

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัย

ก. ข้อมูลทั่วไป

ผู้ป่วยที่เข้าร่วมการศึกษามี 19 ราย ส่วนใหญ่อยู่ในวัยกลางคนมีอายุเฉลี่ย 54 ปีในสัดส่วนของผู้หญิงมากกว่าผู้ชายเล็กน้อย ส่วนใหญ่เริ่มฟอกเลือดโดยมีค่าเฉลี่ย 4 ปี และเป็นผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะหัวใจวายและควบคุมปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการประเมินน้ำหนักแห้งละวิธี สามารถแบ่งเป็นผู้ป่วยที่มีอาการแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด มี 7 ราย และไม่มีอาการแทรกซ้อน 12 ราย

ข. ข้อมูลของผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อน

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกที่นำเครื่อง bioelectrical impedance มาประเมินน้ำหนักแห้งในผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือดพบว่าเครื่อง bioelectrical impedance สามารถช่วยประเมินน้ำหนักแห้งในผู้ป่วยกลุ่มนี้ได้เป็นอย่างดี โดยผู้ป่วยทั้ง 7 ราย เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักแห้งโดยใช้วิธีทั้ง 3 วิธี พบว่าน้ำหนักแห้งเดิมที่กำหนดไว้ต่ำกว่าน้ำหนักแห้งจากอาการทางคลินิก และน้ำหนักแห้งจากเครื่อง bioelectrical impedance โดยผู้ป่วยกลุ่มนี้จะมีน้ำหนักแห้งเดิมมีค่าเฉลี่ย 53.2 กิโลกรัม น้ำหนักแห้งจากอาการทางคลินิกมีค่าเฉลี่ย 53.7 กิโลกรัม และน้ำหนักแห้งจากเครื่อง bioelectrical impedance มีค่าเฉลี่ย 54 กิโลกรัม เมื่อกำหนดน้ำหนักแห้งโดยใช้วิธีจากเครื่อง bioelectrical impedance ภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือดหายไป แต่ไม่มีความแตกต่างกันของความดันโลหิต ณ ที่พักอาศัยและปริมาณยาควบคุมความดันโลหิตไม่มีความแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการกำหนดน้ำหนักแห้งวิธีจากเครื่อง bioelectrical impedance (เพิ่มน้ำหนักแห้งหลังใช้เครื่อง bioelectrical impedance) และภาวะแทรกซ้อนนี้เกิดจากการกำหนดน้ำหนักแห้งต่ำเกินไป ซึ่งน้ำหนักแห้งที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง bioelectrical impedance จะมีค่าใกล้เคียงปริมาณสารน้ำในร่างกายปกติมากกว่าการหาน้ำหนักแห้งวิธีเดิม และเมื่อขจัดน้ำในร่างกายของผู้ป่วยไตวายเรื้อรังที่ฟอกเลือดตามวิธีการประเมินด้วยเครื่อง bioelectrical impedance แล้วไม่ก่อให้เกิดการคงค้างของน้ำส่วนเกิน ซึ่งอาจแสดงในรูปของระดับความดันโลหิตที่สูงขึ้น หรือปริมาณยาควบคุมความดันโลหิตที่เพิ่มมากขึ้น

ค. ข้อมูลของผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด

ผู้ป่วยที่ไม่มีอาการแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด เมื่อประเมินน้ำหนักแห้งทั้ง 3 วิธี น้ำหนักแห้งวิธีเดิมและวิธีจากเครื่อง bioelectrical impedance มีค่ามากกว่าน้ำหนักแห้งจากอาการและอาการแสดงทางคลินิก โดยผู้ป่วยกลุ่มนี้จะมีน้ำหนักแห้งเดิมมีค่าเฉลี่ย 53.8 กิโลกรัม น้ำหนักแห้งจากเครื่อง bioelectrical impedance มีค่าเฉลี่ย 53.2 กิโลกรัมและน้ำหนักแห้งจากอาการทางคลินิกมีค่าเฉลี่ย 52.9 กิโลกรัม เช่นเดียวกับประเมินน้ำหนักแห้งในการศึกษาของ Zhu และคณะ 76 ซึ่งใช้เครื่อง bioelectrical impedance ในการประเมินน้ำหนักแห้ง น้ำหนักแห้งจากเครื่อง

bioelectrical impedance มีค่าต่ำกว่าน้ำหนักแห้งเดิม และมีค่าสูงกว่าน้ำหนักแห้งของผู้ป่วยที่ได้จากอาการทางคลินิก และน้ำหนักแห้งจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง bioelectrical impedance มีความใกล้เคียงน้ำหนักแห้งจากอาการทางคลินิกซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในการประเมินน้ำหนักแห้งในผู้ป่วยไตวายเรื้อรัง โดยข้อมูลจากการศึกษานี้พบว่าความแตกต่างของน้ำหนักแห้งจากวิธีเดิมและน้ำหนักแห้งจากอาการทางคลินิก(PDW-CDW) มีค่าเฉลี่ย 0.9 กิโลกรัม และความแตกต่างของน้ำหนักแห้งจากวิธีการวัดด้วยเครื่อง bioelectrical impedance และน้ำหนักแห้งจากอาการทางคลินิก (BIADW -CDW) มีค่าเฉลี่ย 0.3 กิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อกำหนดน้ำหนักแห้งตามวิธีที่ได้จากเครื่อง bioelectrical impedance ระดับความดันโลหิตเฉลี่ย ณ ที่พักอาศัย และ ปริมาณยาควบคุมระดับความดันโลหิตที่ใช้เพื่อควบคุมความดันลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงน้ำหนักแห้งที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง bioelectrical impedance จะมีค่าใกล้เคียง ปริมาณสารน้ำในร่างกายปกติมากกว่า การหาน้ำหนักแห้งด้วยวิธีเดิมสอดคล้องกับการศึกษาของ Zhu และคณะ⁷⁶ เมื่อใช้เครื่อง bioelectrical impedance ประเมินน้ำหนักแห้งสามารถทำให้ระดับความดันโลหิตเฉลี่ย ณ ที่พักอาศัย และ ปริมาณยาควบคุมระดับความดันโลหิตที่ใช้เพื่อควบคุมความดันลดลงเช่นเดียวกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งจากอาการทางคลินิก(CDW) น้ำหนักแห้งนี้เป็นวิธีมาตรฐานแต่การประเมินน้ำหนักแห้งวิธีนี้ ปริมาณน้ำในร่างกายของผู้ป่วยมีค่าใกล้เคียงปกติมากซึ่งมีแนวโน้มที่ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนระหว่างการฟอกเลือดในลักษณะการขาดน้ำเช่น ความดันโลหิตต่ำหรือตะคริวได้เมื่อผู้ป่วยอาการเปลี่ยนแปลงไป

ง. ข้อมูลการทำงานที่เหลืออยู่ของไตที่เปลี่ยนแปลงไป

ปริมาณการขจัดสารน้ำส่วนเกินในร่างกายด้วยวิธีฟอกเลือดในผู้ป่วยไตวายเรื้อรังมีผลต่อการทำงานของไตที่เหลืออยู่(residual renal function) หากขจัดน้ำในร่างกายผู้ป่วยจนเกินไปจะส่งผลให้อัตราการทำงานของไตที่เหลืออยู่มีค่าลดลงมากจนหมดไปได้ ค่าการทำงานของไตที่เหลืออยู่ ในผู้ป่วยที่นำมาศึกษานี้มีค่าน้อยมาก ผู้ป่วย 16 รายไม่มีการทำงานของไตเหลืออยู่ 3 รายมีการทำงานเหลืออยู่น้อยเฉลี่ย 3.5 ซีซีต่อนาที ทั้ง 3 รายเป็นผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด เมื่อปรับน้ำหนักแห้งตามเครื่อง bioelectrical impedance ระดับการทำงานของไตที่เหลืออยู่ของผู้ป่วยมีค่าลดลงเหลือ 2.9 มิลลิลิตรต่อนาทีซึ่งแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เนื่องจากผู้ป่วยที่มีการทำงานไตเหลืออยู่มีจำนวนน้อยทำให้การสรุปผลในแง่การทำงานของไตยังคงต้องใช้ข้อมูลอย่างอื่นเพิ่มเติม ซึ่งไม่มีการศึกษาไตที่นำเครื่อง bioelectrical impedance มาประเมินน้ำหนักแห้งและกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของไตที่เหลืออยู่ จึงต้องอาศัยการศึกษาต่อไป

จ. ความสัมพันธ์ของน้ำหนักแห้งทั้ง 3 วิธี

น้ำหนักแห้งเดิม(PDW) ในการศึกษาที่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้งทางคลินิกที่ร้อยละ 99.82 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.001$ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ในระดับที่ดีมาก แต่น้ำหนักแห้งที่ได้จากการประเมินด้วยเครื่อง bioelectrical impedance ในการศึกษาที่มีความสัมพันธ์ที่ดีกับน้ำหนักแห้งที่ได้จากอาการทางคลินิกมากกว่า โดยมีความสัมพันธ์ที่ร้อยละ 99.98 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.001$

วิธีการหาน้ำหนักแห้งวิธีเดิมเป็นวิธีที่นำมาใช้เพื่อกำหนดปริมาณการขจัดน้ำส่วนเกินของผู้ป่วยไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด เป็นวิธีที่ประเมินจากน้ำหนักแห้งทางคลินิกเป็นหลัก เมื่อเกิดอาการและอาการแสดงของการขาดน้ำระหว่างหรือหลังจากฟอกเลือดแล้ว จะมีการปรับน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น หรือเมื่อมีภาวะน้ำในร่างกายเกิน เช่น ขาบวม มีน้ำท่วมปอดหรือความดันโลหิตสูงมากขึ้น จะลดน้ำหนักแห้งเพื่อเพิ่มปริมาณขจัดน้ำส่วนเกินในร่างกาย ดังนั้นวิธีนี้มักมีความสัมพันธ์ที่ดีกับน้ำหนักแห้งที่ได้จากอาการทางคลินิก โดยเฉพาะผู้ป่วยที่เข้าร่วมการศึกษานี้ เป็นผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดมานาน โดยเฉลี่ยประมาณ 4 ปี และได้รับการฟอกเลือดที่ได้มาตรฐาน มีการติดตามอาการและอาการเปลี่ยนแปลงตลอดโดยทีมแพทย์ผู้เชี่ยวชาญโรคไตและทีมพยาบาลไตเทียมที่ได้รับการฝึกอบรมเป็นอย่างดี ทำให้ค่าความสัมพันธ์ของน้ำหนักแห้งทั้ง 2 วิธีนี้สูงมาก แต่น้ำหนักแห้งที่ได้จากการประเมินด้วยเครื่อง bioelectrical impedance (BIADW) มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้งที่ได้จากอาการทางคลินิก (CDW) มากกว่า และเมื่อกำหนดน้ำหนักแห้งจากเครื่อง bioelectrical impedance เป็นเป้าหมายในการขจัดน้ำ พบว่าข้อแทรกซ้อนต่างๆ ที่เกิดจากการขจัดน้ำจากการกำหนดน้ำหนักแห้งเดิม (PDW) หายไป ทั้งในแง่ภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากภาวะขาดน้ำ (ดังแสดงข้อมูลในผู้ป่วยกลุ่มที่มีภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด) หรือในแง่ผู้ป่วยยังคงมีภาวะน้ำในร่างกายเกินหลังฟอกเลือดซึ่งแสดงอาการโดยมีระดับความดันโลหิต ณ ที่พักอาศัยสูงและปริมาณยาควบคุมระดับความดันโลหิตที่สูงกว่าหลังปรับน้ำหนักแห้งตามวิธีของเครื่อง bioelectrical impedance

ข้อเสนอแนะของการวิจัย

ก. การนำเครื่อง bioelectrical impedance เพื่อลดภาวะแทรกซ้อนในระยะสั้น

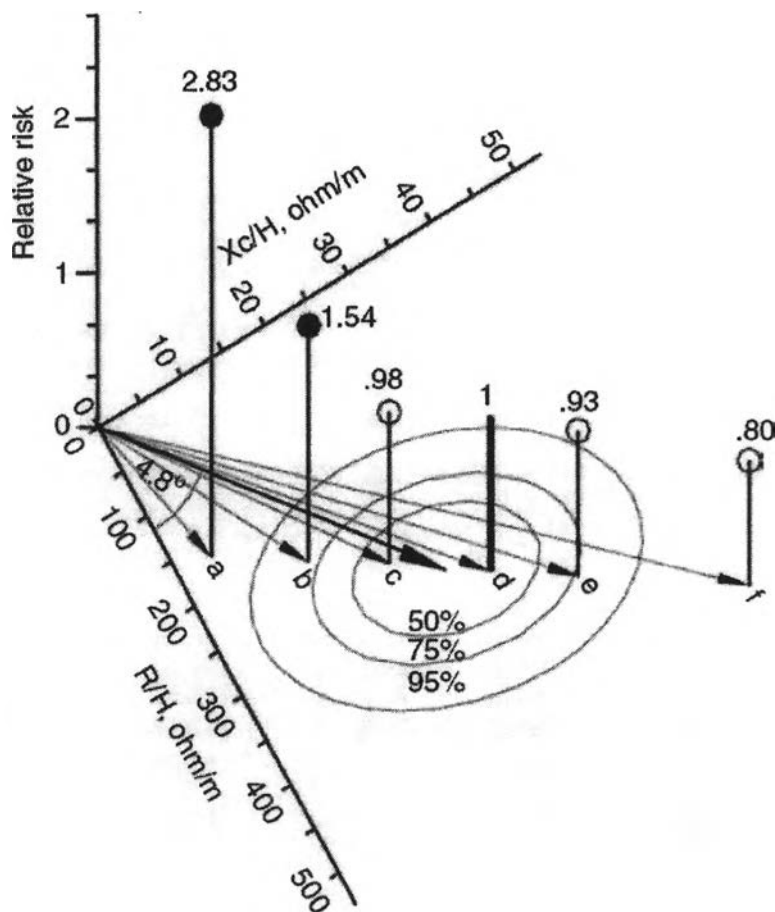
การประเมินน้ำหนักแห้งในผู้ป่วยไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด ซึ่งการประเมินน้ำหนักแห้งเป็นหัวใจสำคัญของการฟอกเลือดโดยเป็นค่าที่จะเป็นตัวกำหนดปริมาณการขจัดน้ำส่วนเกินในผู้ป่วยกลุ่มนี้ น้ำหนักแห้งที่เหมาะสมจะลดผลแทรกซ้อนทั้งในแง่ระยะสั้น เช่น การประเมินน้ำหนักแห้งน้อยเกินไปทำให้เมื่อฟอกเลือดจะมีอาการแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด

bioelectrical impedance เป็นนวัตกรรมใหม่ ที่นำมาประเมินน้ำหนักแห้งในผู้ป่วยไตวายเรื้อรัง ค่าที่ได้จากเครื่อง bioelectrical impedance เป็นค่าทางไฟฟ้าซึ่งมีปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้ค่าดังกล่าวแตกต่างกัน และต้องนำค่าทางไฟฟ้ามาคำนวณหาน้ำในแต่ละส่วนของร่างกาย จึงนำค่าที่ได้จากการคำนวณมาประเมินภาวะน้ำเกินหลังฟอกเลือด เพื่อให้ได้น้ำหนักแห้ง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว มีปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณมีความคลาดเคลื่อนและแตกต่างในแต่ละบุคคล ทำให้วิธีประเมินน้ำหนักแห้งจากเครื่อง bioelectrical impedance ยังไม่ได้รับความนิยม

ในการศึกษานี้ นำค่าที่ได้จากการวัดค่า bioelectrical impedance โดยตรงมาประเมินน้ำหนักแห้งของผู้ป่วยไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือดโดยไม่ต้องนำไปคำนวณเป็นปริมาณสารน้ำนอกเซลล์หรือสารน้ำในเซลล์ ซึ่งจากผลการประเมินน้ำหนักแห้งในการศึกษานี้ น้ำหนักแห้งที่ได้จากการประเมินโดยเครื่อง bioelectrical impedance จะมีค่ามากกว่าน้ำหนักแห้งที่ได้จากอาการทางคลินิก ทั้งในผู้ป่วยที่มีการประเมินน้ำหนักแห้งมากหรือน้อยเกินไป เมื่อปรับน้ำหนักแห้งที่ได้จากวิธีนี้

ระดับความดันโลหิตและปริมาณยาที่ใช้ควบคุมระดับความดันโลหิตลดลงได้เมื่อเปรียบเทียบการปรับน้ำหนักแห้งตามวิธีเดิม ในผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือดเมื่อปรับน้ำหนักแห้งตามเครื่อง bioelectrical impedance ทำให้ผู้ป่วยไม่มีภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด ความดันโลหิตและปริมาณยาควบคุมระดับความดันโลหิตไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นการประเมินน้ำหนักแห้งที่ด้วยเครื่อง bioelectrical impedance จะสามารถประเมินปริมาณการขจัดน้ำส่วนเกินในร่างกายของผู้ป่วยได้อย่างแม่นยำ และสามารถป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการขจัดน้ำมากเกินไประหว่างฟอกเลือด นอกจากนี้น้ำหนักแห้งจากเครื่อง bioelectrical impedance ตามการศึกษานี้มีความสัมพันธ์กับระดับน้ำหนักแห้งจากอาการทางคลินิกสูงมากที่ระดับร้อยละ 99.98 ถึงแม้ว่าน้ำหนักแห้งดั้งเดิมที่ใช้จะมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้งจากอาการทางคลินิกในระดับสูงที่ระดับร้อยละ 99.82 แต่น้ำหนักแห้งที่ได้จากเครื่อง bioelectrical impedance มีความใกล้เคียงกับน้ำหนักแห้งทางคลินิกมากกว่า และภาวะแทรกซ้อนต่างๆของผู้ป่วยลดลงเมื่อปรับน้ำหนักแห้งตามเครื่อง bioelectrical impedance ดังนั้นเครื่อง bioelectrical impedance จึงเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้เพื่อหาน้ำหนักแห้งของผู้ป่วยไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือดได้อย่างดี

ข. การนำเครื่อง bioelectrical impedance เพื่อประเมินน้ำหนักแห้งในระยะยาว
การศึกษาของ Pillon และคณะ [77] ที่ศึกษาถึงความพอเพียงของการขจัดน้ำในผู้ป่วยไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด (adequacy of ultrafiltration in hemodialysis) โดยใช้เครื่อง bioelectrical impedance สร้าง vector ของค่า impedance เพื่อประเมินสภาวะน้ำในร่างกายก่อนการฟอกเลือดในผู้ป่วยไตวายเรื้อรังชาวอเมริกัน และติดตามอัตราการตายจากทุกสาเหตุเป็นเวลา 1 ปี พบว่าอัตราการตายของผู้ป่วยจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดและทิศทางของ impedance vector มีลักษณะลดลง ซึ่งจะแสดงถึงสภาวะน้ำในร่างกายมากขึ้นดังแสดงในรูปที่ 32



รูปที่32 แสดงความสัมพันธ์ของขนาดและทิศทางของ impedance vector และอัตราการตายในผู้ป่วยไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด

ซึ่งการประเมินน้ำหนักแห้งเป็นหัวใจสำคัญของการฟอกเลือดโดยเป็นค่าที่จะเป็นตัวกำหนดปริมาณการขจัดน้ำส่วนเกินในผู้ป่วยกลุ่มนี้ ดังนั้นการประเมินน้ำหนักแห้งที่เหมาะสมนอกจากจะสามารถลดผลแทรกซ้อนทั้งในแง่ระยะสั้น เช่น การประเมินน้ำหนักแห้งน้อยเกินไปทำให้เมื่อฟอกเลือดจะมีอาการแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด และภาวะแทรกซ้อนในระยะยาว เช่น การประเมินน้ำหนักแห้งมากเกินไปทำให้น้ำส่วนเกินในร่างกายและก่อให้เกิดภาวะความดันโลหิตสูง และผลต่อหัวใจ ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการเสียชีวิตในผู้ป่วยกลุ่มนี้ได้

ยังไม่มีวิธีมาตรฐานในการการประเมินน้ำหนักแห้งในผู้ป่วยไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด เนื่องจากการประเมินน้ำหนักแห้งโดยใช้เครื่อง bioelectrical impedance มีความแม่นยำสูง การนำเครื่องมือนี้มาประเมินน้ำหนักแห้งอย่างสม่ำเสมออาจจะช่วยลดภาวะแทรกซ้อนต่างๆของการฟอกเลือดและอาจจะสามารถลดอัตราการเสียชีวิตได้

ค. การหาน้ำหนักแห้งวิธีอื่นๆ

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการหาน้ำหนักแห้งด้วยเครื่อง bioelectrical impedance กับวิธีหาน้ำหนักแห้งวิธีอื่นๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว วิธีการหาน้ำหนักแห้งด้วยเครื่อง bioelectrical impedance ตามการศึกษานี้เป็นการตรวจหาน้ำหนักแห้งระหว่างการฟอกเลือด ซึ่งวิธีอื่นๆ มักเป็นการตรวจก่อน

และหลังฟอกเลือด ได้แก่ การใช้ biochemical marker หรือการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงเพื่อตรวจขนาดเส้นเลือดดำใหญ่ก่อนเข้าหัวใจ ทำให้ไม่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างฟอกเลือดได้และมีปัจจัยต่างๆทั้งในแง่ความแน่นอนของการตรวจและเครื่องมือใช้ต้องอาศัยความชำนาญ ส่งผลให้วิธีดังกล่าวไม่ได้รับความนิยม เมื่อเปรียบเทียบกับ การติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหิต (blood volume monitor) ซึ่งเป็นการติดตามการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของโลหิตดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เป็นวิธีที่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างการฟอกเลือด เช่นเดียวกับการใช้เครื่อง bioelectrical impedance หรือน้ำหนักแห้งตามวิธีของการศึกษานี้ แต่การติดตามการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของโลหิตเป็นการติดตามการเปลี่ยนแปลงของน้ำในเส้นเลือดโดยตรง แต่การฟอกเลือดปริมาณน้ำนอกเซลล์ที่อยู่นอกเส้นเลือดจะเป็นน้ำส่วนที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุด ดังนั้นการใช้เครื่อง bioelectrical impedance จึงเป็นการติดตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวที่ดีกว่าการติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหิต แต่ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบการติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหิตระหว่างฟอกเลือดกับการใช้เครื่อง bioelectrical impedance เพื่อประเมินน้ำหนักแห้งสำหรับผู้ป่วยไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด

ยังมีการนำเครื่อง bioelectrical impedance เพื่อตรวจหาน้ำหนักแห้งวิธีอื่นๆ ซึ่งมักนำค่าทางไฟฟ้าที่วัดได้มาคำนวณหาปริมาณสารน้ำของร่างกายในส่วนต่างๆ ทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูงในประชากรที่มีความแตกต่างกันกับกลุ่มที่ได้ทำการสำรวจ มีการใช้เครื่อง bioelectrical impedance คำนวณน้ำหนักแห้งโดยติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าทางไฟฟ้าระหว่างฟอกเลือด โดย ZHU และคณะ ซึ่งมีวิธีที่แตกต่างจากการศึกษานี้คือ ใช้การติดขั้วไฟฟ้าชนิดที่น้องอย่างเดียว และใช้เครื่อง bioelectrical impedance ชนิดหลายความถี่ พบว่ามีความสามารถในการประเมินน้ำหนักแห้งระหว่างฟอกเลือดได้แม่นยำเช่นเดียวกับการศึกษานี้ แต่การใช้เครื่อง bioelectrical impedance ชนิดความถี่เดียวที่ 50 KHZ ไม่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าทางไฟฟ้าระหว่างฟอกเลือดเมื่อใช้การติดขั้วไฟฟ้าที่น้องอย่างเดียว ทั้งนี้เป็นเพราะเทคนิคและความแตกต่างกันของการทำงานของเครื่อง bioelectrical impedance ทั้ง 2 ชนิด ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประเมินน้ำหนักแห้งเปรียบเทียบระหว่างเครื่อง bioelectrical impedance ทั้ง 2 ชนิด

ง. ข้อเสนอแนะในการนำเครื่อง bioelectrical impedance เพื่อหาน้ำหนักแห้ง

การใช้เครื่อง bioelectrical impedance ใน การศึกษานี้ได้ตัดปัจจัยที่ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณเพื่อหาค่าต่างๆ แต่ยังคงมีปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อค่าทางไฟฟ้าที่วัดได้ซึ่งจะมีผลต่อการประเมินน้ำหนักแห้ง ได้แก่

1. การติดขั้วไฟฟ้าเพื่อวัด bioelectrical impedance

1.1. ตำแหน่งของขั้วไฟฟ้า ในการศึกษานี้ได้ติดขั้วไฟฟ้าชนิดทั่วร่างกาย ขั้วไฟฟ้าที่ติดจะอยู่บริเวณมือและเท้า เพื่อไม่ให้เกิดการคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งที่ติดขั้วไฟฟ้า จึงกำหนดตำแหน่งขั้วไฟฟ้าตามลักษณะทางกายวิภาค ซึ่งขั้วไฟฟ้าบริเวณมือจะอยู่ที่ข้อมือ (wrist joint) และข้อต่อระหว่างกระดูกฝ่ามือและนิ้วมือที่ 3 (3rd metacarpophalangeal joint) ขั้วไฟฟ้าบริเวณเท้าจะอยู่ที่ข้อเท้า (ankle joint) และข้อต่อระหว่างกระดูกฝ่าเท้าและนิ้วเท้าที่ 3 (3rd metatarsophalangeal joint) หากตำแหน่งของขั้วไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงการเปรียบเทียบค่าทางไฟฟ้าที่วัดได้ตาม

การศึกษานี้อาจมีการคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งการศึกษานี้ได้ขจัดปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำดังกล่าว โดยการเปรียบเทียบค่าทางไฟฟ้าระหว่างการฟอกเลือด ชั่วไฟฟ้าที่ไซจะติดตั้งแต่เริ่มฟอกเลือดและจะทิ้งเมื่อฟอกเลือดครั้งนั้นเสร็จสิ้นโดยไม่มีการเปลี่ยนตำแหน่ง ดังนั้นตำแหน่งของชั่วไฟฟ้าจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าทางไฟฟ้าในการฟอกเลือดครั้งเดียวกัน แต่ในการฟอกเลือดครั้งต่อไปอาจมีการเปลี่ยนตำแหน่งชั่วไฟฟ้าถึงแม้จะมีการกำหนดตำแหน่งชั่วไฟฟ้าแล้ว จึงไม่มีการนำค่าทางไฟฟ้าที่ได้จากการฟอกเลือดแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกันตามสูตรของการศึกษานี้

1.2. ลักษณะของชั่วไฟฟ้า ในการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของร่างกายโดยเครื่อง bioelectrical impedance ชั่วไฟฟ้าทั้ง 4 ชั่วจะต้องมีลักษณะสมบูรณ์ ไม่หลุดลอกออกจึงมีค่าที่ได้จากการวัดที่ถูกต้องแม่นยำ เพื่อมิให้ค่าที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อนในการศึกษานี้ได้ใช้ชั่วไฟฟ้าที่มีความเหนียวพิเศษ สามารถยึดติดแน่นระหว่างการฟอกเลือดได้เป็นอย่างดี และสำรวจลักษณะของชั่วไฟฟ้าทุกครั้งที่ทำการวัด

2. เครื่อง bioelectrical impedance มีความสำคัญในการวัดค่าทางไฟฟ้า หากเครื่อง bioelectrical impedance มีความไวในการวัดค่าทางไฟฟ้าไม่เพียงพอ จะทำให้ค่าทางไฟฟ้าที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อนได้

3. ปัจจัยจากผู้ป่วย

3.1 ท่าทางของผู้ป่วยระหว่างฟอกเลือด ผู้ป่วยจะต้องอยู่ในท่านอน (supine position) เพื่อให้หน้าในร่างกายกระจายตัวอย่างทั่วถึง และจะต้องอยู่นิ่งๆ ระหว่างการวัดค่าทางไฟฟ้าทุกครั้ง

3.2 อุปกรณ์ที่สามารถนำไฟฟ้าได้ในร่างกายผู้ป่วย ผู้ป่วยที่มีเครื่องกระตุ้นไฟฟ้าหัวใจเป็นข้อห้ามในการวัด bioelectrical impedance แต่ยังไม่มียี่ห้อของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผู้ป่วยใช้ เช่น นาฬิกาข้อมือ อุปกรณ์สื่อสารและเครื่องฟังวิทยุชนิดพกพา ที่จะส่งผลต่อค่าทางไฟฟ้าที่วัดได้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้รับความร่วมมือจากผู้ป่วยไม่ใช้อุปกรณ์ดังกล่าวระหว่างการวัด bioelectrical impedance และผู้ป่วยที่ใช้เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยไฟฟ้าไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าร่วมการศึกษานี้

3.3 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นระหว่างวันที่ไม่ได้ฟอกเลือด (interdialytic weight gain) โดยหลักการการทำงานของเครื่อง bioelectrical impedance ในการศึกษานี้เป็นการติดตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของน้ำนอกเซลล์ระหว่างฟอกเลือด ซึ่งคืออัตราการแพร่ของน้ำจากบริเวณนอกเซลล์เข้าสู่เส้นเลือด ดังนั้นค่าทางไฟฟ้าที่วัดในการศึกษานี้จะมีการเปลี่ยนแปลงสูงในแต่ละการวัด ทำให้น้ำหนักแห้งที่ได้จากการประเมินด้วยเครื่อง bioelectrical impedance มีความคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้หากอัตราการขจัดน้ำมีปริมาณสูงกว่าอัตราการแพร่ของสารน้ำจากบริเวณนอกเซลล์ เข้าสู่เส้นเลือด จะทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด เช่น ความดันโลหิตต่ำ หรือตะคริว ทำให้มีผลต่อน้ำหนักแห้งจากอาการทางคลินิกได้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงกำหนดน้ำหนักตัวของผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 3 กิโลกรัมต่อการฟอกเลือดแต่ละครั้ง ซึ่งน้ำหนักตัวของผู้ป่วยที่เข้าร่วมการศึกษานี้จะเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัม

3.4 การรับประทานอาหารระหว่างฟอกเลือดมีผลต่อปริมาณน้ำในร่างกายและทำให้ค่าที่ได้จากการวัด bioelectrical impedance มีความเปลี่ยนแปลง ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งที่ได้จาก

การวัด เพื่อตัดปัจจัยดังกล่าวในการศึกษาที่ผู้ป่วยที่เข้าร่วมการศึกษาจะได้รับประทานอาหารและน้ำตลอดระยะเวลาในการฟอกเลือดครั้งนั้น

3.5 สาเหตุของไตวายเรื้อรังและโรคประจำตัวของผู้ป่วย นอกจากลักษณะทางกายภาพที่ส่งผลต่อค่าทางไฟฟ้าเมื่อวัดโดยเครื่อง bioelectrical impedance ยังมีปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ ภาวะความเจ็บป่วย ภาวะโภชนาการ เช่นโรคถุงน้ำในไตอาจทำให้ลักษณะของช่องท้องของผู้ป่วยเปลี่ยนไปจากการที่มีก้อนในท้อง แต่ในการศึกษานี้การติดตามเปลี่ยนแปลงของค่าทางไฟฟ้าระหว่างฟอกเลือดเป็นการเปรียบเทียบค่าทางไฟฟ้าในผู้ป่วยคนเดียวกัน ซึ่งมีภาวะต่างๆเหล่านี้แบบเดียวกัน จึงทำให้ปัจจัยต่างๆเหล่านี้ไม่ส่งผลต่อการประเมินน้ำหนักแห้ง

จ. ข้อเสนอในการนำวิธีประเมินน้ำหนักแห้งโดยเครื่อง bioelectrical impedance ไปใช้

1. ชนิดของเครื่อง bioelectrical impedance เครื่อง bioelectrical impedance ที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นของบริษัท Maltron รุ่น Bioscan 916 มีคุณสมบัติที่ดีในการวัดค่าทางไฟฟ้า แต่ในการศึกษานี้ การวัดค่าทางไฟฟ้าจะต้องวัดทุก 15 นาที ซึ่งเครื่อง bioelectrical impedance รุ่นที่ใช้จะต้องใส่ข้อมูลใหม่ทุกครั้งเพื่อทำการวัด และหากมีเครื่อง bioelectrical impedance ที่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าทางไฟฟ้าได้ตลอดการฟอกเลือด อาจทำให้น้ำหนักแห้งที่ประเมินได้มีความแม่นยำมากขึ้นและการใช้เครื่องมือยังมีความสะดวกมากขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน

2. การประเมินการเปลี่ยนแปลงของค่าทางไฟฟ้าระหว่างฟอกเลือด จะทำเมื่อมีการฟอกเลือดเสร็จ โดยผู้วิจัยได้ใช้การคำนวณ และสร้างกราฟในโปรแกรม Microsoft excel ทำให้การประเมินน้ำหนักแห้งในแต่ละครั้งจะต้องทำการฟอกเลือดเสร็จสิ้นแล้ว ทั้งนี้เป็นผลจากข้อจำกัดในแง่เครื่อง bioelectrical impedance ที่ไม่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาระหว่างการฟอกเลือดและโปรแกรมในการประเมินการเปลี่ยนแปลงค่าทางไฟฟ้าระหว่างฟอกเลือดชนิด real time ดังนั้นหากสามารถพัฒนาเครื่องมือและโปรแกรมให้มีลักษณะ real time ได้จะทำให้การประเมินน้ำหนักแห้งมีความแม่นยำและสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงได้อย่างแท้จริง

3. น้ำหนักแห้งที่ได้จากเครื่อง bioelectrical impedance เป็นค่าที่ได้จากคุณสมบัติการนำไฟฟ้าของร่างกาย ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำในร่างกาย การนำการเปลี่ยนแปลงค่าทางไฟฟ้ามาใช้เพื่อประเมินน้ำหนักแห้งเพื่อประโยชน์ในแง่ลดภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือดทั้งระยะสั้นและระยะยาวดังที่กล่าวมาแล้ว ยังคงมีปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะแทรกซ้อนต่างๆเหล่านี้ ได้แก่ การทำงานของหัวใจ หากผู้ป่วยมีการทำงานของหัวใจไม่ดี ผู้ป่วยอาจมีภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือดได้ง่าย ซึ่งการศึกษานี้ไม่รวมผู้ป่วยกลุ่มนี้เข้าร่วมการศึกษาดังนั้นการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าระหว่างฟอกเลือดของผู้ป่วยกลุ่มนี้อาจยังต้องอาศัยข้อมูลการศึกษาต่อไป แต่การประเมินน้ำหนักแห้งในผู้ป่วยกลุ่มนี้อาจนำวิธีของการศึกษานี้มาใช้ร่วมกับอาการทางคลินิกเพื่อประเมินน้ำหนักแห้ง และเป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อกำหนดปริมาณสารน้ำที่จะขจัดในการฟอกเลือดแต่ละครั้งได้ด้วยควมระมัดระวัง

4. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของผู้ป่วยไตวายเรื้อรังที่ได้รับการฟอกเลือด มีปัจจัยต่างๆมากมายที่ทำให้น้ำหนักแห้งของผู้ป่วยมีการเปลี่ยนแปลงไปในเวลาที่แตกต่างกันไป ดังนั้นการ

ติดตามการประเมินน้ำหนักแห้งอย่างสม่ำเสมอจะทำให้ผู้ป่วยไตวายเรื้อรังมีน้ำหนักแห้งที่เหมาะสมตลอด และลดภาวะแทรกซ้อนจากการประเมินน้ำหนักแห้งที่ผิด ถึงแม้การวัด bioelectrical impedance จะไม่มีอันตราย แต่การวัดต้องอาศัยเครื่องมือที่มีราคาแพงและอาศัยแรงงานในการวัด ยังไม่มีข้อมูลที่แสดงถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการติดตามการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งเพื่อให้เหมาะสมทั้งในแง่ความคุ้มค่า ดังนั้นการติดตามการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักแห้งจึงขึ้นอยู่กับอาการและอาการแสดงของผู้ป่วยที่แสดงถึงภาวะสารน้ำในร่างกายเปลี่ยนแปลงไป เช่นมีความดันโลหิตสูงขึ้น หรือมีภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด

สรุป

bioelectrical impedance เป็นนวัตกรรมใหม่ que การศึกษา นี้ ได้นำมา เพื่อประเมินน้ำหนักแห้ง ในผู้ป่วยไตวายเรื้อรัง พบว่า สามารถประเมินน้ำหนักแห้งได้อย่างแม่นยำ และช่วยลดภาวะแทรกซ้อนระหว่างฟอกเลือด เมื่อใช้วิธีการประเมินน้ำหนักแห้งโดยวิธีเดิม จึงมีความหวังที่จะนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ เพื่อลดภาวะแทรกซ้อนจากการประเมินน้ำหนักแห้งที่มีความคลาดเคลื่อน โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนชนิดรุนแรง เช่นผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือด หรือผู้ป่วยที่มีการทำงานของหัวใจไม่ดี แต่การประเมินน้ำหนักแห้งด้วยวิธีนี้ ยังคงต้องอาศัยข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป และควรใช้วิธีนี้ ร่วมกับการสังเกตการเปลี่ยนแปลงอาการทางคลินิกร่วมด้วย