. male 27.9%) (**Figure 2**). The average TBS was 1.36 ± 0.13 . Female showed significantly lower TBS (female 1.29 ± 0.12 vs. male 1.40 ± 0.12 ; $P < 0.001$). The prevalence of low TBS (<1.31) was 33.8%. The average TBS was lower in the group of

patients with osteoporosis compared with the group with normal BMD (1.30 ± 0.10 vs. 1.40 ± 0.13 ; $P < 0.01$). There was no difference in the TBS between the groups of patients with and without DM or with and without AAC. TBS were also comparable among the groups of patients with PTH below, within, or above the target range (2 to 9 times the upper normal limit) (**Figure 3**).

Table 1. Comparisons of biochemical parameters between the group of patients with low and normal trabecular bone score

Parameters	Low TBS <1.31 N=45	Normal TBS ≥1.31 N=87	P value
Age (years)	65.5±14.7	62.9±12.0	0.29
Female (%)	27 (60%)	20 (23%)	<0.01
Dialysis vintage (years)	3.8 (1.5-5.2)	3 (1.0-5.5)	0.53
Type 2 diabetes (%)	29 (64.4%)	53 (60.9%)	0.22
Body mass index (kg/m ²)	21.8±3.7	21.9±3.9	0.43
Hemoglobin (g/dL)	10.4±1.5	10.7±1.6	0.24
BUN (mg/dL)	58.1±17.6	61.5±21.3	0.36
Creatinine (mg/dL)	9.27±2.48	9.92±2.94	0.21
Fasting plasma glucose (mg/dL)	145±90	131±65	0.29
Bicarbonate (mEq/L)	23.3±2.7	23.4±2.7	0.87
Uric acid (mg/dL)	6.9±1.6	6.8±1.9	0.75
Cholesterol (mg/dL)	159±44	141±33	0.01
Calcium (mg/dL)	8.61±0.69	8.80±0.70	0.07
Phosphate (mg/dL)	3.67±1.49	3.82±1.51	0.29
Magnesium (mg/dL)	2.28±0.35	2.38±0.36	0.07
Albumin (g/dL)	3.9±0.4	4.1±0.4	0.04
Alkaline phosphatase (IU/L)	178±143	127±70	<0.01
25-hydroxyvitamin D (ng/mL)	38.8±12.5	41.8±14.3	0.12
Parathyroid hormone (pg/mL)	280.9±227.7	317.1±289.2	0.23
C-reactive protein (mg/L)	6.4±9.0	5.7±10.9	0.64
Beta2-microglobulin (mg/L)	26.4±8.6	24.3±8.5	0.09
Homocysteine (μmol/L)	26.8±8.0	23.5±6.4	0.01

TBS, trabecular bone score

**Figure 2.** Prevalence of osteopenia and osteoporosis
BMD, bone mineral density

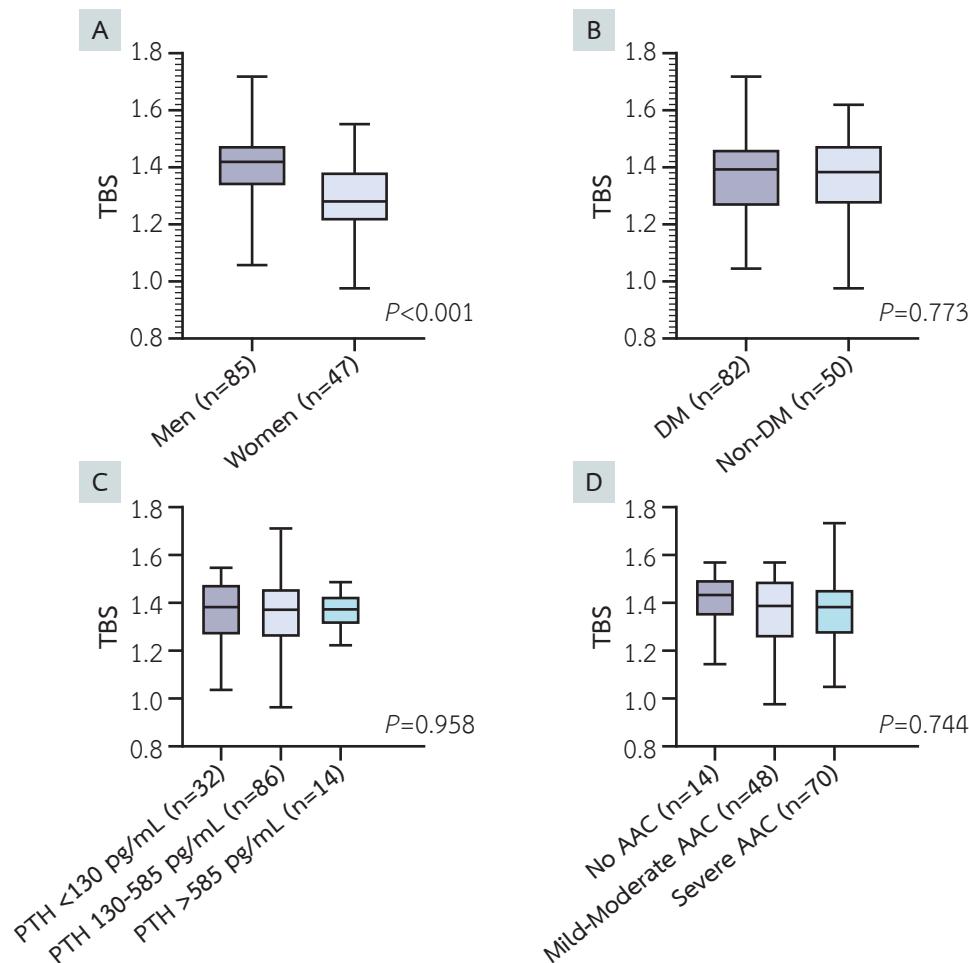


Figure 3. Comparisons of trabecular bone score according to different parameters

A, sex; B, diabetes; C, parathyroid hormone levels and D, abdominal aortic calcification

TBS, trabecular bone score; DM, diabetes mellitus; PTH, parathyroid hormone; AAC, abdominal aortic calcification

AAC was present in 119 (89.5%) patients. The median Kauppila score was 6 (2-10). There were 70 (52.6%) patients with severe AAC (Kauppila score ≥ 6) (Figure 4). The patients with DM showed higher prevalence of AAC

(77 (93.9%) vs. 42 (84%); $P = 0.035$). There was no difference in the prevalence of AAC between the group of patients with PTH level within or outside the target range (78 (89%) vs. 41 (91.1%); $P = 0.92$).

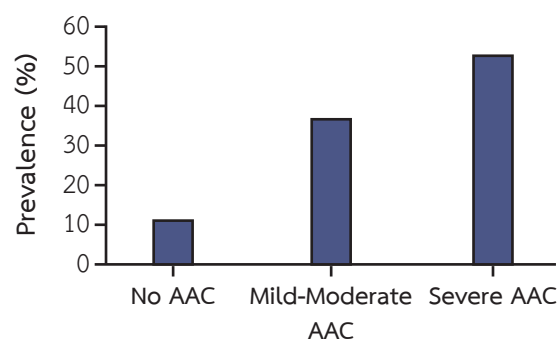


Figure 4. Prevalence of abdominal aortic calcification according to severity

AAC, abdominal aortic calcification; mild to moderate AAC, Kauppila score 1-5; severe AAC, Kauppila score ≥ 6

TBS correlated positively with the BMD at the lumbar spine (L1-L4), total hip, femoral neck, and distal third of the radius (Figure 5). There was no relationship between TBS and the severity of AAC. In univariate logistic regression

analysis, female sex, higher alkaline phosphatase, and homocysteine levels were associated with low TBS. In multivariate analysis, female sex was the only independent predictor of low TBS (Table 2).

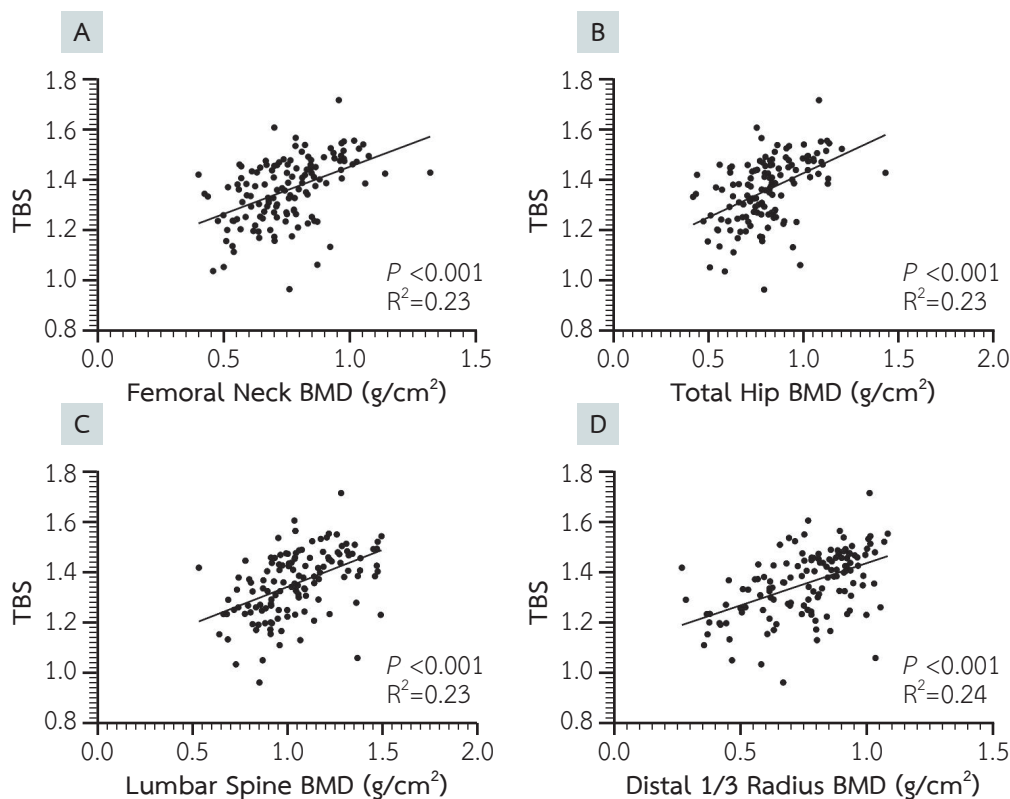


Figure 5. Relationship between trabecular bone score and bone mineral density at all sites

TBS, trabecular bone score; BMD, bone mineral density

Table 2. Logistic regression analyses of factors associated with low trabecular bone score

Variables	Univariate			Multivariate		
	OR	95% CI	P	OR	95% CI	P
Age (5 years)	1.08	0.94, 1.25	0.292	1.18	0.96, 1.45	0.125
Female sex	5.10	2.34, 11.1	<0.001	5.88	2.39, 14.44	<0.001
BMI (kg/m ²)	0.99	0.90, 1.09	0.863	0.96	0.85, 1.09	0.510
DV (months)	1.00	0.99, 1.00	0.321	1.00	0.99, 1.01	0.295
Diabetes	1.20	0.57, 2.52	0.636	1.39	0.50, 3.83	0.524
BUN (mg/dL)	0.99	0.97, 1.01	0.354	0.99	0.97, 1.03	0.939
Creatinine (mg/dL)	0.92	0.80, 1.05	0.213	1.14	0.89, 1.46	0.280
Calcium (mg/dL)	0.67	0.39, 1.15	0.150	0.92	0.43, 1.96	0.835

Variables	Univariate			Multivariate		
	OR	95% CI	P	OR	95% CI	P
Phosphate (mg/dL)	0.93	0.73, 1.19	0.573	1.03	0.73, 1.46	0.847
Magnesium (mg/dL)	0.46	0.16, 1.30	0.142	0.45	0.09, 2.12	0.312
ALP (IU/L)	1.01	1.00, 1.01	0.017	1.00	0.99, 1.01	0.220
25-OH-D (ng/mL)	0.98	0.96, 1.01	0.243	0.98	0.95, 1.02	0.402
PTH (pg/mL)	0.99	0.99, 1.00	0.467	0.99	0.99, 1.00	0.159
CRP (mg/L)	1.01	0.97, 1.04	0.713	1.00	0.96, 1.05	0.993
β 2-M (mg/L)	1.03	0.99, 1.07	0.182	1.01	0.96, 1.07	0.654
Homocysteine (μ mol/L)	1.12	1.05, 1.20	0.023	0.95	0.89, 1.02	0.151

OR, odds ratio; CI, confidence interval; BMI, body mass index; DV, dialysis vintage; ALP, alkaline phosphatase; 25-OH-D, 25-hydroxyvitamin D; PTH, parathyroid hormone; CRP, C-reactive protein; β 2-M, beta2-microglobulin

Discussion

The present study revealed the prevalence of osteoporosis of 39.2% and low TBS of 33.8%. The group of patients with low TBS were more likely to be female, had higher serum cholesterol, alkaline phosphatase, and homocysteine levels compared with the group of patients with normal TBS. TBS correlated well with BMD at all sites. There were no correlations between AAC score with BMD or TBS. In multivariate analysis, female sex was the only independent predictor of low TBS.

BMD testing has been the gold standard for diagnosis of osteoporosis. However, BMD does not provide the information on bone quality. Lumbar spine TBS could be added to BMD for additional information on bone microarchitecture and bone quality.¹² The current KDIGO guidelines recommend BMD test in patients with CKD.¹ Several studies in dialysis patients have confirmed the ability of total BMD in predicting cardiovascular and all-cause mortality.¹³ Not only reduced bone mass was associated with increased fracture risk and mortality, poor bone quality also contributed to the risk of fracture.^{14,15} HR-pQCT is another modality that can provide information on bone microarchitecture which can predict fracture risk. However, HR-pQCT is not available in most dialysis facilities due to high cost. TBS is a more economical alternative because the images can be

obtained by DXA at the same time as BMD test. Previous studies have demonstrated lower TBS among CKD patients compared with general population, and lower TBS was associated with higher fracture risk.^{4-8, 16-18} Based on the data from the meta-analysis of TBS database for estimating the risk of fracture in 17,809 subjects from 14 prospective cohorts across diverse regions, the TBS value of 1.31 has been proposed as a cut-off for both males and females. TBS >1.31 is regarded as normal, 1.23 - 1.31 as having partially degraded microarchitecture, and <1.23 as degraded microarchitecture.¹¹ By applying this cut-off value to the MHD patients from the present study, approximately one-third showed partially degraded or degraded microarchitecture.

The patients with low TBS showed higher serum alkaline phosphatase and homocysteine levels than those with normal TBS. Alkaline phosphatase is secreted by osteoblasts, and elevated alkaline phosphatase levels could indicate osteoblast dysfunction predisposing to impaired bone microarchitecture. Homocysteine is a protein-bound uremic toxin, and the evidence from previous studies suggest that elevated homocysteine levels could modulate osteoclastogenesis by inducing deleterious effects on bone via various mechanisms.¹⁹ Similar to BMD, female had lower TBS than male. This finding was likely due to the same reasons for lower BMD

in females in general population, which include hypogonadism, estrogen deprivation, and other unidentified intrinsic factors that may influence trabecular microarchitecture in females. However, the present study did not find the relationship between increasing age and low TBS. It is possible that the impact of age on TBS is attenuated in patients receiving MHD due to the complexities of uremic milieu. Similar to other studies, TBS correlated well with BMD at all sites. Overall, these data confirmed the presence of reduced bone mass and impaired bone quality in MHD patients.

It is well established that the degree of vascular calcification is associated with an increase in cardiovascular events and mortality in dialysis patients.²⁰ The pathophysiologic mechanisms of vascular calcification are complex involving both traditional and CKD-related risk factors.²¹ Abnormal bone-vascular interactions result in a reduced capability of the bone to buffer calcium and phosphate leading to calcium deposition in the blood vessels.²² The previous study in MHD patients has revealed an inverse relationship between impaired bone microarchitecture by HR-pQCT and the degree of coronary artery calcification by multi-slice computed tomography.²³ The improvement in bone turnover could slow the progression of coronary artery calcification in both low and high turnover bone disease.²⁴ Despite the previous report of an inverse relationship between TBS and AAC score among young dialysis patients, there was no relationship between TBS and AAC score in the present study.²⁵ This could be due to the more advanced age and the higher prevalence of diabetes of the patients in the present study.

The strength of the present study includes the study population was relatively large and consisted of a homogeneous cohort of MHD patients. The parameters of interest were BMD, TBS, and other MBD-related factors that were relevant to day-to-day clinical practice. The limitation of this study was the lack of longitudinal follow-up which could help provide additional information on the ability of TBS to predict fracture in dialysis population.

In conclusion, low TBS was observed in approximately

one-third of MHD patients. Female sex was the only independent predictor of low TBS. There were no correlations between any of the mineral parameters and AAC with TBS. Whether low TBS could predict fracture risk will require further study.

References

1. Ketteler M, Block GA, Evenepoel P, Fukagawa M, Herzog CA, McCann L, et al. Executive Summary of the 2017 KDIGO Chronic Kidney Disease-Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD) Guideline Update: What's Changed and Why It Matters. *Kidney Int.* 2017;92(1):26-36.
2. Jamal SA, Hayden JA, Beyene J. Low Bone Mineral Density and Fractures in Long-Term Hemodialysis Patients: A Meta-Analysis. *Am J Kidney Dis.* 2007;49(5):674-81.
3. Ramalho J, Marques IDB, Hans D, Dempster D, Zhou H, Patel P, et al. The Trabecular Bone Score: Relationships with Trabecular and Cortical Microarchitecture Measured by Hr-Pqct and Histomorphometry in Patients with Chronic Kidney Disease. *Bone.* 2018;116:215-20.
4. Brunerova L, Ronova P, Veresova J, Beranova P, Potoekova J, Kasalicky P, et al. Osteoporosis and Impaired Trabecular Bone Score in Hemodialysis Patients. *Kidney Blood Press Res.* 2016;41(3):345-54.
5. Yavropoulou MP, Vaios V, Pikilidou M, Chrysogonidis I, Sachinidou M, Tournis S, et al. Bone Quality Assessment as Measured by Trabecular Bone Score in Patients with End-Stage Renal Disease on Dialysis. *J Clin Densitom.* 2017;20(4):490-7.
6. Aleksova J, Kurniawan S, Elder GJ. The Trabecular Bone Score Is Associated with Bone Mineral Density, Markers of Bone Turnover and Prevalent Fracture in Patients with End Stage Kidney Disease. *Osteoporos Int.* 2018;29(6):1447-55.
7. Yoon HE, Kim Y, Shin SJ, Hong YS, Kang KY. Factors Associated with Low Trabecular Bone Scores in Patients with End-Stage Kidney Disease. *J Bone Miner Metab.* 2019;37(3):475-83.
8. Naylor KL, Prior J, Garg AX, Berger C, Langsetmo L, Adachi JD, et al. Trabecular Bone Score and Incident Fragility Fracture Risk in Adults with Reduced Kidney Function. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016;11(11):2032-40.
9. Kauppila LI, Polak JF, Cupples LA, Hannan MT, Kiel DP, Wilson PW. New Indices to Classify Location, Severity and Progression of Calcific Lesions in the Abdominal Aorta:

- A 25-Year Follow-up Study. *Atherosclerosis*. 1997;132(2): 245-50.
10. Kanis JA. Assessment of Fracture Risk and Its Application to Screening for Postmenopausal Osteoporosis: Synopsis of a WHO Report. WHO Study Group. *Osteoporos Int*. 1994;4(6): 368-81.
11. McCloskey EV, Oden A, Harvey NC, Leslie WD, Hans D, Johansson H, et al. A Meta-Analysis of Trabecular Bone Score in Fracture Risk Prediction and Its Relationship to FRAX. *J Bone Miner Res*. 2016;31(5):940-8.
12. Abdalbary M, Sobh M, Elnagar S, Elhadey MA, Elshabrawy N, Abdelsalam M, et al. Management of Osteoporosis in Patients with Chronic Kidney Disease. *Osteoporos Int*. 2022;33(11):2259-74.
13. Iseri K, Qureshi AR, Dai L, Ripsweden J, Heimbürger O, Barany P, et al. Bone Mineral Density at Different Sites and 5 Years Mortality in End-Stage Renal Disease Patients: A Cohort Study. *Bone*. 2020;130:115075.
14. Lorentzon M, Cummings SR. Osteoporosis: The Evolution of a Diagnosis. *J Intern Med*. 2015;277(6):650-61.
15. Malluche HH, Porter DS, Pienkowski D. Evaluating Bone Quality in Patients with Chronic Kidney Disease. *Nat Rev Nephrol*. 2013;9(11):671-80.
16. Perez-Saez MJ, Herrera S, Prieto-Alhambra D, Vilaplana L, Nogues X, Vera M, et al. Bone Density, Microarchitecture, and Material Strength in Chronic Kidney Disease Patients at the Time of Kidney Transplantation. *Osteoporos Int*. 2017;28(9):2723-7.
17. Aleksova J, Ebeling PR, Milat F, Elder GJ. Dxa-Derived Advanced Hip Analysis and the Trabecular Bone Score in End-Stage Kidney Disease Secondary to Type 1 Diabetes. *Eur J Endocrinol*. 2022;187(6):883-92.
18. Yun HJ, Ryoo SR, Kim JE, Choi YJ, Park I, Shin GT, et al. Trabecular Bone Score May Indicate Chronic Kidney Disease-Mineral and Bone Disorder (Ckd-Mbd) Phenotypes in Hemodialysis Patients: A Prospective Observational Study. *BMC Nephrol*. 2020;21(1):299.
19. Behera J, Bala J, Nuru M, Tyagi SC, Tyagi N. Homocysteine as a Pathological Biomarker for Bone Disease. *J Cell Physiol*. 2017;232(10):2704-9.
20. Bai J, Zhang A, Zhang Y, Ren K, Ren Z, Zhao C, et al. Abdominal Aortic Calcification Score Can Predict All-Cause and Cardiovascular Mortality in Maintenance Hemodialysis Patients. *Ren Fail*. 2023;45(1):2158869.
21. Atta MG. A Molecular Target of Vascular Calcification in Chronic Kidney Disease. *J Clin Invest*. 2022;132(1):e156257.
22. Cannata-Andia JB, Roman-Garcia P, Hruska K. The Connections between Vascular Calcification and Bone Health. *Nephrol Dial Transplant*. 2011;26(11):3429-36.
23. Cejka D, Weber M, Diarra D, Reiter T, Kainberger F, Haas M. Inverse Association between Bone Microarchitecture Assessed by HR-pQCT and Coronary Artery Calcification in Patients with End-Stage Renal Disease. *Bone*. 2014;64:33-8.
24. Barreto DV, Barreto Fde C, Carvalho AB, Cuppari L, Draibe SA, Dalboni MA, et al. Association of Changes in Bone Remodeling and Coronary Calcification in Hemodialysis Patients: A Prospective Study. *Am J Kidney Dis*. 2008;52(6): 1139-50.
25. Aleksova J, Kurniawan S, Vucak-Dzumhur M, Kerr P, Ebeling PR, Milat F, et al. Aortic Vascular Calcification Is Inversely Associated with the Trabecular Bone Score in Patients Receiving Dialysis. *Bone*. 2018;113:118-23.

Executive Summary of the 2022 Thailand Chronic Kidney Disease–Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD) Guideline

Sinee Disthabanchong¹, Paweena Susantitaphong² on the behalf of the members of Thailand CKD-MBD Guideline Work Group

¹*Division of Nephrology, Department of Medicine, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Bangkok, Thailand*

²*Research Unit for Metabolic Bone Disease in CKD Patients, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand*

Abstract

The Nephrology Society of Thailand (NST) and Thailand Pediatric Nephrology Association recognize the importance and awareness of the problems related to abnormalities in minerals and hormones associated with bone disorders, which impact the quality of life and survival of adult and children with chronic kidney disease. Therefore, the work group propose this clinical practice guidelines based on the currently available scientific evidence as well as the context and readiness of Thailand. The work group has screened, collected, and analyzed the available data from research studies conducted both in Thailand and abroad to develop 2022 Thailand Chronic Kidney Disease–Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD) Guideline. The purpose of this guideline is to help physicians provide proper care for patients in accordance with the current evidence as well as to serve as a standard for the management of CKD-MBD.

Keywords: hyperparathyroidism; PTH; hyperphosphatemia; hypercalcemia; vascular calcification; osteoporosis; dialysis; kidney failure; ESKD; ESRD

Corresponding author: Paweena Susantitaphong

Email: pesancerinus@hotmail.com

The complete list of all members of the work group is available in the complete 2022 NST Clinical Practice Guideline for management of CKD-MBD.

The complete 2022 NST Clinical Practice Guideline for Management of CKD-MBD is available in print at The Nephrology Society of Thailand, Royal Golden Jubilee Building, 4th Floor, 2 Soi Soonvijai, New Petchburi Road, Bangkok 10310, Thailand.

Tel. +66 (0) 27166091, +66 (0) 27167450, +66 (0) 27181898. Email: admin@nephrothai.page



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

สรุปคำแนะนำแนวทางการรักษาผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของสมดุลแร่ธาตุและกระดูก ปี พ.ศ. 2565

สินี ดิษฐบรรจง¹, ปวีณา สุสัณฐิตพงษ์² ในนามของสมาชิกคณะทำงานกำหนดแนวทางการรักษาผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่มีความผิดปกติของสมดุลแร่ธาตุและกระดูก

¹สาขาวิชาโรคไต ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

²หน่วยปฏิบัติการวิจัยทางการแพทย์ด้านความผิดปกติทางเมตาบอลิกของกระดูกในผู้ป่วยโรคไต คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

สมาคมโรคไตและชมรมโรคไตแห่งประเทศไทย ได้เล็งเห็นความสำคัญและตระหนักถึงปัญหาด้านกระดูก รวมไปถึงความผิดปกติของเกลือแร่และฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับกระดูก ซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและความอยู่รอดของผู้ป่วยทั้งผู้ใหญ่และเด็กที่มีโรคไตเรื้อรังทุกระยะ จึงเห็นสมควรเสนอแนวทางปฏิบัติในการดูแลผู้ป่วยโดยอ้างอิงตามหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดที่มีอยู่ในปัจจุบัน แล้วประยุกต์ให้เข้ากับบริบทและความพร้อมของประเทศไทย ทั้งนี้คณะทำงานได้ทำการกลั่นกรองรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจากการศึกษาวิจัยทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เพื่อจัดทำแนวทางปฏิบัติทางคลินิก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้แพทย์สามารถให้การดูแลรักษาผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่มีปัญหาด้านเกลือแร่และกระดูก ได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการและเป็นมาตรฐานเดียวกัน

คำสำคัญ: ฟอสเฟต; แคลเซียม; แคลเซียมเกาะในเส้นเลือดแดง; พาราไทรอยด์; ฟอสเฟต; ฟอสเฟต; ภาวะทุพโภชนาการ; ไตวายระยะสุดท้าย; ไตวาย

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: ปวีณา สุสัณฐิตพงษ์

อีเมล: pesancerinus@hotmail.com

รายชื่อสมาชิกทั้งหมดของคณะทำงานฯ สามารถดูได้จากหนังสือฉบับเต็มเรื่อง “แนวทางการรักษาผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่มีความผิดปกติของสมดุลแร่ธาตุและกระดูกปี พ.ศ. 2565”

ถ้าต้องการหนังสือฉบับเต็มสามารถติดต่อได้ที่ สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย อาคารเฉลิมพระบารมี 50 ปี ชั้น 4 เลขที่ 2 ซอยศูนย์วิจัย ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร 10310

โทร: 02-716-6091, 02-716-7450, 02-718-1898 อีเมล: admin@nephrothai.page



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

คำชี้แจงน้ำหนักคำแนะนำและคุณภาพหลักฐาน

(Nomenclature and Description for Rating Guideline Recommendation)

น้ำหนักคำแนะนำ (Strength of recommendation)	
ระดับ I	“ควรปฏิบัติ” เนื่องจากความมั่นใจของคำแนะนำให้ปฏิบัติอยู่ในระดับสูง มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และมีความคุ้มค่า “recommended”. Strong recommendation due to clear benefits for most, if not all, patients. The phrases include “is recommended” or “is indicated/useful/beneficial”
ระดับ IIa	“น่าจะปฏิบัติ” เนื่องจากความมั่นใจของคำแนะนำให้ปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง น่าจะมีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และน่าจะมีความคุ้มค่า “should be considered”. Weight of evidence/opinion is in favor of usefulness/efficacy and cost-effectiveness. The phrases include “is reasonable”, “can be useful/beneficial” or “is probably recommended/indicated”
ระดับ IIb	“อาจปฏิบัติ” เนื่องจากยังไม่มี ความมั่นใจเพียงพอที่จะแนะนำ ยังมีหลักฐานไม่เพียงพอว่าจะเกิดประโยชน์ต่อผู้ป่วย และอาจไม่คุ้มค่า แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วย “may be considered”. Usefulness/effectiveness is unknown/unclear/uncertain or not well established or not cost-effective. The current evidence is insufficient to confirm the usefulness/effectiveness of the treatment. However, the treatment is not harmful. The phrases include “may/might be reasonable” or “may/might be considered”
ระดับ III	“ไม่ควรปฏิบัติ” หรือ “ห้ามปฏิบัติ” เนื่องจากไม่มีประโยชน์และอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ป่วย “not recommended”. Evidence or general agreement that the given treatment or procedure is not useful/effective, and in some cases may be harmful. The phrases include “is not recommended”, “is not indicated/useful/beneficial” or “should not be performed”
คุณภาพหลักฐาน (Quality of evidence)	
A High-quality evidence	หลักฐานที่ได้จาก Randomized controlled trials (RCT) คุณภาพดีหลายการศึกษา หรือ Meta-analysis Consistent evidence from several randomized trials (RCTs) or meta-analysis of RCTs
B Moderate-quality evidence	หลักฐานที่ได้จาก Randomized controlled trials (RCT) คุณภาพดีอย่างน้อย 1 การศึกษา หรือ non RCT ขนาดใหญ่ อาทิเช่น prospective หรือ retrospective cohort หรือ case-control study ซึ่งมีผลประจักษ์ถึงประโยชน์หรือโทษอย่างเด่นชัด Evidence from at least one RCT or strong evidence from large non-RCTs such as prospective or retrospective cohort study or case-control study
C Low-quality evidence	หลักฐานจากการศึกษาอื่นๆ อาทิเช่น case series, case report Evidence from unsystematic clinical observations such as case series or case report

บทที่ 1 (Chapter 1)

การวินิจฉัยความผิดปกติของสมดุลแร่ธาตุและกระดูก
ในโรคไตเรื้อรัง (Diagnosis of CKD-MBD)1.1 การวินิจฉัยความผิดปกติของผลการตรวจทางห้อง
ปฏิบัติการ (Evaluation of Laboratory abnormalities)

1.1.1 แนะนำให้เริ่มตรวจวัดระดับแคลเซียม, ฟอสเฟต, parathyroid hormone (PTH) และalkaline phosphatase (ALP) ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3b เป็นต้นไป (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C).

It is reasonable to begin measurements of serum

calcium, phosphate, parathyroid hormone, and alkaline phosphatase activity in patients with chronic kidney disease stage 3b. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).**

1.1.2 ระยะห่างของการตรวจติดตามระดับแคลเซียม, ฟอสเฟต, PTH และ ALP ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3b-5D ขึ้นอยู่กับระยะของโรคไตและความรุนแรงของความผิดปกติของผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ โดยอาจเพิ่มความถี่ของการตรวจตามความเหมาะสมเพื่อประเมินแนวโน้มการตอบสนองต่อการรักษาและผลข้างเคียงของยา **(คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)**

The frequency of monitoring of serum calcium, phosphate, parathyroid hormone, and alkaline phosphatase activity should depend on the stages of chronic kidney disease and the degree of laboratory abnormalities. More frequent monitoring is reasonable when the response to treatment needs to be followed or the side effects are expected **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).**

1.1.3 ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3b-5D แนะนำให้พิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับแคลเซียม ฟอสเฟต, PTH และ ALP ร่วมกันเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเปลี่ยนแผนการรักษา **(คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)**

In patients with chronic kidney disease stages 3b-5D, the trends of serum calcium, phosphate, parathyroid hormone, and alkaline phosphatase activity can be useful in making the treatment decision. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).**

1.1.4 ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3b-5D อาจพิจารณาตรวจวัดระดับ 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D] เพื่อประกอบการตัดสินใจการรักษา **(คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)**

In patients with chronic kidney disease stages 3b-5D, measurement of 25(OH)D levels may be considered. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

1.1.5 ภาวะพร่องหรือขาดวิตามินดีในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3b-5D ควรได้รับการรักษาเช่นเดียวกับประชากรทั่วไป **(คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)**

In patients with chronic kidney disease stages 3b-5D with vitamin D insufficiency or deficiency, it may be reasonable to follow the treatment recommendations for vitamin D insufficiency and deficiency for general

population. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

1.1.6 ปัจจุบันการตรวจวัดระดับ fibroblast growth factor 23 (FGF23) และ sclerostin ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังยังมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะนำมาช่วยในการตัดสินใจการดูแลรักษา **(คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)**

There might not be sufficient evidence to support the measurements of serum fibroblast growth factor 23 (FGF23) and sclerostin. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

1.1.7 แนะนำให้เริ่มตรวจวัดระดับแคลเซียม ฟอสเฟต, PTH และ ALP ในผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรังระยะ 2 เป็นต้นไป **(คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)**

It is reasonable to begin assessments of serum calcium, phosphate, parathyroid hormone, and alkaline phosphatase activity in children with chronic kidney disease stage 2. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).**

1.1.8 พิจารณาเริ่มตรวจระดับ 25 (OH)D ในผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรังระยะ 2 เป็นต้นไป หรือเมื่อตรวจพบภาวะ secondary hyperparathyroidism **(คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)**

In children with chronic kidney disease stages 2-5D and secondary hyperparathyroidism, the measurement of serum 25 (OH)D levels may be considered. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

1.1.9 การตรวจติดตามระดับแคลเซียม ฟอสเฟต, PTH, ALP และ 25 (OH)D ในผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรังให้พิจารณาตามระยะความรุนแรงของโรคไตเรื้อรัง **(คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)**

In children with chronic kidney disease, it may be reasonable to monitor serum calcium, phosphate, parathyroid hormone, alkaline phosphatase activity and 25 (OH)D levels. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

1.1.10 ปัจจุบันการตรวจวัดระดับ FGF23 ในผู้ป่วยเด็กยังมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะนำมาช่วยในการตัดสินใจการดูแลรักษา **(คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)**

In children with chronic kidney disease, there may not be sufficient evidence to support the measurement of serum fibroblast growth factor -23. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

1.2 การวินิจฉัยความผิดปกติของกระดูกในโรคไตเรื้อรัง (Diagnosis of Bone disease)

1.2.1 ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3b-5D แนะนำให้ตรวจวัดระดับ PTH หรือ bone alkaline phosphatase (BAP) เพื่อประเมินความผิดปกติของกระดูกโดยระดับ PTH หรือ BAP ที่สูงมากหรือต่ำมากผิดปกติอาจช่วยทำนายพยาธิสภาพของกระดูกได้ (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with chronic kidney disease stages 3b-5D, it is reasonable to measure parathyroid hormone level or bone alkaline phosphatase activity because extreme levels of either marker may predict abnormal bone pathology. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

1.2.2 การตรวจระดับสารบ่งชี้การหมุนเวียนของกระดูกในเลือดที่ไม่ถูกรบกวนจากการทำงานของไตที่ลดลง (non-kidney-retained bone turnover marker) ได้แก่ intact trimeric procollagen type I N-terminal propeptide (intact PINP) และ Tartrate-resistant acid phosphatase subtype 5b (TRAP-5b) อาจมีประโยชน์ในการวางแผนและติดตามการรักษาความผิดปกติของกระดูก (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

The levels of non-kidney-retained bone turnover markers including intact trimeric procollagen type I N-terminal propeptide (intact PINP) and tartrate-resistant acid phosphatase subtype 5b (TRAP-5b) may be considered in making the diagnosis of bone disease and follow-up after treatment. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

1.2.3 ไม่แนะนำให้ตรวจระดับสารบ่งชี้การหมุนเวียนของกระดูกในเลือดที่ถูกรบกวนจากการทำงานของไตที่ลดลง ได้แก่ procollagen type I C-terminal propeptide (PICP), type I collagen cross-linked telopeptide (cross-laps), pyridinoline หรือ deoxypyridinoline ในการวินิจฉัยความผิดปกติของกระดูกในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

In making the diagnosis of bone disease in patients with chronic kidney disease, measurement of kidney-retained bone turnover markers including procollagen type I C-terminal propeptide (PICP), type I collagen cross-linked telopeptide (cross-laps) and, pyridinoline and deoxypyridinoline is not recommended. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

1.2.4 ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3b-5D ซึ่งมีปัจจัย

เสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน แนะนำให้ตรวจวัดความหนาแน่นของกระดูก (bone mineral density, BMD) ที่กระดูกสะโพก กระดูกสันหลังส่วนเอว กระดูกปลายแขน โดยใช้วิธี dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA) เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหัก ถ้าผลการตรวจนั้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการรักษา (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with chronic kidney disease stages 3b-5D who are at high risk for osteoporosis, measurement of bone mineral density (BMD) at the hip, lumbar spine, and forearm using dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA) can be useful in fracture risk assessment especially when the findings may affect the treatment decision. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

1.2.5 ปัจจุบันการตรวจวัด trabecular bone score (TBS) และ high-resolution peripheral quantitative computed tomography (HR-pQCT) เพื่อประเมินความผิดปกติของกระดูกหรือความเสี่ยงกระดูกหัก ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะนำมาช่วยในการตัดสินใจการดูแลรักษา (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

There might not be sufficient evidence to support the use of trabecular bone score (TBS) and high-resolution peripheral quantitative computed tomography (HR-pQCT) in the evaluation of bone disease and fracture risk. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

1.2.6 ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3b-5D อาจพิจารณาตัดชิ้นเนื้อกระดูก (bone biopsy) เพื่อตรวจพยาธิสภาพกระดูก (bone histomorphometry) ถ้าผลการตรวจนั้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการรักษา (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with chronic kidney disease stages 3b-5D, it is reasonable to perform a bone biopsy when the findings may affect the treatment decision. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

1.2.7 ในผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรังตั้งแต่ระยะที่ 2 เป็นต้นไป แนะนำให้เริ่มตรวจวัดระดับ alkaline phosphatase (ALP) ร่วมกับ PTH เพื่อประเมินความผิดปกติของกระดูกโดยระดับ PTH หรือ ALP ที่สูงมากหรือต่ำมากผิดปกติอาจช่วยทำนายพยาธิสภาพของกระดูกได้ (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In children with chronic kidney disease stages 2-5D, measurement of alkaline phosphatase activity and parathyroid hormone level can be useful because

extreme levels of either marker may predict abnormal bone pathology. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

1.2.8 ปัจจุบันการตรวจวัดระดับ FGF23 และ sclerostin ในผู้ป่วยเด็กยังมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะนำมาช่วยในการตัดสินใจการดูแลรักษา (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In children with chronic kidney disease, there might not be sufficient evidence to support the measurement of serum fibroblast growth factor-23 and sclerostin. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

1.2.9 แนะนำให้วัดความยาวหรือความสูงของผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรังระยะ 2 เป็นต้นไปเพื่อประเมิน linear growth อย่างสม่ำเสมอ โดยในทารกควรวัดความยาวทุก 3 เดือน และเด็กอายุมากกว่า 1 ปี ควรวัดความสูงทุกปี (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

Regular assessments of length or height of children with chronic kidney disease stages 2-5D can be useful in monitoring linear growth. It is reasonable to measure the length in neonates every 3 months and the height in children aged 1 and above annually. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

1.2.10 พิจารณาตัดชิ้นเนื้อกระดูก (bone biopsy) เพื่อตรวจพยาธิกระดูก (bone histomorphometry) ในกรณีที่ผู้ป่วยมีความผิดปกติของกระดูกที่ไม่สามารถอธิบายด้วยอาการทางคลินิกและการตรวจติดตามแนวโน้มของระดับ bone biomarkers (PTH, BALP) ในเลือด เพื่อให้สามารถใช้ผลการตรวจวินิจฉัยมาประกอบในการปรับเปลี่ยนการรักษา (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

Bone biopsy and bone histomorphometry may be considered when the type of bone disease cannot be ascertained from clinical data and trends of serum bone biomarkers including parathyroid hormone and bone alkaline phosphatase. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

1.3 การวินิจฉัยภาวะแคลเซียมเกาะหลอดเลือด (Diagnosis of Vascular Calcification)

1.3.1 ในกรณีที่มีการประเมินภาวะ vascular calcification สามารถช่วยตัดสินใจในด้านการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3b-5D อาจพิจารณาตรวจเอกซเรย์กระดูกสันหลังส่วนเอวทำข้าง (lateral lumbar spine x-ray) เพื่อประเมินภาวะแคลเซียมเกาะในผนังหลอดเลือดเอออร์ตาส่วนท้อง (abdominal aortic

calcification) ทดแทนการตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ได้ (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with chronic kidney disease stages 3b-5D, it is reasonable to evaluate vascular calcification if the presence or the degree of vascular calcification will affect the treatment decision. The evaluation of abdominal aortic calcification by lateral lumbar spine x-ray can be used as an alternative to computerized tomography. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

1.3.2 การตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (echocardiogram) เพื่อประเมินภาวะแคลเซียมเกาะในลิ้นหัวใจ (valvular calcification) สามารถใช้ทดแทนการตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

Echocardiogram may be considered as an alternative to computerized tomography (CT) scan in the assessment of valvular calcification. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

1.3.3 ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3b-5D ที่ตรวจพบภาวะแคลเซียมเกาะในผนังหลอดเลือดหรือลิ้นหัวใจที่มีความรุนแรงปานกลางถึงสูง จัดว่าเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ควรพิจารณาระดับแคลเซียม ฟอสเฟต และ PTH ร่วมกันเพื่อปรับเปลี่ยนการรักษาให้เหมาะสม (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน A)

In patients with chronic kidney diseases stages 3b-5D with moderate to severe vascular calcification who are at high risk for cardiovascular disease, it may be reasonable to consider appropriate management of serum calcium, phosphate and parathyroid hormone. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence A).

1.3.4 การวินิจฉัย calciphylaxis ควรอาศัยการประเมินปัจจัยเสี่ยง การตรวจร่างกายทางผิวหนังอย่างละเอียด ร่วมกับการตรวจทางห้องปฏิบัติการ และแนะนำให้ตัดชิ้นเนื้อผิวหนังส่งตรวจเฉพาะในกรณีที่ไม่แน่ใจในการวินิจฉัยเท่านั้นเนื่องจาก การตัดชิ้นเนื้อผิวหนังอาจกระตุ้นให้เกิดรอยโรคใหม่ได้ (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

Risk factor assessment, detailed skin examination and evaluation of laboratory abnormalities can be useful in making a diagnosis of calciphylaxis. Skin biopsy may aggravate new lesions and is probably indicated only when the uncertainty in diagnosis exists. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

1.3.5 ในกรณีที่การประเมินภาวะ vascular calcification สามารถช่วยตัดสินใจในการดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรัง โดยเฉพาะระยะที่ 5 อาจพิจารณาตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หรือ echocardiography เพื่อประเมินภาวะแคลเซียมเกาะในผนังหลอดเลือดแดง (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In the evaluation of vascular calcification in children with chronic kidney disease stage 5, echocardiogram or computerized tomography (CT) scan may be considered if the findings will affect the treatment decision. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

บทที่ 2 (Chapter 2)

การรักษาความผิดปกติของสมดุลแร่ธาตุและกระดูกในโรคไตเรื้อรัง (Treatment of CKD-MBD)

2.1 การรักษาความผิดปกติตามผลทางห้องปฏิบัติการ (Management of Laboratory abnormalities)

2.1.1 ปริมาณแคลเซียมที่ควรได้รับ (Appropriate amount of calcium intake)

2.1.1.1 แนะนำควรรับประทานแคลเซียม (elemental calcium) ไม่เกิน 800-1,000 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งรวมทั้งปริมาณแคลเซียมจากอาหารและยาที่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ เพื่อลดการสะสมของแคลเซียมในร่างกาย (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

To reduce the accumulation of calcium, it may be reasonable to limit elemental calcium intake including dietary calcium and calcium-based phosphate binders not to exceed 800-1000 mg/day. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

2.1.1.2 แนะนำให้ใช้น้ำยาฟอกเลือดและน้ำยาล้างไตทางช่องท้องที่มีความเข้มข้นของแคลเซียม 2.5-3.0 mEq/ลิตร ในผู้ป่วยที่ได้รับการบำบัดทดแทนไต (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients receiving regular peritoneal dialysis or hemodialysis, it is reasonable to use dialysis solution containing calcium concentrations between 2.5-3.0 mEq/L. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.1.1.3 แนะนำให้รักษาระดับแคลเซียมในเลือดให้อยู่ในช่วงปกติตามอายุสำหรับผู้ป่วยเด็ก (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In children with chronic kidney disease, it is reasonable to maintain serum calcium within the normal range for the age. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.1.2 ปริมาณฟอสเฟตที่ควรได้รับ (Appropriate amount of phosphate intake)

2.1.2.1 แนะนำให้รับประทานอาหารที่มีฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบไม่เกิน 800-1,000 มิลลิกรัมต่อวัน ในผู้ป่วยที่มีภาวะฟอสเฟตในเลือดสูง (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with hyperphosphatemia, dietary phosphate restriction not exceeding 800-1,000 milligram per day can be beneficial. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.1.2.2 พิจารณาลดอาหารที่มีฟอสเฟตสูง โดยเฉพาะอาหารที่มีส่วนผสมทางเคมีที่ใช้ในการถนอมอาหาร และปรุงอาหารในผู้ป่วยที่มีภาวะฟอสเฟตในเลือดสูง (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with hyperphosphatemia, it is reasonable to avoid high phosphate diet particularly the food that contains preservatives and additives. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.1.2.3 ผู้ป่วยเด็กที่มีระดับ PTH สูงกว่าค่าเกณฑ์เป้าหมายตามระยะของไตเรื้อรัง แต่มีระดับฟอสเฟตในเลือดอยู่ในเกณฑ์ปกติตามอายุ แนะนำให้รับประทานอาหารที่มีฟอสเฟตน้อยกว่า ร้อยละ 100 ของค่าปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวัน (Dietary Reference Intake, DRI) (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

Dietary phosphate restriction less than 100% of dietary reference intake (DRI) may be considered in children with parathyroid hormone level above the recommended range and serum phosphate within the normal range of the age. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.1.2.4 แนะนำให้จำกัดฟอสเฟตในอาหารลดลงเป็นร้อยละ 80 ของค่า DRI ในผู้ป่วยเด็กที่มีระดับ PTH สูงกว่าค่าเกณฑ์เป้าหมายตามระยะของไตเรื้อรังร่วมกับระดับฟอสเฟตในเลือดสูงเกินกว่าเกณฑ์ปกติตามอายุ (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In children with parathyroid hormone level above the recommended range and serum phosphate

above the normal range for the age, dietary phosphate restriction not exceeding 80% of the dietary reference intake (DRI) can be beneficial. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).**

2.1.2.5 แนะนำให้ตรวจติดตามระดับฟอสเฟตในเลือดทุก 3 เดือนหลังจากการควบคุมอาหารฟอสเฟตในผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3 และ 4 และตรวจติดตามทุก 1 เดือนในผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรังระยะ 5 และ 5D (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

After dietary phosphate restriction, it is reasonable to monitor serum phosphate every 3 months in children with chronic kidney disease stages 3-4, and monthly in children with chronic kidney disease stages 5-5D. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).**

2.1.3 แนวทางการติดตามการรักษา (Follow-up Guidelines)

2.1.3.1 แนะนำให้ปรับการรักษาตามระดับแคลเซียม ฟอสเฟต และ PTH (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

Modifying the treatment according to the levels of serum calcium, phosphate, and parathyroid hormone may be considered. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

2.1.3.2 แนะนำลดระดับฟอสเฟตในเลือดให้กลับมาปกติ (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

It is reasonable to lower serum phosphate towards the normal range. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).**

2.1.3.3 แนะนำหลีกเลี่ยงภาวะแคลเซียมในเลือดสูง (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

It is reasonable to maintain serum calcium within the normal range **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).**

2.1.3.4 แนะนำรักษาระดับฟอสเฟตในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติตามอายุสำหรับผู้ป่วยเด็ก (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

It is reasonable to maintain serum phosphate within the normal range for the age of children. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).**

2.1.4 ยาจับฟอสเฟตในอาหาร (Phosphate binders)

2.1.4.1 แนะนำเลือกใช้ยาจับฟอสเฟตในอาหาร

ในผู้ป่วยที่มีระดับฟอสเฟตในเลือดสูง (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน B).

The use of phosphate binders in patients with hyperphosphatemia is recommended. **(Strength of recommendation I, Quality of evidence B)**

2.1.4.2 ไม่แนะนำให้ใช้ยาจับฟอสเฟตที่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบในผู้ป่วยที่มีระดับฟอสเฟตและแคลเซียมในเลือดสูง (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน B)

Using calcium-based phosphate binders in patients with hypercalcemia and hyperphosphatemia is not recommended. **(Strength of recommendation III, Quality of evidence B).**

2.1.4.1 แนะนำจำกัดการใช้ยาจับฟอสเฟตที่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบในผู้ป่วยที่มีระดับฟอสเฟตในเลือดสูงและภาวะแคลเซียมเกาะหลอดเลือด (vascular calcification) (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

It is reasonable to limit the use of calcium-based phosphate binders in patients with hyperphosphatemia and vascular calcification. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).**

2.1.4.2 แนะนำจำกัดการใช้ยาจับฟอสเฟตที่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบในผู้ป่วยที่มีระดับฟอสเฟตในเลือดสูงและระดับ PTH ต่ำ หรือมีโรคกระดูกทำงานน้อยลง (adynamic bone disease) (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

Avoiding calcium-based phosphate binders in patients with hyperphosphatemia and low parathyroid hormone level or adynamic bone disease may be considered. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

2.1.4.3 แนะนำให้ใช้ยาจับฟอสเฟตในกลุ่มแคลเซียมในผู้ป่วยที่มีภาวะกระดูกพรุน (osteoporosis) (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

The use of calcium-based phosphate binders may be considered in patients with osteoporosis. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

2.1.4.4 แนะนำให้หลีกเลี่ยงการใช้ยาจับฟอสเฟตที่มีอะลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบเป็นระยะเวลานาน เพื่อป้องกันการเกิดภาวะอะลูมิเนียมเป็นพิษ (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

It is reasonable to avoid long-term use of aluminum-based phosphate binders to prevent aluminum

intoxication. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.1.4.5 ในผู้ป่วยเด็กที่ยังคงมีระดับฟอสเฟตในเลือดสูงเมื่อได้จำกัดฟอสเฟตในอาหารแล้ว แนะนำให้เริ่มยาจับฟอสเฟตในอาหาร (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

It is reasonable to begin phosphate binders in children with hyperphosphatemia despite dietary phosphate restriction. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.1.4.5 การเลือกใช้ชนิดของยาจับฟอสเฟตในผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรังระยะ 3-5 ให้พิจารณาจากระดับของแคลเซียมในเลือด (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In children with chronic kidney disease stages 3-5, it is reasonable to consider serum calcium before choosing the type of phosphate binders. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.1.5 การบำบัดทดแทนไตเพื่อขจัดฟอสเฟตในร่างกาย (Phosphate removal by dialysis)

2.1.5.1 แนะนำให้ฟอกเลือดอย่างพอเพียง และสามารถปรับรูปแบบการฟอกเลือดในผู้ป่วยที่มีภาวะฟอสเฟตในเลือดสูง (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with hyperphosphatemia despite receiving adequate hemodialysis, another modality of hemodialysis may be considered (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

2.1.6 การรักษาระดับ PTH ในเลือด (Management of PTH level)

2.1.6.1 แนะนำให้ปรับการรักษา เมื่อระดับ PTH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากช่วงเป้าหมาย (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

It may be reasonable to modify the treatment when there is a trend towards an increase or a decrease in parathyroid hormone levels beyond the target range. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.1.6.2 แนะนำให้รักษาระดับฟอสเฟตในเลือดสูง ภาวะแคลเซียมในเลือดต่ำ จำกัดอาหารฟอสเฟตสูง และรักษาระดับวิตามินดี เมื่อระดับ PTH เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

Treatments of hyperphosphatemia, hypocalcemia, and vitamin D deficiency can be beneficial when there is a progressive increase in parathyroid

hormone level. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.1.6.3 แนะนำเลือกใช้ยา calcimimetics, calcitriol หรือ vitamin D analogs (แบบรับประทานหรือแบบฉีด) หรือร่วมกันระหว่าง calcimimetics กับ calcitriol หรือ vitamin D analogs เมื่อระดับ PTH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

The use of calcimimetics, calcitriol or vitamin D analogs (oral or parenteral) alone or in combination can be beneficial when there is a progressive increase in parathyroid hormone level. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.1.6.4 แนะนำผ่าตัดต่อมพาราไทรอยด์ หากผู้ป่วยที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษา ซึ่งหมายถึงมีการเพิ่มขึ้นของระดับ PTH อย่างต่อเนื่อง และรุนแรง (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

It is reasonable to consider surgical parathyroidectomy in patients with progressive increase in parathyroid hormone levels and severe hyperparathyroidism despite proper medical management. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.1.6.5 พิจารณาใช้ calcimimetics ในผู้ป่วยเด็กเมื่อระดับ PTH ยังคงเพิ่มขึ้นต่อเนื่องภายหลัง การจำกัดอาหารที่มีฟอสเฟตสูง การใช้ยาจับฟอสเฟต การให้แคลเซียมเสริมและการใช้วิตามินดี ไม่แนะนำให้ calcimimetics ในเด็กที่อายุน้อยกว่า 3 ปี และเด็กที่มีระดับแคลเซียมต่ำในเลือดหรือมีโรคร่วมที่จะเกิดอาการรุนแรงเมื่อมีภาวะแคลเซียมต่ำในเลือด (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

In children with chronic kidney disease, calcimimetics may be considered when parathyroid hormone levels continue to increase despite dietary phosphate restriction, phosphate binders, calcium, and vitamin D supplements. Calcimimetics may not be considered in children younger than 3 years old in the presence of hypocalcemia and other conditions that may be aggravated by hypocalcemia. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

2.1.7 วิตามินดี (Vitamin D)

2.1.7.1 แนะนำให้รักษาทดแทนวิตามินดีด้วยวิตามินดีธรรมชาติ (Natural vitamin D) ในผู้ป่วยที่มีภาวะขาดหรือพร่องวิตามินดี โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มระดับ 25(OH) D ให้มากกว่า 30 นาโนกรัม/มล. (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน B)

Natural vitamin D supplement in patients with vitamin D insufficiency or deficiency and maintaining 25(OH)D level above 30 ng/mL are recommended. **(Strength of recommendation I, Quality of evidence B)**

2.1.7.2 แนะนำให้ใช้ calcitriol หรือ vitamin D analog ในการรักษาภาวะ secondary hyperparathyroidism ที่มีระดับ PTH เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะ 4-5 ในกรณีที่ไม่มีพบว่ามีระดับฟอสเฟตในเลือดสูง หรือการได้รับฟอสเฟตมากเกินไปกำหนด และมีระดับ 25(OH)D มากกว่า 30 นาโนกรัม/มล. **(คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)**

It is reasonable to consider calcitriol or vitamin D analogs in the treatment of secondary hyperparathyroidism in patients with chronic kidney disease stages 4-5 whose serum phosphate are within the normal range and 25(OH)D level > 30 ng/mL. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).**

2.1.7.3 แนะนำให้ใช้ calcimimetics ในรูปยารับประทานหรือรูปลายฉีด หรือ vitamin D analogs ในรูปยารับประทานหรือรูปลายฉีด เป็นยาเดี่ยว หรือใช้ร่วมกัน เพื่อรักษาภาวะ secondary hyperparathyroidism ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะ 5D ที่มีระดับ PTH มากกว่า 600 พิโคกรัม/มล. หรือมีแนวโน้มที่จะมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และคาดว่าจะมีโอกาที่ระดับ PTH มากกว่า 600 พิโคกรัม/มล. **(คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)**

In patients with chronic kidney disease stage 5D, it is reasonable to choose calcimimetics (oral or parenteral) or vitamin D analogs alone (oral or parenteral) or in combination in the treatment of secondary hyperparathyroidism when there is a progressive increase in parathyroid hormone level approaching 600 pg/mL **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).**

2.1.7.4 แนะนำให้ปรับลดขนาดยาหรือหยุดยา calcitriol หรือ vitamin D analog ในผู้ป่วยที่มีภาวะแคลเซียมในเลือดสูง. **(คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน B)**

Dose reduction or discontinuation of calcitriol and vitamin D analogs in patients with hypercalcemia is indicated. **(Strength of recommendation I, Quality of evidence B)**

2.1.7.5 ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง ระยะที่ 2-5 ควรได้รับ natural vitamin D หากมีระดับ 25(OH)D น้อยกว่า 30

นาโนกรัม/มล. **(คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)**

In children with chronic kidney disease stages 2-5, it is reasonable to prescribe natural vitamin D supplement to those with 25(OH)D level below 30 ng/mL. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).**

2.1.7.6 ในผู้ป่วยเด็ก หากได้รับวิตามินดี ควรตรวจติดตามระดับ 25(OH)D, แคลเซียม ฟอสเฟต ทุก 1-3 เดือน **(คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)**

In children with chronic kidney disease, it is reasonable to monitor serum calcium, phosphate and 25(OH)D every 1-3 months. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).**

2.1.7.7 แนะนำให้เลือกใช้ vitamin D analogs ในผู้ป่วยเด็ก เมื่อระดับ PTH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น **(คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)**

The use of vitamin D analogs can be beneficial in children with progressive increase in parathyroid hormone level. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).**

2.1.8 Sclerostin

2.1.8.1 ปัจจุบันการตรวจวัดระดับ sclerostin ยังไม่มีข้อมูลเพียงพอที่จะนำมาช่วยในการตัดสินใจการดูแลรักษา **(คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)**

There might not be sufficient evidence to support the measurement of serum sclerostin. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

2.1.8.2 ไม่แนะนำให้ตรวจวัดระดับ sclerostin ในการดูแลรักษาผู้ป่วยเด็ก **(คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)**
The measurement of serum sclerostin in children is not recommended. **(Strength of recommendation III, Quality of evidence C).**

2.2 การรักษาภาวะความผิดปกติของกระดูกเพื่อป้องกันกระดูกหักในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (Management of Bone Disease Targeted at Lowering Fracture risk)

2.2.1 การวินิจฉัยโรคกระดูกพรุนและการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหักในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (Diagnosis of osteoporosis and determination of fracture risk in chronic kidney disease)

2.2.1.1 ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังทุกระยะควรได้รับซักประวัติและตรวจร่างกายเพื่อการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหัก **(คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)**

In the evaluation of fracture risk in patients with chronic kidney disease, comprehensive history taking and physical examination can be beneficial. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).**

2.2.1.2 ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 1-3 ที่ยังไม่มี ความผิดปกติทางห้องปฏิบัติการที่บ่งถึงภาวะความผิดปกติของเกลือแร่และกระดูก ได้แก่ระดับแคลเซียม ฟอสเฟต และ PTH สามารถใช้เกณฑ์การวินิจฉัยโรคกระดูกพรุนตามนิยามเชิงปฏิบัติการของ องค์การอนามัยโลกในการวินิจฉัยโรคกระดูกพรุน และตรวจคัดกรอง ด้วยการตรวจมวลกระดูกด้วยวิธี Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA) ตามแนวทางเวชปฏิบัติเช่นเดียวกับผู้ป่วยทั่วไป (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน A)

To make a diagnosis of osteoporosis in patients with chronic kidney disease stages 1-3 who have normal serum calcium, phosphate and parathyroid hormone, it is recommended to follow the clinical practice guideline recommendations for osteoporosis in general population including screening with bone mineral density testing by Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA) and using the criteria for diagnosis recommended by the World Health Organization. **(Strength of recommendation I, Quality of evidence A).**

2.2.1.3 แนะนำให้ตรวจมวลกระดูก ด้วยวิธี DXA ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 4-5D หรือผู้ป่วยที่มีความผิดปกติทางห้องปฏิบัติการที่บ่งถึงภาวะความผิดปกติของเกลือแร่และกระดูก และมีความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหัก ได้แก่ เพศหญิงที่หมดประจำเดือน เพศชายอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป หรือ ผู้ป่วยที่มีภาวะกระดูกหักจากภัยอันตรายไม่รุนแรง (fragility fracture) หรือ ผู้ป่วยที่แพทย์พิจารณาว่ามีความเสี่ยงทางคลินิกอื่นๆและต้องการรักษา (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

It is reasonable to perform a bone mineral density testing by DXA in patients with chronic kidney disease stages 4-5D, or other stages of chronic kidney disease with laboratory abnormalities suggesting the presence of mineral and bone disorder. Bone mineral density testing can also be useful in the patients who have high risk for fracture such as post-menopausal women, men above 50 years of age, those with prior history of fragility fracture and those with other risks for fracture. **(Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).**

2.2.1.4 ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 4-5D หรือ ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติทางห้องปฏิบัติการที่บ่งถึงภาวะความผิดปกติ

ของเกลือแร่และกระดูก สามารถใช้เกณฑ์การวินิจฉัยโรคกระดูกพรุนขององค์การอนามัยโลก จากการตรวจมวลกระดูกด้วยวิธี DXA โดยให้คำนึงถึงภาวะความผิดปกติของกระดูกจากโรคไตร่วมด้วย (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with chronic kidney disease stages 4-5D with laboratory abnormalities suggesting mineral and bone disorders, it may be reasonable to apply the WHO criteria for diagnosis of osteopenia and osteoporosis to the results of bone mineral density testing by DXA scan and to consider the laboratory abnormalities in determining the type of bone disorder. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

2.2.1.5 ไม่แนะนำให้ตรวจมวลกระดูกในผู้ป่วยทุกรายเป็นประจำ (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

Regular testing of bone mineral density should not be performed. **(Strength of recommendation III, Quality of evidence C).**

2.2.1.6 ไม่แนะนำให้ตรวจมวลกระดูกซ้ำในระยะเวลาน้อยกว่า 1 ปี (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

A follow-up bone mineral density testing should not be performed prior to 1 year. **(Strength of recommendation III Quality of evidence C).**

2.2.1.7 สามารถใช้ Fracture risk assessment tools (FRAX) ในการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหักในผู้ป่วยได้ แต่ยังคงต้องการการศึกษาเพิ่มเติมและคำนึงถึงปัจจัยเกี่ยวกับโรคไตเรื้อรังร่วมด้วย (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

Fracture risk assessment tools (FRAX) may be considered in the assessment of fracture risk. More data, especially the ones that incorporate risk factors related to chronic kidney disease are needed. **(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).**

2.2.1.8 การใช้เครื่องมือทางรังสีวิทยาอื่นๆ ในการประเมินความเสี่ยงต่อกระดูกหัก เช่น Trabecular bone score (TBS), Vertebral fracture assessment (VFA), Quantitative computed tomography (QCT) อาจมีประโยชน์ในการวางแผนและติดตามการรักษาความผิดปกติของกระดูกในผู้ป่วย (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

Other radiologic assessments of fracture risks such as trabecular bone score (TBS), vertebral fracture assessment (VFA) and quantitative computed tomography (QCT) may be considered in making a diagnosis and

follow-up after treatment of bone disease. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.2.1.9 การตรวจระดับสารบ่งชี้การหมุนเวียนของกระดูกในเลือดที่ไม่ถูกรบกวนจากการทำงานของไตที่ลดลง (non-kidney retaining bone turnover marker) ได้แก่ bone-specific alkaline phosphatase (BALP), intact trimeric procollagen type I N-terminal propeptide (intact PINP) และ tartrate-resistant acid phosphatase subtype 5b (TRAP-5b) อาจมีประโยชน์ในการวางแผนและติดตามการรักษาความผิดปกติของกระดูก (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

Measurements of non-kidney-retained bone turnover markers including bone-specific alkaline phosphatase (BALP), intact trimeric procollagen type I N-terminal propeptide (intact PINP) and tartrate-resistant acid phosphatase subtype 5b (TRAP-5b) may be considered in making a diagnosis and follow-up after treatment of bone disorder. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.2.1.10 ไม่แนะนำให้ตรวจระดับสารบ่งชี้การหมุนเวียนของกระดูกในเลือดที่ถูกรบกวนจากการทำงานของไตที่ลดลง ได้แก่ procollagen type I C-terminal propeptide (PICP), type I collagen cross-linked telopeptide (cross-laps), pyridinoline, หรือ deoxypyridinoline ในการรักษาความผิดปกติของกระดูกในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

Measurement of kidney-retained bone turnover markers including procollagen type I C-terminal propeptide (PICP), type I collagen cross-linked telopeptide (cross-laps), pyridinoline and deoxypyridinoline is not useful in the management of bone disease in patients with chronic kidney disease. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.2.1.11 การตรวจชิ้นเนื้อกระดูก (bone biopsy) ร่วมกับการตรวจตัวชี้วัดทางพยาธิวิทยากระดูก (bone histomorphometry) อาจมีประโยชน์ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 4-5D หากต้องการวินิจฉัยความผิดปกติของกระดูกจากโรคไตเรื้อรัง และมีความจำเป็นต่อการวางแผนการรักษา (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with chronic kidney disease stages 4-5D, bone biopsy and bone histomorphometry may be considered when the findings may be useful in making a diagnosis or treatment decision. (Strength of

recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.2.2 การรักษาโรคกระดูกพรุนในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังโดยไม่ใช้ยา (Non-pharmacologic intervention for osteoporosis)

2.2.2.1 ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคกระดูกพรุนหรือมีความเสี่ยงต่อกระดูกหักควรได้รับคำแนะนำให้รับประทานแคลเซียม (elemental calcium) ที่เหมาะสมเท่ากับ 800-1200 มิลลิกรัมต่อวัน โดยควรเป็นแคลเซียมจากอาหารเป็นหลัก หรือร่วมกับการให้ยาแคลเซียม หากไม่มีข้อห้ามในการให้ยา (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients who are diagnosed with osteoporosis or at high risk for fracture, the elemental calcium intake between 800-1200 milligram per day is reasonable. The source of calcium should be mainly from diet or in combination with calcium supplements. Calcium supplements can be useful in patients who do not have any contraindications. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.2.2.2 ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคกระดูกพรุนหรือมีความเสี่ยงต่อกระดูกหักควรได้รับวิตามินดีเสริม ตามคำแนะนำในบทที่ 2.1.7 (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients who are diagnosed with osteoporosis or at high risk for fracture, it is reasonable to prescribe vitamin D supplement. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.2.2.3 ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคกระดูกพรุนหรือมีความเสี่ยงต่อกระดูกหักควรได้รับคำแนะนำให้มีการออกกำลังกาย (physical activity) และการออกกำลังกายน้ำหนัก (weight bearing exercise) อย่างสม่ำเสมอหากสามารถทำได้ (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients who are diagnosed with osteoporosis or at high risk for fracture, regular physical activity and weight bearing exercise may be considered. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.2.2.4 ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคกระดูกพรุนหรือมีความเสี่ยงต่อกระดูกหักควรได้รับการประเมินและป้องกันการพลัดตกหกล้ม (Fall risk assessment and prevention) (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients who are diagnosed with osteoporosis or at high risk for fracture, it is reasonable to perform fall risk assessment and prevention. (Strength

of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.2.3 การรักษาโรคกระดูกพรุนในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังโดยใช้ยา (Pharmacologic interventions for osteoporosis)

2.2.3.1 ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 1 ถึง 3 ที่ยังไม่มีความผิดปกติทางห้องปฏิบัติการที่บ่งถึงภาวะความผิดปกติของเกลือแร่และกระดูก ที่ได้รับการวินิจฉัยโรคกระดูกพรุน สามารถใช้แนวทางการรักษาโรคกระดูกพรุนเหมือนผู้ป่วยทั่วไปได้ตามแนวทางเวชปฏิบัติมาตรฐานของโรคกระดูกพรุน (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน A)

In patients with chronic kidney disease stages 1-3 who have not yet displayed laboratory abnormalities that would suggest the presence of mineral and bone disorder, the treatment for osteoporosis should follow the clinical practice guideline recommendations for osteoporosis in general population. (Strength of recommendation I, Quality of evidence A)

2.2.3.2 ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3 ที่มีความผิดปกติทางห้องปฏิบัติการที่บ่งถึงภาวะความผิดปกติของเกลือแร่และกระดูก และผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 4 ถึง 5D ที่ได้รับการวินิจฉัยโรคกระดูกพรุน ควรได้รับการรักษาความผิดปกติของผลทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ระดับแคลเซียม ฟอสเฟต และ PTH ตามคำแนะนำในบทที่ 2.1 (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with chronic kidney disease stage 3 who have laboratory abnormalities suggesting the presence of mineral and bone disorder and in patients with chronic kidney disease stages 4-5D who are diagnosed with osteoporosis, it is reasonable to maintain serum calcium, phosphate, and parathyroid hormone levels according to the recommendations in chapter 2.1, (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.2.3.3 ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่ได้รับการวินิจฉัยโรคกระดูกพรุนทุกราย ควรได้รับการรักษาความผิดปกติทางห้องปฏิบัติการอื่นๆ ที่มีผลต่อความแข็งแรงกระดูก ได้แก่ ภาวะเลือดเป็นกรด (metabolic acidosis) ภาวะการอักเสบเรื้อรัง (chronic inflammation) ภาวะยูรีเมีย (uremia) รวมทั้งการฟอกไตอย่างเพียงพอในผู้ป่วยที่ได้รับการบำบัดทดแทนไต (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients who are diagnosed with osteoporosis, it is reasonable to treat any conditions that may be causing bone fragility including metabolic acidosis,

chronic inflammation, and uremia. It is also reasonable to maintain adequacy of dialysis. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.2.3.4 การใช้ยารักษาโรคกระดูกพรุนในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 4 ถึง 5D ควรพิจารณาประเมินเปรียบเทียบประโยชน์ที่อาจได้จากการป้องกันกระดูกหักและความเสี่ยงของการรักษาก่อนเริ่มการรักษา เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาที่เพียงพอด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัยของยาชนิดต่างๆ (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with chronic kidney disease stages 4-5D, it is reasonable to consider risks and benefits of each anti-osteoporotic agent prior to making treatment decision because the evidence to ensure the efficacy and the safety of the drugs may be insufficient. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.2.3.5 การใช้ยากลุ่ม bisphosphonate ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 4 ถึง 5 (non-dialysis) มีความเสี่ยงที่จะทำให้การทำงานของไตแย่ลง แนะนำให้ติดตามการทำงานของไตอย่างใกล้ชิด (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with chronic kidney disease stages 4-5 (non-dialysis) who are using bisphosphonates and whose kidney function continue to deteriorate, it may be reasonable to monitor kidney function closely. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.2.3.6 การใช้ยา Denosumab ควรต้องมีการติดตามระดับแคลเซียมในเลือด หลังเริ่มให้ยาภายใน 1-2 สัปดาห์ เนื่องจากมีความเสี่ยงต่อภาวะแคลเซียมในเลือดต่ำ โดยเฉพาะในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะ 4-5D (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with chronic kidney disease stages 4-5D who receive denosumab, it is reasonable to monitor serum calcium within the first 1-2 weeks after each dose due to the risk of hypocalcemia (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.2.4 การรักษาความผิดปกติของกระดูกจากโรคไตในผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจพยาธิสภาพกระดูก (Treatment of bone disorder according to bone pathology)

2.2.4.1 Osteitis fibrosa

2.2.4.1.1 แนะนำให้ยากลุ่ม calcimimetics, calcitriol หรือ vitamin D analogs เพื่อลดระดับ PTH ในผู้ป่วยที่มีภาวะ osteitis fibrosa (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with osteitis fibrosa, it is reasonable to prescribe calcimimetics, calcitriol, or vitamin D analogs to lower parathyroid hormone level. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.2.4.1.2 แนะนำให้ควบคุมระดับฟอสเฟตในเลือด โดยการลดปริมาณฟอสเฟตในอาหาร ร่วมกับการใช้ยาจับฟอสเฟต ในผู้ป่วยที่มีภาวะ osteitis fibrosa (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with osteitis fibrosa, lowering serum phosphate by dietary phosphate restriction in combination with the use of phosphate binders can be beneficial. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.2.4.1.3 ในผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมและล้างไตทางช่องท้อง แนะนำให้ใช้น้ำยาฟอกไตที่มีความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำอยู่ระหว่าง 2.5-3.0 mEq/L ในผู้ป่วยที่มีภาวะ osteitis fibrosa (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients receiving regular peritoneal dialysis or hemodialysis with osteitis fibrosa, it is reasonable to use dialysis solution with calcium concentrations between 2.5-3.0 mEq/L (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.2.4.1.4 แนะนำให้พิจารณาผ่าตัด parathyroidectomy ในผู้ป่วยที่มีระดับ PTH สูงอย่างต่อเนื่อง และไม่ตอบสนองต่อการให้ยา ในผู้ป่วยที่มีภาวะ osteitis fibrosa (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with osteitis fibrosa, surgical parathyroidectomy may be considered if there is persistent and progressive increase in parathyroid hormone level despite appropriate medications. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

2.2.4.2 Adynamic bone disease

2.2.4.2.1 แนะนำให้หลีกเลี่ยงการใช้ยาจับฟอสเฟตชนิดที่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ โดยพิจารณาเปลี่ยนเป็นยาจับฟอสเฟตชนิดที่ไม่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ ในผู้ป่วยที่มีภาวะ adynamic bone disease (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with adynamic bone disease, non-calcium-based phosphate binders may be considered as an alternative to calcium-based

phosphate binders. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.2.4.2.2 ไม่แนะนำให้ใช้ยา Aluminum hydroxide ในผู้ป่วยที่มีภาวะ adynamic bone disease (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with adynamic bone disease, the use of aluminum hydroxide is not recommended. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.2.4.2.3 แนะนำลดหรือหยุดยา calcimimetics, calcitriol หรือ vitamin D analogs ในผู้ป่วยที่มีภาวะ adynamic bone disease (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with adynamic bone disease, it may be reasonable to reduce tie dose or discontinue calcimimetics, calcitriol or vitamin D analogs. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.2.4.2.4 แนะนำให้ลดความเข้มข้นของแคลเซียมในน้ำยาฟอกเลือดและน้ำยาล้างไตทางช่องท้องให้อยู่ระหว่าง 2.5 – 3.0 mEq/ลิตร ในผู้ป่วยที่มีภาวะ adynamic bone disease (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with adynamic bone disease, it may be reasonable to use dialysis calcium concentrations between 2.5-3.0 mEq/L. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.2.4.2.5 พิจารณาให้ยา Teriparatide หากมีความผิดปกติของกระดูกรุนแรงหรือให้การรักษารักษาอื่นๆ แล้วไม่ได้ผล ในผู้ป่วยที่มีภาวะ adynamic bone disease (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with adynamic bone disease, teriparatide may be considered when other treatments fail. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.2.4.2.6 ไม่แนะนำให้ยารักษาโรคกระดูกพรุนกลุ่ม bisphosphonate หรือยากกลุ่ม antiresorptive agents ในผู้ป่วยที่มีภาวะ adynamic bone disease (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with adynamic bone disease, the use of bisphosphonates or other anti-resorptive agents is not recommended. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.2.4.2.7 ไม่แนะนำให้ยาจับฟอสเฟตชนิดที่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ และเปลี่ยนไปใช้ยาจับฟอสเฟตชนิดที่ไม่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบเมื่อระดับแคลเซียมในเลือดสูงกว่าเกณฑ์ตามอายุในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะ adynamic bone disease (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

In children with adynamic bone disease and hypercalcemia, the use of calcium-based phosphate binders is not recommended. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.2.4.2.8 ไม่แนะนำให้ natural vitamin D และ active vitamin D เมื่อระดับแคลเซียมในเลือดสูงกว่าเกณฑ์ตามอายุในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะ adynamic bone disease (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

In children with adynamic bone disease with serum calcium above the normal range for the age, the use of natural vitamin D or active vitamin D is not recommended. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.2.4.2.9 ไม่แนะนำให้ natural vitamin D เมื่อระดับ 25(OH)D สูงกว่า 48 นาโนกรัม/มิลลิลิตร หรือระดับแคลเซียมในเลือดสูงกว่าเกณฑ์ตามอายุในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะ adynamic bone disease (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

In children with adynamic bone disease with 25(OH) D level above 48 ng/mL or serum calcium above the normal range for the age, the use of natural vitamin D or active vitamin D is not recommended. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.2.4.2.10 ไม่แนะนำให้ active vitamin D เพื่อรักษาระดับ hyperparathyroidism หากพบระดับ PTH มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยพิจารณาประกอบกับระดับแคลเซียมและฟอสเฟตในเลือดสำหรับผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะ adynamic bone disease (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

In children with adynamic bone disease and progressive decline in parathyroid hormone level, the use of active vitamin D is not recommended. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.2.4.2.11 ไม่แนะนำการใช้ยา teriparatide เนื่องจากเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิด open epiphyseal

growth plate ในผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะ adynamic bone disease (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

In children with adynamic bone disease, the use of teriparatide is not recommended due to the risk of open epiphyseal growth plate. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.2.4.3 Osteomalacia

2.2.4.3.1 แนะนำให้ natural vitamin D ขนาด 60,000 ยูนิตต่อสัปดาห์ ของ Ergocalciferol (vitamin D2) หรือเทียบเท่า ในผู้ป่วยที่มีภาวะ osteomalacia (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with osteomalacia, supplementing with natural vitamin D such as ergocalciferol (vitamin D2) 60,000 unit/week or equivalence can be beneficial. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.2.4.3.2 ไม่แนะนำให้ยา Aluminum hydroxide ในผู้ป่วยที่มีภาวะ osteomalacia (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with osteomalacia, the use of aluminum hydroxide is not recommended. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.2.4.3.3 พิจารณาให้ยา deferoxamine หากตรวจพบภาวะพิษของอะลูมิเนียมจากพยาธิสภาพกระดูก ในผู้ป่วยที่มีภาวะ osteomalacia (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with osteomalacia and biopsy confirmed aluminum-bone disease, deferoxamine may be considered. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.2.4.3.4 แนะนำให้รักษาระดับแคลเซียมและฟอสเฟตในเลือดให้อยู่ในระดับตามเกณฑ์ของอายุสำหรับผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะ osteomalacia (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In children with osteomalacia, it is reasonable to maintain serum calcium and phosphate within the normal range for the age of children. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C)

2.2.4.3.5 แนะนำให้รักษาระดับวิตามินดีให้อยู่ในช่วงปกติสำหรับผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะ osteomalacia (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In children with osteomalacia, it is reasonable to maintain 25(OH)D level within the normal range for the age of children (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.2.4.4 Mixed uremic osteodystrophy

2.2.4.4.1 แนะนำให้ยากกลุ่ม calcimimetics, calcitriol หรือ vitamin D analogs เพื่อลดระดับ PTH ในผู้ป่วยที่มีภาวะ mixed uremic osteodystrophy (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with mixed uremic osteodystrophy, it is reasonable to lower parathyroid hormone level with calcimimetics, calcitriol or vitamin D analogs. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.2.4.4.2 แนะนำให้ควบคุมระดับฟอสเฟตในเลือด โดยการลดปริมาณฟอสเฟตในอาหาร ร่วมกับการใช้ยาจับฟอสเฟต ในผู้ป่วยที่มีภาวะ mixed uremic osteodystrophy (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with mixed uremic osteodystrophy, dietary phosphate restriction in combination with the use of phosphate binders can be beneficial in lowering serum phosphate (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.2.4.4.3 แนะนำให้พิจารณาผ่าตัด parathyroidectomy ในผู้ป่วยที่ไม่สามารถลดระดับ PTH โดยการใช้ยา ในผู้ป่วยที่มีภาวะ mixed uremic osteodystrophy (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with mixed uremic osteodystrophy and severe hyperparathyroidism who fail to respond to medications, surgical parathyroidectomy may be considered. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

2.2.4.4.4 แนะนำให้ natural vitamin D ขนาด 60,000 ยูนิตต่อสัปดาห์ ของ Ergocalciferol (vitamin D2) หรือเทียบเท่า ในผู้ป่วยที่มีภาวะ mixed uremic osteodystrophy (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with mixed uremic osteodystrophy, supplementing with natural vitamin D such as ergocalciferol 60,000 unit/week or equivalence can be beneficial. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.2.4.4.5 พิจารณาให้ยา deferoxamine

หากตรวจพบภาวะพิษของอะลูมิเนียมจากพยาธิสภาพกระดูก ในผู้ป่วยที่มีภาวะ mixed uremic osteodystrophy (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with mixed uremic osteodystrophy and biopsy proven aluminum intoxication, deferoxamine may be considered. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.3 แนวทางการป้องกันและชะลอภาวะแคลเซียมเกาะหลอดเลือด (Guidelines for prevention and slowing the progression of vascular calcification)

2.3.1 การลดหรือกำจัดการปัจจัยเสี่ยงของการเกิด vascular calcification (Reducing the risks of vascular calcification)

2.3.1.1 เนื่องด้วยภาวะ vascular calcification ที่มีความรุนแรงปานกลางถึงสูงในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังมีความสัมพันธ์กับความผิดปกติตามผลทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ระดับแคลเซียม ฟอสเฟต ฮอร์โมนพาราไทรอยด์ และวิตามินดีในเลือด จึงแนะนำให้ปฏิบัติตามคำแนะนำที่ 2.1 โดยปรับการรักษาตามระดับแคลเซียม ฟอสเฟต ฮอร์โมนพาราไทรอยด์ และวิตามินดีในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with moderate to severe vascular calcification, maintaining serum calcium, phosphate, parathyroid hormone and vitamin D levels within the range recommended in chapter 2.1 can be beneficial. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.3.1.2 แนะนำหลีกเลี่ยงยากกลุ่ม Vitamin K antagonist ได้แก่ warfarin ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่มีภาวะ vascular calcification ที่มีความรุนแรงปานกลางถึงสูง (คำแนะนำระดับ IIb, หลักฐานระดับ B)

In patients with moderate to severe vascular calcification, it may be reasonable to avoid vitamin K antagonists such as warfarin. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

2.3.2 แนวทางการใช้ยาเพื่อชะลอภาวะ vascular calcification ที่มีความรุนแรงปานกลางถึงสูง (Guidelines for pharmacologic treatment in moderate to severe vascular calcification)

2.3.2.1 แนะนำให้หลีกเลี่ยงยาจับฟอสเฟตที่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ และพิจารณาเลือกใช้ยาจับฟอสเฟตที่ไม่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบแทน ได้แก่ Lanthanum และ Sevelamer รวมถึงหลีกเลี่ยงการใช้ยาจับฟอสเฟตที่มีอะลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบเป็นระยะเวลานาน ในผู้ป่วยที่มีระดับฟอสเฟตสูง

ร่วมกับภาวะ vascular calcification ที่มีความรุนแรงปานกลางถึงสูง (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with moderate to severe vascular calcification and hyperphosphatemia, it is reasonable to avoid calcium-based phosphate binders and to consider non-calcium-based phosphate binders including lanthanum and sevelamer. It is also reasonable to avoid long-term use of aluminum-based phosphate binders. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B).

2.3.2.2 การใช้ยาโซเดียมไธโอซัลเฟต ในการชะลอภาวะ vascular calcification ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

There might not be sufficient evidence to support the use of sodium thiosulfate in slowing the progression of vascular calcification (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

2.3.2.3 พิจารณาการใช้ยา calcimimetics เพื่อชะลอภาวะ vascular calcification ที่รุนแรงในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะ 5D (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with severe vascular calcification, calcimimetics may be considered to slow the progression of vascular calcification. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

2.3.2.4 การใช้ยา Vitamin K ในการชะลอภาวะ vascular calcification ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

There might not be sufficient evidence to support the use of vitamin K in slowing the progression of vascular calcification. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.3.2.5 การใช้แมกนีเซียม ในการชะลอภาวะ vascular calcification ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

There might not be sufficient evidence to support the use of magnesium in slowing the progression of vascular calcification. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

2.3.2.6 การใช้ยา SNF472 ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะ 5 D ในการชะลอภาวะ vascular calcification ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

There might not be sufficient evidence to

support the use of SNF472 in slowing the progression of vascular calcification. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

2.4 การรักษาภาวะ calciphylaxis (Management of Calciphylaxis)

2.4.1 แนวทางการดูแลรักษาเบื้องต้นสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีภาวะ calciphylaxis (Guidelines for initial management of calciphylaxis in chronic kidney disease)

2.4.1.1 แนะนำให้ได้รับการดูแลรักษาแบบสหวิทยาการ (multidisciplinary management) ประกอบด้วย อายุรแพทย์โรคไต ผู้เชี่ยวชาญด้านโรคผิวหนัง ผู้เชี่ยวชาญการดูแลแผล (ศัลยแพทย์ ศัลยแพทย์ตกแต่ง พยาบาล) ผู้เชี่ยวชาญด้านโภชนาการ (อายุรแพทย์ด้านโภชนาการ โภชนาการ นักกำหนดอาหาร) และผู้เชี่ยวชาญด้านการระงับความเจ็บปวดหรือการดูแลแบบประคับประคอง โดยไม่ขึ้นกับความรุนแรงของโรค (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน C)

In the management of calciphylaxis, a multidisciplinary approach comprising of nephrologist, dermatologist, general and plastic surgeon, wound care nurse, dietitian, and palliative care team is recommended. (Strength of recommendation I, Quality of evidence C)

2.4.1.2 แนะนำให้ได้รับการดูแลรักษาบาดแผล การผ่าตัดเอาเนื้อส่วนตายหรือติดเชื้อออก การให้ยาระงับอาการปวด และการลดหรือกำจัดปัจจัยเสี่ยงต่อภาวะ calciphylaxis. (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน C)

For wound care in calciphylaxis, surgical debridement, pain control and modification of risk factors are recommended. (Strength of recommendation I, Quality of evidence C)

2.4.2 แนวทางการลดหรือกำจัดปัจจัยเสี่ยงของภาวะ calciphylaxis (Guidelines for reducing the risks of calciphylaxis)

2.4.2.1 ผู้ป่วยที่มีภาวะ calciphylaxis ร่วมกับมีภาวะฟอสเฟตสูงในเลือด (serum phosphate > 4.5 mg/dL) แนะนำให้ใช้ยาจับฟอสเฟตที่ไม่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ โดยกำหนดให้เป้าหมายของระดับฟอสเฟตในเลือดอยู่ระหว่าง 3.5-4.5 mg/dL (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with calciphylaxis with serum phosphate above 4.5 mg/mL, it is reasonable to use non-calcium-based phosphate binders and to target

serum phosphate between 3.5-4.5 mg/mL. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.4.2.2 ผู้ป่วยที่มีภาวะ calciphylaxis ร่วมกับภาวะ secondary hyperparathyroidism แนะนำให้ควบคุมระดับ serum parathyroid hormone (PTH) อยู่ในช่วง 150-300 พิโคกรัม/มล ในกรณีที่ระดับ serum PTH สูงมากกว่า 300 พิโคกรัม/มล พิจารณาให้ใช้ยากลุ่ม calcimimetics มากกว่าการให้ vitamin D analogs กรณีที่ระดับ PTH สูง ไม่สามารถควบคุมโดยใช้ยา calcimimetics เพียงอย่างเดียว อาจพิจารณาผ่าตัด parathyroidectomy (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with calciphylaxis and secondary hyperparathyroidism, it may be reasonable to use calcimimetics rather than vitamin D analogs to maintain parathyroid hormone level between 150-300 pg/mL. In patients who fail medications, surgical parathyroidectomy may be considered. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.4.2.3 ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะ 5D แนะนำให้สังการรักษการบำบัดทดแทนไตอย่างเหมาะสม โดยให้มีความเพียงพอของการบำบัดทดแทนไต (dialysis adequacy) ผ่านเกณฑ์ตามคำแนะนำของสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย โดยไม่มีความจำเป็นต้องเพิ่มระดับการบำบัดทดแทนไตจนเกินเป้าหมายของความเพียงพอของการบำบัดทดแทนไต ยกเว้นกรณีมีระดับพอสเฟตในเลือดสูงที่ไม่สามารถควบคุมได้ด้วยการควบคุมอาหารและยา (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with chronic kidney disease stage 5D, it is reasonable to follow the targets for dialysis adequacy as recommended by The Nephrology Society of Thailand. It is also reasonable to increase the adequacy of dialysis beyond the recommended targets when dietary phosphate restriction and medications fail to control hyperphosphatemia. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.4.2.4 แนะนำหลีกเลี่ยงยาที่อาจส่งเสริมต่อภาวะ calciphylaxis ได้แก่ vitamin D, calcium, warfarin และ iron (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

It is reasonable to avoid medications that may increase the risk of calciphylaxis including vitamin D, calcium, warfarin, and iron. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.4.2.5 การใช้ calcimimetics เพื่อชะลอภาวะ

vascular calcification ในผู้ป่วยเด็ก ในปัจจุบันยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

There might not be sufficient evidence to support the use of calcimimetics in slowing the progression of vascular calcification in children. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

2.4.3 แนวทางการให้ยาโซเดียมไธโอซัลเฟตในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่มีภาวะ calciphylaxis (Guideline for treatment of calciphylaxis with sodium thiosulfate in chronic kidney disease)

2.4.3.1 แนะนำให้ยาโซเดียมไธโอซัลเฟตทางหลอดเลือดดำ เพื่อรักษาภาวะ calciphylaxis ร่วมกับการดูแลรักษาบาดแผล การผ่าตัดเอาเนื้อส่วนตายหรือติดเชื้อออก การให้ยาระงับอาการปวด และการลดหรือกำจัดปัจจัยเสี่ยงต่อภาวะ calciphylaxis (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

Sodium thiosulfate can be beneficial in the treatment of calciphylaxis in addition to wound care, surgical debridement, pain control and modification of risk factors. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.4.3.2 แนะนำให้บริหารยาโซเดียมไธโอซัลเฟตทางหลอดเลือดดำในขนาดยาที่เหมาะสมรวมถึงกำหนดแนวทางการติดตามการรักษา ดังแสดงรายละเอียดในคำชี้แจง (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

It is reasonable to prescribe sodium thiosulfate at an appropriate dosage and provide an appropriate follow-up plan as described in the guideline. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

2.4.3.3 ไม่แนะนำให้ยาโซเดียมไธโอซัลเฟตเพื่อรักษาภาวะ calciphylaxis ในผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรัง (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

The use of sodium thiosulfate is not recommended in children with calciphylaxis. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.4.3.4 พิจารณาให้ยาโซเดียมไธโอซัลเฟตชนิดบริเวณรอยโรค calciphylaxis ในกรณีที่ไม่สามารถให้ยาทางหลอดเลือดดำได้ วิธีการบริหารยาโซเดียมไธโอซัลเฟตชนิดบริเวณรอยโรค calciphylaxis แนะนำให้ปรึกษาแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านโรคผิวหนัง โดยทั่วไปให้ 25% Sodium thiosulfate ขนาด 1-3 มล. ฉีดในบริเวณที่แผลอักเสบ สัปดาห์ละ 1 ครั้งจนแผลดีขึ้น (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

When intravenous route of sodium thiosulfate is not possible, intralesional sodium thiosulfate using 25% sodium thiosulfate 1-3 ml once weekly may be considered after consultation with dermatologist. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.4.3.5 ไม่แนะนำให้ยาโซเดียมไธโอซัลเฟตทางปากหรือทางช่องท้อง เนื่องจากปัญหาการดูดซึมยาในทางเดินอาหารกรณีบริหารยาทางปากและเสี่ยงต่อการเกิดเยื่อผนังช่องท้องอักเสบกรณีบริหารยาทางช่องท้อง (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

Intraperitoneal or oral sodium thiosulfate is not recommended due to low bioavailability of the oral route and risk of chemical peritonitis of the intraperitoneal route. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.4.4 แนวทางการรักษาภาวะ calciphylaxis ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังด้วยวิธีอื่นๆ (Guidelines for other treatments of calciphylaxis in chronic kidney disease)

2.4.4.1 ในกรณีที่โรค calciphylaxis รักษายากหรือไม่ดีขึ้น แม้จะให้การรักษาโดยสหวิชาการร่วมกับการให้ยาโซเดียมไธโอซัลเฟตอย่างเต็มที่แล้ว หรือมีข้อห้ามในการให้ยาโซเดียมไธโอซัลเฟต อาจพิจารณารักษาด้วยการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูง หรือ hyperbaric oxygen therapy (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with refractory calciphylaxis despite appropriate care by multidisciplinary team and sodium thiosulfate or in patients with contraindication to sodium thiosulfate, hyperbaric oxygen therapy may be considered. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C)

2.4.4.2 ไม่แนะนำให้ใช้ hyperbaric oxygen therapy ในผู้ป่วยเด็ก (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

The use of hyperbaric oxygen therapy is not recommended in children. (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

2.4.4.3 ในกรณีที่โรค calciphylaxis รักษายากหรือไม่ดีขึ้น แม้จะให้การรักษาโดยสหวิชาการร่วมกับการให้ยาโซเดียมไธโอซัลเฟตอย่างเต็มที่แล้ว หรือมีข้อห้ามในการให้ยาโซเดียมไธโอซัลเฟต อาจพิจารณาให้ยา bisphosphonate (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In patients with refractory calciphylaxis

despite appropriate care by multidisciplinary team and sodium thiosulfate or in patients with contraindication to sodium thiosulfate, bisphosphonates may be considered. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.4.4.4 การใช้ยา bisphosphonate ในผู้ป่วยเด็กที่มีโรค calciphylaxis ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

The evidence to support the use of bisphosphonates in children might be insufficient. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.4.4.5 การใช้ apheresis ในการรักษาโรค calciphylaxis ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

There might not be sufficient evidence to support the use of apheresis in calciphylaxis (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

2.4.4.6 การใช้ Vitamin K ในการรักษาโรค calciphylaxis ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

There might not be sufficient evidence to support the use of vitamin K in calciphylaxis (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

บทที่ 3 (Chapter 3)

การวินิจฉัยและการรักษาความผิดปกติของสมดุลแร่ธาตุและกระดูกในผู้ป่วยหลังการปลูกถ่ายไต (Management of Post-transplant Mineral and Bone Disorder)

3.1 การวินิจฉัยความผิดปกติของสมดุลแร่ธาตุและกระดูกในผู้ป่วยหลังปลูกถ่ายไต (Diagnosis of post-transplant mineral and bone disorder)

3.1.1 ในช่วงแรกหลังการปลูกถ่ายไตควรมีการตรวจติดตามระดับแคลเซียมและฟอสเฟตในเลือดอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และติดตามอย่างต่อเนื่องจนกว่าระดับเกลือแร่จะคงที่. (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน B)

During the early period after kidney transplantation, monitoring serum calcium and phosphate at least once a week until the levels become stable is recommended. (Strength of recommendation I, Quality of evidence B)

3.1.2 ในผู้ป่วยหลังปลูกถ่ายไต แนะนำให้ตรวจติดตามระดับแคลเซียม ฟอสเฟต PTH ตามความเหมาะสม ขึ้นอยู่กับ

ระดับการทำงานของไต และความผิดปกติของผลเลือดในผู้ป่วยแต่ละราย โดยระยะเวลาการติดตามและแนวทางการรักษาให้เป็นไปในทางเดียวกันกับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In kidney transplant recipients, it may be reasonable to monitor serum calcium, phosphate, and parathyroid hormone. The frequency of monitoring may be based on allograft function and the degree of laboratory abnormalities or the recommendations for patients with chronic kidney disease. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

3.1.3 พิจารณาตรวจมวลกระดูกในผู้ป่วยหลังปลูกถ่ายไตที่อยู่ในระยะ G1T-G5T ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกพรุนในกรณีที่ผลการตรวจมวลกระดูกเป็นข้อมูลที่สามารถช่วยในการตัดสินใจเปลี่ยนแปลงการรักษา (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In kidney transplant stages G1T-G5T patients who are at high risk for osteoporosis, bone mineral density testing may be considered if the findings will affect the treatment decision. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

3.1.4 แนะนำให้ตรวจติดตามระดับแคลเซียม ฟอสเฟต PTH, alkaline phosphatase และ 25(OH)D ตามความเหมาะสมในผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการปลูกถ่ายไต โดยขึ้นอยู่กับระดับการทำงานของไต และความผิดปกติของผลเลือดในแต่ละราย โดยระยะเวลาการติดตามและแนวทางการรักษาให้เป็นไปในทางเดียวกันกับผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรัง (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In kidney transplant children, it is reasonable to monitor serum calcium, phosphate, parathyroid hormone, alkaline phosphatase activity and 25(OH)D levels. The frequency should be based on the level of allograft function and the degree of laboratory abnormalities in accordance with the recommendations for children with chronic kidney disease. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

3.1.5 ไม่แนะนำให้ตรวจมวลกระดูกในผู้ป่วยเด็กหลังปลูกถ่ายไต เนื่องจากข้อจำกัดของการแปลผลและเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจมวลกระดูกในเด็ก (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

In kidney transplant children, bone mineral density testing is not recommended due to the lack of proper equipment and the standard for interpretation (Strength

of recommendation III, Quality of evidence C).

3.2 การรักษาความผิดปกติของสมดุลแร่ธาตุและกระดูกในผู้ป่วยหลังปลูกถ่ายไต (Treatment of post-transplant mineral and bone disorder)

3.2.1 แนะนำให้ natural vitamin D ชนิด ergocalciferol (vitamin D2) หรือ cholecalciferol (vitamin D3) ในผู้ป่วยหลังการปลูกถ่ายไตในขนาดเดียวกับที่แนะนำสำหรับประชากรทั่วไป โดยพิจารณาติดตามระดับ 25(OH)D และ หยุดให้ natural vitamin D ในกรณีที่ภาวะแคลเซียมในเลือดสูง (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In kidney transplant recipients, natural vitamin D supplements including ergocalciferol (vitamin D2) or cholecalciferol (vitamin D3) may be considered using the dosing recommendations for general population. It may be reasonable to follow serum 25(OH)D after treatment and stopping natural vitamin D when hypercalcemia develops. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

3.2.2 ในระยะเวลา 12 เดือนแรกหลังการปลูกถ่ายไตในผู้ป่วยที่มีอัตราการกรองของไตมากกว่า 30 มล/นาที/1.73 ม² และมีมวลกระดูกต่ำ แนะนำให้การรักษาด้วย natural vitamin D, active vitamin D หรือ antiresorptive agent โดยพิจารณาจากระดับแคลเซียม ฟอสเฟต , PTH , ALP, และ 25(OH)D (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

In kidney transplant recipients with eGFR >30 mL/min/1.73 m² who have low bone mineral density at 12 months after transplantation, natural vitamin D, active vitamin D, or antiresorptive agents may be considered. The type of medications may be chosen according to the levels of serum calcium, phosphate, parathyroid hormone, alkaline phosphatase activity and 25(OH)D. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B).

3.2.3 ในผู้ป่วยหลังปลูกถ่ายไตที่อยู่ในระยะ G4T-G5T ที่มีมวลกระดูกต่ำ แนวทางการรักษาให้เป็นไปในทางเดียวกันกับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะ G4-G5 ที่ยังไม่ได้รับการบำบัดทดแทนไตสูง (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In kidney transplant stages G4T-G5T patients with low bone mineral density, it may be reasonable to follow the treatment recommendations for patients with chronic kidney disease stages 4-5 (non-dialysis). (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

3.2.4 แนะนำให้ natural vitamin D ชนิด ergocalciferol (vitamin D2) หรือ cholecalciferol (vitamin D3) ในผู้ป่วยเด็กหลังการปลูกถ่ายไตในขนาดเดียวกับที่แนะนำสำหรับประชากรทั่วไป และหยุดให้วิตามินดีในกรณีที่มีภาวะแคลเซียมหรือระดับ 25(OH)D ในเลือดสูง (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In kidney transplant children, it is reasonable to follow the same recommendations for children without kidney disease for the use of natural vitamin D supplements such as ergocalciferol (vitamin D2) or cholecalciferol (vitamin D3). It is also reasonable to discontinue natural vitamin D when hypercalcemia or high 25(OH)D level develop. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

3.2.5 ส่งเสริมให้มีการออกกำลังกายหรือกิจกรรมที่เน้นการเคลื่อนไหวเพื่อคงการเจริญเติบโตของกระดูกให้อยู่ในเกณฑ์ปกติในผู้ป่วยเด็กหลังการปลูกถ่ายไต (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In kidney transplant children, it is reasonable to encourage exercise and physical activities in order to maintain normal bone growth. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

3.2.6 ใช้คอร์ติโคสเตียรอยด์เพื่อป้องกันการปฏิเสธไตในขนาดต่ำที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ในผู้ป่วยเด็กหลังการปลูกถ่ายไต. (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน B)

The lowest dose of corticosteroid should be used in kidney transplant children. (Strength of recommendation I, Quality of evidence B).

บทที่ 4 (Chapter 4)

แนวทางด้านนโยบายในการดูแลและรักษา (Policy advocacy)

4.1 ยาจับฟอสเฟตในอาหาร (Phosphate binders)

4.1.1 ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังก่อนการบำบัดทดแทนไต (Predialysis patients)

4.1.1.1 แนะนำให้หลีกเลี่ยงอาหารที่มีฟอสเฟตสูง โดยไม่ควรรับประทานฟอสฟอรัสมากกว่า 800-1000 มิลลิกรัมต่อวัน (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

Avoiding a high phosphate diet may be considered. Daily phosphate allowance may not exceed 800-1,000 mg/day. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B)

4.1.1.2 แนะนำให้ใช้ยาจับฟอสเฟตในกลุ่มแคลเซียม โดยไม่ควรรับประทานแคลเซียม (elemental calcium) มากกว่าวันละ 800-1000 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งรวมทั้งแคลเซียมที่ได้จากอาหารและยา เพื่อลดการสะสมของแคลเซียมในร่างกาย (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

The amount of elemental calcium intake from diet and phosphate binders may not exceed 800-1,000 mg/day. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B)

4.1.1.3 แนะนำให้ยาจับฟอสเฟตที่ไม่แคลเซียมเป็นส่วนประกอบ หากผู้ป่วยมีระดับแคลเซียมในเลือดสูงกว่าระดับปกติของแต่ละห้องปฏิบัติการ (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน B)

The use of non-calcium-based phosphate binders in patients with hypercalcemia is recommended. (Strength of recommendation I, Quality of evidence B)

4.1.2 ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่ได้รับการบำบัดทดแทนไต (Dialysis patients)

4.1.2.1 แนะนำให้หลีกเลี่ยงอาหารที่มีฟอสเฟตสูง โดยไม่ควรรับประทานฟอสฟอรัสมากกว่า 800-1000 มิลลิกรัมต่อวัน (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

Avoiding a high phosphate diet with daily phosphate allowance not exceeding 800-1,000 mg/day can be beneficial. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B)

4.1.2.2 แนะนำให้บำบัดทดแทนไตอย่างพอเพียง เพื่อควบคุมระดับฟอสเฟตในเลือด (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

Delivering adequate dialysis can be beneficial for optimum phosphate removal. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B)

4.1.2.3 ในผู้ป่วยที่มีภาวะกระดูกพรุนแนะนำให้ใช้ยาจับฟอสเฟตในกลุ่มแคลเซียมแต่ไม่ควรรับประทานแคลเซียม (elemental calcium) มากกว่าวันละ 1200 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งรวมทั้งแคลเซียมที่ได้จากอาหารและยาทั้งนี้เพื่อลดการสะสมของแคลเซียมในร่างกาย (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with osteoporosis, the use of calcium-based phosphate binders may be considered but the amount of elemental calcium intake from both diet and phosphate binders may not exceed 1200 mg per day in order to reduce the risk of calcium accumulation

(Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B)
 4.1.2.4 แนะนำให้ใช้ยาจับฟอสเฟตในกลุ่มแคลเซียมในผู้ป่วยที่มีภาวะกระดูกพรุน (osteoporosis) (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

The use of calcium-based phosphate binders in patients with osteoporosis may be considered. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C)

4.1.2.5 แนะนำให้ยาจับฟอสเฟตที่ไม่แคลเซียมเป็นส่วนประกอบ หากผู้ป่วยมีระดับแคลเซียมในเลือดสูงกว่าระดับปกติของแต่ละห้องปฏิบัติการ (hypercalcemia) (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน B)

Using non-calcium-based phosphate binders in patients with hypercalcemia is recommended. (Strength of recommendation I, Quality of evidence B)

4.1.2.6 พิจารณาให้ยาจับฟอสเฟตที่ไม่แคลเซียมเป็นส่วนประกอบ หากผู้ป่วยมีภาวะแคลเซียมเกาะหลอดเลือด (vascular calcification) (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

It is reasonable to use non-calcium-based phosphate binders in patients with vascular calcification. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B)

4.1.2.7 พิจารณาให้ยาจับฟอสเฟตที่ไม่แคลเซียมเป็นส่วนประกอบ หากผู้ป่วยมีระดับ PTH ต่ำ และมีโรคกระดูกทำงานน้อยลง (adynamic bone disease) (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

Using non-calcium-based phosphate binders in patients with low parathyroid hormone level or adynamic bone disease may be considered. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C)

4.1.2.8 ไม่แนะนำให้ยาจับฟอสเฟตที่มีอะลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบเป็นระยะเวลานานเกินกว่า 1 เดือน เพื่อป้องกันการเกิดภาวะอะลูมิเนียมเป็นพิษ (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

The use of aluminum-based phosphate binders for a longer than 1 month is not recommended in order to avoid aluminum intoxication (Strength of recommendation III, Quality of evidence C)

4.1.3 ผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรัง (Children with chronic kidney disease)

4.1.3.1 ในผู้ป่วยเด็กที่ยังคงมีระดับฟอสเฟต

ในเลือดสูงเมื่อได้จำกัดฟอสเฟตในอาหารแล้ว แนะนำให้เริ่มยาจับฟอสเฟตในอาหาร (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

It is reasonable to begin phosphate binder in children with persistent hyperphosphatemia despite dietary phosphate restriction (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C)

4.1.3.2 การเลือกใช้ชนิดของยาจับฟอสเฟตในผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรังระยะ 3-5 ให้พิจารณาจากระดับของแคลเซียมในเลือด (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

It is reasonable to choose the type of phosphate binders in children with chronic kidney disease stages 3-5 based on serum calcium. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C)

4.2 Calcimimetics

4.2.1 แนะนำให้พิจารณาใช้ยา calcimimetics ในการรักษาภาวะ secondary hyperparathyroidism ระดับรุนแรงหรือ osteitis fibrosa ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง 5D ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการผ่าตัดตัดต่อมพาราไธรอยด์ (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with chronic kidney disease stage 5D who have contraindications to parathyroidectomy, calcimimetics is recommended in the treatment of severe secondary hyperparathyroidism or osteitis fibrosa. (Strength of recommendation I, Quality of evidence B)

4.2.2 แนะนำให้ใช้ยาในกลุ่ม calcimimetics ในการรักษาภาวะ secondary hyperparathyroidism ระดับรุนแรงหรือ osteitis fibrosa ที่พบในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง 5D ร่วมกับมีระดับแคลเซียมในเลือดสูงกว่าเกณฑ์ปกติ ในขณะที่ใช้น้ำยาฟอกเลือดหรือน้ำยาล้างไตทางช่องท้องที่มีความเข้มข้นของแคลเซียม 2.5 mEq/ลิตร แล้ว (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In patients with chronic kidney disease stage 5D who remain hypercalcemic despite using dialysis calcium concentration 2.5 mEq/L, the use of calcimimetics can be beneficial in the treatment of severe secondary hyperparathyroidism or osteitis fibrosa. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B)

4.2.3 ไม่แนะนำให้เริ่มใช้ยาในกลุ่ม calcimimetics ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่มีระดับแคลเซียมในเลือดต่ำกว่า 8.0 มก./ดล. (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

Calcimimetics is probably not recommended in patients with serum calcium below 8.0 mg/dL. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B)

4.2.4 แนะนำให้เลือกใช้ชนิดของยากกลุ่ม calcimimetics ขึ้นกับวิธีการบำบัดทดแทนไต, ความรุนแรงของภาวะ secondary hyperparathyroidism, ประวัติการใช้ยา calcimimetics เดิม และอันตรกิริยา (interaction) ระหว่างยาอื่นที่ใช้ในผู้ป่วยและชนิดของ calcimimetics (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

It may be reasonable to choose the type of calcimimetics based on the modality of renal replacement therapy, severity of secondary hyperparathyroidism, history of prior use and probability of drug interactions. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B)

4.2.5 แนะนำให้ใช้ยากกลุ่ม calcimimetics (แบบรับประทานหรือแบบฉีด) เป็นยาเดี่ยว หรือใช้ร่วมกับ calcitriol หรือ alfacalcidol (แบบรับประทานหรือแบบฉีด) ในการรักษาภาวะ secondary hyperparathyroidism ทั้งนี้ขึ้นกับระดับของแคลเซียมในเลือดตลอดการรักษา (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน B)

In the treatment of secondary hyperparathyroidism, it is reasonable to choose calcimimetics (oral or parenteral) alone or in combination with calcitriol or alfacalcidol (oral or parenteral) based on serum calcium. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence B)

4.2.6 แนะนำให้พิจารณาปรับขนาดของยากกลุ่ม calcimimetics, calcitriol หรือ alfacalcidol ขึ้นกับระดับของแคลเซียมในเลือด และฟอสเฟตในเลือด ร่วมกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ PTH ระหว่างการรักษา (คำแนะนำระดับ I, คุณภาพหลักฐาน C)

The dose of calcimimetics, calcitriol or alfacalcidol should be adjusted based on serum calcium, phosphate, and the trend of parathyroid hormone levels. (Strength of recommendation I, Quality of evidence C)

4.2.7 พิจารณาใช้ calcimimetics ในผู้ป่วยเด็กโรคไตเรื้อรังที่มีอายุตั้งแต่ 3 ปี ขึ้นไป เมื่อระดับ PTH ยังคงเพิ่มขึ้นต่อเนื่องภายหลัง การจำกัดอาหารที่มีฟอสเฟตสูง การใช้ยาจับฟอสเฟต การให้แคลเซียมเสริมและการใช้วิตามินดี (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน B)

The use of calcimimetics may be considered in children aged 3 years or older with progressive increase

in parathyroid hormone level despite dietary phosphate restriction and the use of phosphate binders, calcium and vitamin D supplements. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence B)

4.3 โซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium thiosulfate)

4.3.1 แนะนำให้ ยาโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้นร้อยละ 25 (25% sodium thiosulfate) ทางหลอดเลือดดำในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง เพื่อรักษาภาวะ calciphylaxis ร่วมกับการดูแลรักษาบาดแผล การผ่าตัดเอาเนื้อส่วนตายหรือติดเชื้อออก การให้ยาระงับอาการปวด และการลดหรือกำจัดปัจจัยเสี่ยงต่อภาวะ calciphylaxis (คำแนะนำระดับ IIa, คุณภาพหลักฐาน C)

In the treatment of calciphylaxis, the use of intravenous 25% sodium thiosulfate in combination with local wound care, surgical debridement, pain control and modification of risk factors can be beneficial. (Strength of recommendation IIa, Quality of evidence C).

4.3.2 พิจารณาให้ยาโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้นร้อยละ 25 (25% sodium thiosulfate) ฉีดบริเวณรอยโรค calciphylaxis ในกรณีที่ไม่สามารถให้ยาทางหลอดเลือดดำได้ (คำแนะนำระดับ IIb, คุณภาพหลักฐาน C)

In the treatment of calciphylaxis, intralesional 25% sodium thiosulfate may be considered when the intravenous route is not possible. (Strength of recommendation IIb, Quality of evidence C).

4.3.3 หลีกเลี่ยงการบริหารยาโซเดียมไธโอซัลเฟตทางปากหรือทางช่องท้องในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง ที่มีภาวะ calciphylaxis เนื่องจากปัญหาการดูดซึมยาในทางเดินอาหาร กรณีบริหารยาทางปากและเสี่ยงต่อการเกิดเยื่อぶผนังช่องท้องอักเสบกรณีบริหารยาทางช่องท้อง (คำแนะนำระดับ III, คุณภาพหลักฐาน C)

In the treatment of calciphylaxis, oral or intraperitoneal route of sodium thiosulfate is not recommended due to the low bioavailability of the oral route and the risk of chemical peritonitis of the intraperitoneal route (Strength of recommendation III, Quality of evidence C).

เอกสารอ้างอิง (References)

1. สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย. แนวทางการรักษาผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่มีความผิดปกติของสมดุลแร่ธาตุและกระดูกปี พ.ศ. 2565. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย; 2565.

Executive Summary of the 2022 Thailand Hemodialysis Clinical Practice Guideline

Vuddhidej Ophascharoensuk¹, Sadudee Peerapornratana^{2,3} on the behalf of the members of Thailand Hemodialysis Guideline Work Group

¹Division of Nephrology, Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

²Department of Laboratory Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

³Excellence Center for Critical Care Nephrology, Division of Nephrology, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Bangkok, Thailand

Abstract

The Nephrology Society of Thailand has decided to revise the “Hemodialysis Clinical Practice Recommendation 2014” in order to align with current medical evidence. This updated recommendation, known as the “Hemodialysis Clinical Practice Recommendation 2022,” not only incorporates current scientific evidence but also includes additional content related to medication usage in hemodialysis patients, low-flux hemodialysis, high-flux hemodialysis, hemodiafiltration, and super high-flux hemodialysis techniques. The revised guideline also addresses the issues related to the extended-hours and more frequent hemodialysis treatment, quality assessment of dialysis units, and specific recommendations for patients with HIV infection. These revisions aim to establish consistent and evidence-based guidelines for medical professionals in the context and suitability of the country while maintaining the best possible care for patients.

Keywords: dialysis; kidney failure; HD; apheresis

Corresponding author: Sadudee Peerapornratana

Email: speerapornratana@yahoo.com

The complete list of all members of the work group is available in the complete Hemodialysis Clinical Practice Recommendation 2022.

The complete Hemodialysis Clinical Practice Recommendation 2022 is available in print at The Nephrology Society of Thailand, Royal Golden Jubilee Building, 4th Floor, 2 Soi Soonvijai, New Petchburi Road, Bangkok 10310, Thailand. Tel. +66 (0) 27166091, +66 (0) 27167450, +66 (0) 27181898. Email: admin@nephrothai.page



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

สรุปข้อเสนอแนะแนวปฏิบัติการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม พ.ศ. 2565

วุฒิเดช โอภาสเจริญสุข¹, สดุดี พิรพรรัตน์^{2,3} ในนามของสมาชิกคณะทำงานกำหนดข้อเสนอแนะแนวปฏิบัติการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

¹หน่วยวิชาโรคไต ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

²ภาควิชาเวชศาสตร์ชั้นสูง คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³ศูนย์ความเป็นเลิศด้านโรคไตในภาวะวิกฤต โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

บทคัดย่อ

เนื่องด้วยสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทยได้ตัดสินใจพิจารณาปรับปรุง “ข้อเสนอแนะแนวปฏิบัติการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม พ.ศ. 2557” เพื่อให้เท่าทันกับหลักฐานทางการแพทย์ในปัจจุบัน โดย “ข้อเสนอแนะแนวปฏิบัติการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม พ.ศ. 2565” นั้นนอกจากจะมีการปรับปรุงเนื้อหาตามหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยขึ้นแล้ว ยังมีการเพิ่มเนื้อหาในส่วนของการให้การพยาบาลผู้ป่วยฟอกเลือด, วิธีการฟอกเลือดด้วย low-flux hemodialysis, high-flux hemodialysis, hemodiafiltration และ super high-flux hemodialysis, วิธีการฟอกเลือดด้วยการเพิ่มระยะเวลาหรือความถี่, การประเมินคุณภาพหน่วยไตเทียม, รวมไปถึง “ข้อเสนอแนะแนวปฏิบัติการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมสำหรับผู้ติดเชื้อเอชไอวีที่มีโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย” ทั้งนี้เพื่อให้เกิดแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและเป็นมาตรฐานเดียวกันสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ในบริบทและความเหมาะสมของประเทศ และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้ป่วย

คำชี้แจงน้ำหนักคำแนะนำและคุณภาพหลักฐาน น้ำหนักคำแนะนำ (Strength of recommendation)

ระดับ 1 หมายถึง “ควรปฏิบัติ” เนื่องจากความมั่นใจของคำแนะนำให้ปฏิบัติอยู่ในระดับสูง มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย และมีความคุ้มค่า

ระดับ 2 หมายถึง “น่าปฏิบัติ” เนื่องจากความมั่นใจของคำแนะนำให้ปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง น่าจะมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยและน่าจะคุ้มค่า

ระดับ 3 หมายถึง “ไม่ควรปฏิบัติ” หรือ “ห้ามปฏิบัติ” เนื่องจากไม่มีประโยชน์ และอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ป่วย

ระดับ “Not Graded” หมายถึง คำแนะนำที่มีความสำคัญ

จากเหตุผลที่ได้จากการอุปมาอุปไมยจากข้อเท็จจริง แต่ไม่สามารถจัดอยู่ในคำแนะนำระดับที่ 1 หรือ 2 เนื่องจากไม่มีการศึกษาวิจัยในประเด็นดังกล่าว หรือมีหลักฐานการศึกษาที่ไม่เพียงพอ ซึ่งไม่ได้หมายความว่าคำแนะนำนั้นไม่จำเป็นหรือมีความสำคัญน้อยกว่า ระดับที่ 1 และระดับที่ 2

คุณภาพหลักฐาน (Quality of evidence)

A หมายถึง หลักฐานที่ได้มาจากการศึกษาทางคลินิกแบบ randomized controlled ที่มีคุณภาพดีหลายการศึกษา หรือหลักฐานจากการวิเคราะห์แบบ meta-analysis

B หมายถึง หลักฐานที่ได้มาจากการศึกษาทางคลินิกแบบ

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: สดุดี พิรพรรัตน์

อีเมล: speerapomratana@yahoo.com

รายชื่อสมาชิกทั้งหมดของคณะทำงานฯ สามารถดูได้จากหนังสือฉบับเต็มเรื่อง “ข้อเสนอแนะแนวปฏิบัติการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม พ.ศ. 2565”

ถ้าต้องการหนังสือฉบับเต็มสามารถติดต่อได้ที่ สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย อาคารเฉลิมพระบารมี 50 ปี ชั้น 4 เลขที่ 2 ซอยศูนย์วิจัย ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร 10310

โทร: 02-716-6091, 02-716-7450, 02-718-1898 อีเมล: admin@nephrothai.page



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

randomized controlled ที่มีคุณภาพอย่างน้อยหนึ่งการศึกษา หรือการศึกษาแบบ non-randomized controlled ขนาดใหญ่ ซึ่งมีผลประจักษ์ถึงประโยชน์หรือโทษอย่างเด่นชัด

C หมายถึง หลักฐานที่ได้จากการศึกษาในลักษณะอื่น ๆ ที่มีคุณภาพดีหรือการศึกษาย้อนหลังเชิงพรรณนา หรือการศึกษาแบบ registry หรือความเห็นพ้องของคณะผู้เชี่ยวชาญ บนพื้นฐานประสบการณ์ทางคลินิก

คำแนะนำที่ 1

การเตรียมการสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเพื่อการบำบัดทดแทนไต

คำแนะนำที่ 1.1 ควรส่งปรึกษาหรือส่งต่อผู้ป่วยเพื่อพบอายุรแพทย์โรคไต เมื่อ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

1. ผู้ป่วยมีการลดลงของการทำงานของไตอย่างต่อเนื่อง ได้แก่

1.1 มีการเปลี่ยนของระยะไตเรื้อรัง (CKD staging) เข้าสู่ระยะที่มีการทำงานของไตลดลงจากเดิม หรือมีค่าอัตราการกรองของไตลดลงมากกว่าร้อยละ 25 จากค่าตั้งต้น

1.2 มีการลดลงของอัตราการกรองของไตมากกว่า 5 มล./นาที่/1.73 ตร.ม. ต่อปี

2. ผู้ป่วยมีอัตราการกรองของไตน้อยกว่า 30 มล./นาที่/1.73 ตร.ม. โดยเฉพาะเมื่อมีข้อบ่งชี้ร่วมอื่น ๆ

3. ข้อบ่งชี้อื่น ๆ ได้แก่

3.1 มีภาวะไตวายเฉียบพลันที่ทำให้การรักษาไม่ดีขึ้น หรือมีแนวโน้มต้องรักษาบำบัดทดแทนไต

3.2 มีสัดส่วนของอัลบูมินต่อครีเอตินินในปัสสาวะ (urine albumin-to-creatinine ratio, UACR) ตั้งแต่ 300 มก./กรัม หรือมีอัลบูมินในปัสสาวะ (urine albumin excretion rate, UAER) ตั้งแต่ 300 มก./วัน หรือเทียบเท่ากับมีสัดส่วนของโปรตีนต่อครีเอตินินในปัสสาวะ (urine protein-to-creatinine ratio, UPCR) ตั้งแต่ 500 มก./กรัม หรือมีค่าโปรตีนในปัสสาวะ (urine protein excretion rate, UPER) ตั้งแต่ 500 มก./วัน หลังได้รับการควบคุมความดันโลหิตได้ตามเป้าหมายแล้ว

3.3 มีภาวะความดันโลหิตสูงที่ควบคุมไม่ได้ด้วยยาลดความดันโลหิตตั้งแต่ 4 ชนิดขึ้นไป

3.4 ตรวจพบ red blood cell cast และ/หรือ มีเม็ดเลือดแดงในปัสสาวะมากกว่า 20 เซลล์/high power field และหาสาเหตุไม่ได้

3.5 มีระดับโพแทสเซียมในเลือดสูงเรื้อรัง

3.6 ได้รับการวินิจฉัยว่ามีโรคหัวใจในทางเดินปัสสาวะมากกว่า 1 ครั้ง หรือร่วมกับภาวะอุดกั้นทางเดินปัสสาวะ และส่งปรึกษาศัลยแพทย์ระบบทางเดินปัสสาวะร่วมดูแลรักษา

3.7 มีโรคไตเรื้อรังที่เกิดจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

3.8 มีภาวะหลอดเลือดแดงตีบ

คำแนะนำที่ 1.2 ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังควรได้รับคำแนะนำให้เตรียมตัวเพื่อการบำบัดทดแทนไต ดังนี้

1. ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังควรได้รับคำแนะนำให้เตรียมตัวเพื่อการบำบัดทดแทนไต เมื่อเริ่มเข้าสู่โรคไตเรื้อรังระยะที่ 4 (ค่าอัตราการกรองของไตน้อยกว่า 30 มล./นาที่/1.73 ตร.ม.) (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

2. ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 4 ขึ้นไป ควรได้รับความรู้และคำแนะนำทางเลือก วิธีการรักษา ค่าใช้จ่าย สิทธิประโยชน์ต่าง ๆ รวมทั้งข้อดีและข้อด้อยของการบำบัดทดแทนไตครอบคลุมการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม การล้างไตทางช่องท้อง การปลูกถ่ายไต ก่อนการเริ่มฟอกไต (preemptive kidney transplantation) การปลูกถ่ายไต และการรักษาแบบประคับประคอง (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

3. ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 4 ที่มีการทำงานของไตลดลงอย่างต่อเนื่อง ทีมสหสาขาควรบันทึกผลการทบทวน การเตรียมแผนการรักษาไว้ล่วงหน้า ข้อมูลการตัดสินใจเลือกวิธีการบำบัดทดแทนไตและประเมินการรับรู้ของผู้ป่วยและครอบครัวลงในเวชระเบียนอย่างน้อยปีละครั้ง (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

4. ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่ตัดสินใจเลือกการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ควรได้รับการเตรียมเส้นเลือดถาวรใช้สำหรับการฟอกเลือดชนิด arteriovenous fistula (AVF) หรือ arteriovenous graft (AVG) ให้พร้อมใช้เมื่อเริ่มการฟอกเลือด ทั้งนี้ระยะเวลาการเตรียมขึ้นกับอัตราการกรองของไตขณะนั้น และอัตราการเสื่อมของไต ภายใต้ดุลยพินิจของอายุรแพทย์โรคไต และศัลยแพทย์หลอดเลือด (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

5. ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่ได้รับการเตรียมเส้นเลือดถาวร ทีมสหสาขาควรให้คำแนะนำเรื่องการบริหารเส้นเลือดหลังการผ่าตัด และติดตามความสมบูรณ์ของเส้นเลือด (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 1.3 ควรพิจารณาเริ่มการบำบัดทดแทนไตเมื่อ

1. ผู้ป่วยมีระดับ eGFR น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 มล./นาที่/1.73 ตร.ม. และไม่พบเหตุที่ทำให้ไตเสื่อมการทำงานชั่วคราว หรือ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

2. ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 5 ที่มีระดับ eGFR มากกว่า 6 มล./นาที่/1.73 ตร.ม. แต่มีภาวะแทรกซ้อนที่เกิดโดยตรงจากโรคไตเรื้อรังซึ่งไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วยวิธีปกติ และอาจเป็นอันตรายรุนแรงต่อผู้ป่วย อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

2.1 ภาวะน้ำและเกลือเกินในร่างกาย จนเกิดภาวะหัวใจวาย หรือความดันโลหิตสูงควบคุมไม่ได้

2.2 ระดับโพแทสเซียมในเลือดสูง เลือดเป็นกรด หรือ ฟอสเฟตในเลือดสูง

2.3 ระดับความรู้สึกตัวลดลง หรืออาการชักกระตุกจากภาวะ ยูรีเมีย

2.4 เยื่อหุ้มปอดหรือเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบจากภาวะยูรีเมีย

2.5 คลื่นไส้ อาเจียน เบื่ออาหาร น้ำหนักลดลง หรือมีภาวะ ทุพโภชนาการ

คำแนะนำที่ 2

การเริ่มฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง

คำแนะนำที่ 2.1 ผู้ป่วยเริ่มการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ครั้งแรก ๆ (first few sessions) ควรประเมินผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 2.2 ผู้ป่วยที่เริ่มการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ใน ครั้งแรก ๆ ควรป้องกันการเกิดกลุ่มอาการไม่สมดุลจากการ ฟอกเลือด (dialysis disequilibrium syndrome) โดยกำหนด เป้าหมายของการลดระดับยูเรียในเลือดไม่เกินร้อยละ 40 ของ ค่าตั้งต้น (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 2.3 ในผู้ป่วยที่มีปริมาณปัสสาวะเหลืออยู่ มากกว่า 600 มล. ต่อวัน หรือการขจัดยูเรีย (urea clearance) มากกว่า 3 มล./นาที่/1.73 ตร.ม. อาจพิจารณาเริ่มต้นฟอกเลือดด้วยความถี่ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ (incremental hemodialysis) ทั้งนี้ต้องมีการติดตามอาการผู้ป่วย ปริมาณปัสสาวะ และปริมาณการขจัดยูเรีย อย่างสม่ำเสมอ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 3

เครื่องไตเทียมและตัวกรอง

คำแนะนำที่ 3.1 การดูแลเครื่องไตเทียม ต้องเป็นไปตามข้อ แนะนำสำหรับการตรวจรับรองมาตรฐานการรักษาโดยการฟอก เลือดด้วยเครื่องไตเทียมของแพทยสภา (Not graded)

คำแนะนำที่ 3.2 การใช้ตัวกรอง ควรเลือกชนิดที่เข้ากันได้ ดีทางชีวภาพ (biocompatibility) และมีขนาดที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ปริมาณการ ฟอกเลือดที่เพียงพอ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพ หลักฐาน B) นอกจากนี้ควรเลือกตัวกรองชนิด high-flux ขึ้นไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ฟอกเลือดมาเป็นระยะเวลานานและไม่เหลือ การทำงานของไตแล้ว หรือ ผู้ป่วยเบาหวาน หรือ ผู้ป่วยที่มีอัลบูมิน ในเลือดต่ำ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 3.3 การนำตัวกรองมาใช้ซ้ำ (reuse dialyzer) สามารถทำได้ ยกเว้นในกรณีที่มีการปนเปื้อนเชื้อซึ่งติดต่อได้ง่าย โดยตัวกรองที่นำมาใช้ซ้ำ ต้องมีประสิทธิภาพและความปลอดภัย

สูงสุด (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 3.4 ไม่ควรนำชุดสายส่งเลือด (bloodline) มา ใช้ซ้ำ (Not graded)

คำแนะนำที่ 4

การป้องกันการแข็งตัวของเลือด

คำแนะนำที่ 4.1 ในการป้องกันการแข็งตัวของเลือดระหว่าง การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ควรเลือกใช้ unfractionated heparin หรือ low molecular weight heparin เป็นลำดับแรก (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 4.2 ในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงต่อการมีภาวะ เลือดออก ควรหลีกเลี่ยงสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด และให้ การป้องกัน การแข็งตัวของเลือดระหว่างการฟอกเลือดด้วยวิธีอื่น (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 4.3 หากเกิดภาวะเกล็ดเลือดต่ำจาก heparin (heparin-induced thrombocytopenia, HIT) ชนิดที่ 2 ต้อง เปลี่ยนไปใช้การป้องกันการแข็งตัวของเลือดระหว่างการฟอกเลือด ด้วยวิธีอื่น (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 4.4 หลังเสร็จสิ้นการฟอกเลือดด้วยเครื่องไต เทียม ควรใช้สารป้องกันการแข็งตัวของเลือดหล่อในสายสวนหลอด เลือดทุกครั้ง (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5

การควบคุมและป้องกันการติดเชื้อ

คำแนะนำที่ 5.1 สถานพยาบาลที่ให้บริการฟอกเลือดด้วย เครื่องไตเทียม ต้องจัดทำมาตรการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อ เป็นลายลักษณ์อักษร (development of infection prevention and control program) (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพ หลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.2 บุคลากรที่ปฏิบัติงานในสถานพยาบาล ที่ให้บริการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตควรยึดหลักในมาตรการป้องกัน และควบคุมการติดเชื้อต่าง ๆ อย่างเคร่งครัด (implementation of infection and control program) (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.3 สถานพยาบาลที่ให้บริการฟอกเลือด ด้วยเครื่องไตเทียมควรจัดทำมาตรการในการเฝ้าระวังการระบาด (surveillance of outbreaks) (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพ หลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.4 สถานพยาบาลที่ให้บริการฟอกเลือดด้วย เครื่องไตเทียมควรมีมาตรการฉุกเฉินหรือมีแผนการรองรับกรณี เกิดการระบาด (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.5 บุคลากรที่ปฏิบัติงานในสถานพยาบาล

ที่ให้บริการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ควรล้างมือทุกครั้งอย่างเคร่งครัด ในช่วงเวลาที่มีโอกาสรับหรือแพร่กระจายเชื้อได้ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน A)

คำแนะนำที่ 5.6 ผู้ป่วยญาติรวมไปถึงผู้ดูแลควรล้างมือทุกครั้งก่อนเริ่มการฟอกเลือดและหลังจากฟอกเลือดเสร็จ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.7 ก่อนแทงเข็มฟอกเลือดหรือใช้สายสวนสำหรับการฟอกเลือด (catheter) บุคลากรต้องตรวจสอบที่ผิวหนังตำแหน่งที่จะใช้ ปลายสายฟอกเลือดหรือตำแหน่งที่สายออกจากผิวหนังก่อนทุกครั้งว่าสะอาด ไม่มีการอักเสบติดเชื้อและจึงเริ่มทำการตัดการ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.8 การแทงเข็มที่หลอดเลือดซึ่งใช้สำหรับการฟอกเลือดไม่ว่าจะเป็น AVF หรือ AVG ต้องใช้หลักปราศจากเชื้อ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.9 การใช้สาย catheter ในการฟอกเลือดต้องใช้หลักปราศจากเชื้อ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.10 การเตรียมยาสำหรับผู้ป่วยควรแยกเตรียมในพื้นที่ส่วนกลางเป็นที่พื้นที่สะอาด ก่อนนำไปใช้กับผู้ป่วย (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.11 แนะนำใช้ยาแบบ single use แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้ยาขวดหนึ่งกับผู้ป่วยหลายราย ควรแบ่งยานั้นเป็นขนาดเล็ก ๆ ไว้ก่อนล่วงหน้า (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.12 การให้ยากับผู้ป่วยฟอกเลือดต้องใช้หลักปราศจากเชื้อ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C) โดยมีหลักการดังนี้

- ไม่ใช้ถุงมือซ้ำในการทำหัตถการ
- ทำความสะอาดผิวหนังด้วย 70% alcohol
- ไม่ใช้เข็มหรือหลอดฉีดยาเดิมกับผู้ป่วยรายอื่น
- ไม่ใช้สารน้ำเพื่อใหยาเข้ากับผู้ป่วยรายอื่น

คำแนะนำที่ 5.13 ควรใช้หลักการ standard precaution กับผู้ป่วยทุกรายที่มาเข้ารับบริการการฟอกเลือด (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.14 ผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบทางเดินหายใจเมื่อเข้าสู่สถานบริการการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมควรได้รับคำแนะนำให้สวมใส่หน้ากาก และไอหรือจามอย่างถูกวิธีเพื่อลดการแพร่กระจายเชื้อ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.15 สถานพยาบาลควรจัดแบ่งสถานที่สำหรับพักรอแยกในกรณีที่สงสัยว่าผู้ป่วยติดเชื้อที่มีโอกาสแพร่กระจายสู่บุคลากรและผู้ป่วยรายอื่นได้ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.16 สถานพยาบาลควรมีห้องแยกโรคสำหรับให้บริการฟอกเลือดผู้ป่วยติดเชื้อหรือสงสัยว่าจะมีการติดเชื้อ

มีโอกาสนแพร่กระจายสู่บุคลากรและผู้ป่วยรายอื่นได้ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.17 สำหรับผู้ป่วยติดเชื้อที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศ (airborne precautions) ควรแยกฟอกเลือดผู้ป่วยในห้องแรงดันลบ ในกรณีที่ไม่มีห้องแรงดันลบสามารถใช้ห้องเดี่ยวแยกโรคได้โดยควรมีระบบระบายอากาศที่ดี (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.18 สำหรับผู้ป่วยติดเชื้อที่แพร่กระจายเชื้อทางละอองน้ำมูกน้ำลาย (droplet precautions) ควรแยกฟอกเลือดผู้ป่วยในห้องเดี่ยวแยกโรค ในกรณีที่ไม่มีห้องเดี่ยวแยกโรค สามารถปรับรอบการฟอกเป็นรอบสุดท้ายได้ เพื่อลดการสัมผัสกับผู้ป่วยรายอื่น (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.19 สำหรับผู้ป่วยติดเชื้อที่แพร่กระจายเชื้อทางการสัมผัส (contact precautions) ควรแยกฟอกเลือดผู้ป่วยในห้องเดี่ยวแยกโรค และบุคลากรควรใส่เสื้อกาวน์ ถุงมือ แบบใช้ครั้งเดียว (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.20 สถานพยาบาลควรจัดสรรอุปกรณ์ป้องกันร่างกาย (PPE) ให้แก่บุคลากรอย่างพอเพียงและมีขนาดให้เลือกอย่างเพียงพอ โดยอุปกรณ์ควรเลือกอย่างเหมาะสมตามประเภทการแพร่กระจายเชื้อ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B) (ตารางที่ 3)

คำแนะนำที่ 5.21 ต้องมีการส่งเลือดผู้ป่วยเพื่อตรวจ HBsAg (ถ้าผลตรวจยังเป็นลบ), anti-HBs, anti-HBc, anti-HCV ทุกรายเมื่อแรกเข้า (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.22 ต้องมีการส่งเลือดผู้ป่วยเพื่อตรวจ HBsAg (ถ้าผลตรวจยังเป็นลบ), anti-HBs, anti-HCV ซ้ำอย่างน้อยทุก 6 เดือน ในผู้ป่วยทุกราย (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.23 สำหรับผู้ป่วยที่ตรวจพบ anti-HCV เป็นบวก ควรได้รับการส่งตรวจ nucleic acid test (NAT) หรือ HCV RNA เพื่อประเมินระยะของโรค (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน A)

คำแนะนำที่ 5.24 หากมีรายงานการระบาดหรือมีการติดเชื้อ HBV หรือ HCV ใหม่ขึ้นในสถานพยาบาล ควรมีการตรวจคัดกรองเพิ่มเติมในผู้ป่วยรายอื่น ทบทวนมาตรการป้องกันการติดเชื้อใหม่และกวดขันบุคลากรให้มีการปฏิบัติตามมาตรการอย่างเคร่งครัด (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.25 บุคลากรที่ให้การดูแลผู้ป่วยควรปฏิบัติตาม “ข้อควรระวังด้านสุขอนามัย” เพื่อลดการนำเชื้อไปสู่ผู้อื่นทั้งจากการสัมผัสโดยตรงและผ่านอุปกรณ์ต่าง (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B) โดยมีรายละเอียดตาม ตารางที่ 5

คำแนะนำที่ 5.26 ควรมีการแยกใช้เครื่องไตเทียม สำหรับ

ฟอกเลือดผู้ป่วย HBV หรือผู้ที่ยังไม่มีผลตรวจทาง serology (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.27 ต้องมีการอบฆ่าเชื้อภายในเครื่องไตเทียม (disinfection) หลังการฟอกเลือดทันที ในทุกครั้งหลังฟอกเสร็จ สำหรับผู้ป่วย HBV และ HCV (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.28 ไม่นำสายส่งเลือดกลับมาใช้ซ้ำสำหรับผู้ป่วย HBV และ HCV (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.29 สามารถนำตัวกรองกลับมาใช้ซ้ำได้สำหรับผู้ป่วย HCV โดยกระบวนการล้างและอบฆ่าเชื้อควรได้รับการปฏิบัติอย่างเคร่งครัดและปลอดภัยกับบุคลากร (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.30 มีการจัดแบ่งพื้นที่เป็นสัดส่วนในการฟอกเลือดสำหรับผู้ป่วย HBV พร้อมมีการแยกอุปกรณ์และเวชภัณฑ์จากผู้ป่วยรายอื่น (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.31 บุคลากรที่กำลั้งให้บริการฟอกเลือดผู้ป่วย HBV ไม่ควรให้บริการผู้ป่วยอื่นในช่วงเวลาเดียวกัน (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.32 ผู้ป่วยฟอกเลือดทุกรายที่เข้าเกณฑ์ต้องได้รับวัคซีน ควรได้รับการฉีดวัคซีนป้องกันไวรัสตับอักเสบบี (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.33 ผู้ป่วยฟอกเลือดที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นกลุ่มไม่ตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันไวรัสตับอักเสบบี (non-responder) ควรทำการเฝ้าระวังการติดเชื้อเหมือนกลุ่มที่ไม่เคยได้รับวัคซีน (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.34 ควรมีการตรวจ anti-HBs ในบุคลากรทุกรายที่ต้องให้บริการผู้ป่วย HBV และในรายที่ไม่มีภูมิหรือยังไม่เคยรับวัคซีนแนะนำให้ฉีดวัคซีนแก่บุคลากรรายนั้น ๆ โดยใช้ขนาดและวิธีการตามเกณฑ์บุคคลทั่วไป (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.35 ควรมีการฆ่าเชื้อภายในเครื่องไตเทียม (disinfection) หลังการฟอกเลือดทันที ในทุกครั้งหลังฟอกเสร็จ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.36 ควรทำความสะอาดฆ่าเชื้อภายนอกเครื่องไตเทียมทุกครั้งหลังใช้งานเสร็จ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.37 ควรมีการฆ่าเชื้อทำความสะอาดสายส่งน้ำหลังเครื่องไตเทียมอย่างเหมาะสม (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.38 การฟอกเลือดแต่ละครั้งต้องใช้ external pressure transducer ทั้ง venous และ arterial blood line และเปลี่ยนใหม่ทุกครั้งหลังสิ้นสุดการฟอกเลือด ถ้ามีปัญหา

บนเป็อน internal pressure transducer ต้องหยุดใช้เครื่อง และทำความสะอาดหรือซ่อมแซมแก้ไขก่อนใช้กับผู้ป่วยรายต่อไป (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.39 ไม่ควรนำชุดสายส่งเลือดมาใช้ซ้ำ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.40 การนำตัวกรองมาซ้ำ (dialyzer reprocessing) สามารถทำได้ ยกเว้นในกรณีที่มีอาจปนเปื้อนเชื้อซึ่งติดต่อดัง่าย โดยตัวกรองที่นำมาใช้ซ้ำ ต้องมีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูงสุด (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.41 ก่อนปลดตัวกรองและสายส่งเลือดออกจากเครื่อง ภายหลังการใช้ ต้องตรวจสอบการปิดสนิทของข้อต่อและ clamp ต่าง ๆ พร้อมทั้งใส่ภาชนะรองรับขณะเคลื่อนย้าย (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.42 อุปกรณ์และเวชภัณฑ์อื่น ๆ ที่จะนำไปใช้ต่อกับผู้ป่วยรายอื่น ควรได้รับการเช็ดทำความสะอาดอย่างเหมาะสม (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.43 ห้องที่ให้บริการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมต้องเป็นเขตกึ่งปลอดเชื้อ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.44 สถานพยาบาลที่ให้บริการ ให้เป็นไปตามคำแนะนำ เกณฑ์และการรับรองมาตรฐานหน่วยไตเทียม ปี พ.ศ. 2557 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

- ควรมีพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 4 ตร.ม. ต่อหนึ่งจุดบริการ ให้การฟอกเลือด โดยส่วนที่แคบสุดไม่น้อยกว่า 1.8 ม.
- ต้องมีอ่างล้างมือสำหรับผู้ป่วยและผู้ดูแล
- ต้องมีพื้นที่ห้องพักของพยาบาลเป็นสัดส่วน
- ควรมีการแยกพื้นที่ห้องเก็บของ

คำแนะนำที่ 5.45 ควรทำความสะอาดฆ่าเชื้อสิ่งแวดล้อมบริเวณฟอกเลือด เช่น เติง เก้าอี้ โต๊ะ พื้น หลังการฟอกเลือดเสร็จทุกครั้ง (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.46 ควรมีการเปลี่ยนผ้าปูเตียง ปลอกหมอน หลังการฟอกเลือดเสร็จทุกครั้ง (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.47 ห้องล้างตัวกรอง ให้เป็นไปตามคำแนะนำ เกณฑ์และการรับรองมาตรฐานหน่วยไตเทียมปี 2557 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

- ต้องมีการแยกห้องล้างตัวกรองออกจากพื้นที่ฟอกเลือดผู้ป่วย และออกจากพื้นที่เตรียมน้ำบริสุทธิ์
- ต้องมีระบบระบายอากาศที่เหมาะสม
- ไม่ควรเก็บตัวกรองที่ล้างแล้วไว้ในพื้นที่ล้างตัวกรอง

คำแนะนำที่ 5.48 ในกรณีล้างตัวกรองผู้ป่วย HBV หรือ HCV ต้องมีการแยกอ่างล้างตัวกรองติดเชื้อ HBV ออกจาก HCV และ

อ่างล้างตัวกรองไม่ติดเชื้อ โดยตั้งอ่างล้างห่างกันหรือมีผนังกันที่สามารถป้องกันการปนเปื้อนข้ามอ่าง (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.49 การทำความสะอาดอ่างล้างตัวกรอง ควรทำการฆ่าเชื้อด้วย 0.5-1.0% sodium hypochlorite หลังการใช้งานในแต่ละรอบการฟอกเลือด (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.50 สถานพยาบาลต้องมีการแยกพื้นที่และแยกภาชนะจัดเก็บขยะติดเชื้อ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.51 น้ำยาฟอกเลือด (dialysate) ที่ผ่านการฟอกเลือดแล้ว ไม่ถือเป็นขยะติดเชื้อ ไม่จำเป็นต้องมีการแยกทิ้ง (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 5.52 อุปกรณ์และเวชภัณฑ์ต่าง ๆ ควรมีการล้างเป็นทิศทางเดียวจากพื้นที่สะอาดไปสู่พื้นที่ที่ขยะติดเชื้อและขนถ่ายออกจากห้องไตเทียมโดยใช้ทางออกต่างหากที่แยกจากทางเข้าออกของผู้ป่วย ไม่มีการย้ายอุปกรณ์ที่ใช้งานแล้วข้ามเตียงผู้ป่วย (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.53 ขยะติดเชื้อต้องมีการกำจัดอย่างถูกวิธี (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.54 ผู้ป่วยฟอกเลือดควรได้รับวัคซีนไข้หวัดใหญ่เป็นประจำทุกปี โดยวิธีการฉีดใช้หลักเกณฑ์เดียวกับผู้ป่วยทั่วไป (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.55 ควรมีการฉีดวัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ในบุคลากร เป็นประจำทุกปี (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 5.56 ผู้ป่วยฟอกเลือดควรได้รับวัคซีนป้องกันโรคปอดอักเสบนิวโมคอคคัส โดยวิธีการฉีดใช้หลักเกณฑ์เดียวกับผู้ป่วยทั่วไป (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 6

การติดตามผู้ป่วยโดยการตรวจทางห้องปฏิบัติการและการประเมินความเพียงพอในการฟอกเลือด

คำแนะนำที่ 6.1 ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือด ควรได้รับการตรวจหาระดับเกลือแร่ในเลือด แคลเซียม ฟอสฟอรัส และอัลบูมิน อย่างสม่ำเสมออย่างน้อยทุก 3 เดือน ตามความเหมาะสมโดยเลือก ตรวจวัดก่อนการฟอกเลือดในช่วงกลางของสัปดาห์ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 6.2 ควรตรวจค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเลือด (Hb) อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง หรือตรวจเพิ่มเติมเมื่อพบว่ามีการซีด (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 6.3 ควรตรวจเลือดหาระดับฮอร์โมนพารา

ไทรอยด์ (iPTH) และประเมินสภาวะเหล็กในร่างกาย ทุก 6 เดือน หรือบ่อยกว่านั้นตามความเหมาะสม (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 6.4 เป้าหมายของระดับโพแทสเซียมก่อนการฟอกเลือด คือ 2.2-2.4 มิลลิโมล/ลิตร (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 6.5 เป้าหมายของระดับโปแตสเซียมก่อนการฟอกเลือด คือ 4 ถึง 5.5 มิลลิโมล/ลิตร (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 6.6 ควรประเมินความเพียงพอในการฟอกเลือดโดยใช้ ค่า Kt/V ที่คำนวณจากระดับยูเรียในเลือดก่อนและหลังการฟอกเลือด และ/หรือค่า urea reduction ratio (กรณีที่ไม่สามารถคำนวณค่า Kt/V ได้) อย่างน้อยทุก 3 เดือน (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B) และควรประเมินค่าการทำงานของไตที่เหลืออยู่ร่วมด้วยเป็นระยะถ้ายังมีการทำงานของไตที่เหลืออยู่มาอย่างมีนัยสำคัญ

คำแนะนำที่ 6.7 ในผู้ป่วยที่ฟอกเลือดที่นอกเหนือจาก 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 4-5 ชม. ควรเพิ่มการประเมินความเพียงพอในการฟอกเลือด โดยใช้ ค่า stdKt/V หรือ EKRC อย่างน้อยทุก 3 เดือน (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B) และควรประเมินค่าการทำงานของไตที่เหลืออยู่ร่วมด้วยเป็นระยะถ้ายังมีการทำงานของไตที่เหลืออยู่มาอย่างมีนัยสำคัญ

คำแนะนำที่ 7

การประเมินและรักษาภาวะทุพโภชนาการในผู้ป่วยฟอกเลือด

คำแนะนำที่ 7.1 ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดควรได้รับการประเมินภาวะโภชนาการภายใน 90 วันหลังเริ่มต้นฟอกเลือด และติดตามประเมินซ้ำอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง โดยควรเลือกใช้เครื่องมือในการประเมินหลายอย่างร่วมกัน (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 7.2 ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดควรได้รับสารอาหารหลัก (macronutrients) อย่างเหมาะสม โดยมีพลังงาน 25-35 กิโลแคลอรี/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน และโปรตีน 1.0-1.2 กรัม/น้ำหนักตัว 1 กก./วัน (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 7.3 ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดควรได้รับสารอาหารรอง (micronutrients) จำพวกวิตามินและเกลือแร่ โดยคำนึงถึงปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันของประชากรไทย (Dietary Reference Intakes, DRIs) โดยไม่แนะนำให้วิตามินเสริมโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามินที่ละลายในไขมัน กรณีที่ไม่มีภาวะพร่องหรือขาดวิตามินดังกล่าว (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 7.4 ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดควรรับประทานโซเดียมไม่เกินวันละ 2,000 มก./วัน (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B) และควบคุมปริมาณของโพแทสเซียม แคลเซียม และฟอสฟอรัสในอาหารเพื่อรักษาระดับของเกลือแร่ดังกล่าวในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 7.5 ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดที่พบมีภาวะทุพโภชนาการควรได้รับการค้นหาสาเหตุและดูแลแก้ไขอย่างเป็นขั้นตอนพร้อมทั้งได้รับการติดตามการเปลี่ยนแปลงอย่างใกล้ชิด (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 8

การดูแลภาวะแทรกซ้อนขณะฟอกเลือด

คำแนะนำที่ 8.1 ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือด ควรได้รับการประเมินถึงปัจจัยเสี่ยงและเฝ้าระวังการเกิดอาการข้างเคียงทั่วไป เช่น ตะคริว ปวดศีรษะ คัน คลื่นไส้ อาเจียน และให้การแก้ไขรักษาตามความเหมาะสมในแต่ละราย (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 8.2 ผู้ป่วยที่มีอาการแน่นหน้าอกขณะฟอกเลือด ควรได้รับการประเมินอาการโดยเร็ว ถ้าสงสัยว่าเกิดภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน (acute coronary syndrome) ควรหยุดการฟอกเลือดทันที คั้นเลือดผู้ป่วย

- ให้ยา aspirin เคี้ยว (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน A)
- ให้ยา nitroglycerin ฟั่นหรืออมใต้ลิ้น (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

• ให้ออกซิเจนเฉพาะรายที่จำเป็น (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

• ประเมินแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้การรักษาต่อไป (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 8.3 ผู้ป่วยที่มีอาการจากภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ (cardiac arrhythmia) ขณะฟอกเลือด ควรได้รับการประเมินโดยเร็ว ตรวจสัญญาณชีพ ให้ออกซิเจน ตรวจและติดตามคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ก่อนให้การรักษาทตามประเภท ความรุนแรงของอาการ และหยุดการฟอกเลือดทันทีหากมีอาการรุนแรงมาก (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 8.4 กรณีที่สงสัยหรือตรวจพบว่ามีฟองอากาศอุดตันในหลอดเลือด (air embolism) ให้ clamp สายส่งเลือดดำ และหยุด blood pump ทันที จัดทำผู้ป่วยนอนราบ พร้อมให้ออกซิเจนร้อยละ 100 และถ้าอาการไม่ดีขึ้น ควรทำหัตถการเพื่อดูดเอาลมออกด้วยวิธีที่เหมาะสม (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 8.5 กรณีที่สงสัยว่าเกิดอาการจากปฏิกิริยาภูมิแพ้อย่างรุนแรง (anaphylaxis) ชนิด A ให้ clamp สายส่งเลือด และ

หยุดการฟอกเลือดทันที โดยไม่คืนเลือดกลับเข้าตัวผู้ป่วย และไม่นำตัวกรองไปใช้ซ้ำ ให้ออกซิเจน และให้การรักษาทตามความรุนแรงของอาการ สำหรับปฏิกิริยาภูมิแพ้ชนิด B ซึ่งมีความรุนแรงน้อยกว่า สามารถทำการฟอกเลือดต่อได้ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 9

การดูแลรักษาภาวะความดันโลหิตสูง

คำแนะนำที่ 9.1 การวินิจฉัยความดันโลหิตสูงในผู้ป่วยฟอกเลือด ควรใช้ค่าความดันโลหิตที่บ้านจากเครื่องวัดความดันโลหิตชนิดพกพา (home blood pressure, home BP) หรือ ความดันโลหิตที่วัดด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตอัตโนมัติที่พกติดตัวตลอด 24 ชม. (ambulatory blood pressure monitoring, ABPM) โดยมีเกณฑ์วินิจฉัยดังนี้¹ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

- ความดันโลหิตที่บ้าน $\geq 135/85$ มม.ปรอท โดยวัดวันละ 2 ครั้ง ตอนเช้าและตอนเย็น อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ในวันที่ไม่ได้ฟอกเลือด (ในช่วงเวลา 2 สัปดาห์) เวลาวัดควรอยู่ในห้องที่เงียบ วัดความดันโลหิตในท่านั่ง หลังพักเก้าอี้ แขนวางราบบนพื้นโต๊ะเรียบ พัก 5 นาที ก่อนวัด ในแต่ละครั้งให้วัด 2 ครั้ง ห่างกัน 1-2 นาที โดยวัดแขนข้างที่ไม่มีเส้นฟอกเลือด

- ABPM: ค่าความดันโลหิตเฉลี่ย $\geq 130/80$ มม.ปรอท ใน 24 ชม.

• ในผู้ป่วยฟอกเลือด ไม่แนะนำให้วินิจฉัยความดันโลหิตสูงจากค่าความดันโลหิตที่วัดก่อน และหลังฟอกเลือด ในกรณีที่ไม่สามารถวัดความดันโลหิตที่บ้าน หรือ ABPM การวินิจฉัยความดันโลหิตสูงให้ใช้ค่าความดันโลหิตที่สถานพยาบาล (office BP) $\geq 140/90$ มม.ปรอท วัดในช่วงกลางสัปดาห์ ในวันที่ไม่ได้ฟอกเลือด โดยมีการเตรียมผู้ป่วยและวิธีวัดตามมาตรฐานที่กำหนด

คำแนะนำที่ 9.2 ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือด ควรได้รับการวัดความดันโลหิตทั้งก่อนฟอกเลือด ในขณะฟอกเลือด อย่างน้อยทุก 30 นาที และภายหลังการฟอกเลือดเสร็จสิ้น (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 9.3 การดูแลรักษาความดันโลหิตสูงโดยไม่ใช้ยา (nonpharmacological therapy) เริ่มด้วยการให้สุขศึกษาและปรับเปลี่ยนวิถีชีวิต/พฤติกรรม รวมทั้งวิธีการที่ใช้ในการฟอกเลือดประกอบด้วย¹ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

1. จำกัดการบริโภคโซเดียม ไม่เกิน 2 กรัมของโซเดียมต่อวัน
2. ปรับลดน้ำหนักตัวหลังฟอกเลือดให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม (probing dry weight)
3. หลีกเลี่ยงการใช้น้ำยาฟอกเลือดที่มีความเข้มข้นของโซเดียมสูงหรือการใช้ sodium profile ในผู้ป่วยบางรายที่มีระดับโซเดียมในเลือดที่ต่ำกว่าในน้ำยาฟอกเลือด อาจลดลดความเข้มข้นของ

โซเดียมในน้ำยาฟอกเลือดลงให้ใกล้เคียงกับระดับโซเดียมในเลือดของผู้ป่วย (individualized dialysate sodium) ซึ่งอาจช่วยลดการกระหายน้ำหลังฟอกเลือด ลดน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นระหว่างวันฟอกวันเลือด และทำให้ควบคุมความดันโลหิตได้ดีขึ้น

4. หลีกเลี่ยงการฟอกเลือดแต่ละครั้งที่น้อยกว่า 4 ชม. พิจารณาปรับเปลี่ยนเวลาฟอกเลือด และ/หรือความถี่ของการฟอกเลือดที่เพียงพอเพื่อให้ถึงสารน้ำออกได้ตามเป้าหมายอย่างเหมาะสม โดยไม่เกิดภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด

5. รักษาดัชนีมวลกายที่ 18.5-23 กก. ต่อ ตร.ม.

6. ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอตามความเหมาะสม และงดการสูบบุหรี่

คำแนะนำที่ 9.4 ให้เลือกใช้ยาลดความดันโลหิตในกลุ่ม angiotensin converting enzyme inhibitor (ACEI), angiotensin II receptor blocker (ARB) หรือ dihydropyridine calcium channel blocker (CCB) เป็นลำดับแรก ถ้าไม่มีข้อห้าม (**คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C**) โดยอาจให้ยาเพียงชนิดเดียวหรือร่วมกับยาอื่น เช่น β -blocker ตามข้อบ่งชี้ในผู้ป่วยแต่ละราย (**คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C**)

คำแนะนำที่ 9.5 ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูงขณะฟอกเลือด (intradialytic hypertension) ควรได้รับการตรวจหาปัจจัยเสี่ยงและประเมินหาสาเหตุเสมอ (**คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C**)

คำแนะนำที่ 9.6 ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูงขณะฟอกเลือด ควรได้รับการดูแลรักษาอย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่การควบคุมไม่ให้น้ำหนักตัวระหว่างวันฟอกเลือดเพิ่มมากเกินไป การเลือกใช้ยาลดความดันโลหิตที่เหมาะสม การปรับลดน้ำหนักตัวหลังฟอกเลือด และการปรับเทคนิคที่ใช้ในการฟอกเลือด (**คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C**)

คำแนะนำที่ 10

การดูแลรักษาภาวะความดันโลหิตต่ำขณะฟอกเลือด

คำแนะนำที่ 10.1 ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตต่ำขณะฟอกเลือด ควรได้รับการตรวจหาปัจจัยเสี่ยง และประเมินหาสาเหตุเสมอ (**คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C**)

คำแนะนำที่ 10.2 ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตต่ำขณะฟอกเลือด ควรได้รับการดูแลรักษาอย่างเป็นขั้นตอน และได้รับมาตรการป้องกันการเกิดซ้ำตามสาเหตุที่จำเพาะในแต่ละราย (**คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C**)

คำแนะนำที่ 10.3 ผู้ป่วยที่ไม่ตอบสนองต่อวิธีการใด ๆ ในการป้องกันการเกิดภาวะความดันโลหิตต่ำขณะฟอกเลือด ควรพิจารณาเปลี่ยนเป็นการล้างไตทางช่องท้อง (**คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C**)

คำแนะนำที่ 11

การรักษาการทำงานของไตที่เหลืออยู่

คำแนะนำที่ 11.1 การทำงานของไตที่เหลืออยู่ (residual kidney function, RKF) มีความสำคัญกับผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดและควรมีมาตรการในการชะลอการเสื่อมของการทำงานของไตที่เหลืออยู่ (**Not graded**)

คำแนะนำที่ 11.2 ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือด ควรได้รับการประเมินการทำงานของไตที่เหลืออยู่เป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้ขึ้นกับความถี่ของการฟอกเลือดและเป้าหมายการขจัดน้ำและของเสีย (**คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C**)

ลักษณะผู้ป่วยฟอกเลือด	ความถี่ในการประเมิน RKF
ผู้ที่กำลังได้รับการฟอกเลือดแบบ Incremental hemodialysis	อย่างน้อยทุก 3 เดือน
ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือด 2 ครั้งต่อสัปดาห์แล้ว แต่เพียงพอ	ทุก 4-6 เดือน
ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือด 2 ครั้งต่อสัปดาห์แล้ว แต่ไม่เพียงพอ	ประเมินเมื่อมีอาการของภาวะฟอกเลือดไม่เพียงพอ (inadequacy)
ผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือด 3 ครั้งต่อสัปดาห์แล้ว แต่เพียงพอ	ไม่จำเป็นต้องประเมิน
ผู้ที่มีปริมาณปัสสาวะน้อยกว่า 100 มล. ต่อวัน หรือ creatinine clearance <1 มล./นาที่	ไม่จำเป็นต้องประเมิน

คำแนะนำที่ 11.3 ผู้ป่วยที่ยังมีการทำงานของไตเหลืออยู่ ควรหลีกเลี่ยงภาวะต่าง ๆ ที่อาจส่งผลให้การทำงานของไตลดลง วิธีการสงวนรักษาการทำงานของไตที่เหลืออยู่ ประกอบด้วย มาตรการต่าง ๆ ดังนี้

11.3.1 มาตรการที่เกี่ยวข้องกับการฟอกเลือด

- หลีกเลี่ยงภาวะขาดสารน้ำและความดันโลหิตต่ำในขณะฟอกเลือด โดยกำหนดน้ำหนักตัวและอัตราการดื่มน้ำให้เหมาะสม และปรับยา loop diuretic เพื่อเพิ่มการขับปัสสาวะ และลด interdialytic weight gain (**คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C**)

- แนะนำเลือกใช้ตัวกรองฟอกเลือดชนิดเข้ากันได้ดีทางชีวภาพ (biocompatibility) (**คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C**)

- แนะนำให้ใช้ ultrapure dialysate (**คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน B**)

- แนะนำให้เริ่มฟอกเลือดโดยใช้วิธี Incremental hemodialysis ในผู้ป่วยที่ยังมีการทำงานของไตเหลือ และค่อยๆ ปรับเพิ่มตาม

ปริมาณการทำงานของไตที่ลดลง (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

- หลีกเลี่ยงการฟอกเลือด frequent nocturnal hemodialysis (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

11.3.2 มาตรการทั่วไป

- ควรหลีกเลี่ยงสารที่มีพิษต่อไต เช่น Nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), aminoglycoside, radiocontrast iodine เป็นต้น (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

- ในผู้ป่วยที่เป็น failing renal allograft แนะนำให้คงยากดภูมิในขนาดต่ำไว้เพื่อรักษาการทำงานของไตปลูกถ่ายที่เหลืออยู่ และเฝ้าระวังการติดเชื้อฉวยโอกาส (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

- แนะนำการควบคุมความดันโลหิตให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

- โดยในผู้ป่วยฟอกเลือดยังไม่มีข้อสรุปเรื่องเกณฑ์ความดันโลหิตที่เหมาะสมในการจะช่วยรักษา RKF

- ถึงแม้ว่าการป้องกันภาวะความดันโลหิตสูงจะมีความสัมพันธ์กับการลดอัตราการเสียชีวิตและภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วยฟอกเลือดได้ แต่ไม่ควรปรับยามากเกินจนผู้ป่วยมีความเสี่ยงต่อภาวะ intradialytic hypotension

- เกณฑ์การพิจารณาเลือกใช้ยาลดความดัน ควรเลือกยาที่เป็น first line drug และตามโรคร่วมที่ผู้ป่วยมีอยู่ หากไม่มีข้อบ่งชี้อื่นในผู้ป่วยที่ยังมีการทำงานของไตที่เหลืออยู่และจำเป็นต้องเพิ่มยาลดความดันโลหิต ควรพิจารณาเลือกใช้ ACEis หรือ ARBs เพื่อชะลอการเสื่อมของการทำงานของไตที่เหลืออยู่¹⁵ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 12

หลักการให้ยาในผู้ป่วยฟอกเลือด

คำแนะนำที่ 12.1 ควรมีการทบทวนรายการยาในผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดเป็นระยะ และก่อนให้ยาใด ๆ เพิ่มเติม (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 12.2 ควรระวังในการใช้ยาที่มีดัชนีในการรักษาแคบ (narrow therapeutic index) โดยติดตามอาการข้างเคียงจากการให้ยา และถ้าทำได้ควรมีการติดตามระดับยาดังกล่าวอย่างใกล้ชิด (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 12.3 ควรคำนึงถึงการขจัดยาโดยกระบวนการฟอกเลือดเสมอ (Dialysis and drug clearance) สำหรับยาที่มีการขจัดออกทางไต ควรให้ยาเสริมภายหลังการฟอกเลือด (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน B)

คำแนะนำที่ 13

วิธีการฟอกเลือดด้วย low-flux hemodialysis, high-flux hemodialysis, hemodiafiltration, หรือ super high-flux hemodialysis

คำแนะนำที่ 13.1 การเลือกวิธีการฟอกเลือดด้วยวิธีการ low-flux hemodialysis, high-flux hemodialysis, hemodiafiltration ควรพิจารณาถึงคุณภาพน้ำบริสุทธิ์สำหรับการฟอกเลือดเป็นปัจจัยสำคัญ เพื่อลดโอกาสการเกิดภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วย โดยปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติเรื่องการเตรียมน้ำบริสุทธิ์เพื่อการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ปี พ.ศ. 2564 อย่างเคร่งครัด (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 13.2 การเลือกวิธีการฟอกเลือดด้วยวิธีการ hemodiafiltration และ super high-flux (medium/high cut-off) hemodialysis แนะนำให้ใช้คุณภาพน้ำยาไตเทียม (dialysis fluid) สำหรับการฟอกเลือดชนิด ultrapure (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 13.3 ผู้ป่วยในกรณีต่อไปนี้อาจจะได้ประโยชน์จากการฟอกเลือดด้วยวิธี high-flux hemodialysis (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

1. ผู้ป่วยที่มีการคันที่สืบเนื่องมาจากภาวะยูรีเมีย (uremic pruritus)
2. มีภาวะ hyperphosphatemia ในขณะที่ได้รับการรักษาที่เหมาะสม
3. มีภาวะ dialysis related amyloidosis (DRA) หรือ ระดับ B2 microglobulin มากกว่า 27.5 มก. ต่อลิตร
4. มี residual kidney function เหลืออยู่
5. มีโรคเบาหวานร่วมด้วย
6. มีภาวะทุพโภชนาการ
7. ได้รับการฟอกเลือดมานานกว่า 3.7 ปี

คำแนะนำที่ 13.4 ผู้ป่วยในกรณีต่อไปนี้อาจจะได้ประโยชน์จากการฟอกเลือดด้วยวิธี hemodiafiltration เมื่อเปรียบเทียบกับ high-flux hemodialysis (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

1. มีการเกิด intradialytic hypotension (IDH) บ่อย ๆ โดยที่ได้สืบค้นและรักษาอย่างเหมาะสมแล้ว
2. มีภาวะ hyperphosphatemia ในขณะที่ได้รับการรักษาที่เหมาะสม
3. มีภาวะ dialysis related amyloidosis (DRA) หรือ ระดับ B2 microglobulin มากกว่า 27.5 มก. ต่อลิตร
4. มี residual kidney function เหลืออยู่
5. มีภาวะทุพโภชนาการ ในขณะที่ได้รับการสืบค้นและรักษาอย่างเหมาะสม

6. ผู้ป่วยมีภาวะช็อคซึ่งไม่ตอบสนองต่อยากระตุ้นเม็ดเลือดขนาดสูง ในขณะที่ได้รับการสืบค้นและรักษาอย่างเหมาะสม

คำแนะนำที่ 13.5 ปริมาณการขจัดยูเรียที่น้อยที่สุดสำหรับการฟอกเลือดด้วยวิธี hemodialysis คือ single pool Kt/V มากกว่า 1.2 ต่อครั้งการฟอกเลือด สำหรับการฟอกเลือด 3 ครั้งต่อสัปดาห์ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 13.6 ในกรณีที่เลือกวิธีการรักษาด้วย hemo-diafiltration ควรสั่งการรักษาและติดตามเพื่อปรับให้ effective convection volume มากกว่า 23 ลิตรต่อครั้งการฟอกเลือดต่อ 1.73 ตร.ม. เมื่อใช้ post-dilution HDF (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C) หรือ convection volume มากกว่า 40 ลิตรต่อครั้งการฟอกเลือดต่อ 1.73 ตร.ม. เมื่อใช้ pre-dilution HDF (Not graded)

คำแนะนำที่ 14

วิธีการฟอกเลือดด้วยการเพิ่มระยะเวลาหรือความถี่

คำแนะนำที่ 14.1 อาจพิจารณาเพิ่มระยะเวลาการฟอกเลือดหรือความถี่การฟอกเลือดได้ในผู้ป่วยที่มีภาวะเหล่านี้

1. ผู้ป่วยที่ยังมีความดันโลหิตสูงและน้ำเกินในร่างกายปริมาณมากในขณะที่ได้รับการปรับยาและการฟอกอย่างเหมาะสมแล้ว (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)
2. มีระดับโพสฟอรัสในเลือดสูงเกินค่าปกติต่อเนื่องในขณะที่ได้ควบคุมอาหาร ปรับยาและการฟอกอย่างเหมาะสมแล้ว (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)
3. ผู้ป่วยที่หญิงตั้งครรภ์ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 14.2 ควรแนะนำผู้ป่วยเรื่องความเสี่ยงที่อาจได้รับกล่าวคือ ภาวะแทรกซ้อนจากการอุดตันของเส้นฟอกเลือดจะสูงขึ้น⁶ และปริมาณปัสสาวะจะลดลงอย่างรวดเร็ว (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 15

การยุติการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

คำแนะนำที่ 15.1 ผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการฟอกเลือดอยู่แล้ว ควรได้รับการประเมินสถานะและมีส่วนร่วมในการทบทวนแผนการรักษาล่วงหน้า (advanced care plan) สำหรับการบำบัดทดแทนไต และการดูแลรักษาเมื่อเกิดเหตุวิกฤตเป็นระยะ ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถตัดสินใจด้วยตนเอง ควรให้ญาติใกล้ชิด หรือผู้แทนโดยชอบด้วยกฎหมาย มีส่วนร่วมแทนผู้ป่วย (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 15.2 ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการฟอกเลือดอยู่แล้ว ควรได้รับการดูแลรักษาตามแนวทางการตัดสินใจ

ที่แสดงความจำนงไว้ โดยผู้ป่วยเอง หรือผู้แทนโดยชอบด้วยกฎหมาย กรณีที่ไม่สามารถตัดสินใจด้วยตนเองได้ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C) กรณีที่ผู้ป่วยมีสภาวะ หรือการพยากรณ์โรคต่างจากเดิมในขณะที่เคยแสดงความจำนงไว้ และอาจเกิดอันตรายแก่ผู้ป่วย ถ้าดำเนินตามแผนการรักษาเดิม แพทย์ควรให้คำปรึกษา และขอการแสดงความจริงใจของผู้ป่วย หรือผู้แทนโดยชอบด้วยกฎหมาย ในขั้นสุดท้าย (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 15.3 ผู้ป่วยไตวายที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม อาจได้รับการพิจารณาพักไตเทียม (withhold) หรือหยุด (withdraw) การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมแก่ผู้ป่วยในกรณีดังต่อไปนี้ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

1. ผู้ป่วยที่สูญเสียระดับความรู้สึกตัวแบบถาวร จากพยาธิสภาพในระบบประสาท
2. ผู้ป่วยระยะสุดท้ายของโรคอื่น ๆ นอกจากโรคไต ที่ไม่มีแผนการรักษาเพื่อให้ผู้ป่วยพ้นจากโรคนั้น เช่น มะเร็งระยะแพร่กระจายลุกลาม ภาวะหัวใจล้มเหลวเรื้อรังระยะสุดท้าย หรือตับแข็ง Child Pugh C ที่ไม่มีแผนปลูกถ่ายหัวใจ หรือตับ
3. ผู้ป่วยที่มีปัญหาระบบหัวใจและหลอดเลือดรุนแรง เช่น ความดันโลหิตต่ำต้องใส่ยากระตุ้นหัวใจ หรือยาเพิ่มความดันโลหิตขนาดสูง, หัวใจเต้นผิดจังหวะที่รบกวนระบบหลอดเลือด
4. ผู้ป่วยที่มีโรคทางจิตเวช หรือโรคทางสมอง ที่ได้รับการดูแลจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว แต่ไม่สามารถควบคุมอาการได้ และไม่ให้ความร่วมมือในการฟอกเลือด
5. ผู้ป่วยสูงอายุมากกว่า 75 ปี และมีสิ่งตรวจพบอย่างน้อย 2 ใน 4 ข้อ ได้แก่

- a) แพทย์ผู้รักษาเห็นว่าผู้ป่วยมีโอกาสสูงที่จะมีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 1 ปี
- b) มี comorbidity score สูง เช่น Charlson comorbidity score ≥ 8 หรือ French Renal Epidemiology and Information Network (FREIN) 6-month Prognosis Clinical Score ≥ 9
- c) ความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน และการทำงาน (functional status) ต่ำมาก เช่น Karnofsky Performance Status Score ต่ำกว่า 40
- d) มีภาวะทุพโภชนาการรุนแรง

คำแนะนำที่ 15.4 ผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายที่แสดงความจำนงยุติการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม โดยไม่มีโรคหรือสภาวะที่เหมาะสม ควรได้รับการประเมินหาสาเหตุที่อาจรบกวนการตัดสินใจที่เหมาะสม (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 15.5 ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย หรือผู้แทน

โดยชอบด้วยกฎหมาย ที่แสดงความจำนงขอยุติการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม และรับการดูแลแบบประคับประคอง (palliative care) เมื่อเข้าสู่ช่วงระยะสุดท้ายของชีวิต ควรได้รับการดูแลเพื่อบรรเทาอาการที่รบกวนคุณภาพชีวิต (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำที่ 16

การประเมินคุณภาพหน่วยไตเทียม

คำแนะนำ 16.1 หน่วยไตเทียมต้องได้รับการประเมินมาตรฐานการรักษาโดยการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม จากคณะกรรมการการตรวจรับรองมาตรฐานการรักษาโดยการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม (ตรต.) ราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทย (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำ 16.2 หน่วยไตเทียมต้องส่งข้อมูลการลงทะเบียนการรักษาทดแทนไต (TRT) ทั้งข้อมูลศูนย์ และข้อมูลผู้ป่วย อย่างสม่ำเสมอ (คำแนะนำระดับ 1, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำ 16.3 หน่วยไตเทียมควมนำระบบคุณภาพมาใช้ในการบริหารจัดการของหน่วยไตเทียม (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C)

คำแนะนำ 16.4 หน่วยไตเทียมควรมีการติดตาม ทบทวน และปรับปรุงตัวชี้วัดสำหรับการดูแลรักษาผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาโดยการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมอย่างสม่ำเสมอ (คำแนะนำระดับ 2, คุณภาพหลักฐาน C) ได้แก่

1. ตัวชี้วัดด้านกระบวนการดูแลรักษา เช่น ความเข้มข้นของเลือด, ระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัส, ระดับพาราไทรอยด์, ความเพียงพอของการฟอกเลือด (URR, Kt/V) เป็นต้น
2. ภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการฟอกเลือด
3. ผลลัพธ์ของการรักษาที่สำคัญ ได้แก่ อัตราตาย (mortality rate), อัตรารับไว้รักษาในโรงพยาบาล (hospitalization rate), ความพึงพอใจและประสิทธิผลของผู้ป่วย, และคุณภาพชีวิต (health-related quality of life; HRQoL)

เอกสารอ้างอิง

1. สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย. ข้อเสนอแนะแนวปฏิบัติการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม พ.ศ. 2565. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย; 2565.



Nephrology

Journal of the
Society of Thailand วารสารสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย