

บทที่2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 น้ำผึ้ง

น้ำผึ้ง มีสถานะเป็นของเหลวที่มีความหนืดและเป็นสารให้ความหวานชนิดหนึ่งที่ได้จากธรรมชาติ น้ำผึ้งที่ดีควรมีปริมาณความชื้นไม่เกิน 21% น้ำผึ้งจะมีน้ำตาลชนิดต่างๆ จำพวกน้ำตาลกลูโคส (ฟรุกโทส) และน้ำตาลเดกซ์โทรส (กลูโคส) เป็นส่วนประกอบ นอกจากคุณสมบัติการให้ความหวานแล้ว น้ำผึ้งยังมีความสามารถในการดูดความชื้นจากบรรยากาศได้อีกด้วย สภาพความเป็นกรดในน้ำผึ้งจะถูกปิดบังเอาไว้ โดยกรดในน้ำผึ้งมีอยู่หลายชนิด เช่น กรดอะซีติก กรดซิตรีก กรดมาลิก กรดมิวทาร์ค กรดฟอร์มิก กรดอะมิโน กรดฟอสฟอริก กรดซัคซินิก และกรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น แร่ธาตุก็เป็นส่วนประกอบอีกอย่างหนึ่งของน้ำผึ้ง โดยแร่ธาตุที่พบส่วนใหญ่คือ แคลเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม โซเดียม สังกะสี เหล็ก แมงกานีส และทองแดง วิตามินในน้ำผึ้งจำพวกโทอามีน ไบโอฟลาวิน ไพรีดอกซิน และกลุ่มวิตามินบีคอมเพล็กซ์ จะมีส่วนช่วยสำคัญในการเคลือบผิวหนัง นอกจากนี้ยังมีรายงานเพิ่มเติมว่า ในน้ำผึ้งจะมี เอนไซม์หนึ่งชื่อ กลูโคออกซิเดส ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นกรดกลูโคนิกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ซึ่งทำหน้าที่ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำลายเชื้อโรค และยังเป็นตัวที่ช่วยกระตุ้นในปฏิกิริยาทางชีวภาพอื่นๆ ได้อีกด้วย ^[15]

2.1.2 แผลและกระบวนการสมานแผล^[10]

นิยามและชนิดของแผล

แผล คือการบาดเจ็บหรือการฉีกขาดของผิวหนังไม่ว่าจะเป็นความเสียหายทั้งทางกายภาพ ทางเคมี ทางกล หรือทางความร้อน แต่หากจะพิจารณาตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเฉพาะมากขึ้นอาจจะกล่าวได้ว่า แผล คือ ผลความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพปกติทางโครงสร้างและการทำงานของผิวหนัง ^[16] แผลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดโดยพิจารณาจากกระบวนการในการเกิดและสมานแผล คือ แผลฉับพลัน (Acute Wound) และแผลเรื้อรัง (Chronic Wound) โดยที่แผลฉับพลันจะใช้เวลาประมาณ 8-12 สัปดาห์ในการสมานแผล ^[17] แผลประเภทนี้

เกิดขึ้นได้จากผลของกระบวนการเชิงกลต่างๆ โดยอาจเป็นผลเนื่องมาจากการกระทบ การหนีบ หรือ การตกใส่ของวัตถุแข็ง นอกจากนี้แผลดังกล่าวก็อาจเกิดขึ้นได้จากการที่ผิวหนังมีการสัมผัสกับการแผ่รังสีของความร้อนที่สูง การลัดวงจรของกระแสไฟฟ้า หรือแม้แต่การกัดจากสารเคมีบางประเภท การรักษาของแผลประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับความรุนแรงของแผล ในส่วนของแผลเรื้อรัง แผลประเภทนี้จะเป็นผลข้างเคียงมาจากการเป็นโรคเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น โรคเบาหวาน เนื้องอก หรือแม้แต่การสะสมบนผิวหนังของสารเคมีภายในร่างกาย^[18] แผลเรื้อรังดังกล่าวนี้จะใช้เวลามากกว่า 12 สัปดาห์ในการสมานแผล^[19] และมีโอกาสที่จะกลับมาเป็นแผลได้อีก^[20]

หลักสำคัญเบื้องต้นของกระบวนการสมานแผล

กระบวนการสมานแผลเป็นกระบวนการทางชีวภาพอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรทางด้านสรีรวิทยา การเลือกใช้วัสดุในการรักษาหรือสมานแผลที่เหมาะสมต่อแผลแต่ละประเภท จำเป็นที่จะต้องอาศัยความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการรักษา กระบวนการสมานแผลจะเกี่ยวข้องกับ 5 กระบวนการที่สำคัญดังนี้คือ การห้ามเลือด (Hemostasis) การอักเสบ (Inflammation) การโยกย้าย (Migration) การยืดขยายซ่อมแซม (Proliferation) และการเจริญเติบโต (Maturation) ของเซลล์บริเวณแผล

กระบวนการเกี่ยวกับการห้ามเลือดและการอักเสบจะเกิดขึ้นทันทีหลังจากผิวหนังเกิดแผล โปรตีน Fibrinogen จะเป็นตัวเริ่มต้นในกระบวนการการแข็งตัวของเลือด พร้อมๆ กันกับการสร้างโครงข่ายของ Fibrin ซึ่งจะส่งผลให้เลือดบริเวณแผลหยุดไหล^[22] ดังนั้นจึงถือได้ว่าสองกระบวนการดังกล่าวข้างต้นนี้มีความสำคัญในการเริ่มต้นของกระบวนการรักษาหรือสมานแผล^[23] ซึ่งโดยปกติกระบวนการทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและใช้เวลามากกว่า 24 ชั่วโมง เซลล์ใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นและเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่บริเวณรอบๆ แผลจะเคลื่อนเข้าไปแทนที่เซลล์ที่ตายแล้วบริเวณแผลในกระบวนการโยกย้ายเซลล์ เนื้อเยื่อใหม่จะถูกสร้างขึ้นปกคลุมแผลทั้งหมดในกระบวนการยืดขยายซ่อมแซมและเจริญเติบโตของเซลล์หลังจากเวลาผ่านไปแล้วโดยประมาณ 4 วัน^[24] เซลล์ต่างๆ พร้อมกับโครงข่ายเส้นเลือดใหม่จะสร้างตัวบริเวณแผลและจะเสร็จสิ้นกระบวนการดังกล่าวนี้ในเวลาประมาณ 2 สัปดาห์

2.1.3 คุณสมบัติของวัสดุรักษาและสมานแผลที่พึงประสงค์

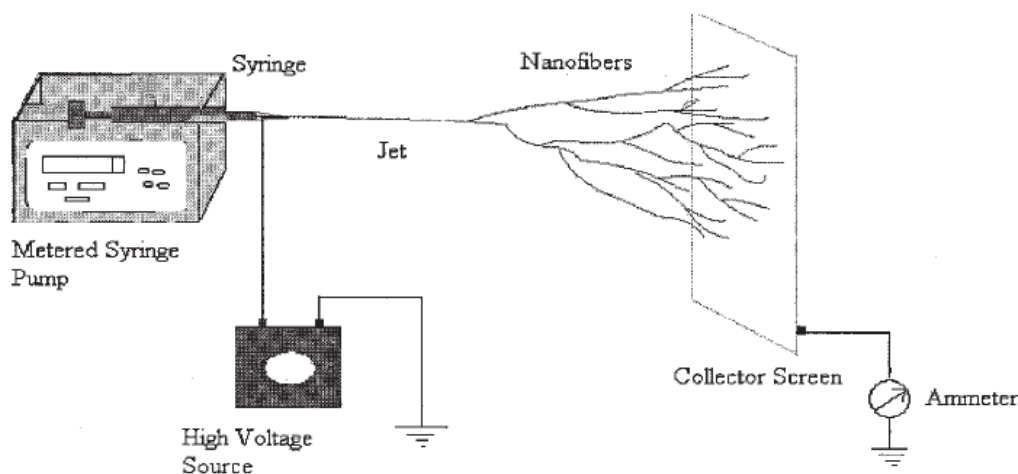
วัสดุรักษาและสมานแผลที่มีความเหมาะสมต่อแผลแต่ละชนิดจะถูกนำมาใช้ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเป็นแผลที่มีการสมานแผลได้อย่างรวดเร็วก็จะสามารถเลือกนำวัสดุชนิดต่างๆ มาใช้ได้อย่างหลากหลาย แต่หากวัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุประเภทเส้นใยนาโน ความสามารถในการรักษา ก็มีความได้เปรียบมากกว่าวัสดุจำพวกอื่นเช่นไฮโดรเจล ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากสมบัติที่มีความเฉพาะของ

เส้นใยนาโน ที่มีค่าอัตราส่วนของพื้นผิวต่อปริมาตรสูงกว่ำนั่นเอง สมบัติที่พึงประสงค์ต่างๆ ไปของวัสดุสมานแผลมีดังต่อไปนี้

- สามารถรักษาสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมบริเวณแผลและบริเวณรอบๆ ได้
- มีความสามารถในการดูดซับของไหล หรือชิ้นส่วนของเซลล์ ที่หลุดออกมาจากบริเวณแผลไม่ให้ไหลย้อนกลับไปยังบริเวณแผลได้
- มีสมบัติทางด้านการปรับสมดุลทางความร้อน ระบายอากาศได้เป็นอย่างดีและสามารถถ่ายเท แลกเปลี่ยนก๊าซและของไหลระหว่างบริเวณแผลและสิ่งแวดล้อมได้
- ป้องกันการกระทบกระเทือนเชิงกลได้ในระดับหนึ่ง
- สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้
- สามารถถอด หรือ ลอกออกได้ง่ายหลังจากการใช้งาน โดยไม่ก่อให้เกิดความเจ็บปวดและผลกระทบต่อแผลและเนื้อเยื่อที่สร้างขึ้นใหม่บริเวณแผล
- มีความสะอาด ไม่ก่อให้เกิดเป็นแผลเป็นภายหลังการใช้งาน และต้องไม่มีความเป็นพิษต่อผิวหนังหรือร่างกายของทั้งผู้ป่วยและผู้ให้การรักษา

2.1.4 เส้นใยนาโนจากกระบวนการ Electrospinning และการใช้งานในการผลิตเป็นวัสดุรักษาและสมานแผล

Electrospinning เป็นการผลิตเส้นใยที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กมากถึงระดับนาโนเมตร หรือที่เรียกกันว่านาโนไฟเบอร์ เป็นการพัฒนาการผลิตเส้นใยอีกรูปแบบหนึ่งที่นักวิจัยสนใจศึกษาและพัฒนา โดยอาศัยแรงทางไฟฟ้าในการผลิตเส้นใย เส้นใยที่สังเคราะห์ได้จะมีขนาดเล็กมาก มีความพรุน และมีค่าของพื้นที่ผิวที่สูง กระบวนการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตจะมีความซับซ้อนน้อย ใช้อุปกรณ์ในการผลิตที่ง่ายและมีราคาไม่สูงมากปริมาณของพอลิเมอร์ที่จะนำมาปั่นเส้นใยจะใช้ในปริมาณที่น้อย โดยกระบวนการเบื้องต้นของ Electrospinning สามารถแสดงได้โดยแผนภาพในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงหลักการเบื้องต้นของกระบวนการ Electrospinning ^[25]

2.1.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกระบวนการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

2.1.4.1.1. เครื่องกำเนิดศักย์ไฟฟ้าแรงสูง (High voltage power supply)

2.1.4.1.2. เครื่องปั๊มสารละลายพอลิเมอร์จากหลอดฉีดยา (Syringe pump)

2.1.4.1.3. อุปกรณ์โลหะที่ใช้รองรับเส้นใย (Collector Screen) มีหลายลักษณะ เช่น เป็น แผ่นหรือตะแกรงโลหะ หรือเป็นลูกกลิ้งที่ห่อหุ้มด้วยแผ่นโลหะ

พอลิเมอร์ที่นำมาใช้ในการปั่นเส้นใยอาจเป็นได้ทั้งพอลิเมอร์หลอมเหลวหรือสารละลายพอลิเมอร์ แต่ส่วนใหญ่นิยมใช้เป็นสารละลายพอลิเมอร์ ทั้งนี้เนื่องจากมีความสะดวกในการผลิตและกระบวนการซับซ้อนน้อยกว่า การปั่นเส้นใยสามารถกระทำได้ในแนวราบและแนวตั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนืดของพอลิเมอร์ตัวอย่างที่นำมาปั่นเส้นใย สำหรับในกรณีที่ต้องการควบคุมอัตราการไหลของพอลิเมอร์ อาจใช้ปั๊มฉีด (Syringe pump) ต่อเข้ากับหลอดฉีดยา เป็นอุปกรณ์ช่วยควบคุมอัตราการไหล

การจ่ายกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดศักย์ไฟฟ้าแรงสูง สามารถทำได้โดยการต่อขั้วส่ง (emitting electrode) ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งขั้วบวกและขั้วลบกับพอลิเมอร์ตัวอย่าง โดยผ่านวัสดุที่เป็นโลหะตัวนำต่างๆ หรืออาจต่อโดยตรงกับเข็มฉีดยา สำหรับกรณีที่ใช้หลอดฉีดยาเป็นหลอดบรรจุพอลิเมอร์ตัวอย่าง และทำการต่อขั้วสายดิน (grounding electrode) กับอุปกรณ์รองรับเส้นใย

กลไกการเกิดเส้นสำหรับกระบวนการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตนี้ เกิดจากความต่างศักย์ไฟฟ้าที่มีค่าสูงระหว่างปลายของเข็มฉีดยา (Syringe Needle) กับแผ่นของฐานรองรับ (Collector

Screen) เมื่อไม่มีการให้ศักย์ไฟฟ้ากำลังสูงแก่ระบบ สารละลายจำนวนหนึ่งจะรวมตัวกันเป็นหยด ให้รูปร่างครึ่งทรงกลมที่บริเวณปลายเข็มโลหะ เป็นผลเนื่องมาจากแรงตึงผิว แต่เมื่อให้ความต่างศักย์กำลังสูง จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าครอบคลุมส่วนปลายของเข็มโลหะและมีประจุเกิดขึ้นที่ผิวของสารละลาย จึงเกิดแรงผลักทางไฟฟ้าสถิตขึ้นในทิศตรงกันข้ามกับแรงตึงผิว ดังนั้นถ้าสนามไฟฟ้ามีค่ามากพอที่จะทำให้เกิดแรงผลักมากกว่าแรงตึงผิวจะส่งผลให้รูปร่างครึ่งทรงกลมของสารละลายที่อยู่ปลายเข็มยืดออกเป็นรูปร่างทรงกรวยที่เรียกว่า “กรวยเทเลอร์” (Taylor's cone) และเมื่อสนามไฟฟ้าที่ให้แก่ระบบมีค่ามากขึ้น จนกระทั่งถึงค่าวิกฤตค่าหนึ่งจะเกิดแรงขับเคลื่อนให้สารละลายพุ่งออกมาเป็นลำ (solution jet) ต่อมาลำของสารละลายนี้จะยืดออกจนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงถึงระดับนาโนเมตร^[41] ทำให้เกิดการพุ่งผ่านอย่างรวดเร็วของสารละลายที่ใช้ในการผลิตเส้นใยจากบริเวณปลายของเข็มฉีดสู่ฐานรองรับ เส้นใยที่เกิดขึ้นจะก่อตัวขึ้นในลักษณะที่เป็นโครงข่ายของเส้นใยในระดับนาโนที่ไม่มีลักษณะของการถักทอ

2.1.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต^[43]

ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อขนาดและลักษณะของเส้นใย เป็นสิ่งสำคัญของกระบวนการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถผลิตเส้นใยที่มีขนาดเล็กมากตามความต้องการ มีขนาดและรูปร่างคงที่ และสามารถนำเส้นใยนาโนที่ผลิตได้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่จึงต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตต่อกระบวนการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตซึ่ง อาจแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

2.1.4.2.1. สมบัติของพอลิเมอร์หลอมเหลวหรือสารละลายพอลิเมอร์ เช่น ความหนืด แรงตึงผิว ค่าการนำไฟฟ้า เป็นต้น

2.1.4.2.2. ปัจจัยที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรของกระบวนการ เช่น ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จ่ายให้กับระบบ ระยะทางระหว่างปลายเข็มฉีดยาและอุปกรณ์รองรับ อัตราการไหลของพอลิเมอร์ตั้งต้น เป็นต้น

2.1.4.2.3. สภาพบรรยากาศ เช่น อุณหภูมิของพอลิเมอร์ตั้งต้น ความชื้น ความดัน ในบรรยากาศโดยรอบ สนามไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็กภายนอก เป็นต้น^[43]

วัสดุรักษาและสมานแผลที่สังเคราะห์ขึ้นด้วยกระบวนการ Electrospinning จะมีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างไปจากวัสดุรักษาและสมานแผลที่ผลิตขึ้นด้วยวิธีอื่นๆ ดังต่อไปนี้

สมบัติการห้ามเลือด เนื่องจากเส้นใยที่ได้จากกระบวนการ Electrospinning มีลักษณะเป็นรูขนาดเล็กและมีค่าของพื้นที่ผิวรวมที่สูง จึงสามารถทำให้เกิดกระบวนการห้ามเลือดได้โดยตรง โดยไม่มีการใช้สารห้ามเลือดใดๆ

สมบัติในการดูดซับ เนื่องจากอัตราส่วนของพื้นที่ผิวรวมของเส้นใยนาโนต่อปริมาตรมีค่าที่สูง เส้นใยดังกล่าวจึงมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้สูงถึง 17.9-21.3% และเมื่อ

เทียบกับฟิล์มสมานแผลทั่วไปที่สามารถดูดซับน้ำได้เพียง 2.3% จะเห็นได้ว่ามีค่าที่สูงกว่ามาก^[26] ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า หากเส้นใยนาโนที่ผลิตขึ้นมีส่วนผสมของสารที่มีสมบัติชอบน้ำ (Hydrophilic) เส้นใยนี้ก็จะสามารถดูดซับน้ำได้ดีกว่าแผ่นฟิล์มสมานแผลทั่วไปหลายเท่า

สมบัติในการแพร่ผ่าน เนื่องจากเส้นใยนาโนจะมีโครงสร้างที่มีลักษณะพรุน จึงถือได้ว่าเป็นสิ่งที่ดีเยี่ยมต่อการหายใจและแลกเปลี่ยนก๊าซของเซลล์ ส่งผลทำให้เซลล์ไม่แห้ง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้สามารถควบคุมความชื้นระหว่างสภาวะแวดล้อมและบริเวณแผลได้ ยิ่งไปกว่านั้น ด้วยขนาดของรูพรุนบริเวณเส้นใยที่มีขนาดเล็ก จึงสามารถป้องกันแผลจากการอักเสบหรือการติดเชื้อจากเชื้อจุลินทรีย์ได้

สมบัติในการจัดวางตัว เป็นที่ยอมรับกันในทางอุตสาหกรรมเส้นใยว่า การจัดวางตัวของเส้นใยจะมีความสัมพันธ์กันกับขนาดของเส้นใย กล่าวคือ เส้นใยที่มีขนาดเล็กกว่าจะสามารถจัดวางตัวบนพื้นผิวในลักษณะ 3 มิติ ได้ดีกว่า ดังนั้นหากวัสดุสมานแผลสามารถผลิตขึ้นได้จากเส้นใยในระดับนาโน สมบัตินี้จะส่งผลให้ความสามารถในการจัดวางตัวและปิดแผลของแผ่นสมานแผลมีมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลดีกับแผลเนื่องจาก หากสามารถโค้งงอปิดแผลได้ดีขึ้น ก็จะสามารถป้องกันแผลจากการติดเชื้อได้ดียิ่งขึ้นด้วย

สมบัติทางด้านหน้าที่การใช้งาน เนื่องจากในการสังเคราะห์เส้นใยนาโนด้วยกระบวนการ Electrospinning ผู้สังเคราะห์สามารถผสมสารหรือส่วนประกอบใดๆ ที่ต้องการลงไปได้ ดังนั้นหากต้องการเพิ่มสมบัติต่างๆ ของเส้นใย ไม่ว่าจะเป็น สมบัติการเร่งการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ สมบัติการยึดเกาะของวัสดุกับผิวหนัง หรือจะเป็นสมบัติการยับยั้งเชื้อต่างๆ ที่ต้องการ ผู้ผลิตก็สามารถใส่สารที่มีความเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติดังกล่าวเพิ่มเติมลงไปในช่วงขั้นตอนการผลิตได้ ทำให้สามารถสังเคราะห์วัสดุสมานแผลที่มีคุณสมบัติรอบด้านได้ในขั้นเดียว ซึ่งต่างจากการใช้งานของแผ่นสมานแผลชนิดอื่นๆ ในปัจจุบันที่ส่วนใหญ่จำเป็นต้องมีการสร้างชั้นของแผ่นฟิล์มโดยจำกัดให้แผ่นฟิล์มแต่ละชั้นออกฤทธิ์ หรือมีสมบัติต่อการรักษาและสมานแผล ที่แตกต่างกัน ซึ่งจะเห็นว่าเป็นการสร้าง ความลำบากหรือเพิ่มกระบวนการในการผลิตให้ซับซ้อนยิ่งขึ้น จะเห็นว่าการผลิตแผ่นสมานแผลที่มีคุณสมบัติรอบด้านดังที่กล่าวไว้ข้างต้นในแผ่นเดียวกันได้จริง ก็จะเป็นนวัตกรรมที่มีประโยชน์ เพราะจะสามารถช่วยลดความเสี่ยงในการติดเชื้อและยังเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อกระบวนการประสานกันของเซลล์และเนื้อเยื่อใหม่บริเวณแผลอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแผ่นปิดรักษาหรือสมานแผล เป็นจำนวนหลายๆ ครั้ง

คุณสมบัติทางด้านการใช้งานที่ปราศจากรอยแผลเป็น เส้นใยในระดับนาโนมีคุณสมบัติในการสมานแผลโดยมีความเป็นไปได้ที่จะไม่ทิ้งร่องรอยแผลเป็นเอาไว้ ถึงแม้ว่าจะเป็นกรยากที่จะทำการรักษา หรือสมานแผลให้ปราศจากรอยแผลเป็น แต่อย่างไรก็ตามทั้งนักวิจัยและผู้ให้

การรักษา ก็พยายามหาทางที่จะทำให้การรักษาหรือสมานแผลที่เกิดขึ้นนั้น ไม่ก่อให้เกิดแผลเป็นหรือมีแผลเป็นให้น้อยที่สุด

2.1.5 สมบัติเบื้องต้นของวัสดุสมานแผลสังเคราะห์ที่ควรได้รับการทดสอบ ก่อนการนำไปพัฒนาเพิ่มเติมและใช้งานจริงในการรักษาทางการแพทย์

สมบัติเชิงกลของวัสดุ (Mechanical Properties) การทดสอบสมบัติดังกล่าวนี้สามารถทดสอบได้ด้วยการวัดความเค้นดึง (Tensile Strength Measurement) ของวัสดุ สมบัติเชิงกลของวัสดุรักษาและสมานแผลนั้นมีความสำคัญมากทั้งนี้เนื่องจากวัสดุดังกล่าวจำเป็นที่จะต้องมีความสามารถในการต้านการดึงที่จำเพาะ สามารถโค้งงอ และมีความยืดหยุ่นได้ดี

ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Uptake Capacity), สมบัติความพรุน (Porosity) ความสามารถในการเปียก (Wettability) และการแพร่ผ่านไอน้ำ (Water Vapor Permeability)

สมบัติดังกล่าวนี้สามารถช่วยในการทดสอบความสามารถในการไหลผ่านของของไหล ความสามารถในการดูดซับของไหลบริเวณแผล และยังสามารถบอกได้ถึงปริมาณสูงสุดของของไหลที่วัสดุตัวอย่างสามารถดูดซับไว้ได้ ปริมาณดังกล่าวข้างต้นล้วนเป็นตัวชี้วัดถึงคุณภาพของวัสดุรักษาและสมานแผลทั้งสิ้น

สมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Antimicrobial Properties)

อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียบริเวณแผลจะขึ้นอยู่กับอัตราการได้รับยาหรือสารยับยั้งจากวัสดุรักษาหรือสมานแผลสู่บริเวณแผล ความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียดังกล่าวสามารถทดสอบได้โดยการนำวัสดุสมานแผลตัวอย่างที่สังเคราะห์ได้ไปทดสอบหาค่าอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อตัวอย่างที่เลี้ยงอยู่บนพื้นผิวของวัสดุสมานแผลที่สังเคราะห์ขึ้น แล้วนำไปเปรียบเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อตัวอย่างที่เลี้ยงอยู่ในอาหารหรือในสภาวะการเลี้ยงเชื้อปกติ

2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

ในช่วงเวลาประมาณ 5 ทศวรรษที่ผ่านมา ความรู้และความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการรักษาและสมานแผลของผู้ป่วยได้ถูกศึกษาค้นพบเพิ่มเติมขึ้นอย่างรวดเร็ว ในอดีตก่อนหน้านี้กระบวนการสมานแผลถูกเชื่อว่าเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับแพทย์ผู้รักษาเท่านั้น^[27-29] แต่เมื่อเริ่มเข้าสู่ปี พ.ศ. 2503 ความรู้ทางด้านกลศาสตร์ชีวภาพและเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสมานแผลรวมทั้งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลถึงกระบวนการดังกล่าวก็ได้มีการศึกษาเรียนรู้มาก

ขึ้นเรื่อยๆ โดยสามารถสรุปโดยสังเขปได้จากการศึกษาในยุคนั้นว่า กระบวนการรักษาแผลจะเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิค วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมต่างๆ เข้ามาในการรักษาและช่วยให้แผลหายได้เร็วขึ้น [27, 28, 30]

ในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นวัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติ หรือแม้แต่สารพอลิเมอร์ทั้งที่สังเคราะห์ขึ้นและสกัดได้จากสิ่งมีชีวิต ก็ถูกนำมาใช้พัฒนาและปรับปรุงเป็นวัสดุทางการแพทย์ต่างๆ ซึ่งรวมถึงวัสดุสมานแผลเช่นกัน พอลิเมอร์หรือสารสังเคราะห์แต่ละชนิดก็จะมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป^[31] วัสดุดังกล่าวที่ถูกนำมาใช้ เมื่อถูกสังเคราะห์และขึ้นรูปกลายเป็นวัสดุรักษาและสมานแผลแล้ว จะถูกนำมาทดสอบสมบัติพึงประสงค์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบความยืดหยุ่น การทดสอบความสามารถในการระบายอากาศและความร้อน หรือแม้แต่การทดสอบความสามารถในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น^[32] ในช่วงเริ่มแรกของการวิจัย นักวิจัยส่วนใหญ่จะเลือกใช้ โพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) รวมทั้งสารจำพวกเซลลูโลส (Cellulose) และอนุพันธ์ต่างๆ มาใช้เป็นวัสดุทดลอง อย่างไรก็ตามวัสดุรักษาและสมานแผลในช่วงเวลานั้นมีราคาที่สูงเกินไป จึงส่งผลให้วัสดุดังกล่าวไม่ได้รับความนิยมในการใช้งานเท่าที่ควร

ไฮโดรเจล ก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของวัสดุรักษาและสมานแผลที่ถูกนำมาใช้งาน โดยไฮโดรเจลสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้จากทั้งพอลิเมอร์ที่มีอยู่ในธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ ผลการใช้งานของไฮโดรเจลซึ่งมีลักษณะคล้ายวุ้นในการรักษาและสมานแผลถือว่าเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง^[33] สำหรับในประเทศไทยนั้น มีนักวิจัยบางท่านได้ทำการพัฒนารูปแบบและคุณสมบัติของวัสดุรักษาและสมานแผล รวมทั้งวัสดุห้ามเลือดโดยใช้สารตั้งต้นในการสังเคราะห์ที่แตกต่างกันออกไป ไม่ว่าจะเป็น ข้าวเจ้า หรือไคโตซานที่สามารถสกัดได้จากเปลือกกุ้ง โดยรูปแบบของผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มที่มีรูปแบบต่างๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน^[34-36]

ในปี พ.ศ. 2477 Formhals ได้เป็นผู้เริ่มต้นคิดค้นอุปกรณ์ในการสังเคราะห์เส้นใยโดยใช้กระแสไฟฟ้า^[8] Electrospinning เป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญกระบวนการทางไฟฟ้าในการผลิตเส้นใย โดยที่เส้นใยที่ได้จะมีขนาดเล็กมากในระดับนาโนเมตร มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรที่สูง เส้นใยจะมีความพรุน ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้เหมาะแก่การนำมาประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ พอลิเมอร์ชีวภาพที่ถูกนำมาใช้ในการสังเคราะห์เป็นเส้นใยโดยกระบวนการ Electrospinning ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่นเซลลูโลส (Cellulose), ไคโตซาน (Chitosan), คอลลาเจน (Collagen) เจลาติน (Gelatin) และ ไฟบริน (Fibrin) เป็นต้น โดยสารดังกล่าวนี้จะสามารถแสดงสมบัติความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตได้เป็นอย่างดี

สมบัติการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของน้ำผึ้งได้ถูกรายงานขึ้นเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2525 โดยในการวิจัยหนึ่งของ Stefan ในปี พ.ศ. 2540 ได้รายงานไว้ว่า คุณสมบัติในการต่อต้านเชื้อของน้ำผึ้งมีส่วนเกี่ยวข้องมาจากองค์ประกอบด้านความเป็นกรดที่ถูกบดบังอยู่ภายใต้ความหวานของ

น้ำผึ้งนั่นเอง^[37] Lusby และคณะวิจัยยังได้ทำการทดสอบและยืนยันว่าน้ำผึ้งมีความสามารถในการต่อต้านเชื้อ แบคทีเรียได้ดีในระดับเดียวกันกับสารต่อต้านเชื้ออื่นๆ ที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์^[38]

ในปี พ.ศ. 2550 Yusof และคณะวิจัยได้นำน้ำผึ้งมาทำการพัฒนาเป็นวัสดุสมานแผล โดย ถูกสังเคราะห์ขึ้นในรูปแบบของ ไฮโดรเจล (Hydrogel) คณะวิจัยมีความสนใจและเน้นศึกษาใน ส่วนของกระบวนการกำจัดเชื้อของวัสดุสมานแผลที่สังเคราะห์ขึ้นได้ก่อนนำไปใช้งานจริงในการรักษา ทางการแพทย์ ในการศึกษาดังกล่าวทางคณะวิจัยได้ทำการฉายรังสีแกมมาไปสู่วัสดุสมานแผล สังเคราะห์ตัวอย่างเพื่อทำการกำจัดเชื้อ พบว่าการกำจัดเชื้อด้วยวิธีดังกล่าวนี้ไม่ได้ทำให้สมบัติทาง เคมีเชิงฟิสิกส์ของน้ำผึ้งเปลี่ยนไป นอกจากนี้ยังพบว่าวัสดุสมานแผลดังกล่าวยังมีส่วนช่วยในการฟื้นตัว ของเนื้อเยื่อบริเวณแผลได้อีกด้วย^[39]

ในปี พ.ศ.2552 ดร.พิมพ์พร อุทัยรัตน์ และคณะวิจัยได้ทำการวิจัยโดยนำการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตมาประยุกต์ใช้ขึ้นรูปแผ่นโครงร่างสมานแผลที่มีโครงสร้างประกอบไปด้วยเส้นใยผสม ไฟโบรอิน ไคโตซาน และอนุภาคเงินนาโน เส้นใยที่ปั่นได้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยอยู่ที่ 167.75 ± 80.50 นาโนเมตร การเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยการแช่ในเมทานอล หรือเชื่อมขวางด้วย genipin สามารถทำให้แผ่นโครงร่างสมานแผลที่มีส่วนประกอบของไฟโบรอินเป็นหลักคงรูปอยู่ในน้ำได้โดยไม่ เสื่อมสภาพ สำหรับฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียพบว่าการเคลือบอนุภาคเงินนาโนบนแผ่นโครงร่าง สมานแผลสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดีกว่าการผสมอนุภาคเงินนาโนลงในเส้นใย โครงสร้างวิจัยนี้สามารถขึ้นรูปแผ่นโครงร่างสมานแผลที่มีโครงสร้างเป็นส่วนประกอบของเส้นใยที่มี ขนาดอยู่ในระดับนาโนเมตรได้สำเร็จ^[40]

ในปี พ.ศ. 2553 Tao Wang และคณะได้พัฒนาแผ่นไฮโดรเจลที่มีส่วนผสมของไคโตซาน น้ำผึ้งและเจลลาติน ซึ่งพบว่าแผ่นไฮโดรเจลมีการต้านฤทธิ์ของแบคทีเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถช่วยรักษาแผลไหม้ให้ดีขึ้นได้ ทั้งนี้เป็นเพราะสมบัติของไคโตซาน น้ำผึ้ง และ เจลลาติน ซึ่งเป็น ส่วนผสมสำคัญของแผ่นไฮโดรเจล^[44]

ในปี พ.ศ.2553 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก มีใจชื่อ และ รองศาสตราจารย์ ดร. นวลฉวี เวชประสิทธิ์ ได้ทำการพัฒนาแผ่นเส้นใยเซลลูโลสอะซิเตทที่ผลิตได้จากกระบวนการปั่นด้วย ไฟฟ้าสถิตที่ประกอบด้วยสารสกัดไบโพลียูไรน ซึ่งมฤทธิ์ในการต้านเชื้อ Herpesviruses ซึ่งเป็นสาเหตุ ของโรคเริม พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสารสกัดไบโพลียูไรนเพิ่มขึ้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยอยู่ที่ 251 ถึง 366 นาโนเมตร แผ่นเส้นใยมีความเป็นรูพรุนสูง ซึ่งหาก นำไปใช้เป็นแผ่นปิดแผลในทางการแพทย์ จะสามารถดูดซับของเหลวจากแผลได้เป็นอย่างดี^[43]

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่า วัสดุสมานแผลทางการแพทย์ได้มีการ พัฒนากันมาเรื่อยๆ เป็นลำดับขั้น รูปแบบในการสังเคราะห์พร้อมทั้งสารที่นำมาใช้ในการสังเคราะห์ ล้วนมีความสำคัญต่อสมบัติของวัสดุรักษาและสมานแผลทั้งสิ้น ทางผู้ดำเนินโครงการวิจัยจึงได้เสนอ

โครงการวิจัยนี้ขึ้นโดยจะทำการสังเคราะห์วัสดุสมานแผลที่มีลักษณะเป็นเส้นใยน้ำผึ้งนาโนซึ่งได้มาจากกระบวนการ Electrospinning ทางผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสมบัติที่ดีและเหมาะสมของน้ำผึ้งที่มีต่อแผลดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ผสมกับสมบัติที่ดีและโดดเด่นของเส้นใยระดับนาโนที่สามารถผลิตขึ้นได้จากกระบวนการ Electrospinning จะช่วยให้วัสดุสมานแผลที่สังเคราะห์ได้สามารถแสดงสมบัติของวัสดุสมานแผลที่ดีได้อย่างดีเยี่ยมและสามารถที่จะนำไปใช้ในการรักษาแผลได้จริงทางการแพทย์ ในอนาคตอีกทั้งหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการพัฒนาวัสดุรักษาและสมานแผลดังกล่าวจะยังเป็นการช่วยลดต้นทุนการนำเข้าวัสดุอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ และยังเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งในสถานะที่น้ำผึ้งมีราคาต่ำได้อีกด้วย