

# The Role of Nurses in Nutritional Assessment of Burn Patients Using Indirect Calorimetry: Experience from Trauma Ward 4 (Burn Unit) Siriraj Hospital

Jirawat Mongkhon, BNS., Nitsaya Yodgird, BNS.\*

*Burn Unit, Department of Nursing, Siriraj Hospital, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700, Thailand.*

*Siriraj Medical Bulletin 2026;19(2):139-148.*

## ABSTRACT

Burn injuries induce a severe and prolonged hypermetabolic response, resulting in energy requirements increased by 150 – 200% above normal levels. Accurate energy requirement assessment is therefore a critical component of nutritional management. Although traditional predictive equations such as the Harris-Benedict equation and Curreri formula are widely used, they demonstrate only 75% and often overestimate energy requirements. This overestimation may lead to hyperglycemia, obesity, or infection, which can negatively impact the wound healing process. Indirect calorimetry has been recognized as the gold standard for assessing resting energy expenditure by measuring oxygen consumption and carbon dioxide production to calculate energy needs using the Weir equation. This article presents the nursing roles in the nutritional assessment of burn patients using indirect calorimetry, utilizing a two-year experience from Trauma Ward 4 (Burn Unit) at Siriraj Hospital as a case study. The nursing roles encompass three main phases: patient assessment and preparation, care during measurement procedures, and coordination of result reporting. Implementing this technology has transformed nurses from general caregivers to specialized experts in nutritional assessment with specific knowledge and skills. Results demonstrate improved accuracy in energy requirement assessment, reduced inappropriate feeding practices, and maintenance of a high survival rate. The development of standardized practice guidelines, systematic personnel training, and the establishment of knowledge-sharing networks are essential factors for advancing nursing roles and enhancing the quality of burn patient care in the future. The experience from Siriraj Hospital's Burn Unit illustrates how modern technology integration can elevate nursing practice while maintaining excellence in patient outcomes. This transformation requires continuous professional development, interdisciplinary collaboration, and evidence-based practice implementation to optimize nutritional care delivery for burn patients.

**Keywords:** Nutritional assessment; burn patients; indirect calorimetry; nursing roles

\*Correspondence to: Nitsaya Yodgird

Email: nitsaya8095@gmail.com

Received: 17 July 2025

Revised: 19 November 2025

Accepted: 19 March 2026

<https://dx.doi.org/10.33192/smb.v19i2.276609>

# บทบาทพยาบาลในการประเมินภาวะโภชนาการผู้ป่วยแผลไหม้ด้วย Indirect Calorimetry: ประสบการณ์จากหอผู้ป่วยอุบัติเหตุ 4 (Burn Unit) โรงพยาบาลศิริราช

จิระวัฒน์ มงคล, พย.บ, นิตสญา ยอดเกิด, พย.บ\*

หอผู้ป่วยอุบัติเหตุ 4 (Burn unit) ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลศิริราช คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10700 ประเทศไทย.

## บทคัดย่อ

การบาดเจ็บจากแผลไหม้ก่อให้เกิดการตอบสนองอัตราการเผาผลาญสูง (hypermetabolic response) ที่มีความรุนแรง และยาวนาน ส่งผลให้ความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 150-200 ของภาวะปกติ การประเมินความต้องการพลังงานที่แม่นยำจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจัดการทางโภชนาการ แม้ว่าสมการทำนายดั้งเดิม เช่น สมการแฮร์ริส-เบเนดิกต์และสูตรเคอร์เรอร์ จะถูกใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่มีความแม่นยำเพียงร้อยละ 75 และมักประเมินความต้องการพลังงานสูงเกินความเป็นจริง อาจทำให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูง ภาวะอ้วนหรือการติดเชื้อซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการหายของแผล การวัดค่าแคลอรีทางอ้อม (indirect calorimetry) จึงได้รับการยอมรับเป็นมาตรฐานสากลในการประเมินความต้องการพลังงานขณะพัก โดยวัดปริมาณการใช้ออกซิเจนและการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อคำนวณตามสมการของไวร์ บทความนี้นำเสนอบทบาทของพยาบาลในการประเมินภาวะโภชนาการผู้ป่วยแผลไหม้ด้วย Indirect calorimetry โดยใช้ประสบการณ์จากหอผู้ป่วยอุบัติเหตุ 4 (Burn unit) โรงพยาบาลศิริราชเป็นกรณีศึกษา จากการใช้งานเป็นเวลา 2 ปี พบว่าบทบาทของพยาบาลครอบคลุม 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การประเมินและเตรียมความพร้อมของผู้ป่วย การดูแลระหว่างการตรวจ และการประสานงานรายงานผลการตรวจ การนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ส่งผลให้พยาบาลพัฒนาจากการเป็นผู้ดูแลทั่วไป สู่การเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินทางโภชนาการที่มีความรู้และทักษะเฉพาะทาง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นการปรับปรุงความแม่นยำในการประเมินความต้องการพลังงาน การลดภาวะการให้อาหารไม่เหมาะสม และการรักษาอัตราการรอดชีวิตสูง การพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่เป็นมาตรฐาน การฝึกอบรมบุคลากรอย่างเป็นระบบ และการสร้างเครือข่ายการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นปัจจัยสำคัญในการยกระดับบทบาทของพยาบาลและพัฒนาคุณภาพการดูแลผู้ป่วยแผลไหม้ในอนาคต ประสบการณ์จากหอผู้ป่วยอุบัติเหตุ 4 (Burn unit) โรงพยาบาลศิริราช สะท้อนให้เห็นว่าการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการปฏิบัติการพยาบาล สามารถพัฒนาคุณภาพการดูแล โดยยังผลลัพธ์ทางการรักษาที่ดีของผู้ป่วยไว้ได้ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง ความร่วมมือระหว่างสหสาขาวิชาชีพ และการนำหลักฐานเชิงประจักษ์มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้การดูแลด้านโภชนาการแก่ผู้ป่วยแผลไหม้

**คำสำคัญ:** การประเมินทางโภชนาการ; ผู้ป่วยแผลไหม้; การวัดค่าแคลอรีทางอ้อม; บทบาทพยาบาล

## บทนำ

การบาดเจ็บจากแผลไหม้ถือเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญและเป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิตและภาวะทุพพลภาพทั่วโลก จากสถิติของศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา (Centers for Disease Control and Prevention; CDC) ในปี พ.ศ. 2564 พบการบาดเจ็บจากแผลไหม้ 650,000 ราย แยกเป็นกรณีการบาดเจ็บจากสาเหตุไฟไหม้ 398,000 รายและกรณีบาดเจ็บจากวัตถุหรือของเหลวร้อน 252,000 ราย อัตราการเสียชีวิต 3,800 ราย ซึ่งหมายความว่าทุก ๆ 2 ชั่วโมง 17 นาที จะมีผู้เสียชีวิตจากการ

บาดเจ็บจากแผลไหม้ 1 ราย<sup>1</sup> สำหรับในประเทศไทยจากรายงานผู้ป่วยแผลไหม้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ของชุมชนนักปฏิบัติการพยาบาลแผลไหม้แห่งประเทศไทย พบการบาดเจ็บจากแผลไหม้ 1,385 ราย โดยร้อยละ 78.76 เป็นกรณีผู้ป่วยที่มีแผลไหม้น้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 20 ของพื้นที่ผิวกาย (total body surface area; TBSA) และร้อยละ 21.24 เป็นกรณีผู้ป่วยที่มีแผลไหม้มากกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่ผิวกาย อัตราการเสียชีวิตรวมร้อยละ 4.33 โดยผู้ป่วยที่มีแผลไหม้มากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ผิวกาย มีอัตราการเสียชีวิตร้อยละ 55.56 และร้อยละ 1.89 ในผู้ป่วยที่มีแผลไหม้น้อยกว่าร้อยละ

ละ 50 ของพื้นที่ผิวกาย<sup>2</sup> โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยที่มีแผลไหม้ครอบคลุมพื้นที่ผิวกายมากกว่าร้อยละ 20 ซึ่งก่อให้เกิดการตอบสนองของอัตราการเผาผลาญที่สูง (hypermetabolic response) และมีระยะเวลายาวนาน<sup>3</sup> ผลลัพธ์จากการตอบสนองนี้ทำให้อัตราการใช้พลังงานของผู้ป่วยเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยอาจสูงกว่าระดับพื้นฐานปกติได้มากกว่า 1.5-2.0 เท่า<sup>4</sup> การเพิ่มขึ้นของความต้องการพลังงานในระดับดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงทางเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นในผู้ป่วยแผลไหม้ ดังนั้นการประเมินและการจัดการทางโภชนาการที่เหมาะสมจึงเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพยาบาลผู้ป่วยแผลไหม้ เนื่องจากการได้รับพลังงานไม่เพียงพอ (underfeeding) จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการหายของแผล เพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ และส่งผลให้อัตราการเสียชีวิตสูงขึ้น ในขณะที่การให้อาหารเกินความต้องการ (overfeeding) อาจนำไปสู่ภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (hyperglycemia) การสะสมไขมัน (lipogenesis) และการติดเชื้อ (infection)<sup>5</sup>

แม้ว่าความสำคัญของการประเมินภาวะทางโภชนาการในผู้ป่วยแผลไหม้จะได้รับการยอมรับ อย่างไรก็ตามวิธีการประเมินดั้งเดิมที่อาศัยสมการทำนาย (predictive equations) เช่น สมการแฮร์ริส-เบนดิกต์ (Harris-Benedict equation) หรือสูตรเคอร์เรอร์ (Curreri formula) ยังคงมีข้อจำกัดที่สำคัญในการนำมาใช้กับผู้ป่วยกลุ่มนี้ กล่าวคือ มีความถูกต้องต่ำ (low accuracy) การศึกษาวิจัยพบว่าสมการทำนายดังกล่าวมีความแม่นยำเพียงประมาณร้อยละ 75 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าจริง<sup>5</sup> การประเมินค่าเกินจริง (overestimation) ประเมินความต้องการพลังงานในระดับสูงเกินความเป็นจริง โดยเฉพาะสูตรเคอร์เรอร์ที่อาจก่อให้เกิดการให้อาหารเกินความต้องการได้<sup>6</sup> การประเมินค่าต่ำเกินไป (underestimation) ความแตกต่างของผลการคำนวณ (inconsistent results) โดยสมการต่าง ๆ ให้ผลการคำนวณที่ต่างกันมากสำหรับผู้ป่วยรายเดียวกัน นอกจากนี้ความไม่แม่นยำดังกล่าวยังเกิดขึ้นจากปัจจัยหลายประการได้แก่ ระยะของการรักษา ความรุนแรงของแผลไหม้ ภาวะแทรกซ้อนและการตอบสนองของแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งไม่สามารถสะท้อนได้อย่างครบถ้วนผ่านสมการทำนายมาตรฐาน<sup>7</sup> ข้อจำกัดดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาวิธีการประเมินที่มีความแม่นยำสูงกว่า

เนื่องจากวิธีการประเมินแบบเดิมมีข้อจำกัด การวัดค่าแคลอรีทางอ้อม (indirect calorimetry) จึงได้รับการยอมรับให้เป็นมาตรฐาน (gold standard) สำหรับการประเมินความต้องการพลังงานในผู้ป่วยภาวะวิกฤติรวมถึงผู้ป่วยแผลไหม้<sup>8</sup> เทคนิคการวัดนี้ดำเนินการโดยการวัดปริมาณการใช้ออกซิเจน (oxygen consumption;  $\text{VO}_2$ ) และการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide production;  $\text{VCO}_2$ ) เพื่อคำนวณความต้องการพลังงานขณะพัก (resting energy expenditure; REE) ตามสมการของไวร์ (Weir equation) ทำให้ได้ผลการประเมินที่มีความแม่นยำและประเมิน

ความต้องการพลังงานปัจจุบันของผู้ป่วยได้<sup>9</sup> การศึกษาวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้ Indirect calorimetry ในผู้ป่วยภาวะวิกฤติสามารถลดการเกิดภาวะการให้อาหารไม่เพียงพอและลดการให้อาหารเกินความต้องการได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มที่จะส่งเสริมผลลัพธ์การรักษาให้ดีขึ้น<sup>10</sup>

การนำ Indirect calorimetry มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติทางคลินิกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงบทบาทของพยาบาลในการดูแลผู้ป่วยแผลไหม้อย่างมีนัยสำคัญ พยาบาลไม่เพียงแต่ปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้ให้การดูแลทั่วไปเท่านั้น แต่ต้องพัฒนาความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในการประเมิน การดำเนินการ และแปลผลการตรวจ<sup>11</sup> การศึกษาวิจัยแสดงให้เห็นว่าพยาบาลที่ได้รับการฝึกอบรมอย่างเหมาะสมสามารถดำเนินการวัด Indirect calorimetry ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความพึงพอใจในการมีส่วนร่วมในการจัดการทางโภชนาการ<sup>12</sup> บทบาทใหม่นี้ครอบคลุมการประเมินความพร้อมของผู้ป่วย การควบคุมปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของการตรวจ การสังเกตและแก้ไขปัญหาระหว่างการดำเนินการ รวมถึงการสื่อสารผลการตรวจกับทีมสหวิชาชีพ

หอผู้ป่วยอุบัติเหตุ 4 โรงพยาบาลศิริราชได้นำเทคโนโลยีการวัด Indirect calorimetry มาประยุกต์ใช้ในการดูแลผู้ป่วยแผลไหม้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาสองปี โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์การเผาผลาญรุ่น Q-NRG+ จากบริษัท COSMED ซึ่งต้องการการปรับเทียบมาตรฐานด้วยแก๊สอ้างอิงและอากาศในห้องก่อนการใช้งานทุกครั้งเพื่อรับประกันความถูกต้องของข้อมูล

องค์การวิชาชีพด้านโภชนาการระดับนานาชาติ ได้แก่ สมาคมโภชนาการและเมตาบอลิซึมของยุโรป (European Society for Clinical Nutrition and Metabolism; ESPEN) และ สมาคมโภชนาการและเมตาบอลิซึมของอเมริกา (American Society for Parenteral and Enteral Nutrition; ASPEN) ได้รับรองการวัดค่าแคลอรีทางอ้อมเป็นแนวทางมาตรฐานสำหรับการกำหนดความต้องการพลังงานในผู้ป่วยโรคหนัก โดยเน้นย้ำความสำคัญเป็นพิเศษในกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะเมแทบอลิซึมเร่งระดับสูง<sup>13</sup> อย่างไรก็ตามจากประสบการณ์ของหอผู้ป่วยอุบัติเหตุ 4 (Burn Unit) โรงพยาบาลศิริราชพบว่าการนำไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติยังคงมีความท้าทายหลายประการ รวมถึงความต้องการบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะ ความซับซ้อนของเครื่องมือ และความจำเป็นในการแปลผลอย่างถูกต้องและเหมาะสม

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอบทบาทของพยาบาลในการประเมินภาวะโภชนาการของผู้ป่วยแผลไหม้ด้วยการวัด Indirect calorimetry โดยใช้ประสบการณ์จากหอผู้ป่วยอุบัติเหตุ 4 (Burn Unit) โรงพยาบาลศิริราชเป็นกรณีศึกษา บทความนี้ครอบคลุมการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับหลักการและประโยชน์ของการวัด Indirect calorimetry การวิเคราะห์บทบาทของพยาบาลในแต่ละขั้นตอน การนำเสนอประสบการณ์การปฏิบัติพยาบาลจริง รวมถึงข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาการพยาบาลใน

อนาคต บทความนี้คาดว่าจะจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนามาตรฐาน การปฏิบัติพยาบาลและการยกระดับบทบาทของพยาบาลในการ ดูแลผู้ป่วยแผลไหม้อย่างเป็นองค์รวม

### การตอบสนองทางเมแทบอลิซึมของผู้ป่วยแผลไหม้

การบาดเจ็บจากแผลไหม้ที่มีความรุนแรงก่อให้เกิดการตอบสนองต่ออัตราการเผาผลาญสูง (hypermetabolic response) ที่มีลักษณะเฉพาะและแตกต่างจากการบาดเจ็บประเภทอื่น ๆ โดยมีความรุนแรงและระยะเวลาที่ยาวนานกว่า<sup>6</sup> ปรากฏการณ์ การตอบสนองทางเมแทบอลิซึมในผู้ป่วยแผลไหม้แบ่งออกเป็นสอง ระยะที่มีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน<sup>14</sup> ระยะแรกเรียกว่า Ebb phase หรือระยะการตอบสนองเฉียบพลัน ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงสองถึง สามวันแรกหลังจากการบาดเจ็บ โดยร่างกายจะเข้าสู่สภาวะการ อนุรักษ์พลังงาน ผ่านกลไกการลดการสลายตัวของหัวใจและการ ชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมลง เพื่อรับมือกับความเครียดทาง สรีรวิทยาที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรง ภายหลังจากกระบวนการตอบสนอง เฉียบพลันผ่านไป ผู้ป่วยจะเข้าสู่ระยะ Flow phase หรือระยะการ ตอบสนองเรื้อรัง ซึ่งมีลักษณะตรงกันข้ามกับระยะแรก โดยร่างกาย จะเร่งการทำงานของระบบต่าง ๆ อย่างเข้มข้น ส่งผลให้อัตราการใช้ พลังงานเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ระยะนี้เป็นระยะเวลาที่ยาวนาน โดยสามารถดำเนินต่อเนื่องได้หลายปี ซึ่งในบางกรณีอาจนานถึงสอง หรือสามปีหลังการบาดเจ็บ

จากการติดตามผู้ป่วยในหอผู้ป่วยอุบัติเหตุ 4 (Burn Unit) โรงพยาบาลศิริราช การเข้าใจถึงการเปลี่ยนผ่านระหว่างสองระยะ นี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนทางโภชนาการ โดยเฉพาะ การตัดสินใจในช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มวัด Indirect calorimetry เนื่องจากระยะ Ebb phase ยังไม่เหมาะสมสำหรับการ ประเมินความต้องการพลังงานที่แท้จริง ในขณะที่ระยะ Flow phase เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประเมินและการ วางแผนโภชนาบำบัดที่มีประสิทธิภาพ การเข้าใจลักษณะเฉพาะของ แต่ละระยะช่วยให้ทีมพยาบาลสามารถวางแผนการดูแลได้อย่าง เหมาะสม รวมถึงการเตรียมความพร้อมสำหรับการใช้เทคโนโลยี Indirect calorimetry ในช่วงเวลาที่จะให้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ และนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในการปรับแผนการรักษา

ความรุนแรงของการตอบสนองต่ออัตราการเผาผลาญสูง มีความสัมพันธ์โดยตรงกับขนาดของแผลไหม้ โดยพบว่าผู้ป่วยที่มีขนาดแผลไหม้มากกว่าร้อยละ 40 ของพื้นที่ผิวกายจะมีความ ต้องการพลังงานขณะพัก (REE) เพิ่มขึ้นสูงถึงร้อยละ 150-200 ของ ภาวะปกติ<sup>4</sup> และอาจคงอยู่ในระดับสูง 1.5-2 เท่าของค่าปกติเป็นเว ลานานถึง 1-4 สัปดาห์ภายหลังการบาดเจ็บ<sup>15</sup> การเพิ่มขึ้นของความ ต้องการพลังงานดังกล่าวเกิดจากกลไกทางสรีรวิทยาหลายประการ ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของการทำงานของหัวใจ การสูญเสียความร้อน

(heat loss) การเพิ่มขึ้นของการสังเคราะห์โปรตีน (protein synthesis) และการสร้างกลูโคสใหม่ (gluconeogenesis) รวมถึงการ ทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (immune system)<sup>16</sup>

ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวขับเคลื่อนการตอบสนองต่ออัตราการ เผาผลาญสูง ได้แก่ คาเทโคลามีน (catecholamines) คอร์ติซอล (cortisol) กลูคากอน (glucagon) และสารส่งสัญญาณการอักเสบ (inflammatory mediators) เช่น อินเทอร์ลิวคิน-1 (interleukin-1) อินเทอร์ลิวคิน-6 (interleukin-6) และปัจจัยเนื้อตายของเนื้องอก- อัลฟา (tumor necrosis factor-alpha)<sup>17</sup> สารเหล่านี้ทำให้เกิดการ เพิ่มขึ้นของการสลายไขมัน (lipolysis) การสลายโปรตีน (proteolysis) และการสร้างกลูโคสใหม่อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการสูญเสีย มวลกล้ามเนื้อ (muscle mass) และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ ของร่างกายอย่างรุนแรง การศึกษาวิจัยล่าสุดพบว่าภาวะติดเชื้อใน กระแสเลือด (sepsis) สามารถเพิ่มความต้องการพลังงานขณะพัก และการสลายโปรตีนได้มากถึงร้อยละ 40 เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ป่วย แผลไหม้ขนาดเดียวกันที่ไม่เกิดภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด<sup>18</sup> ความ เข้าใจในกลไกทางสรีรวิทยาเหล่านี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการวางแผน การให้การสนับสนุนทางโภชนาการที่เหมาะสม

### หลักการและประโยชน์ของการวัดค่าแคลอรีทางอ้อม

การวัดค่าแคลอรีทางอ้อม (indirect calorimetry) ทำงาน โดยอาศัยหลักการตรวจวัดแก๊สในการหายใจของผู้ป่วย เพื่อคำนวณ ห้ออัตราการใช้พลังงานในขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาวะพัก<sup>9</sup> วิธีการนี้ ใช้การวิเคราะห์สัดส่วนของออกซิเจนที่ร่างกายนำไปใช้ประกอบกับ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกหลั่งออกมาผ่านระบบหายใจ เพื่อ ประเมินความต้องการพลังงานขณะพัก REE การคำนวณพลังงาน ที่ร่างกายใช้ต่อวันสามารถทำได้โดยประยุกต์ใช้สมการ Weir ที่ ปรับปรุงแล้ว ซึ่งมีสูตรการคำนวณคือ  $REE (kcal/day) = [(3.9 \times VCO_2) + (1.1 \times VCO_2)] \times 1440$

โดยที่  $VCO_2$  คือ ปริมาณออกซิเจนที่บริโภค (ลิตรต่อ นาที) และ  $VCO_2$  คือ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิต (ลิตรต่อ นาที)<sup>19</sup> ข้อได้เปรียบสำคัญของสมการที่ปรับปรุงนี้คือไม่จำเป็นต้อง เก็บและวิเคราะห์ไนโตรเจนในปัสสาวะ ซึ่งลดความซับซ้อนในการ ปฏิบัติงานและเพิ่มความสะดวกในการประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อม ทางคลินิก จากประสบการณ์การใช้งานใน Burn Unit โรงพยาบาล ศิริราช การไม่ต้องเก็บตัวอย่างปัสสาวะทำให้สามารถดำเนินการวัด ได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น โดยเฉพาะในผู้ป่วยแผลไหม้ที่มีภาวะวิกฤติ และต้องการการติดตามความต้องการพลังงานอย่างต่อเนื่อง

ข้อมูลที่ได้จากการวัด Indirect calorimetry ไม่เพียง แต่แสดงถึงความต้องการพลังงานขณะพักเท่านั้น แต่ยังสามารถ คำนวณค่าผลหารการหายใจ (respiratory quotient; RQ) ซึ่งเป็น ตัวบ่งชี้ถึงประเภทของสารอาหารหลัก (substrate) ที่ถูกเผาผลาญ

ค่า RQ ถูกกำหนดจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณ  $\text{CO}_2$  ที่หลังออก ต่อปริมาณ  $\text{O}_2$  ที่ถูกนำไปใช้ ( $\text{RQ} = \text{VCO}_2/\text{VO}_2$ ) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.7-1.0 สำหรับการเผาผลาญไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ตามลำดับ

ข้อดีของการวัด Indirect calorimetry เมื่อเปรียบเทียบกับสมการทำนายดั้งเดิมคือ ความแม่นยำในการประเมินความต้องการพลังงานในผู้ป่วยภาวะวิกฤติ การศึกษาวิจัยแสดงให้เห็นว่าสมการทำนาย เช่น สมการแฮร์ริส-เบเนดิกต์ มีความแม่นยำเพียงประมาณร้อยละ 40-75 เมื่อนำมาใช้ในผู้ป่วยแผลไหม้ระยะวิกฤติ<sup>5</sup> การวิเคราะห์ที่เปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าสูตรเคอร์เรอร์มีค่าประเมินความต้องการพลังงานในระดับที่เกินความเป็นจริงอย่างมีนัยสำคัญ โดยอาจสูงกว่าผลการวัดด้วย Indirect calorimetry ได้ถึงหนึ่งในสี่ของค่าที่วัดได้<sup>6</sup> ความคลาดเคลื่อนในทิศทางสูงขึ้นนี้อาจนำไปสู่การให้โภชนาบำบัดเกินความจำเป็น ซึ่งส่งผลเสียต่อการรักษาและจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ห่อภิณ (systematic review and meta-analysis) ล่าสุดที่รวบรวมข้อมูลจากการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุม<sup>7</sup> ผลการศึกษา พบว่าการนำผลการวัด Indirect calorimetry ประกอบการกำหนดความต้องการพลังงานสามารถลดอัตราการตายระยะสั้นได้ และช่วยให้การส่งเสริมพลังงานเข้าใกล้เคียงเป้าหมายมากขึ้น<sup>10</sup>

ESPEN แนะนำให้ใช้การวัด Indirect calorimetry เป็นวิธีมาตรฐานในการประเมินความต้องการพลังงานของผู้ป่วยภาวะวิกฤติ โดยเฉพาะในสัปดาห์แรกของการรักษา<sup>8</sup> คำแนะนำเหล่านี้แสดงถึงความสำคัญของการดำเนินการวัด Indirect calorimetry อย่างสม่ำเสมอ โดยแนะนำให้ทำซ้ำทุก 3-7 วัน หรือเมื่อผู้ป่วยมีอาการเปลี่ยนแปลงซึ่งสอดคล้องกับการปฏิบัติของผู้ป่วย Burn Unit โรงพยาบาลศิริราชในปัจจุบัน จากบทความของกลุ่มศึกษาไอคาลิก (ICALIC study group) แสดงข้อเสนอแนะสำหรับการใช้การวัด Indirect calorimetry ในทางคลินิก โดยเน้นความสำคัญของการฝึกอบรมบุคลากร การควบคุมคุณภาพของเครื่องมือและการแปลผลอย่างถูกต้องและเหมาะสม<sup>9</sup> อย่างไรก็ตามการนำการวัด Indirect calorimetry ไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติยังคงมีข้อจำกัด รวมถึงต้นทุนของอุปกรณ์ ความซับซ้อนในการใช้งาน และความจำเป็นในการมีผู้เชี่ยวชาญดำเนินการ

## บทบาทของพยาบาลในการจัดการทางโภชนาการของผู้ป่วยแผลไหม้

บทบาทของพยาบาลในการจัดการทางโภชนาการได้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง จากการเป็นผู้ดูแลให้ผู้ป่วยได้รับสารอาหารตามแผนการรักษา สู่การเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนสำคัญในการประเมิน การวางแผน และการติดตามผลการรักษาทางโภชนาการ<sup>10</sup> การศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพ แสดงให้เห็นว่าพยาบาลมีบทบาทหลักในการคัดกรอง (screening) การประเมิน (assessment) ให้การพยาบาล (intervention) และการติดตามผล (monitoring) ทาง

โภชนาการ โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการขาดสารอาหาร (malnutrition)<sup>20</sup> ความเชี่ยวชาญของพยาบาลและการอยู่ใกล้ชิดกับผู้ป่วยตลอด 24 ชั่วโมง ทำให้พยาบาลสามารถสังเกตและประเมินการเปลี่ยนแปลงทางโภชนาการได้อย่างต่อเนื่อง

การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างการวัด Indirect calorimetry มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติทางคลินิกส่งผลให้บทบาทของพยาบาลมีความเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยในหอผู้ป่วยวิกฤติของโรงพยาบาลในประเทศฝรั่งเศสพบว่าพยาบาลที่ได้รับการฝึกอบรมสามารถดำเนินการวัด Indirect calorimetry ได้อย่างมีประสิทธิภาพและแสดงความพึงพอใจในการมีส่วนร่วมในการจัดการทางโภชนาการ<sup>11</sup> การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าพยาบาลที่มีส่วนร่วมในเทคโนโลยีทางโภชนาการไม่เพียงแต่เป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยเท่านั้น แต่ยังช่วยเสริมสร้างความพึงพอใจในการทำงานและความรู้สึกมีส่วนร่วมในการดูแลผู้ป่วยอย่างครอบคลุม

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการให้การพยาบาลเรื่องภาวะโภชนาการ ประกอบด้วยปัจจัยหลายระดับ ตั้งแต่ระดับบุคคล ระดับองค์กร และระบบ งานวิจัยในประเทศเนเธอร์แลนด์พบว่า ปัจจัยสำคัญได้แก่ ภาระงาน (workload) เวลาที่มีจำกัด การขาดความรู้และทักษะเฉพาะทาง รวมถึงการขาดการสนับสนุนจากระบบ<sup>12</sup> การพัฒนาความสามารถของพยาบาลในการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การวัด Indirect calorimetry จึงต้องการการสนับสนุนอย่างเป็นระบบ ทั้งในด้านการฝึกอบรม การสร้างแนวปฏิบัติ (protocol) ที่ชัดเจน และการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ นอกจากนี้งานวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้านสุขภาพในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้ป่วยในการดูแลทางโภชนาการเป็นแนวทางที่มีศักยภาพ โดยช่วยเสริมสร้างการทำงานร่วมกันระหว่างพยาบาลและผู้ป่วย<sup>21</sup>

การพัฒนาบทบาทของพยาบาลในยุคเทคโนโลยีต้องการการปรับเปลี่ยนหลักสูตรการศึกษาและการฝึกอบรม การศึกษาวิจัยแสดงให้เห็นว่าพยาบาลที่ได้รับการฝึกอบรมเฉพาะทางในการประเมินทางโภชนาการและการใช้เครื่องมือทันสมัยสามารถปรับปรุงคุณภาพการดูแลและผลลัพธ์ของผู้ป่วยได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ<sup>22</sup> ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจึงไม่เพียงแต่เปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติงาน แต่ยังสร้างโอกาสใหม่ในการยกระดับความเป็นมืออาชีพและการมีส่วนร่วมของพยาบาลในการดูแลผู้ป่วยแบบสหวิชาชีพ

## บทบาทของพยาบาลในการประเมิน Indirect calorimetry

บทบาทของพยาบาลในการประเมิน Indirect calorimetry เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จและความแม่นยำของการตรวจวัด โดยสามารถจำแนกออกเป็นสามบทบาทหลักที่มีความเชื่อมโยงและต่อเนื่องกัน ดังนี้

### 1. บทบาทการประเมินและเตรียมความพร้อม

พยาบาลมีบทบาทสำคัญในการประเมินความพร้อมผู้ป่วย โดยเริ่มจากการตรวจสอบคำสั่งแพทย์และประเมินเกณฑ์การคัดเลือก สำหรับผู้ป่วยที่หายใจเองพยาบาลต้องประเมินความสามารถในการงอกอกซิเจนระหว่างการตรวจ หรือตรวจสอบว่า  $FiO_2 < 60\%$  สำหรับผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ การเตรียมผู้ป่วยประกอบด้วย การให้ข้อมูล เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ขั้นตอน และระยะเวลาการตรวจ ประมาณ 30 นาที พร้อมทั้งอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ Canopy ที่อาจทำให้รู้สึกอบอุ่นหรือได้ยินเสียงพัดลมเบา ๆ เพื่อลดความวิตกกังวล การดูแลให้ผู้ป่วยได้พักผ่อนอย่างน้อย 20-30 นาทีก่อนการตรวจ จัดท่า Semi-Fowler's position ตรวจสอบการงดอาหารก่อนตรวจ อย่างน้อย 4 ชั่วโมง นอกจากนี้พยาบาลต้องเตรียมข้อมูล เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง %TBSA ของแผลไหม้ เพื่อส่งให้นักวิทยาศาสตร์ และใช้ประกอบการแปลผล

### 2. บทบาทปฏิบัติการพยาบาลระหว่างและหลังการตรวจ

พยาบาลทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ในการติดตั้ง อุปกรณ์ Canopy หรือ Ventilator circuit adapter ให้ถูกต้อง ดูแลให้ผู้ป่วยปรับตัวกับอุปกรณ์ประมาณ 5-10 นาที และปลอบโยน เมื่อผู้ป่วยรู้สึกอึดอัดหรือวิตกกังวล เฝ้าระวังอย่างใกล้ชิดตลอดระยะเวลาการวัด 20-30 นาที โดยสังเกตระดับความรู้สึกตัว การหายใจ และความสบาย หลังการตรวจพยาบาลดูแลให้ผู้ป่วยรับประทาน อาหาร รายงานแพทย์เพื่อพิจารณาปรับแผนโภชนาบำบัด บันทึกผลการตรวจในเวชระเบียนอย่างครบถ้วน

### 3. บทบาทในการประสานงานระหว่างทีมสหวิชาชีพ

พยาบาลทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงาน โดยเริ่มจากการประสานงานกับนักวิทยาศาสตร์เพื่อกำหนดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการตรวจ ส่งข้อมูลผู้ป่วยที่จำเป็นและแจ้งข้อจำกัดหรือข้อควรระวังเฉพาะของผู้ป่วยแต่ละราย การรายงานผลต่อแพทย์อย่างมีประสิทธิภาพโดยนำเสนอข้อมูลอย่างเป็นระบบ ได้แก่ ค่า REE ที่วัดได้ พร้อมทั้งข้อมูลทางคลินิกที่เกี่ยวข้อง เช่น การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว และรายงานปัญหาอุปสรรค เช่น ภาวะแทรกซ้อนทางระบบทางเดินอาหาร เพื่อวางแผนการดูแลแบบองค์รวมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ป่วยแต่ละราย

### การพัฒนาระบบการดูแล (system development)

จากประสบการณ์การใช้ Indirect calorimetry เป็นเวลา 2 ปี ใน Burn Unit โรงพยาบาลศิริราช ได้สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาแนวทางการปฏิบัติงานที่เป็นระบบและมีมาตรฐาน ปัจจุบันการตัดสินใจในการประเมินความพร้อมของผู้ป่วยยังอาศัยประสบการณ์ของพยาบาลเป็นหลัก ซึ่งอาจก่อให้เกิดความแตกต่างในการปฏิบัติและผลลัพธ์ได้

การพัฒนาแนวปฏิบัติทางการพยาบาลสำหรับการวัด Indirect calorimetry ควรประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ การคัดกรองผู้ป่วยที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ที่ชัดเจน เช่น สัญญาณชีพคงที่เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง การเตรียมความพร้อมก่อนการตรวจ ซึ่งรวมถึงควรมีการพัฒนาการประเมินความพร้อมของผู้ป่วยในเรื่องของการหายใจ กรณีผู้ป่วยที่ไม่ได้ใส่ท่อช่วยหายใจแต่

เครื่อง Indirect calorimetry ใช้สำหรับตรวจวัดประมาณแก๊สออกซิเจนที่ร่างกายใช้ไปและปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ร่างกายสร้างในกระบวนการสร้างพลังงาน



ท่อนำอากาศ ต่อจาก Hood ครอบศีรษะนำอากาศจากตัวผู้รับการตรวจเข้าสู่เครื่องเพื่อทำการตรวจวัดและวิเคราะห์

อุปกรณ์ครอบศีรษะ ใช้กักเก็บแก๊สจากการหายใจของผู้รับการตรวจ มีแผ่นพลาสติกคลุมโดยรอบเพื่อกันแก๊สรั่วไหลและมีช่องให้อากาศเข้าสำหรับการหายใจของผู้รับการตรวจ

ภาพที่ 1 การตรวจวัดค่าแคลอรีทางอ้อม (indirect calorimetry) แบบ Canopy  
ที่มา: ถ่ายภาพโดย นายจิระวัฒน์ มงคล

จำเป็นต้องใช้ออกซิเจน เช่น Nasal cannula, mask, tracheostomy collars, CPAP และ BiPAP ซึ่งผู้ป่วยต้องหยุดการใช้ออกซิเจนในระหว่างทำการตรวจได้ การให้ข้อมูลและการเตรียมจิตใจ และการประสานงานกับนักวิทยาศาสตร์

มีการกำหนดบทบาทของบุคลากรอย่างชัดเจน โดยพยาบาลทำหน้าที่หลักในการดูแลและติดตามผู้ป่วย ผู้ช่วยพยาบาลสนับสนุนการดูแลด้านจิตใจและสิ่งแวดล้อม และนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ดำเนินการตรวจโดยตรง การประเมินผลและติดตามควรมีการกำหนดเกณฑ์การแปลผลที่ชัดเจน รวมถึงการบันทึกและรายงานผลที่มีการกำหนดรูปแบบมาตรฐาน เพื่อให้การสื่อสารกับทีมสหวิชาชีพมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาแนวปฏิบัติทางการพยาบาลนี้ควรมีการทบทวนและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องโดยอิงจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และประสบการณ์การปฏิบัติงาน การจัดทำ Clinical pathway การประเมินและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เช่น Case conference การวิเคราะห์กรณีศึกษา และการทบทวนข้อมูลทางสถิติ ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้จากประสบการณ์และพัฒนาคุณภาพการดูแลอย่างต่อเนื่อง การสร้างเครือข่ายการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับหน่วยงานอื่นที่มีการใช้ Indirect calorimetry จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานและพัฒนาระบบการดูแลโภชนาการโดยรวมจะช่วยให้การใช้ Indirect calorimetry เป็นส่วนหนึ่งของการดูแลผู้ป่วยแผลใหม่ที่เป็นองค์รวม

## ผลลัพธ์และประโยชน์

### 1. ผลลัพธ์ทางคลินิก

การนำ Indirect calorimetry มาใช้ใน Burn Unit โรงพยาบาลศิริราช เป็นเวลา 2 ปี ได้สร้างผลกระทบเชิงบวกต่อคุณภาพการดูแลผู้ป่วยแผลใหม่อย่างชัดเจน จากข้อมูลการใช้งานในปี พ.ศ. 2566 และ พ.ศ. 2567 มีผู้ป่วย 24 ราย จากจำนวนทั้งหมด 97 ราย ได้รับการประเมินและมีการใช้เครื่องในการวัดประเมินจำนวน 96 ครั้ง ปัจจุบันมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้ป่วยดังนี้ คือมีแผลไหม้มากกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่ผิวกายและมีความลึกตั้งแต่ระดับสองขึ้นไป และแผลไม่สามารถหายได้เองต้องได้รับการผ่าตัดเนื้อตาย หรือปลูกถ่ายผิวหนัง และผู้ป่วยที่มีความผิดปกติเมื่อได้รับการประเมินด้วย SPENT Nutrition Screening Tool

เมื่อพิจารณาในแต่ละปี พบว่าในปี พ.ศ. 2566 มีผู้ป่วย 42 ราย เข้ารับการรักษา โดยมีผู้ป่วยจำนวน 13 ราย (ประมาณร้อยละ 31) ได้รับการประเมิน ในขณะที่ปี พ.ศ. 2567 มีผู้ป่วย 55 ราย โดยมีผู้ป่วยจำนวน 11 ราย (ประมาณร้อยละ 20) ได้รับการประเมิน แนวโน้มการใช้งานที่ลดลงในปี พ.ศ. 2567 อาจสะท้อนถึงการปรับปรุงเกณฑ์การคัดเลือกให้มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น หรือการเปลี่ยนแปลงในลักษณะของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษา ข้อมูลจำนวนครั้งการวัดรวมทั้งสิ้น 96 ครั้ง ในผู้ป่วย 24 ราย จำแนกตามจำนวนครั้งของการวัดได้ดังนี้ วัด 1 - 5 ครั้ง จำนวน 16 ราย วัด 6

- 10 ครั้ง จำนวน 7 ราย และวัด 11 ครั้ง จำนวน 1 ราย โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4 ครั้งต่อผู้ป่วยหนึ่งราย แสดงให้เห็นถึงการติดตามอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ การกระจายตัวของจำนวนครั้งการวัดต่อผู้ป่วยแต่ละรายสะท้อนถึงการประยุกต์ใช้ที่ยืดหยุ่นตามความจำเป็นทางคลินิก โดยผู้ป่วยบางรายที่มีภาวะซับซ้อนหรือมีการเปลี่ยนแปลงสภาพอย่างมีนัยสำคัญจะได้รับการติดตามอย่างใกล้ชิด ในขณะที่ผู้ป่วยที่มีสภาพคงที่อาจได้รับการประเมินในจำนวนครั้งที่น้อยกว่า แนวทางการใช้งานแบบปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์นี้แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในข้อจำกัดของทรัพยากรและการใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ข้อมูลดังกล่าวไม่เพียงแสดงให้เห็นถึงการยอมรับและการใช้งานจริงของเทคโนโลยีในระดับปฏิบัติการเท่านั้น แต่ยังสะท้อนถึงการพัฒนาความเชี่ยวชาญ ของทีมพยาบาลในการประเมินคัดเลือก และติดตามผู้ป่วยที่เหมาะสมสำหรับการใช้เทคโนโลยีนี้ อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

ความแม่นยำในการประเมินความต้องการพลังงาน<sup>23</sup>ได้รับการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการใช้สูตรทำนายแบบเดิม โดยเฉพาะ Curreri formula มักให้ผลการประเมินที่สูงเกินไปถึงร้อยละ 20-30 เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวัดจาก Indirect calorimetry การปรับแผนโภชนาการตามผลการวัดที่แม่นยำช่วยลดภาวะ Overfeeding ที่อาจนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อน เช่น ภาวะน้ำตาลในเลือดสูง, Increased CO<sub>2</sub> production และ Fatty liver ในขณะเดียวกันก็ป้องกันภาวะ Underfeeding ที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของแผลและการติดเชื้อ

ผลลัพธ์การรักษาโดยรวมของหอผู้ป่วย คือผู้ป่วยแผลใหม่ได้รับการประเมินภาวะโภชนาการในระยะเวลาที่เหมาะสมสามารถกำกับและติดตามการเปลี่ยนแปลงภาวะโภชนาการของผู้ป่วยได้ รวมถึงพยาบาลสามารถคัดกรองหรือระบุปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ และมีทักษะในการประเมินภาวะโภชนาการโดยใช้ Indirect calorimetry ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนถึงคุณภาพการดูแลแบบสหวิชาชีพที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ากับการปฏิบัติทางคลินิก ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการดูแลระดับสากล การที่สามารถรักษาลดผลลัพธ์ที่ดีนี้ได้พร้อมกับการเพิ่มความแม่นยำในการประเมินทางโภชนาการ แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิก การติดตามผู้ป่วยที่ได้รับการประเมินหลายครั้ง เช่น กรณีผู้ป่วยที่ได้รับการวัดถึง 11 ครั้ง แสดงให้เห็นถึงการให้ข้อมูลจาก Indirect calorimetry ในการปรับแผนการรักษาตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพผู้ป่วยอย่างต่อเนื่อง

### 2. การพัฒนาบทบาทพยาบาล

การพัฒนาบทบาทพยาบาลในการประเมินภาวะโภชนาการด้วย Indirect calorimetry ดำเนินการผ่านกระบวนการที่เป็นระบบหลายมิติ ประการแรก การระดมและวิเคราะห์ปัญหาพร้อมกับทีมสหวิชาชีพเพื่อกำหนดทิศทางการพัฒนา โดยใช้กระบวนการ

สะท้อนคิด เชิงวิพากษ์ ในการทบทวนข้อจำกัดของวิธีการประเมินดั้งเดิมและการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อวิเคราะห์ช่องว่างระหว่างการใช้ปฏิบัติปัจจุบันกับมาตรฐานสากล ประการที่สอง การพัฒนาความสามารถด้านการประเมิน ซึ่งครอบคลุมความเข้าใจเชิงลึกในพยาธิสรีรวิทยาของการตอบสนองต่ออาการแพ้ผลยาสูง ทักษะในการคัดกรองผู้ป่วยที่เหมาะสม เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิก โดยเน้นการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมผ่านกรณีศึกษา ประการที่สาม การเสริมสร้างทักษะปฏิบัติการพยาบาล โดยเฉพาะการเตรียมความพร้อมของผู้ป่วย การจัดการสิ่งแวดล้อมให้เอื้อต่อการตรวจ การระบุและจัดการปัญหาเฉพาะหน้า การพัฒนาทักษะในมิตินี้เน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง เพื่อแบ่งปันความรู้และประสบการณ์ เช่นกรณีผู้ป่วยที่มีความวิตกกังวลสูง ผู้ป่วยที่สับสน หรือผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อนทางการหายใจ และประการสุดท้าย การพัฒนาความสามารถด้านการสื่อสารและการทำงานเป็นทีมสหวิชาชีพ ผ่านกิจกรรมการจัดประชุมทีมสหวิชาชีพเกี่ยวกับแผนการรักษาและการพัฒนารูปแบบการรายงานผลที่เป็นมาตรฐานผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศของโรงพยาบาล

กระบวนการพัฒนาดังกล่าวไม่เพียงยกระดับความเชี่ยวชาญของพยาบาลในบริบทของผู้ป่วยแผลไหม้เท่านั้น แต่ยังสร้างรากฐานสำหรับการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะเหล่านี้ในการดูแลผู้ป่วยวิกฤตกลุ่มอื่น ๆ อันนำไปสู่การยกระดับมาตรฐานการปฏิบัติพยาบาลในด้านการจัดการทางโภชนาการอย่างมีหลักฐานเชิงประจักษ์ ในการให้การพยาบาลผู้ป่วยอย่างมีคุณภาพสูงสุด

### ข้อท้าทายและข้อจำกัด

การนำ Indirect calorimetry มาประยุกต์ใช้ในหอผู้ป่วย Burn Unit แม้จะส่งผลดีต่อคุณภาพการดูแล แต่ยังคงประสบข้อท้าทายและข้อจำกัดที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยสามารถจำแนกออกเป็นสามมิติหลัก ดังนี้

ประการแรก ข้อจำกัดด้านผู้ป่วย ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อความสำเร็จของการตรวจวัด ผู้ป่วยแผลไหม้มีลักษณะเฉพาะที่ซับซ้อนหลายประการ อาทิ ภาวะเจ็บปวดและวิตกกังวล ที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้ความร่วมมือตลอดระยะเวลาการตรวจ 20-30 นาที ภาวะสับสนที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการตรวจ ซึ่งมีผลกระทบต่อการนำเชื่อถือของข้อมูล ข้อกำหนดในการงดอาหารและน้ำเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมงก่อนการตรวจอาจขัดแย้งกับความต้องการทางโภชนาการของผู้ป่วย นอกจากนี้ภาวะแทรกซ้อนทางการแพทย์ เช่น Sepsis, Respiratory failure หรือ Hemodynamic instability อาจส่งผลต่อความแม่นยำ ข้อจำกัดทางระบบหายใจ โดยเฉพาะผู้ป่วยที่ต้องการ  $\text{FiO}_2$  สูงกว่าเกณฑ์การตรวจมาตรฐาน (มากกว่าร้อยละ 60) หรือไม่สามารถหยุดการใช้ออกซิเจนระหว่างการตรวจได้ ส่งผลให้ต้องเลื่อนหรือยกเลิกการประเมิน

ประการที่สอง ด้านบุคลากรพยาบาล ข้อจำกัดด้านอัตรากำลังพยาบาลที่มีความเชี่ยวชาญเพียงพอต่อการดำเนินการและการดูแลผู้ป่วยระหว่างการตรวจอย่างใกล้ชิด การขาดแนวปฏิบัติทางการพยาบาลที่เป็นมาตรฐานโดยเฉพาะเครื่องมือประเมินความพร้อมของผู้ป่วย ส่งผลให้การปฏิบัติงานขาดความสม่ำเสมอและอาจเกิดความคลาดเคลื่อน

และประการสุดท้าย ข้อจำกัดด้านอุปกรณ์และระบบที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและความต่อเนื่องของการให้บริการ ข้อจำกัดของอุปกรณ์ในการวัดผู้ป่วยบางกลุ่ม เช่น ผู้ที่ต้องการ Ventilatory support หรือมีเกณฑ์ทางคลินิกที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน ความจำเป็นในการพึ่งพานักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ดำเนินการตรวจ ส่งผลให้มีข้อจำกัดด้านความยืดหยุ่นของเวลา และความพร้อมใช้งาน ข้อจำกัดเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาแนวทางแก้ไขปัญหาแบบองค์รวมที่ครอบคลุมทั้งมิติทางคลินิก การบริหารจัดการ และการพัฒนาระบบสนับสนุนที่มีประสิทธิภาพ

### ข้อเสนอแนะและแนวทางในอนาคต

การนำ Indirect calorimetry ไปประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพต้องการการพัฒนาอย่างเป็นระบบในหลายมิติ โดยข้อเสนอแนะสามารถจำแนกออกเป็นสามด้านหลัก ดังนี้

ด้านการปฏิบัติการพยาบาลต้องมีการพัฒนาแนวปฏิบัติทางการพยาบาลที่ครอบคลุมและเป็นมาตรฐานโดยเฉพาะเครื่องมือประเมินความพร้อมของผู้ป่วย ที่มีความเฉพาะสำหรับผู้ป่วยแผลไหม้ การจัดทำ Clinical pathway ที่บูรณาการ Indirect calorimetry เข้ากับกระบวนการดูแลทางโภชนาการแบบองค์รวม ช่วยสร้างความต่อเนื่องและประสิทธิภาพการพยาบาล การสร้างระบบที่เลี้ยงเพื่อถ่ายทอดความเชี่ยวชาญอย่างต่อเนื่อง

ด้านการศึกษาควรมีการบูรณาการความรู้เกี่ยวกับ Indirect calorimetry เข้าสู่หลักสูตรการพยาบาลเฉพาะทางผู้ป่วยแผลไหม้ โดยเน้นการเรียนรู้แบบผ่านกรณีศึกษาและการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการจัดทำแผนพัฒนารายบุคคลที่เน้นการพัฒนาความเชี่ยวชาญด้านการประเมินทางโภชนาการขั้นสูง

ด้านการวิจัย จำเป็นต้องมีการส่งเสริมการวิจัยเชิงประจักษ์ในหลายมิติ อาทิ การศึกษาเพื่อพัฒนาและทดสอบความตรงของเครื่องมือประเมินความพร้อมของผู้ป่วยแผลไหม้ การวิจัยเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Indirect calorimetry กับวิธีการประเมินอื่น ๆ ในด้านผลลัพธ์ทางคลินิก เช่น อัตราการรอดชีวิต ระยะเวลาการรักษา และอัตราการติดเชื้อ การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแม่นยำของการวัดในบริบทของผู้ป่วยแผลไหม้โดยเฉพาะ ส่งเสริมให้พยาบาลมีส่วนร่วมในการวิจัยและการเผยแพร่ผลงานในวารสารวิชาการระดับชาติ จะช่วยสร้างองค์ความรู้และยกระดับความน่าเชื่อถือของวิชาชีพพยาบาลในด้านการจัดการทางโภชนาการขั้นสูง

## สรุป

การนำ Indirect calorimetry มาใช้ในการประเมินภาวะโภชนาการผู้ป่วยแผลไหม้ได้เปลี่ยนแปลงบทบาทของพยาบาลจากการเป็นผู้ให้การดูแลทั่วไปสู่การเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินทางโภชนาการที่มีความรู้และทักษะเฉพาะทาง ประสบการณ์จากหอผู้ป่วยอุบัติเหตุ 4 (Burn Unit) โรงพยาบาลศิริราชในช่วง 2 ปีที่ผ่านมา แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของบทบาทพยาบาลในทุกขั้นตอนของกระบวนการ Indirect calorimetry อย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การประเมินและเตรียมความพร้อมของผู้ป่วย การดูแลระหว่างการตรวจ จนถึง ประสานงาน การรายงานผลและการสื่อสารกับทีมสหวิชาชีพ ส่งผลให้การวัด Indirect calorimetry มีความแม่นยำสูงนำไปสู่การปรับแผนโภชนาบำบัดที่เหมาะสมเฉพาะราย ป้องกันภาวะแทรกซ้อน และส่งเสริมการหายของแผล แสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ากับการปฏิบัติการพยาบาลที่เป็นเลิศและการทำงานเป็นทีมสหวิชาชีพอย่างเป็นระบบ แม้จะเผชิญข้อท้าทายด้านเทคนิค ปัจจัยผู้ป่วย และทรัพยากร แต่การดำเนินงานอย่างเป็นระบบของพยาบาลได้พิสูจน์ให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมในการยกระดับคุณภาพการดูแลผ่านกระบวนการพัฒนาความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง การจัดทำแผนการรักษาตามมาตรฐานการฝึกอบรมบุคลากรอย่างต่อเนื่องและการสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างสหสาขาวิชาชีพ ซึ่งส่งผลให้เกิดการปรับปรุงผลลัพธ์ทางคลินิกและความพึงพอใจของผู้ป่วย การผสมผสานเทคโนโลยีใหม่ เช่น Artificial Intelligence ในอนาคตจะเสริมศักยภาพการปฏิบัติการพยาบาลให้ทรงพลังยิ่งขึ้น ดังนั้น การพัฒนาขีดความสามารถของพยาบาลให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจึงเป็นกุญแจสำคัญในการให้การพยาบาลที่เป็นเลิศและมีประสิทธิภาพสูงสุดแก่ผู้ป่วยแผลไหม้

## เอกสารอ้างอิง

1. American Burn Association. (2024). Burn incidence fact sheet [Fact sheet]. <https://ameriburn.org/resources/burn-incidence-fact-sheet/>
2. ชุมชนนักปฏิบัติการพยาบาลผู้ป่วยแผลไหม้แห่งประเทศไทย. รายงานผู้ป่วยแผลไหม้ประจำปีงบประมาณ 2567. Thai J Burn and Wound Healing. 2025;9(1):2-6.
3. Williams, F. N., & Herndon, D. N. Metabolic and endocrine considerations after burn injury. Clin Plastic Surg. 2017;44(3):541-553.
4. Profile and Factors Influencing Resting Energy Expenditure in Adult Burn Patients. Burns & Trauma. 2020;8:1-10.
5. Wang Y, Jiang J, Liu M, Liu H, Shen T, Yang J, et al. Estimates of resting energy expenditure using predictive equations in adults with severe burns: a systematic review and meta-analysis. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2024;48:267-274.
6. Clark A, Imran J, Madni T, Wolf SE. Nutrition and metabolism in burn patients. Burns Trauma. 2017;5:11.
7. De Waele E, van Zanten ARH. Routine use of indirect calorimetry in critically ill patients: pros and cons. Crit Care. 2022;26:123.
8. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. Clin Nutr. 2019;38:48-79.
9. Oshima T, Berger MM, De Waele E, Guttormsen AB, Heidegger CP, Hiesmayr M, et al. Indirect calorimetry in nutritional therapy. A position paper by the ICALIC study group. Clin Nutr. 2017;36:651-662.
10. Watanabe S, Izumino H, Takatani Y, Tsutsumi R, Suzuki T, Tatsumi H, et al. Effects of Energy Delivery Guided by Indirect Calorimetry in Critically Ill Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients. 2024;16:1452.
11. Occhiali E, Bernard B, Fraboulet M, Achamrah N, Clavier T. An evaluation of intensive care nurses' performance of indirect calorimetry measurements. Nurs Crit Care. 2024;29:307-312.
- Van Den Berg GH, Huisman-de Waal G, Vermeulen H, Kruseman AC. Factors influencing the delivery of nutritional care by nurses for hospitalised medical patients with malnutrition; a qualitative study. J Clin Nurs. 2023;32:2487-2498.
12. Van Den Berg GH, Huisman-de Waal G, Vermeulen H, Kruseman AC. Factors influencing the delivery of nutritional care by nurses for hospitalised medical patients with malnutrition; a qualitative study. J Clin Nurs. 2023;32:2487-2498.
13. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in adult critically ill patients. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2016;40:159-211.
14. Stanojic M, Abdullahi A, Rehou S, Parousis A, Jeschke MG. Pathophysiological Response to Burn Injury in Adults. Ann Surg. 2018;267:576-584.
15. Jeschke, M. G., et al. Pathophysiological response to burn injury in adults. Ann Surg. 2018;267(3):576-585.
16. Abdullahi A, Jeschke MG. Taming the Flames: Targeting White Adipose Tissue Browning in Hypermetabolic Conditions. Endocr Rev. 2017;38:538-549.
17. Knuth CM, Ricciuti Z, Barayan D, Rehou S, Jeschke MG. Mapping the Hypermetabolic Response in Burn Patients. J Burn Care Res. 2022;43:S30.
18. Porter C, Tompkins RG, Finnerty CC, Sidossis LS, Suman OE, Herndon DN. The metabolic stress response to burn trauma: current understanding and therapies. Lancet. 2016;388:1417-1426.
19. Achamrah N, Delsoglio M, De Waele E, Berger MM, Pichard C. Indirect calorimetry: the 6 main issues. Clin Nutr. 2021;40:4-14.

20. Uhl S, Aerts O, Bouzit N, Klingler E, Genton L, Pichard C. Hospital malnutrition: It was, is now, and will remain a problem. *Clin Nutr.* 2021;40:4090-4101.
21. Roberts S, Chaboyer W, Hopper Z, Marshall AP. Using technology to promote patient engagement in nutrition care: A feasibility study. *Nutrients.* 2021;13:314.
22. Richards DA, Hilli A, Pentecost C, Goodwin VA, Frost J. Fundamental nursing care: A systematic review of the evidence on the effect of nursing care interventions for nutrition, elimination, mobility and hygiene. *J Clin Nurs.* 2018;27:2179-2188.
23. Xi P, Kaifa W, Yong Z, Hong Y, Chao W, Lijuan S, et al. Establishment and Assessment of New Formulas for Energy Consumption Estimation in Adult Burn Patients. *PLoS ONE.* 2014;9(10):e110409.