

ผลของการใช้วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลสต่อการหายของแผลเรื้อรังหายยาก

Effect of Biocellulose Wound Dressing on Healing of Hard-to-Heal Wounds

จรัสพรพร วงศ์วิเศษกาญจน์¹ ณัฐมา ทองจิระธรรม^{*2} นราทร โสภณประภากรณ¹ อนัญญารักษ์ เทียงธรรม¹ สุธี พานิชกุล¹

Jaraspas Wongviseskarn¹ Natma Thongteratham^{*2} Narathorn Soponprapakorn¹

Ananyaran Teingtham¹ Suthee Panichkul¹

¹โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย 10300

¹Phramongkutklao Hospital, Bangkok, Thailand 10300

²คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย 10700

²Faculty of Nursing, Mahidol University, Bangkok, Thailand 10700

บทคัดย่อ

นวัตกรรมเพื่อส่งเสริมการหายของแผลเรื้อรังหายยากด้วยการใช้วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลส เป็นภารกิจท้าทายสำหรับการปฏิบัติการพยาบาลยุคใหม่ วัตถุประสงค์การวิจัยนี้ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบขนาดพื้นที่แผลเรื้อรังหายยากหลังการใช้วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลส กลุ่มตัวอย่างคือ แผลเรื้อรังหายยาก 20 แผล ณ คลินิกดูแลแผลเรื้อรังหายยากด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง (Advance Wound Care Clinic) โรงพยาบาลทหารระดับตติยภูมิ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) แนวปฏิบัติการดูแลแผลเรื้อรังหายยากโดยการใช้วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลส 2) แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล 3) แบบบันทึกวิธีการทำแผลเรื้อรังหายยากโดยการใช้วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลส 4) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประมวลผลขนาดพื้นที่แผลเรื้อรังหายยากภาพผ่านบนจอมือถือ (Tissue Analytic Platform) ผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่แผลเรื้อรังหายยาก ระหว่างสัปดาห์แรกกับสัปดาห์ที่ 2, 3, และ 4 หลังการใช้วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลส พบขนาดพื้นที่แผลเล็กลงตามลำดับ (mean difference = -0.65, -0.62, และ -2.40) ตลอดจนพบความแตกต่างของขนาดพื้นที่แผลเรื้อรังหายยากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างสัปดาห์แรกกับสัปดาห์ที่ 4 ($t = -2.90$, $p < .01$) โดยไม่พบภาวะแทรกซ้อนและอาการแพ้ใดๆ ซึ่งการหายของแผลเป็นลักษณะแผลแดงดี มีความชุ่มชื้น เนื้อตายที่ต้องตัดแต่งลดลง และโดยรวมแผลดีขึ้นและขนาดพื้นที่เล็กลง ดังนั้นการใช้วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลส มีผลส่งเสริมการหายของแผลเรื้อรังหายยากได้

คำสำคัญ: วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลส แผลเรื้อรังหายยาก การหายของแผล นวัตกรรม

Abstract

A biocellulose as updated wound dressings is an innovation that has challenged the mission of modern nursing practice to enhance the healing of a chronic hard-to-heal wound. This research aimed to compare the area of chronic hard-to-heal wounds after applying biocellulose wound dressing. The 20 hard-to-heal wounds had cared for at an advanced wound care clinic, one tertiary military hospital, Bangkok, Thailand. Research instruments consisted of 1) a protocol of wound care with biocellulose wound dressing 2) a personal case record form 3) a case record form of hard-to-heal wound characteristics and wound dressing techniques 4) a computer program for image analysis of intractable chronic hard-to-heal wound through mobile

Corresponding Author: *Email: natma.the@mahidol.ac.th

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

วันที่รับ (received) 22 เม.ย. 2565 วันที่แก้ไขสำเร็จ (revised) 29 ก.ค. 2565 วันที่ตอบรับ (accepted) 31 ก.ค. 2565

ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2565
Vol. 23 No.2 May - August 2022

phone screen to assess wound size (Tissue Analytic Platform). The results revealed that compared average size of the chronic hard-to-heal wound between 1st week and 2nd, 3rd, and 4th week after applying biocellulose wound dressing, wound size was smaller (mean difference = -0.65, -0.62, and -2.40), respectively. In addition, average wound size was statistically significant differences ($t = -2.90$, $p < .05$) without any complications and allergic reactions. The better wound healing show reddish wound, more moisture, little necrotic tissue and in overall the wounds size were shallower and smaller. In sum, biocellulose wound dressings ought to be an effective wound dressing for hard-to-heal wounds.

Keywords: biocellulose wound dressing, hard-to-heal wound, wound healing, innovation

บทนำ

แผลเรื้อรังหายยากโดยเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยสูงอายุ พบว่ามีระยะเวลาหายของแผลยาวนาน บางรายนานเป็นปี หรือ 3-4 ปี¹⁻⁴ ปัจจัยที่มีผลต่อการหายของแผลเรื้อรังหายยาก ได้แก่ โรคประจำตัวที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือด ปัจจัยทางจิตวิทยา ขนาดและความลึกแผล ตำแหน่งแผล สภาวะพื้นแผลที่อาจเกิด Biofilm หรือสภาพเนื้อตาย ตลอดจนภาวะติดเชื้อ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการรักษา เป็นต้น¹⁻⁴ ในปัจจุบันการรักษาแผลเรื้อรังหายยากได้นำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาส่งเสริมปรับสภาวะแวดล้อมเพื่อส่งเสริมการหายของแผลเรื้อรังหายยาก¹⁻⁷ ซึ่งเทคโนโลยีใหม่ที่น่าสนใจคือ การใช้วัสดุปิดแผลส่งเสริมการหายของแผล¹⁻⁹ ซึ่งมีอยู่หลากหลายชนิดและแตกต่างกันในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามเพื่อมุ่งเป้าประสงค์ต่อการหายของแผลเรื้อรังหายยาก การจัดการกับปัจจัยรบกวนการหายของแผลนับเป็นความท้าทายสำคัญของทีมผู้ดูแลแผลดังกล่าว เช่น การกำจัดเนื้อตาย หรือ Biofilm ที่ขัดขวางการทำงานของ Antiseptic ต่างๆ หรือเนื้อตายที่ขัดขวางการงอกใหม่ของเนื้อเยื่อ เป็นต้น¹⁻⁴ ภายใต้ข้อจำกัดของการเลือกใช้เวชภัณฑ์หรือวัสดุปิดแผลที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศที่ปัจจุบันพบว่ามีหลากหลายชนิดมาก^{3,5-8} ในเรื่องของราคาแพง^{3,5-8} ไม่สามารถเบิกตามสิทธิการรักษาได้^{3,5} ไม่แพร่หลายมีเฉพาะโรงพยาบาลขนาดใหญ่³ จึงส่งผลให้การเข้าถึงเวชภัณฑ์ต่าง ๆ มีอย่างจำกัด^{3,5-8} ดังนั้นจากผลกระทบดังกล่าว ทีมวิจัยและพัฒนานวัตกรรมของบริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน) จึงได้คิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุปิดแผลชนิดใหม่จากไบโอเซลลูโลส (Biocellulose) อันเป็นนวัตกรรมเพื่อส่งเสริมการหายของแผลเรื้อรังหายยาก เพิ่มคุณภาพการดูแลผู้ป่วยกลุ่มนี้ภายในประเทศ ตลอดจนเพิ่มทางเลือกในการเข้าถึงเวชภัณฑ์วัสดุปิดแผลชนิดที่มีประสิทธิภาพต่อการหายของแผลเรื้อรังหายยาก

สำหรับผู้ป่วยไทยต่อไป⁹

ไบโอเซลลูโลส (Biocellulose) คือ เซลลูโลสบริสุทธิ์ที่ผลิตจากจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรีย มีโครงสร้างทางเคมีคล้ายเซลลูโลสจากพืช เช่น ฝ้าย หรือ นุ่น แต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยที่เล็กกว่าประมาณ 1,000 เท่าด้วยขนาดเส้นใยที่เล็กมาก ส่งผลให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสสูง จึงดูดซับน้ำได้มาก^{1-2,5-17} ดังนั้น ผลิตภัณฑ์จากไบโอเซลลูโลสมักจะอยู่ในรูปแผ่นเจลสามารถแนบติดกับความโค้งของแผลหรือส่วนที่มีการเคลื่อนไหวได้ดีโดยไม่เกิดความปวดแผล⁵⁻¹⁷ สามารถดูดซับน้ำเหลืองและของเหลวที่ซึมออกจากแผลได้เพิ่มขึ้น¹⁴⁻¹⁷ สามารถคงสภาวะความชุ่มชื้นที่เหมาะสมให้แก่แผล¹³⁻¹⁷ ไม่ทำลายเนื้อเยื่อและไม่เกิดความเจ็บปวดขณะลอกแผ่นปิดแผลออก⁵⁻¹⁶ ลดการเกิดแผลเป็น¹⁵⁻¹⁷ ลดความถี่ในการทำแผล⁵⁻¹⁷ ป้องกันการติดเชื้อจากแบคทีเรียภายนอก และไม่เป็นพิษต่อเซลล์ร่างกาย⁵⁻¹⁷ จากผลการศึกษาของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ไบโอเซลลูโลส เพื่อพัฒนาเป็นวัสดุปิดแผลให้ประสิทธิภาพทางบวกและส่งเสริมการหายของแผลเรื้อรังหายยาก⁹

งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศสนับสนุนการใช้วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลส (Biocellulose Wound Dressing: BWD) สำหรับการรักษาแผลเรื้อรังหายยาก เช่น แผลกดทับ แผลไฟไหม้ แผลที่มีเนื้อตาย เป็นต้น⁵⁻¹⁷ อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทยในการใช้วัสดุปิดแผล BWD ยังมีการศึกษาวิจัยและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องจำนวนจำกัด^{3,5,7-11} โดยเฉพาะยังไม่พบการทดสอบการใช้งานระดับคลินิกเพื่อประเมินประสิทธิภาพในผู้ป่วยไทยแผลเรื้อรังหายยากต่อการหายของแผล ตลอดจนศึกษาถึงผลข้างเคียง ภาวะแทรกซ้อน (การหายของแผลลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4) และอาการแพ้หลังการใช้วัสดุปิดแผล BWD ว่าเกิดหรือไม่และอย่างไร ดังนั้นจึงกำหนดเป็น

วัตถุประสงค์การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลของการใช้วัสดุปิดแผล BWD ต่อการหายของแผลเรื้อรังหายยาก โดยทีมผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญและเพื่อนำผลการศึกษาไปต่อยอดพัฒนารูปแบบการดูแลแผลเรื้อรังหายยากที่มีประสิทธิภาพในผู้ป่วยไทยต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ของแผลเรื้อรังหายยากก่อนและหลังการใช้วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลส (Biocellulose Wound Dressing: BWD) ระยะเวลา 4 สัปดาห์ และศึกษาภาวะแทรกซ้อนและอาการแพ้หลังการใช้ BWD

คำถามการวิจัย

การใช้วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลส (Biocellulose Wound Dressing: BWD) มีผลต่อการหายของแผลเรื้อรังหายยากหรือไม่

สมมติฐานการวิจัย

พื้นที่ของแผลเรื้อรังหายยากมีขนาดเล็กลงหลังการใช้วัสดุปิดแผลไบโอเซลลูโลส (Biocellulose Wound Dressing: BWD)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการศึกษานี้ ประยุกต์จากแนวคิดทางพยาธิสรีรวิทยาการหายของแผลประกอบกับแนวคิดกระบวนการทางเมตาบอลิซึมในการสังเคราะห์เส้นใยเซลลูโลสผลิตโดยแบคทีเรียชนิด “Acetobacter xylinum” ร่วมกับการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง⁵⁻¹⁷ อธิบายได้ว่า เมื่อเกิดแผลเปิดหรือการบาดเจ็บสูญเสียเซลล์ผิวหนังด้านนอกออกไป ส่งผลเกิดการรั่วไหลของเหลวโปรตีนจากเซลล์ออกสู่ภายนอกสะสมบริเวณแผลตลอดเวลา (Wound Exudate) ร่วมกับเซลล์เนื้อเยื่อแผลที่ตาย ทั้งสองส่วนกลายเป็นแหล่งอาหารสำคัญของเชื้อจุลินทรีย์ (Microorganism) เมื่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น เกินกว่าระบบภูมิคุ้มกันร่างกายด้านทานจัดการได้ ดำเนินเข้าสู่การเกิด “แผลติดเชื้อ/แผลอักเสบ” ดังนั้นจากกระบวนการหายของแผล (Wound Healing Process) แบ่งเป็น 4 ระยะ ประกอบด้วย 1) ระยะห้ามเลือด (Homeostasis Phase) เป็นกลไกการห้ามเลือดบริเวณบาดแผลที่เกิดขึ้นทันที เพื่อป้องกันการสูญเสียเลือดของร่างกาย

2) ระยะการอักเสบ (Inflammatory Phase) ขั้นตอนสำคัญเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันป้องกันการติดเชื้อจุลินทรีย์ โดยการที่เซลล์เม็ดเลือดขาวแบบ Phagocytosis ร่วมกับการที่เซลล์เม็ดเลือดขาวสร้าง Enzyme และ Oxygen-Derived Free Radical Species: ROS) ปล่อยออกมา และหลั่งสาร Tissue Growth Factor (TGF) ไปกระตุ้นการสร้างเซลล์เนื้อเยื่อใหม่/ซ่อมแซมแผล ตามด้วยการหลั่งสาร Interleukin-1 (IL-1) ที่ควบคุมคอลลาเจนเพื่อการสร้างเซลล์ใหม่ที่เหมาะสม 3) ระยะการแบ่งเซลล์และการสร้างเนื้อเยื่อ (Proliferation Phase) 4) ระยะการสร้างความแข็งแรง (Remodeling Phase) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวต้องเกิดภายใต้สภาวะที่เหมาะสมและส่งเสริมการเจริญเติบโตและการซ่อมแซมเซลล์แผล ขณะเดียวกันควรเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมและไม่สนับสนุนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีของแผลเรื้อรังหายยากที่ต้องการการดูแลแบบเฉพาะและต่อเนื่อง ดังนั้นการใช้วัสดุปิดแผล BWD ในแผลเรื้อรังหายยาก เพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมที่ส่งเสริมการหายของแผลดังกล่าวมา จึงนับเป็นนวัตกรรมส่งเสริมการหายของแผลที่เป็นประโยชน์^{1-2,5-17} จากโครงสร้างทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยเซลลูโลสที่พัฒนามาจากแบคทีเรีย โครงสร้างเส้นใยเชื่อมต่อกันเป็นลักษณะร่างแหสามมิติ มีรูพรุนภายในจำนวนมากส่งผลให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสสูง สามารถดูดซับน้ำได้สูงกว่า 200 เท่าของน้ำหนัก มีความยืดหยุ่น ความแข็งแรงสูงในสภาพเปียก และความโปร่งใสสามารถมองเห็นแผลใต้ที่กันแผลได้ดี ตลอดจนสามารถแนบติดกับแผลที่มีลักษณะไม่เรียบ ขรุขระ โค้งเว้า ลึก ซึ่งล้วนเป็นคุณสมบัติที่ดีและโดดเด่นเหนือกว่าเส้นใยอื่นๆ⁵⁻¹⁷

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง ชนิด One group pre-posttest design

ประชากร คือ แผลเรื้อรังหายยากที่มารับการดูแลรักษา ณ คลินิกดูแลแผลเรื้อรังหายยากด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง (Advance Wound Care Clinic) โรงพยาบาลทหารระดับตติยภูมิแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2563 ถึง เดือนกรกฎาคม 2564

กลุ่มตัวอย่าง คือ แผลเรื้อรังหายยากที่มารับการดูแลรักษา จำนวน 20 แผล ณ คลินิกดูแลแผลเรื้อรังหายยากด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง (Advance Wound Care Clinic) โรงพยาบาลทหารระดับตติยภูมิแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion Criteria)

1. ผู้ป่วยอายุมากกว่า 18 ปีบริบูรณ์
2. (ถ้ามี) ประวัติโรคประจำตัวต่างๆ ต้องได้รับการรักษาและควบคุมอยู่ในเกณฑ์ปกติ
3. ผล Tissue Culture น้อยกว่า $\leq 10^5$ cells
4. แผลมี Necrotic Tissue $\leq 20\%$ หรือมี Slough $\leq 50\%$ ของขนาดพื้นที่แผล
5. หากผู้ป่วยได้รับยาต้านการแข็งตัวของเกล็ดเลือดหรือยาละลายลิ่มเลือด ต้องมี INR ≤ 2.5 (กรณีต้องทำการหัตถการในการตัดเนื้อตาย INR ≤ 1.5)

เกณฑ์การคัดออกกลุ่มตัวอย่าง (Exclusion Criteria)

1. แผลมี Necrotic Tissue ชนิดแข็งปกคลุมมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80
2. ผู้ป่วยมีภาวะติดเชื้อเข้าสู่กระแสเลือด
3. ผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันผิดปกติ
4. ผู้ป่วยที่มีการใช้ Systemic Steroid
5. ผู้ป่วยที่มีประวัติการแพ้ Cellulose

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัย กรมแพทย์ทหารบก กระทรวงกลาโหม เลขที่ IRBRTA 1167/2563 รหัสโครงการ: N014h/62 ณ วันที่ 19 สิงหาคม 2563

เครื่องมือในการวิจัยและคุณภาพของเครื่องมือ
ประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1) แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุปัจจุบัน (ปี) โรคประจำตัว

2.2) แบบบันทึกแผลและลักษณะการทำแผลเรื้อรังหายยาก ประกอบด้วย ชนิดแผล ตำแหน่งแผล วัตถุประสงค์การใช้วัสดุปิดแผล BWD การใช้ Antimicrobial Drug การใช้ Adjunctive Therapy และภาวะแทรกซ้อน (การหายของแผลลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4) และอาการแพ้หลังการใช้วัสดุปิดแผล BWD

2.3) โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการบันทึกและวัดขนาดแผลโดยวิธีการประมวลผลภาพแผลเรื้อรังหายยากผ่านภาพถ่ายบนจอมือถือ (Tissue Analytics Platform: TA) 18 โปรแกรม TA เริ่มปี ค.ศ. 2014 วัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความแม่นยำของการวัดขนาดแผลมากขึ้น เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มาแทนที่การวัดแผลด้วยมนุษย์ โดยการใช้การแปลผลอัตโนมัติผ่านทางภาพถ่ายแผลจากโทรศัพท์มือถือ ร่วมกับเทคโนโลยีการอ่านผลภาพถ่ายด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป แสดงผลเป็นขนาดแผลอย่างแม่นยำ เป็นการใช้อัลกอริทึมที่ซับซ้อนและโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์รูปแบบจากฐานข้อมูลบาดแผลขนาดต่างๆ TA ได้พัฒนางานการจัดทำแบบบันทึก เอกสารการติดตาม และการวิเคราะห์แผลอัตโนมัติ แม่นยำ รวดเร็ว สะดวก และมีประสิทธิภาพ ซึ่งเทคโนโลยีการวัดขนาดแผลนี้ ช่วยประหยัดเวลาของบุคลากรทางการแพทย์ และมีค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือตามมาตรฐานอุตสาหกรรมสากลรับรองของผู้ผลิต¹⁸

ส่วนที่ 2. แนวปฏิบัติการทำแผลเรื้อรังหายยากและการใช้วัสดุปิดแผล BWD

ที่มาของแนวคิดการพัฒนาแนวปฏิบัตินี้พัฒนาจากแนวปฏิบัติดูแลแผลเรื้อรังหายยากของคลินิกดูแลแผลเรื้อรังหายยากด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง (Advance Wound Care Clinic) ร่วมกับการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำแผลเรื้อรังหายยากและการใช้วัสดุปิดแผล BWD⁵⁻¹⁷ ดังแสดงนี้

วิธีการทำแผล

1. ล้างแผลด้วย Povidone Iodine Scrub ทำความสะอาดด้วย Normal Saline Solution (0.9%NSS) (ยกเว้นรายที่มี Granulation เต็มแผล หรือมีประวัติแพ้อาหารทะเล ให้งดการใช้ Povidone Iodine Scrub)

2. สุ่มเลือกวัสดุในการทำแผล

- 2.1 แพ้แผลด้วย Polyhexanide (PHMB) Solution 10 นาที + Polyhexanide (PHMB) Gel + BWD
- 2.2 แพ้แผลด้วย Polyhexanide (PHMB) Solution 10 นาที + Hypochlorous Acid Gel + BWD
- 2.3 แพ้แผลด้วย Polyhexanide (PHMB) Solution 10 นาที + Povidone Iodine Ointment + BWD
- 2.4 แพ้แผลด้วย Polyhexanide (PHMB) Solution 10 นาที + Silver Sulfadiazine with Zinc + BWD
- 2.5 แพ้แผลด้วย Polyhexanide (PHMB) Solution 10 นาที + Cadexomer with Iodine + BWD

3. สุ่มการใช้ adjunctive therapy

- 3.1 Topical Oxygen Therapy (Hemoglobin Spray)
 - 3.2 Cold Plasma (Bioplasma) 20 นาที
 - 3.3 Cold Plasma (Bioplasma) 20 นาที + Compression Therapy
 - 3.4 Cold Plasma (Bioplasma) 20 นาที + Topical Oxygen Therapy (Hemoglobin Spray)
 - 3.5 Cold Plasma (Bioplasma) 20 นาที + Infrared 20 นาที + Compression Therapy
- (หมายเหตุ: Compression Therapy ใช้เฉพาะแผล Leg Ulcer ที่สามารถพันขาข้างที่มีแผลได้เท่านั้น)

การทดสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การหาความตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) ของเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ประกอบด้วย 1) แนวปฏิบัติการดูแลแผลเรื้อรังหายยากโดยใช้วัสดุปิดแผล BWD 2) แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล 3) แบบบันทึกลักษณะและวิธีการทำแผลเรื้อรังหายยาก แบบประเมินทั้งหมดผ่านการตรวจความตรงตามเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในด้านการดูแลแผล/แผลเรื้อรังหายยาก ประกอบด้วย พยาบาลผู้มีประสบการณ์ด้านการดูแลแผลเรื้อรังหายยากมากกว่า 5 ปี จำนวน 2 ท่าน อาจารย์พยาบาลผู้มีประสบการณ์ด้านการดูแลทางศัลยกรรมมากกว่า 5 ปี จำนวน 1 ท่าน และแพทย์ผู้มีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 5 ปี จำนวน 2 ท่าน แบบประเมินทุกชุดมีค่า CVI เท่ากับ 0.98 จากนั้นผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิไปปรับปรุงแก้ไขทั้งหมด ส่วนการหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย (Reliability) เนื่องจากเครื่องมือทั้งหมดเป็นแบบบันทึกข้อมูล ไม่มีแบบวัดที่เป็น Psychometric measurement จึงไม่มีการหาค่าความเชื่อมั่น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทีมผู้วิจัยดำเนินการเก็บกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว จำนวน 20 แผล ซึ่งเป็นผู้ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้ากลุ่มตัวอย่าง

การดำเนินการ ดังนี้ ทีมผู้วิจัยให้ข้อมูลแก่กลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับแนวปฏิบัติการดูแลแผลเรื้อรังหายยากโดยใช้วัสดุปิดแผล BWD เมื่อกลุ่มตัวอย่างให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย จากนั้นจึงนำกลุ่มตัวอย่างเพื่อเริ่มเข้ารับการดูแลตามแนวปฏิบัติการดูแลแผลเรื้อรังหายยากโดยใช้วัสดุปิดแผล BWD เป็นระยะเวลาต่อเนื่องกัน 4 สัปดาห์ โดยขอความร่วมมือกลุ่มตัวอย่างในการประเมินผลทุกสัปดาห์ๆละครั้ง ประกอบด้วย ขนาดพื้นที่แผล ภาวะแทรกซ้อน (การหายของแผลลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4) และอาการแพ้หลังการใช้วัสดุปิดแผล BWD) พร้อมทั้งแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบว่าสิ้นสุดการทดลองและขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่าง ทีมผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของการบันทึกข้อมูลก่อนนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติตามวัตถุประสงค์วิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ซึ่งข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ผลของการใช้วัสดุปิด BWD ต่อการหายของแผลเรื้อรังหายยากด้วยการเปรียบเทียบขนาดพื้นที่แผลเรื้อรังหายยากระหว่างสัปดาห์แรกกับสัปดาห์ที่ 2, 3, และ 4 โดยใช้สถิติเชิงวิเคราะห์ paired t-test หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(Standard Deviation) และกำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของผู้ป่วยแผลเรื้อรังหายยาก (n = 20)

ลักษณะทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ (Gender)		
หญิง	7	35.0
ชาย	13	65.0
อายุ (Age) (ปี) Min-Max = 23-92, Mean(SD) = 56.75(20.56)		
20-40	5	29.4
41-60	4	23.6
> 61	11	47.0
โรคประจำตัว (Comorbidity)		
None	10	50.0
Dyslipidemia	1	5.0
Hypertension, Dyslipidemia	3	15.0
Hypertension, Dyslipidemia, Chronic Heart Disease	1	5.0
Hypertension, Dyslipidemia, Diabetes	2	10.0
Hypertension, Dyslipidemia, Chronic Heart Disease, Diabetes	2	10.0
Hypertension, Ischemic Heart Disease, Old Cerebrovascular Accident, Benign Prostatic Hyperplasia	1	5.0

กลุ่มตัวอย่างอายุเฉลี่ย 56.75 ปี (SD. = 20.56) ช่วงอายุระหว่าง 23-92 ปี ส่วนใหญ่เพศชาย (n = 13, ร้อยละ 65.0) ส่วนใหญ่มีโรคประจำตัวตั้งแต่หนึ่งโรคขึ้นไป (n = 10, ร้อยละ 50.0) ตามลำดับ (ดังแสดงตารางที่ 1)

ตารางที่ 2 ลักษณะการทำแผลเรื้อรังหายยากโดยการใช้วัสดุปิดแผล BWD (n = 20)

ลักษณะการทำแผล	จำนวน (แผล)	ร้อยละ
ชนิดแผล (Wound types)		
Burn	1	5.0
Infected Wound	4	20.0
Vascular Ulcer	4	20.0
Pressure Injury	11	55.0
ตำแหน่งแผล (Wound Sites)		
Nose	1	5.0
Right Foot	1	5.0
Right Malleolus	1	5.0
Left Heel	1	5.0
Left Thigh	1	5.0

Right Leg	6	30.0
Sacrum	9	45.0
วัตถุประสงค์การใช้ BWD		
1. Autolytic Debridement		
2. Moisture	1	5.0
1. Moisture		
2. Prevention Hypergranulate	1	5.0
1. Autolytic Debridement		
2. Moisture		
3. Prevention Hypergranulate	2	10.0
1. Moisture		
2. Temperature Control		
3. Prevention Hypergranulate	2	10.0
1. Autolytic Debridement		
2. Moisture		
3. Temperature Control	3	15.0
1. Autolytic Debridement		
2. Moisture		
3. Temperature Control		
4. Prevention Hypergranulate	11	55.0
การใช้ Antimicrobial Products		
1) Povidone Iodine Scrub		
2) Silver Sulfadiazine with Zinc	1	5.0
1) Povidone Iodine Scrub		
2) Polyhexanide (PHMB) Solution		
3) Hypochlorous Acid Gel	1	5.0
1) Povidone Iodine Scrub		
2) Cadexomer with Iodine Powder	2	10.0
1) Polyhexanide (PHMB) Solution		
2) Polyhexanide (PHMB) Gel	5	25.0
1) Povidone Iodine Scrub		
2) Polyhexanide (PHMB) Solution		
3) Polyhexanide (PHMB) Gel	11	55.0
การใช้ Adjunctive therapy		
Topical Oxygen Therapy (Hemoglobin Spray)	8	40.0
Cold Plasma (Bioplasma)	6	30.0
Cold Plasma (Bioplasma) + Compression Therapy	1	5.0
Cold Plasma (Bioplasma) + Topical Oxygen Therapy	3	15.0
Cold Plasma (Bioplasma) + Infrared + Compression Therapy	2	10.0
Complications/Allergy		
Allergy (Skin)	ไม่มี	ไม่มี
Wound Worse Down at 2 nd - 4 th week	ไม่มี	ไม่มี

ชนิดแผลเรื้อรังหายยากประกอบด้วย Pressure Injury (n = 11, ร้อยละ 55.0) Infected Wound (n = 4, ร้อยละ 20.0) และ Vascular Ulcer (n = 4, ร้อยละ 20.0) ตำแหน่งแผลเรื้อรังหายยากพบมากที่สุด บริเวณก้นกบ (n = 9, ร้อยละ 45.0) และขาขวา (n = 6, ร้อยละ 30.0) วัตถุประสงค์การใช้วัสดุปิดแผล BWD ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ 1. Autolytic Debridement (การกำจัดเนื้อตายด้วยกระบวนการของแผลเอง) 2. Moisture (ความชื้นที่พอเหมาะต่อการหายของแผล) 3. Temperature Control (การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการหายของแผล) และ 4. Prevention Hypergranulate (ป้องกันการเจริญเติบโตเกินขอบแผลของเนื้อเยื่อ) ซึ่งวัตถุประสงค์การใช้มากที่สุดคือ ใช้ทั้ง

4 วัตถุประสงค์ (n = 11, ร้อยละ 55.0) และ Antimicrobial Drug (ยาต้านจุลชีพ) ที่ใช้ร่วมกับการใช้วัสดุปิดแผล BWD มากที่สุดคือ 1) Povidone Iodine scrub 2) Polyhexanide (PHMB) Solution และ 3) Polyhexanide (PHMB) Gel (n = 11, ร้อยละ 55.0) ตลอดจน Adjunctive Therapy ที่ใช้ร่วมกับการใช้วัสดุปิดแผล BWD มากที่สุดคือ Topical Oxygen Therapy (Hemoglobin Spray) อย่างเดียว (n = 8, ร้อยละ 40.0) และรองลงมาคือ Cold Plasma (Bioplasma) อย่างเดียว (n = 6, ร้อยละ 30.0) ตามลำดับ รวมทั้งไม่พบภาวะแทรกซ้อนคือการหายของแผลลดลง ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 หรืออาการแพ้หลังการใช้วัสดุปิดแผล BWD (ดังแสดงตารางที่ 2)

ตารางที่ 3 ขนาดพื้นที่แผล (Wound Size: cm²) หลังการใช้วัสดุปิดแผล BWD รายสัปดาห์ (n = 20)

แผลที่/สัปดาห์ที่	พื้นที่แผล Wound Size (cm ²)				แปลผล
	1(ref.)	2	3	4	
1	2.9	1.67	0.75	0	แผลหาย
2	6.56	6.56	5.93	4.99	แผลเล็กลง
3	16.67	14.1	12.12	7.53	แผลเล็กลง
4	4.48	4.79	4.23	3.91	แผลเล็กลง
5	2.64	2.28	2.26	1.6	แผลเล็กลง
6	2.75	2.63	2.31	1.05	แผลเล็กลง
7	3.28	3.28	2.68	2.12	แผลเล็กลง
8	2.31	1.63	1.38	1.34	แผลเล็กลง
9	0.19	0.03	0	0	แผลหาย
10	1.89	1.02	0.9	0.25	แผลเล็กลง
11	26.3	20.59	18.95	10.96	แผลเล็กลง
12	4.24	4.67	5.18	4.79	แผลเล็กลง
13	2.03	2.26	5.69	1.46	แผลเล็กลง
14	4.45	4.03	4.58	3.99	แผลเล็กลง
15	1.19	0.87	0.54	0.46	แผลเล็กลง
16	0.25	0	0	0	แผลหาย
17	1.61	1.26	0.91	.25	แผลเล็กลง
18	4.67	6.83	3.16	2.51	แผลเล็กลง
19	5.86	4.44	4.32	0.56	แผลเล็กลง
20	23.01	21.22	28.99	21.32	แผลเล็กลง
Min-Max	0.19-26.30	0-21.22	0-28.99	0-21.32	
Mean (S.D)	5.86(7.32)	5.20(6.23)	5.24(7.18)	3.45(5.08)	
Mean differences		-0.65	-0.62	-2.40	
Paired t-test		-1.92	-1.05	-2.90	
p-value		.07	.30	.009*	

* p < .05

ขนาดพื้นที่แผล (cm²) หลังการใช้ BWD แบบรายสัปดาห์ พบว่าขนาดพื้นที่แผลส่วนใหญ่เล็กลงจนถึงแผลหายภายในระยะเวลาการติดตามประเมินขนาดพื้นที่แผลต่อเนื่องนาน 4 สัปดาห์โดยเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่แผลระหว่างสัปดาห์แรกกับสัปดาห์ที่สองและระหว่างสัปดาห์แรกกับสัปดาห์ที่สาม พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -1.92, p = .07$; $t = -1.05, p = .30$) ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่แผลระหว่างสัปดาห์แรกกับสัปดาห์ที่ 4 พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -2.90, p = .009$) (ดังแสดงตารางที่ 3)

การอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้สนับสนุนสมมติฐานวิจัย พบว่าการใช้วัสดุปิดแผล BWD มีผลต่อการหายของแผลเรื้อรังหายากจากการติดตามที่ระยะ 4 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยไม่พบภาวะแทรกซ้อนคือการหายของแผลลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 หรืออาการแพ้หลังการใช้วัสดุปิดแผล BWD อธิบายได้ว่าแผลเรื้อรังหายากมีคุณลักษณะพิเศษประกอบด้วย ขนาดแผล ความลึก สารคัดหลั่งจำนวนมาก ความชุ่มชื้นของแผล รวมทั้ง Biofilm ที่เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการหายของแผล^{1-2,5-17} ซึ่งจากวัตถุประสงค์การใช้วัสดุปิดแผล BWD ครั้งนี้คือ 1. Autolytic Debridement 2. Moisture 3. Temperature Control และ 4. Prevention Hypergranulate จากผลการวิจัยอธิบายได้ว่า วัสดุปิดแผล BWD เป็นวัสดุที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการซ่อมแซมเนื้อเยื่อผิวหนัง เนื่องจากสามารถให้สภาพแวดล้อมที่ชื้นคงที่ต่อบาดแผล (นาโนไฟเบอร์ของวัสดุปิดแผล BWD สามารถเก็บน้ำได้ถึง 200 เท่าของน้ำหนักแห้งในน้ำ) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการสมานแผล สอดคล้องกับหลายการศึกษาก่อนหน้านี้^{1-2,5-17} รวมทั้งข้อดีของวัสดุปิดแผล BWD สามารถใช้ทดแทนผิวหนังชั่วคราวในบาดแผลต่างๆ ทั้งแผลไหม้และแผลเรื้อรัง วัสดุปิดแผล BWD สามารถบรรเทาอาการปวดบาดแผลได้ทันที^{5,7-10} และลดอัตราการติดเชื้อ^{1-2,5-17} โดยเป็นอุปสรรคต่อการเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ส่งผลให้แผลสมานเร็วขึ้นส่งผลให้ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการรักษา ตลอดจนวัสดุปิดแผล BWD สามารถค่อยๆ ดูดซับ exudate ช่วยป้องกันการสูญเสียความชุ่มชื้นของแผล (Hydro-Electrolytic) และยังลดความเสี่ยงของการติดเชื้อด้วย (Infection)^{1-2,5-17}

รวมทั้งผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาอื่นที่สนับสนุนว่าวัสดุปิดแผล BWD สามารถเร่งกระบวนการฟื้นฟูเยื่อบุผิวบริเวณแผล (Re-Epithelialization) นอกจากนี้การใช้วัสดุปิดแผลในบาดแผลชนิดเฉียบพลันของคนไทย และพบว่าวัสดุปิดแผล BWD ส่งเสริมการกำจัดเนื้อตายด้วยกระบวนการของแผลเอง (Autolytic debridement) และการรักษาบาดแผล⁸⁻⁹ โดยประสิทธิภาพของวัสดุปิดแผล BWD ในการส่งเสริมการสมานแผลในบาดแผลที่เกิดจากการลอกแบบเฉียบพลันแตกต่างจากการศึกษาครั้งก่อน ในวันที่ 7 และ 1013 ซึ่งจากผลการศึกษานี้ระยะเวลาในการติดตามการหายของแผลเรื้อรังหายากพบว่าแผลหายและขนาดแผลลดลงอย่างต่อเนื่อง^{5,8,9,10,13} โดยระยะการใช้วัสดุปิดแผล BWD จากผลการศึกษานี้ พบว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่แผลเล็กน้อยหรือแผลหาย คือระยะ 4 สัปดาห์ขึ้นไป ส่วนเรื่องความปลอดภัย เกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนและอาการแพ้ หลังการใช้วัสดุปิดแผล BWD จากผลการศึกษาไม่มีภาวะแทรกซ้อนใดนอกจากนี้ยังไม่พบรายงานอาการแพ้ ซึ่งสอดคล้องกับหลายงานวิจัยก่อนหน้านี้^{1-2,5-16} สรุปได้ว่าวัสดุปิดแผล BWD สามารถเป็นทางเลือกที่ปลอดภัยในการดูแลแผลเรื้อรังหายากได้⁵⁻¹⁶

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

ผลจากงานวิจัยแสดงผลของการใช้วัสดุปิดแผล BWD ต่อการหายของแผลเรื้อรังหายาก รวมทั้งไม่พบภาวะแทรกซ้อนหลังการใช้ ดังนั้นพยาบาลวิชาชีพ พยาบาลเฉพาะทาง หรือพยาบาลเชี่ยวชาญด้านการดูแลแผลควรพิจารณาการใช้วัสดุปิดแผล BWD เป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการใช้รักษาแผลเรื้อรังหายาก ตลอดจนผลการศึกษาที่ได้นำไปสู่การพัฒนาต่อยอดเป็นแนวปฏิบัติการพยาบาลต่อไปในอนาคต เนื่องจากเวชภัณฑ์ชนิดนี้เป็นนวัตกรรมของนักวิจัยคนไทยและผลิตในประเทศไทย ตลอดจนผ่านการทดสอบการใช้งานระดับคลินิกเพื่อประเมินผลลัพธ์ในคนไทยว่ามีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับเวชภัณฑ์ต่างประเทศอื่นๆ ได้ จากผลการวิจัยครั้งนี้ซึ่งเป็นไปเชิงบวก แสดงถึงผลการหายของแผลเรื้อรังหายากที่มีขนาดแผลเล็กลงภายในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ตลอดจนส่งผลสนับสนุนและส่งเสริมการสร้างสรรคนวัตกรรม เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยแผลเรื้อรังหายากต่อไป

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) จำนวนกลุ่มตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น จัดระบบติดตามต่อเนื่อง สอดคล้องกับสถานการณ์ COVID-19
- 2) การศึกษาแบบกลุ่มมีเปรียบเทียบและมีการสุ่ม (Randomization) เพื่อเพิ่มอำนาจอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากร (Maximized Generalization)
- 3) ศึกษาตัวแปรร่วมที่มีอิทธิพลต่อการหายของแผลเรื้อรังหายยาก เช่น ภาวะโภชนาการ ระดับความปวด คุณภาพชีวิต ค่าใช้จ่ายในการรักษา หรือสุขภาวะทางจิตสังคม เป็นต้น กิตติกรรมประกาศ ขอขอบคุณ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) สำหรับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้ ตลอดจนขอขอบคุณผู้ป่วยแผลเรื้อรังหายยาก สำหรับโอกาสดำเนินงานศึกษาวิจัยจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์

References

1. Alexandrescu V. A. Wound Healing - New Insights into Ancient Challenges. London: Intech Open. 2016.
2. Verdolino DV, Thomason HA, Fotticchia A, & Cartmell S. Wound Dressings: Curbing Inflammation in Chronic Wound Healing. Emerging Topics in Life Sciences. 2021; 5: 523-537.
3. Punpho K. Model of Wound Care for Patients with Pressure Ulcer. TUH Journal. 2021; 6(3): 43-47. (in Thai).
4. Vowden P. Hard-To-Heal Wounds Made Easy. Wounds International. 2011; 2(4): 1-6.
5. Numhom S, Ariyaprayoon P, & Srimuninnimit V. Clinical Evaluation of a New Blue Nano-Silver Biocellulose Ribbon Dressing in Cavity Wounds. Journal of the Medical Association of Thailand. 2017; 100 (Suppl.9): S212-S219.
6. Prapainop K, & Artsanthia J. Wound Care for Patients in Thailand 4.0 with Nanotechnology. Journal of The Royal Thai Army Nurses. 2017; 18(3): 9-15. (in Thai).
7. Esa F, Tasirin SM, & Abd Rahman N. Overview of Bacterial Cellulose Production and Application. Agriculture and Agricultural Science Procedia 2. 2014; 113 – 119.
8. Dwiyana RF, Yogya Y, Gondokaryono SP, & et al. Clinical Efficacy of Biocellulose, Carboxymethyl Cellulose and Normal Saline Dressing in Epidermolysis Bullosa. Journal of Wound Care. 2019; 28(Sup10): S4-S9.
9. Sampattavanich N, Patrapaisarnsin P, Aunhachoke K. A Randomized, Double-blind, Controlled Trial Comparing the Efficacy of Bacterial Cellulose Impregnated Gauze (BCG) with Conventional Petrolatum Gauze (PG) and 0.5% Chlorhexidine Paraffin Gauze (CPG) as Wound Dressings in Acute Ablative Wound from Carbon Dioxide (CO2) Laser. Division of Dermatology, Department of Medicine, Phramongkutklao Hospital, Bangkok, Thailand. Report. 2017; 1-18.
10. Chansanti O, & Mongkornwong A. Treating Hard-To-Heal Ulcers: Biocellulose with Nanosilver Compared with Silver Sulfadiazine. Journal of Wound Care. 2020; 29(Sup12): S33-S37.
11. Napavichayanun S, Amornsudthiwat P, Pienpinijtham P, & Aramwit P. Interaction and Effectiveness of Antimicrobials Along with Healing-Promoting Agents in A Novel Biocellulose Wound Dressing. Materials Science and Engineering: C. 2015; 55: 95-104.
12. Wongchindaphan S, & Rojhirunsakool S. Wound Dressings in Dermatology. Thai Journal of Dermatology. 2017; 33(2): 135-152. (in Thai).
13. Tabri F. The Comparison of Biocellulose Wound Dressing and Normal Saline Dressing in The Process of Wound Healing in Mice Skin. International Journal of Medical Reviews and Case Reports. 2019; 3(5): 198-201.

14. Sood A, Granick MS, & Tomaselli NL. Wound Dressings and Comparative Effectiveness Data. *Advances in Wound Care*. 2014; 3(8): 511-28.
15. Metcalf DG, & Bowler PG. Clinical Impact of An Anti-biofilm Hydrofiber Dressing in Hard-To-Heal Wounds Previously Managed with Traditional Antimicrobial Products and Systemic Antibiotics. *Burns & Trauma*. 2020; 8(4): 1-9.
16. Leak K, & Johnson S. Going Green: Using A Bio-Cellulose Membrane for Patients with Chronic Non-Healing Wounds. *British Journal of Nursing*. 2015; 24(20): 1-6.
17. Savitskaya IS, Shokatayeva DH, KistaubayevaL AS, Ignatova IV, & Digel IE. Antimicrobial and Wound Healing Properties of A Bacterial Cellulose-Based Material Containing B. Subtilis Cells. *Hylion*. 2019; 5: 1-11.
18. Net Health Systems, Inc. Net Health's Tissue Analytics for Wound Care Granted Break-through Device Status by FDA. Pittsburgh: 2022.