



การสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา  
Creating and Testing Portable Negative Pressure Generator

โดย

นายชนาธร	สุดสังข์	รหัส 6104100001
นายวุฒินันท์	เวียงอินทร์	รหัส 6004100010

ปริญญาานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสยาม  
ภาคการศึกษา 2 ปีการศึกษา 2563

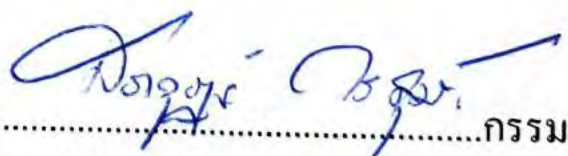
หัวข้อโครงการ	การสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา Creating and testing portable negative pressure generator
รายชื่อผู้จัดทำ	นายธนาธร สุกสังข์ 6104100001 นายวุฒินันท์ เวียงอินทร์ 6104100010
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2/2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์  
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2563

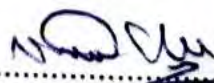
คณะกรรมการการสอบโครงการ



.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย)



.....กรรมการ  
(ผศ.สรารุง วรรณมันต์)



.....กรรมการ  
(อาจารย์สมบัติ หิรัญวรรณพงษ์)

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำจาก อาจารย์ศักดิ์ชาย เลิศสาระ อาจารย์ประมวล หวังเกษม อาจารย์สมบัติ หิรัญวรรณพงษ์ ผศ.สราวุทธิ์ วรสุมนต์ และ ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย ตลอดจนแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องของโครงการมาโดยตลอด

ผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในโครงการเล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นายชนาธร สุกสังข์

นายวุฒินันท์ เวียงอินทร์




**Project Title** : Creating and Testing Portable Negative Pressure Generator  
**By** : Mr. Tanatorn Sudsang 6104100001  
: Mr. Wutthinan Wiangin 6104100010  
**Advisor** : Dr. Chanchai Wiroonritichai  
**Degree** : Bachelor of Engineering  
**Major** : Mechanical Engineering  
**Faculty** : Engineering  
**Semester / Academic Year** : 2/2020

**Abstract**

The objective of this project was to study the mechanisms of the negative pressure generator and to design and manufacture the negative pressure machine to be small and easy to carry. The principle operation of the portable negative pressure generator begins by filling liquid into the saline bag, attaching the hose on the suction side to the saline sac, and spitting the hose into the beaker, turning it on to set the sensor's operation system inside mmHg. At the start of the experiment, the authors set the negative pressure level to -50 mmHg, -100 mmHg, and -150 mmHg, respectively. Conducted a negative pressure test 3 times and took note of the liquid value contained in the beaker each experiment, and filled the saline sack every time before the next trial.

The testing results showed that the flow rate obtained in each negative pressure quenching as follows: -50 mmHg condition yielded a flow rate of 63.33 mL/min, -100 mmHg condition yielded a flow rate of 73.33 mL/min, and -150 mmHg condition yielded a flow rate of 85 mL/min. Obviously, the more negative the pressure, the increase in the flow rate, and the increase in the negative pressure value. The negative pressure machine had an unequal flow rate, which can be caused by not sealing the device as well as it should and causes gas to enter the system.

**Keywords:** Portable Negative Pressure Making Machine, Saline Bag, Hose

Approved by  
  
.....

ชื่อโครงการ : การสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันแบบพกพา  
 ผู้จัดทำ : นายธนาธร สุดสังข์  
 : นายวุฒินันท์ เวียงอินทร์  
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย  
 ระดับการศึกษา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
 ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล  
 คณะ : วิศวกรรมศาสตร์  
 ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา : 2/2563

**บทคัดย่อ**

โครงการการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันแบบพกพา มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและผลิตเครื่องทำความดันให้มีขนาดเล็กพกพาได้ง่าย หลักการทำงานของเครื่องทำความดันแบบพกพา เริ่มต้นโดยการเติมของเหลวเข้าไปในถุงน้ำเกลือให้เต็ม ต่อสายยางทางด้านนำเข้ากับถุงน้ำเกลือ และสายยางทางด้านส่งออกลงในบีกเกอร์ เปิดเครื่องเพื่อตั้งค่าระบบการทำงานของเซ็นเซอร์ให้อยู่ในหน่วยมิลลิเมตรปรอท เมื่อเริ่มการทดลองให้ตั้งค่าระดับความดันที่ -50 มิลลิเมตรปรอท , -100 มิลลิเมตรปรอท , -150 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ ทำการทดลองตามระดับความดัน 3 ครั้ง ครั้งละ 1 นาที ทำการจดบันทึกค่าของเหลวที่อยู่ในบีกเกอร์ทุกครั้งของการทดลอง และเติมของเหลวให้เต็มถุงน้ำเกลือทุกครั้งก่อนการทดลองในครั้งต่อไป

ผลการทดลองพบว่าได้ค่าอัตราการไหลในแต่ละระดับความดัน ดังนี้ -50 มิลลิเมตรปรอท ได้ค่าอัตราการไหล 63.33 มิลลิลิตรต่อนาที , -100 มิลลิเมตรปรอท ได้ค่าอัตราการไหล 73.33 มิลลิลิตรต่อนาที และ -150 มิลลิเมตรปรอท ได้ค่าอัตราการไหล 85 มิลลิลิตรต่อนาที จะเห็นได้ว่ายิ่งเพิ่มความดันค่าอัตราการไหลก็จะเพิ่มตามค่าความดันที่เพิ่มขึ้น การที่เครื่องทำความดันมีอัตราการไหลที่ไม่เท่ากัน อาจเกิดจากการซีลอุปกรณ์ได้ไม่ดีเท่าที่ควรทำให้มีอากาศเข้าไปในระบบ

**คำสำคัญ :** เครื่องทำความดันแบบพกพา,ถุงน้ำเกลือ,สายยาง

ผู้ตรวจ  
 .....

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
รายการสัญลักษณ์	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
สารบัญรูปภาพ(ต่อ)	ญ
สารบัญแผนภูมิ	ฎ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการรักษาแพลตั่วระบบความดันลบ	3
2.2 หลักการทำงานของปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump)	20
2.3 หลักการทำงานของเซนเซอร์วัดและควบคุมความดัน	21
2.4 หลักการทำงานของตัวต้านทานไฟฟ้า (Resistor)	23
2.5 หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ (Transistor)	28
2.6 หลักการทำงานของไดโอด (Diode)	29
2.7 หลักการทำงานของตัวปรับลดแรงดัน	31
2.8 หลักการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery)	32
2.9 หลักการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ (Battery Charger)	33
2.10 หลักการทำงานของสวิตช์ไฟฟ้า (Electric Switch)	34
2.11 หลักการทำงานของโวลต์มิเตอร์แบบดิจิทัล	35
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน</b>	
3.1 แบบแผนการวิจัย	36
3.2 เครื่องมือ-วัสดุในการทำวิจัย	36
3.3 ขั้นตอนในการทำวิจัย	38

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.4 อุปกรณ์การทดลอง	41
3.5 วิธีการทดลอง	41
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
4.1 ผลการทดลอง	47
<b>บทที่ 5 บทสรุป</b>	
5.1 สรุป	48
5.2 ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก ก รูปภาพที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องทำความดันแบบพกพา	50
ภาคผนวก ข รูปภาพที่เกี่ยวข้องกับเครื่องทำความดันแบบพกพา	54
ภาคผนวก ค บทความวิชาการ	56
ภาคผนวก ง ไปสเตอร์	64
ประวัติผู้จัดทำ	66

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเซนเซอร์วัดและควบคุมความดัน	22
ตารางที่ 2.2 ค่าแถบสีตัวต้านทาน	27
ตารางที่ 4.1 แสดงอัตราการไหลที่ความดันลบที่ -50 mmHg	47
ตารางที่ 4.2 แสดงอัตราการไหลที่ความดันลบที่ -100 mmHg	47
ตารางที่ 4.3 แสดงอัตราการไหลที่ความดันลบที่ -150 mmHg	47





## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ในการรักษาแผลเบาหวาน	9
รูปที่ 2.2 แบบจำลองการทำแผล โดยวิธีสุญญากาศ	13
รูปที่ 2.3 ภาพของ Open cell foam dressing	13
รูปที่ 2.4 ระบบสุญญากาศ แบบระบบต่อเนื่อง	14
รูปที่ 2.5 ระบบสุญญากาศ แบบระบบไม่ต่อเนื่อง	15
รูปที่ 2.6 ระบบสุญญากาศ แบบระบบผันแปร	15
รูปที่ 2.7 แบบจำลองกลไกการหายของแผล โดยวิธีสุญญากาศ	18
รูปที่ 2.8 การทำแผล โดยวิธีสุญญากาศบนแผลที่ได้รับการปลูกถ่ายผิวหนัง	19
รูปที่ 2.9 บั้มสุญญากาศ (Vacuum Pump)	20
รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของบั้มสุญญากาศ	20
รูปที่ 2.11 เซนเซอร์วัดและควบคุมความดัน แบบ 2 หน้าจอ	21
รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของเซนเซอร์วัดความดันลบ	22
รูปที่ 2.13 สัญลักษณ์ของความต้านทาน	23
รูปที่ 2.14 ตัวต้านทานแบบคาร์บอน	25
รูปที่ 2.15 ตัวความต้านทานแบบลวดพัน	25
รูปที่ 2.16 ตัวต้านทานชนิดแผ่นฟิล์มหนา	26
รูปที่ 2.17 ตัวต้านทานชนิดออกไซด์ของโลหะ	26
รูปที่ 2.18 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ NPN	28
รูปที่ 2.19 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ PNP	28
รูปที่ 2.20 ทรานซิสเตอร์	29
รูปที่ 2.21 ไดโอด	29
รูปที่ 2.22 วงจรการทำงานไดโอด	30
รูปที่ 2.23 วงจรการทำงานไดโอด	31
รูปที่ 2.24 ตัวปรับลดแรงดัน	31
รูปที่ 2.25 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของไอซี	32
รูปที่ 2.26 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน	32
รูปที่ 2.27 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่	32
รูปที่ 2.28 เครื่องชาร์จแบตเตอรี่	33
รูปที่ 2.29 สวิตช์ไฟฟ้า	34

## สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.30 โวลต์มิเตอร์แบบดิจิตอล	35
รูปที่ 2.31 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของโวลต์มิเตอร์แบบดิจิตอล	35
รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย	37
รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมของเครื่องทำความดันลบ	38
รูปที่ 3.3 แผ่นปริ้นท์	39
รูปที่ 3.4 บัดกรีอุปกรณ์	39
รูปที่ 3.5 ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของกล่องอุปกรณ์	39
รูปที่ 3.6 กล่องใส่อุปกรณ์	39
รูปที่ 3.7 ติดตั้งอุปกรณ์ลงในแผ่นปริ้นท์	40
รูปที่ 3.8 ต่อสายยางเข้ากับปั๊มสุญญากาศและเซ็นเซอร์	40
รูปที่ 3.9 เปิดสวิตช์ตรวจสอบระบบ	40
รูปที่ 3.10 เครื่องทำความดันลบแบบพกพา	40
รูปที่ 3.11 ต่อสายยางเข้าอุปกรณ์	41
รูปที่ 3.12 กดปุ่ม MODE	41
รูปที่ 3.13 เลือกคำสั่ง EASY	42
รูปที่ 3.14 เลือกคำสั่ง OFF	42
รูปที่ 3.15 เลือกคำสั่ง N.o N.c	43
รูปที่ 3.16 เลือกคำสั่ง 2.5 SPED	43
รูปที่ 3.17 เลือกคำสั่ง R-ON	44
รูปที่ 3.18 เลือกคำสั่ง mmHg	44
รูปที่ 3.19 เสร็จการตั้งค่า	45

## สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงอัตราการไหลที่ความดันลบ -50 mmHg , -100 mmHg , -150 mmHg

หน้า

48



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรค NCDs (Non-communicable Diseases) คือ กลุ่มโรคที่ไม่ติดต่อ ไม่ว่าจะเป็นการสัมผัสคลุกคลีหรือมีการสัมผัสกับสารคัดหลั่งต่างๆ เพราะโรคของกลุ่มนี้ไม่ได้เกิดจากเชื้อโรค โรคในกลุ่ม NCDs เป็นโรคที่มีความสัมพันธ์กับนิสัยหรือพฤติกรรมการดำเนินชีวิต การเจริญเติบโตของโรคจะค่อยๆ สะสมอาการทีละนิดจนทวีความรุนแรงขึ้น สุดท้ายจะเกิดอาการเรื้อรังในที่สุดหากไม่ได้รับการรักษาหรือดูแลอย่างถูกต้องและทันเวลา จะส่งผลกระทบต่ออย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของผู้ป่วยและครอบครัว ตัวอย่างกลุ่มโรค NCDs เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ, โรคหลอดเลือดสมอง, โรคเบาหวาน, โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น

โรค NCDs เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตของคน 36 ล้านคนทั่วโลกในแต่ละปีหรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 63 ของสาเหตุการตายทั้งหมด โดยเป็นโรคที่มีข้อมูลสถิติที่น่าเป็นห่วง สถิติของสถานการณ์โรคเบาหวานทั่วโลกในปี พ.ศ.2560 มีผู้ป่วย 425 ล้านราย แบ่งเป็นกลุ่มอายุ 65 ขึ้นไป คิดเป็น 98 ล้านราย และ 20-64 ปี คิดเป็น 327 ล้านราย สำหรับประเทศไทยมีผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานในปีที่ผ่านมาประมาณ 4.8 ล้านราย คาดการณ์ว่าความชุกของโรคเบาหวาน ภายในปี 2583 จะเพิ่มสูงขึ้นถึง 5.3 ล้านราย

โรคเบาหวาน (Diabetes) คือ โรคที่เซลล์ร่างกายมีความผิดปกติในขบวนการเปลี่ยนน้ำตาลในเลือดให้เป็นพลังงาน โดยขบวนการนี้เกี่ยวข้องกับอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อนเพื่อใช้ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เมื่อน้ำตาลไม่ได้ถูกใช้จึงทำให้ระดับน้ำตาลสูงขึ้นกว่าระดับปกติ ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานแล้วมีแผล หากควบคุมน้ำตาลในเลือดไม่ดี จะส่งผลให้แผลหายช้า ถ้าเป็นแผลที่เท้าหรือขา แล้วติดเชื้อลุกลามจนอาจนำไปสู่การตัดอวัยวะทิ้งได้ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยในด้านความมั่นใจในการใช้ชีวิตในสังคม ซึ่งบาดแผลของผู้ป่วยมักเป็น บาดแผลเรื้อรัง (Chronic Wound) หรือบาดแผลที่รักษายาก บาดแผลที่ไม่สามารถรักษาให้หายได้ตามกระบวนการ โดยทั่วไปแล้วหากรักษาแผลแล้วไม่หายภายในระยะเวลา 3 เดือน ก็จัดว่าเป็นแผลเรื้อรัง โดยบาดแผลเรื้อรังนี้มีกระบวนการรักษาได้หลายแบบแต่ใน ปัจจุบันมีการรักษาแผลชนิดนี้ด้วยการใช้ระบบความดันลบ ส่งผลให้แผลหายเร็ว จึงได้เกิดแนวคิดที่จะสร้างเครื่องทำความดันลบ ขึ้นมาเพื่อรักษาแผลโดยเครื่องจะทำการดูดน้ำหนองออกจากแผลจะทำให้เลือดไหลเวียนดีขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงในการที่ต้องตัดอวัยวะ ของผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน โดยให้มีราคาต้นทุนในการทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบที่ถูกลง มีขนาดที่สามารถพกพาได้ และผู้ป่วยสามารถทำเองได้ที่บ้านด้วยระบบที่ใช้งานง่าย ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ป่วยเองที่ไม่ต้องเดินทางมาทำแผลที่โรงพยาบาลบ่อยๆ

## 1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

- 1.2.1 เพื่อออกแบบและผลิตเครื่องทำความดันลบให้มีขนาดเล็กพกพาได้ง่าย
- 1.2.2 ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องทำความดันลบ

## 1.3. ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องทำความดันลบที่มีขนาดเล็กพกพาได้ ที่สามารถดูดน้ำหนองด้วยอัตราเร็ว และสามารถปรับความดันลบได้ในช่วง -50, -100, -150 มิลลิเมตรปรอท
- 1.3.2 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำความดันลบในถุงน้ำเกลือ ที่อยู่ช่วงความดันลบ -50,-100,-150 มิลลิเมตรปรอท

## 1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้ความรู้เกี่ยวกับการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบ
- 1.4.2 สามารถนำไปสนับสนุนในการรักษาแผลด้วยเครื่องมือความดันลบที่มีใช้อยู่แล้วในโรงพยาบาล

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการรักษาแผลด้วยระบบความดันลบ

##### 2.1.1 กลุ่มโรค NCDs (Non-Communicable Diseases)

โรค NCDs (Non-Communicable Diseases) คือ กลุ่มโรคที่ไม่ติดต่อ ไม่ว่าจะเป็นการสัมผัส คลุกคลี หรือการสัมผัสกับสารคัดหลั่งต่าง ๆ เพราะโรคของกลุ่มนี้ไม่ได้เกิดจากเชื้อโรค แต่เป็นโรคที่มีความเกี่ยวข้องกับนิสัยหรือพฤติกรรมกรรมการดำเนินชีวิต กลไกการเกิดโรคจะค่อย ๆ สะสมอาการทีละน้อยจนทวีความรุนแรงขึ้น สุดท้ายทำให้เกิดอาการเรื้อรังในที่สุด หากไม่ได้รับการรักษาดูแลอย่างถูกต้องและทันเวลา จะส่งผลกระทบต่ออย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของผู้ป่วยและครอบครัว ตัวอย่างกลุ่มโรค NCDs เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ, โรคหลอดเลือดสมอง, โรคเบาหวาน และ โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น

โรค NCDs เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตของคน 36 ล้านรายทั่วโลกในแต่ละปี คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 63 ของสาเหตุการตายทั้งหมด โดยโรคเบาหวานเป็นโรคที่มีข้อมูลสถิติที่น่าเป็นห่วง สถิติของสถานการณ์ โรคเบาหวานทั่วโลกในปี พ.ศ.2560 มีผู้ป่วย 425 ล้านราย แบ่งเป็นกลุ่มอายุ 65 ขึ้นไป คิดเป็น 98 ล้านราย และ ช่วงอายุ 20-64 ปี คิดเป็น 327 ล้านราย สำหรับประเทศไทยในปัจจุบันมีผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานประมาณ 4.8 ล้านราย คาดการณ์ว่าความชุกของโรคเบาหวานภายในปี 2583 จะเพิ่มสูงขึ้นถึง 5.3 ล้านราย

โรคเบาหวาน (Diabetes) คือ โรคที่เซลล์ร่างกายมีความผิดปกติในขบวนการเปลี่ยนน้ำตาลในเลือดให้เป็นพลังงาน โดยขบวนการนี้เกี่ยวข้องกับอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อนเพื่อใช้ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เมื่อน้ำตาลไม่ได้ถูกใช้จึงทำให้ระดับน้ำตาลสูงขึ้นกว่าระดับปกติ ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานแล้วมีแผล หากควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ดี จะส่งผลให้แผลหายช้า ถ้าเป็นแผลที่มือหรือเท้า แล้วติดเชื้อลุกลามจนอาจนำไปสู่การตัดอวัยวะนั้นทิ้ง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยเบาหวาน ให้กลายเป็นผู้พิการ ทำให้เสียโอกาสในการทำงาน และส่งผลกระทบต่อจิตใจในการใช้ชีวิตในสังคม บาดแผลของผู้ป่วยมักเป็นบาดแผลเรื้อรัง (Chronic Wound) หรือบาดแผลที่รักษายาก บาดแผลที่ไม่สามารถรักษาให้หายได้ตามกระบวนการ โดยทั่วไปแล้วหากรักษาแผลแล้วไม่หายภายในระยะเวลา 3 เดือน ก็จัดว่าเป็นแผลเรื้อรัง โดยบาดแผลเรื้อรังนี้มีกระบวนการรักษาได้หลายแบบแต่ในปัจจุบันมีการรักษาแผลชนิดนี้ด้วยการใช้ระบบความดันลบ (Negative Pressure Wound Therapy) ส่งผลให้แผลหายเร็ว

### 2.1.2 แผลเบาหวาน (Diabetic Ulcer)

แผลเบาหวานเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยที่สุดในผู้ป่วยที่ต้องควบคุมอาการของโรคเบาหวานได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้ระบบประสาททำงานผิดปกติ ส่งผลให้เกิดอาการชา หรือไร้ความรู้สึกบริเวณปลายมือและเท้า จึงเป็นเหตุให้เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุและเกิดแผลมากขึ้น และเมื่อเกิดแผลเลือดก็จะไหลเวียนบริเวณแผลได้ไม่เพียงพอ เนื่องจากหลอดเลือดทำงานผิดปกติด้วยเช่นกัน จึงทำให้แผลหายช้าหรือกลายเป็นแผลเรื้อรังเสี่ยงต่อการติดเชื้อได้ โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะพบแผลเหล่านี้ที่บริเวณนิ้วโป้ง และนิ้วนปลายเท้า ซึ่งหากไม่รักษาอย่างทันที่และถูกต้องอาจนำไปสู่การตัดอวัยวะเนื่องจากการติดเชื้อได้ในที่สุด

#### อาการแผลเบาหวาน

ส่วนใหญ่แล้วผู้ป่วยโรคเบาหวานจะไม่รู้ว่าตัวเองเกิดแผลเบาหวานขึ้น โดยเฉพาะแผลที่เท้า ซึ่งสัญญาณแรก ๆ ของการเกิดแผลเบาหวานคือ อาจมีน้ำหนองไหลออกมาผิดปกติ อวัยวะที่เกิดแผลมีอาการบวมแดงผิดปกติ และรู้สึกเจ็บหรือระคายเคือง และอาจมีกลิ่นเหม็นผิดปกติ ทั้งนี้ หากระบบเลือดไหลเวียนไปที่แผลไม่ดีเท่าที่ควรอาจทำให้เกิดภาวะเนื้อตาย ซึ่งสังเกตเห็นได้จากผิวหนังที่เปลี่ยนสีกลายเป็นสีดำบริเวณรอบ ๆ แผล โดยมักจะเกิดขึ้นที่นิ้วเท้าเสียเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะนำมาสู่การติดเชื้อ และทำให้มีหนองซึ่งมีกลิ่นเหม็นไหลออกมาจากแผล เกิดอาการชา หรือเจ็บบริเวณแผลได้ในที่สุด โดยแผลเบาหวานนั้นแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ คือ

1. ระดับ 0 ไม่มีอาการของแผลเปื่อย
2. ระดับ 1 มีแผลเกิดขึ้นแต่ไม่มีอาการอักเสบ
3. ระดับ 2 แผลลึกจนเห็นเส้นเอ็นและกระดูก
4. ระดับ 3 แผลมีการลุกลามในบริเวณกว้าง และมีฝีเกิดขึ้น

ทว่าในผู้ป่วยบางรายก็อาจไม่มีความผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้นกับแผลจนกระทั่งแผลเกิดการอักเสบ ดังนั้นผู้ป่วยอาจต้องทำการสังเกตความผิดปกติของเท้า ว่ามีอาการบวมแดง หรือมีแผลใดๆ เกิดขึ้นหรือไม่ หากมีแผลก็ควรสังเกตว่าบริเวณแผลนั้นมีสีคล้ำลง และมีอาการเจ็บบริเวณแผลหรือไม่ หากพบควรรีบไปแพทย์โดยด่วนเพื่อลดความเสี่ยงการเน่าของเนื้อและผิวหนังบริเวณดังกล่าว

#### สาเหตุของแผลเบาหวาน

ภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทและหลอดเลือด เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดแผลเบาหวาน เพราะเมื่อผู้ป่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ไม่ดีเพียงพอ น้ำตาลในเลือดจะไปทำให้หลอดเลือดและระบบประสาทผิดปกติ ก่อให้เกิดภาวะเส้นประสาทเสื่อม นำมาสู่อาการชาหรือไร้ความรู้สึกที่บริเวณเท้าได้เมื่อสูญเสียความรู้สึกบริเวณ

เท้าแล้วจะทำให้ผู้ป่วยแทบไม่รู้ตัวหากเกิดรองเท้ากัด รอยบาด หรืออุบัติเหตุที่เท้า ยิ่งไปกว่านั้น ความเสียหายของหลอดเลือดจะทำให้เลือดไหลเวียนไปยังหลอดเลือดส่วนปลายได้ไม่ดีนัก ก่อให้เกิดภาวะขาดเลือดเฉียบพลัน (Ischaemia) และแผลที่เกิดขึ้นจะมีเลือดมาเลี้ยงไม่เพียงพอ ทำให้แผลหายช้าและกลายเป็นแผลเรื้อรังในที่สุด

ทั้งนี้ผู้ป่วยเบาหวานที่เข้าข่ายเสี่ยงต่อการเกิดแผลเบาหวานมากที่สุดนอกเหนือจากผู้ที่ควบคุมอาการเบาหวานได้ไม่ดี มักมีลักษณะอาการ ดังนี้

- มีอาการของโรคเส้นประสาท (Neuropathy)
- ระบบไหลเวียนเลือดไม่ดี
- มักสวมใส่รองเท้าที่ไม่สบายเท้า
- ตัดนิสยเดินเท้าเปล่า

นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดแผลเบาหวานได้ คือ การสูบบุหรี่ การไม่ออกกำลังกาย น้ำหนักตัวเกิน ความดันโลหิตสูง คอเลสเตอรอลสูง ซึ่งหากมีปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้ ควรระมัดระวังในการเดิน หรือการสวมใส่รองเท้า เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดแผลเบาหวานโดยไม่รู้ตัว

#### การวินิจฉัยแผลเบาหวาน

ผู้ป่วยอาจสังเกตอาการแผลเบาหวานได้ด้วยตาเปล่าในเบื้องต้น หากพบของเหลวที่มีกลิ่นเหม็นผิดปกติไหลออกมาจากผิวหนัง และผิวหนังมีสีและลักษณะที่เปลี่ยนไป ควรรีบไปพบแพทย์ โดยเฉพาะผู้ป่วยที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดีไม่ควรรื้อ เพราะอาจทำให้แผลเสี่ยงต่อการเน่าและติดเชื้อได้เมื่อไปพบแพทย์ แพทย์อาจไม่สามารถระบุว่าเป็นแผลดังกล่าวเป็นแผลเบาหวานหรือไม่ เนื่องจากลักษณะแผลอาจเกิดขึ้นจากสาเหตุอื่นได้เช่นกัน ดังนั้น แพทย์จึงอาจต้องซักประวัติเกี่ยวกับโรคเบาหวาน และภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ เพิ่มเติม นอกจากนี้แพทย์จะสังเกตรด้วยวิธีอื่นๆ เพื่อวินิจฉัยเพิ่มเติมด้วย โดยวิธีที่แพทย์มักใช้ ได้แก่

- การตรวจเลือด เป็นวิธีการตรวจที่จะช่วยให้แพทย์สันนิษฐานได้ว่าแผลที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากปัญหาอะไรได้บ้าง โดยแพทย์จะนำตัวอย่างไปตรวจนับความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดระดับน้ำตาลในเลือด ค่าน้ำตาลเฉลี่ยสะสม ค่าครีเอตินิน (Creatinine) จากนั้นจึงจะนำผลมาวินิจฉัยร่วมกับข้อมูลที่ได้
- การตรวจสมรรถภาพของหลอดเลือด เป็นการตรวจเพื่อประเมินโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดหลอดเลือดอุดตัน โดยเฉพาะในผู้ป่วยโรคเบาหวาน การตรวจนี้จะช่วยให้แพทย์มองเห็นว่าผู้ป่วยมีโอกาสที่จะเป็นแผลเบาหวานจากการอุดตันของหลอดเลือดแดงส่วนปลายหรือไม่
- การตรวจการไหลเวียนของเลือด (Pulse-Volume Recording: PVR) เป็นการตรวจว่าเลือดไหลเวียนในร่างกายดีหรือไม่ โดยใช้อุปกรณ์เฉพาะที่มีสายรัด รัดบริเวณ ต้นขา น่อง ข้อ



เท้า และเท้า ทั้งนี้หากระบบไหลเวียนเลือดไม่แสดงผลใด ๆ ออกมาจะทำให้แพทย์ทราบได้อย่างชัดเจนมากขึ้น แพทย์อาจสังเกตรวดด้วยวิธีนี้ซ้ำเป็นระยะเพื่อประเมินการไหลเวียนของเลือดที่ส่งผลต่อการรักษาบาดแผลการตรวจอัลตราซาวด์ เป็นการตรวจเพื่อดูว่าความผิดปกติ และความรุนแรงที่เกิดจากภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานนั้นส่งผลมากเท่าไร โดยในการตรวจชนิดนี้เรียกว่าการตรวจแบบดอปเพลอร์ (Doppler Ultrasound) ซึ่งแพทย์จะใช้อุปกรณ์ที่มีชื่อว่า Doppler ตรวจบริเวณที่มีรอยโรค หากคลื่นเสียงที่สะท้อนออกมาแตกต่าง จะทำให้แพทย์ทราบว่าเกิดความผิดปกติ และนำผลมาวิเคราะห์เพิ่มเติม ซึ่งจะช่วยให้แพทย์รักษาได้ตรงจุดมากขึ้น

- การเอกซเรย์ด้วยรังสี จะช่วยให้แพทย์เห็นภาพความผิดปกติที่อยู่ใต้แผลเบาหวานได้ในเบื้องต้น ว่ามีภาวะกระดูกอักเสบหรือผิดรูปจากภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานหรือไม่
- การเอกซเรย์ด้วยคอมพิวเตอร์ การตรวจเอ็มอาร์ไอ (MRI Scan) หรือซีทีสแกน (CT Scan) จะช่วยให้แพทย์เห็นการเกิดฝีซึ่งเป็นผลมาจากการติดเชื้อแผลเบาหวาน ในบริเวณที่เห็นไม่ชัดเจนจากการตรวจร่างกาย ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้
- การตรวจกระดูก มีจุดประสงค์เพื่อตรวจหาการอักเสบ แต่ไม่ใช่การตรวจที่นิยมใช้มากนัก เนื่องจากอาจให้ผลที่ผิดเพี้ยนได้
- การสอดสายสวยหลอดเลือด (Conventional Angiography) ในกรณีที่แพทย์พบการอุดตันของหลอดเลือดอันเป็นสาเหตุของแผลเบาหวาน แพทย์อาจใช้วิธีนี้เพื่อดูขอบเขตของการอุดตันเพื่อวางแผนการรักษา โดยแพทย์จะสอดสายสวนเข้าไปในหลอดเลือดและฉีดสารเรืองแสงเข้าไป จากนั้นจะเอกซเรย์ด้วยรังสี ภาพที่ได้จะช่วยให้แพทย์วางแผนการผ่าตัดได้ดียิ่งขึ้น
- การวัดออกซิเจนทางผิวหนัง (Transcutaneous Tissue Oxygen Studies) วิธีนี้จะช่วยให้แพทย์ทราบว่าผิวหนังใกล้เคียงบริเวณได้รับออกซิเจนจากเลือดเพียงพอหรือไม่ ซึ่งส่งผลต่อการสมานตัวของแผล หลังจากการตรวจวินิจฉัยแล้ว แพทย์จะนำผลที่ได้รับไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลและประวัติในการรักษาโรคเบาหวานของผู้ป่วยเพื่อวางแผนการรักษาต่อไป

### การรักษาแผลเบาหวาน

ในเบื้องต้นหากผู้ป่วยมีแผลเบาหวานเกิดขึ้น ควรหยุดใช้งานอวัยวะดังกล่าวเพื่อไม่ให้เกิดแรงดันที่แผลจนทำให้เกิดการติดเชื้อหรือแผลขยายใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ แพทย์ยังอาจให้ผู้ป่วยใส่อุปกรณ์ป้องกันแผล เช่น รองเท้าสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน เฝือก ผ้าพันแผล หรือ หรือแผ่นเพื่อป้องกันตาปลา หากเป็นแผลที่เกิดจากของมีคมมีลักษณะเป็นรอยขีดข่วน ควรรีบล้างทำความสะอาดแผลด้วยน้ำอุ่นและสบู่ก่อนๆ จากนั้นเช็ดให้แห้งแล้วจึงใส่ยาฆ่าเชื้อ ปิดแผลด้วยผ้าปิดแผลที่ผ่านการฆ่าเชื้อ หลีกเลี่ยงการปิดแผลด้วยพลาสติกเพราะอาจทำให้แผลไม่แห้ง ทั้งนี้ หากแผลมีอาการบวมแดงและมีน้ำเหลืองหรือหนองไหลออกมาจากแผลควรรีบไปพบแพทย์โดยเร็วที่สุด

หากแผลเริ่มมีลักษณะรุนแรงมากกว่าปกติ แพทย์จะรักษาแผลด้วยการกำจัดสิ่งแปลกปลอมหรือผิวหนังที่ตายออก เพื่อป้องกันการติดเชื้อและการอักเสบที่อาจเกิดขึ้น จากนั้นจะเริ่มรักษาในขั้นต่อไป โดยจะวางแผนการรักษาโดยดูจากระดับความรุนแรงของแผลหากแพทย์พบว่าผู้ป่วยมีความเสี่ยงที่จะติดเชื้อ หรือพบการติดเชื้อแพทย์อาจใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษาร่วมด้วย โดยอาจให้เป็นยารับประทาน หรือชนิดฉีดเข้ากล้ามเนื้อ หรือหลอดเลือดดำ ทว่าหากแพทย์พบว่าแผลเบาหวานที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากภาวะหลอดเลือดตีบแข็ง ก็อาจต้องผ่าตัดหลอดเลือดเพื่อให้เลือดสามารถไหลเวียนไปยังบริเวณแผลได้ ซึ่งในการผ่าตัดแพทย์จะต้องพิจารณาถึงความพร้อมของผู้ป่วย และสภาพบาดแผล ทว่าหากแพทย์ใช้วิธีการรักษาทุกวิธีแล้วแต่อาการของผู้ป่วยไม่มีแนวโน้มว่าจะดีขึ้น หรือยิ่งเลวร้ายลงกว่าเดิม แพทย์อาจต้องตัดสินใจตัดอวัยวะนั้นทิ้งเพื่อไม่ให้อาการลุกลาม

ทั้งนี้ ในระหว่างการรักษาแพทย์จะแนะนำให้ผู้ป่วยหยุดพักการใช้งานอวัยวะนั้น ๆ และไม่ควรถึงน้ำหนักลงไปที่บริเวณแผล เพราะอาจทำให้แผลหายช้าลง อย่างไรก็ตามหากผู้ป่วยมีปัญหาสุขภาพที่ร้ายแรงเช่น ติดเชื้อเอชไอวี (HIV) หรือมีปัญหาเกี่ยวกับตับ ควรปรึกษาแพทย์ในเรื่องการรักษาเพื่อป้องกันการติดเชื้อที่เป็นอันตรายด้วย นอกจากนี้ หากผู้ป่วยมีอาการไม่รุนแรงมากนักก็อาจรักษาได้ด้วยตนเอง โดยการใช้ยาใช้ภายนอกซึ่งสามารถหาซื้อได้ทั่วไป แต่ควรใช้ภายใต้คำแนะนำของแพทย์ยาเหล่านี้ ได้แก่

1. วัสดุทำแผลที่มีส่วนประกอบของซิลเวอร์ หรือยาที่มีส่วนประกอบของซิลเวอร์ซัลฟาไดอะซีน (Silver Sulfadiazine)
2. น้ำยาหรือเจลฆ่าเชื้อที่มีส่วนประกอบของโพลีเฮกซามิทธิลีน ไบแกวไนด์ (Polyhexamethylene Biguanide หรือ PHMB)
3. ทิงเจอร์ไอโอดีน
4. ยาที่มีส่วนประกอบของน้ำผึ้งที่ใช้ในการรักษาโรค เพื่อช่วยให้แผลสมานตัวได้ไวยิ่งขึ้น

ในทางกลับกันหากแผลมีขนาดใหญ่ และเสี่ยงต่อการติดเชื้อ หรือรักษาด้วยวิธีอื่น ๆ ไม่ได้ผล แพทย์อาจแนะนำให้เข้ารับการผ่าตัดเพื่อรักษาแผล เช่น การลดแรงกดบริเวณแผลด้วยการขูดเนื้อที่ตายออก หรือผ่าตัดเพื่อแก้ไขความผิดปกติที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณแผล แต่ทั้งนี้การผ่าตัดก็ไม่จำเป็นเสมอไปหากการรักษาแผลเบาหวานด้วยวิธีอื่น ๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

### ภาวะแทรกซ้อนของแผลเบาหวาน

แผลเบาหวานเป็นภาวะที่ต้องรักษาอย่างเร่งด่วน เนื่องจากหากไม่ได้รับการรักษาอย่างทันท่วงทีแผลติดเชื้อจะทำให้เกิดภาวะเนื้อตายรอบๆ แผลจนทำให้แพทย์อาจต้องขูดเนื้อเยื่อที่ตายออก และต้องใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อควบคุมการติดเชื้อและป้องกันการเน่าตายของเนื้อหากอาการเน่าตายของเนื้อเยื่อไม่สามารถควบคุมได้ ผู้ป่วยอาจถึงขั้นต้องตัดอวัยวะนั้น ๆ ออกเพื่อป้องกันอันตรายจากเชื้อโรคแพร่กระจายเข้าสู่กระแสเลือด ซึ่งอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

### การป้องกันแผลเบาหวาน

ผู้ป่วยเบาหวานป้องกันการเกิดแผลเบาหวานได้ด้วยการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ชีวิต เช่น งดสูบบุหรี่ ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ควบคุมระดับไขมันในเลือด ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ให้สูงจนเกินไป อีกทั้งยังควรควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในระดับปกติ รวมถึงระมัดระวังไม่ให้เกิดแผลโดยเฉพาะเท้า ด้วยวิธีดังต่อไปนี้

- ล้างเท้าให้สะอาดทุกวัน
- ตัดเล็บเท้าอย่างสม่ำเสมอ อย่าปล่อยให้ยาวหรือตัดสั้นจนเกินไป
- พยายามให้เท้าแห้ง และมีความชุ่มชื้นอยู่เสมอ
- ชักถุงเท้าที่สวมใส่บ่อย ๆ
- ดูแลเท้าให้มีสุขภาพดีอยู่เสมอ หากมีตาปลาหรือบริเวณที่มีหนังด้านควรไปพบแพทย์เพื่อรักษา
- สวมรองเท้าที่พอดีกับเท้า และสวมใส่สบาย

นอกจากนี้ ผู้ป่วยควรเข้ารับการตรวจเท้าอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง และหากเป็นผู้ป่วยที่เคยมีแผลเบาหวานที่เท้ามาก่อนแล้ว เมื่อรักษาหายแพทย์อาจแนะนำให้สวมใส่รองเท้าสำหรับผู้ป่วยเบาหวานเพื่อป้องกันการกลับมาเป็นซ้ำของแผลเบาหวานรวมทั้งควรควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับเหมาะสมอยู่เสมอ เพื่อไม่ให้มีน้ำตาลในเลือดสร้างความเสียหายแก่หลอดเลือดและเส้นประสาท อีกทั้งยังควรหมั่นสังเกตความผิดปกติของร่างกายอยู่เสมอ หากมีอาการชาโดยไม่ทราบสาเหตุ หรือสูญเสียความรู้สึกบริเวณส่วนใดส่วนหนึ่งในร่างกายควรรีบไปพบแพทย์เพื่อหาทางรับมือกับอาการเหล่านั้น และป้องกันการเกิดแผลเบาหวานที่อาจเกิดขึ้นภายหลัง

### 2.1.3 งานวิจัยหรือโครงการอื่นที่เกี่ยวข้อง

Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) หรือ Vacuum Assisted Closure (VAC system) จัดเป็นนวัตกรรมใหม่ชิ้นหนึ่งในศัลยกรรมตกแต่ง ที่ได้ผลเป็นที่น่าพอใจและเป็นที่ยอมรับของทั่วโลก Argenta ได้นำเสนออุปกรณ์ทำแผลภายใต้ระบบสุญญากาศชนิดนี้ โดยได้รับอนุญาตจาก FDA ในปี ค.ศ. 1995 เป็นระบบที่นำมาใช้ร่วมกับการดูแลแผลที่ไม่สามารถเย็บปิดแบบ primary closure ได้มีทั้งชนิดที่เป็นเครื่องติดกับเตียงและเครื่องที่สามารถพกพาได้

#### ส่วนประกอบของระบบ

- ฟองน้ำ (Open Cell Sponge) หรือ ก๊อช (Gauze)
- สายสำหรับต่อกับ Vacuum Pump
- Vacuum Pump ซึ่งเป็นเครื่องควบคุมความดัน โดยเครื่องนี้จะมีส่วนที่เป็นตัวเก็บของเสียที่ดูดออกมาจากแผล (canister) สามารถเปลี่ยนเมื่อของเสียเต็มหรือเมื่อใช้กับผู้ป่วยรายใหม่
- Occlusive Film เป็นแผ่นฟิล์มที่ปิดแผลเพื่อทำให้แผลเป็นระบบปิด



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ในการรักษาแผลเบาหวาน

## การตั้งระบบการทำงาน

1. Constant mode ระบบสามารถปรับเป็นการทำให้เป็นสุญญากาศตลอดเวลา โดยปกติจะเลือกใช้ระบบนี้ เมื่อแผลมีอาการบวมค่อนข้างมาก โดยจะสามารถลดอาการบวมได้อย่างรวดเร็วส่วนใหญ่แนะนำให้ตั้งระบบนี้ในช่วง 1-2 วันแรก

2. Intermittent mode เป็นการตั้งให้เกิดสุญญากาศเป็นช่วงๆ โดยมีช่วงที่เครื่องจะดูดและพักสลับกัน ข้อดีของการที่ปล่อยให้มีความดันเพื่อที่ให้เลือดมาเลี้ยงแผลได้มากยิ่งขึ้น โดยปกติแล้วนิยมตั้งแรงดูด (Negative Pressure) ที่ 125 mmHg. แต่ในผู้ป่วยบางราย เมื่อตั้งแรงดูดขนาดนี้ หากมีอาการปวดที่บริเวณแผลมาก อาจลดแรงดูดได้จนถึง 25mmHg. ทั้งนี้พิจารณาผู้ป่วยเป็นรายๆ ไปโดยอาจค่อยๆ ลดแรงดูดลงจนถึงระดับที่ผู้ป่วยไม่มีอาการปวด การทำงานของระบบจะเกิดขึ้นเมื่อแผลเป็นระบบปิด หากมีรอยรั่วเครื่องจะเตือนซึ่งจำเป็นต้องเปลี่ยนแผลใหม่ หรือหาตำแหน่งรอยรั่วแล้วปิดแผ่นฟิล์มทับเพื่ออุดรอยรั่วนั้นๆ

## กลไกการทำงาน

1. Negative Pressure จะช่วยดูด Interstitial Fluid ที่มากเกินไปออก โดยนอกจากจะทำให้แผลยุบแล้วยังพบว่าใน Interstitial Fluid เหล่านี้ยังมี Metalloproteinaseenzyme ซึ่งเป็นสารที่ยับยั้งกระบวนการหายของแผล

2. เพิ่มการเจริญของเส้นเลือดให้เข้ามาเลี้ยงยัง บาดแผลเนื่องจากเมื่อแผลยุบวมนลงเลือดจะเข้ามาเลี้ยงแผลได้มากขึ้น

3. ลดปริมาณของแบคทีเรียในบาดแผล

4. ใช้ร่วมกับการทำ Meshed Skin Graft โดยเฉพาะบริเวณที่ไม่สามารถใส่ผิวหนังเพื่อยึด Skin Graft ให้อยู่หนึ่งได้เช่น การวาง Skin Graft ที่บริเวณลำตัว

5. Subacute wound เช่น Dehisced Incision

6. ใช้ร่วมกับการทำ Flap

7. Abdominal Compartment Syndrome

## ข้อบ่งชี้ในการใช้

- Diabetic Ulcer
- Pressure Sore
- Acute and Traumatic Wound ที่มีการเปิดถึงอวัยวะที่สำคัญ เช่น เส้นเอ็น(Tendon) กระดูก(Bone), วัสดุที่ใช้ยึด

### ข้อห้ามในการใช้

- แผลที่ยังมีเนื้อตาย
- แผลที่มี Active Bleeding
- แผลที่ Exposed Arteries หรือ Vein
- แผลที่เกิดจากมะเร็ง

### การดูแลแผล

การทำแผลวิธีนี้มีข้อดี คือ ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแผลทุกวัน เป็นการบรรเทาความเจ็บปวดในการทำแผลและลดภาระงานของบุคลากรทางการแพทย์ โดยสามารถเปลี่ยนแผลทุก 48-72 ชั่วโมง หากแผลดูสะอาดก็อาจเลือกทำทุก 3 วัน แต่ในกรณีที่ไม่แน่ใจเรื่องการติดเชื้อ หรือต้องการประเมินบ่งชี้ อาจเปลี่ยนแผลทุก 2 วัน โดยก่อนทำแผลด้วยวิธีนี้ต้องมั่นใจว่าไม่มีเนื้อตาย (Necrotic Tissue) หรือตัดเนื้อตายออกจนหมดแล้วและต้องมั่นใจว่าแผลไม่มีหนอง (Pus) ในกรณีที่แผลมีภาวะการติดเชื้อ (Infection) และสามารถรักษาแผลจนสะอาดในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่แน่ใจเรื่องภาวะติดเชื้อที่อาจหลงเหลืออยู่ อาจเลือกใช้ Open-Cell Sponge ชนิดที่มี Silver ผสมหรือใช้ร่วมกับวัสดุทำแผลอื่น ๆ ที่มี Silver (Silverdressing) เพื่อช่วยในเรื่องการฆ่าเชื้อ แผลลักษณะนี้ควรเปิดแผลอย่างน้อยทุก 48 ชั่วโมงการเลือกใช้ Open-Cell Sponge หรือ Petrolatum Gauze พบว่าไม่มีผลต่อการหายของแผล แต่ Petrolatum Gauze สามารถลดความเจ็บปวดได้มากกว่าในขณะที่เอาออกจากแผล เนื่องจากพบว่าในกลุ่มที่ใช้ Open-Cell sponge จะมี Granulation Tissue ติดเข้ามา ใน Sponge มากกว่า ทำให้เวลาแกะแผลผู้ป่วยอาจเจ็บปวดมากกว่าในบางกรณี ที่แผลนั้นๆ มีเลือดมาเลี้ยงไม่ดีแม้ทำแผลด้วยวิธีนี้ก็ยังไม่สามารถเพิ่ม Granulation Tissue ได้หากทำแผลไป 2 สัปดาห์แล้วยังไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงใดๆ ควรพิจารณาการรักษาแบบอื่น ในกรณีที่แผลไม่บวมมากและไม่จำเป็นต้องใช้ Canister ขนาดใหญ่ที่เก็บ Transudate จากแผล สามารถเลือกใช้ Negative Pressure Wound Therapy ขนาดเล็กได้ (PICO, Smith&Nephew) โดยเครื่องชนิดนี้มีแรงดูด 80 mmHg และจะดูดของเหลวเข้ามาเก็บไว้ในวัสดุปิดแผล มีข้อดีคือสะดวกในการพกพาไม่จำเป็นต้องนอนในโรงพยาบาล

### การรักษาแผลโดยวิธีสุญญากาศ (Negative pressure wound therapy)

การรักษาแผลโดยวิธีสุญญากาศ (Negative Pressure Wound Therapy (NPWT), Vacuum-Assisted wound Closure (V.A.C.®), Topical Negative Pressure (TNP), Vacuum Sealing Technique (VST), Sealed Surface Suction (SSS)) คือการรักษาแผลด้วยระบบปิดที่ความดันต่ำกว่าบรรยากาศ (Subatmospheric Pressure) มีทั้งแบบต่อเนื่อง และแบบไม่ต่อเนื่อง (Continuously or Intermittently) ซึ่งเป็นวิธีการรักษาแผลที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน รายงานการรักษาแผลด้วยวิธีนี้ครั้งแรกตั้งแต่ปีค.ศ. 1993 โดย Fleischmann W. และ

คณะ ในการรักษาแผลจากกระดูกหักแบบเปิด (Open Fracture) ต่อมา ทั้ง Morykwas และคณะ และ Argenta และคณะ ได้รายงานการรักษาโดยวิธีสุญญากาศกับบาดแผลทุกชนิด รวมทั้งบาดแผลเรื้อรัง (Chronic Wounds) หรือบาดแผลที่รักษายาก (Difficult Wounds) ซึ่งปัจจุบันมีข้อมูลในสัตว์ทดลองมากมาย สนับสนุนว่าการรักษาแผลโดยวิธีสุญญากาศนั้นมีประโยชน์กว่าการรักษาแผลแบบปกติหลายด้าน แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลในมนุษย์นั้นยังไม่มีข้อมูลชัดเจนเนื่องจากการมีความหลากหลายในงานวิจัย (Heterogeneity) ในชนิดของแผลวิธีการรักษาและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย (Primary and Secondary end Points)

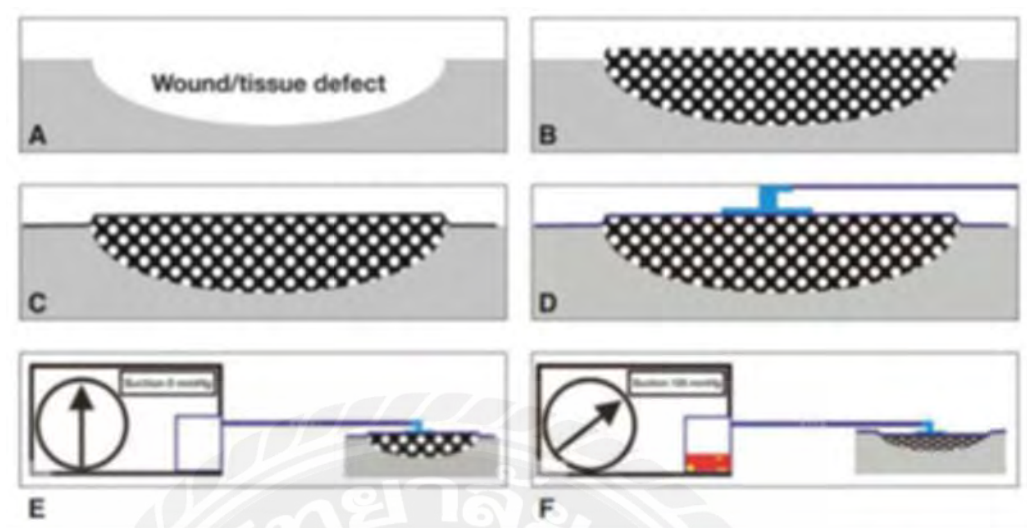
### อุปกรณ์ และระบบสุญญากาศ (Device and placement)

ปัจจุบันมีระบบสุญญากาศสำเร็จรูปจำหน่ายมากมายหลายรูปแบบ โดยหลักการการทำแผล โดยวิธีสุญญากาศคือการใช้ฟองน้ำ (Open Cell Foam Dressing) ที่นิยมคือ (Open-Pore Polyurethane Foam) หรืออาจใช้ผ้าก๊อชปิดแผล จากนั้นปิดด้วย (Semioclusive Adhesive Cover) ผ่านทางสายระบายต่อเข้ากับระบบกักเก็บน้ำจากแผล และระบบดูด (Suction Pump) เพื่อสร้างความดันใต้ต่อบรรยากาศ

### Open cell foam dressing

การทำแผลสุญญากาศโดยใช้ (Open Cell Foam Dressing) หรือที่เรียกว่า (Argenta-Morykwas Method) นั้น มี (Foam Dressing) ให้เลือกใช้หลากหลายรูปแบบ มีคุณสมบัติแตกต่างกันดังนี้

- Reticulated Black Foam (Polyurethane foam) เป็น (Open Cell Foam Dressing) ที่นิยมใช้กันมากที่สุด มีส่วนช่วยในการกระตุ้นการสร้างเนื้อเยื่อใหม่จากลักษณะโครงสร้างที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ (Macrostrain) มีขนาดรูพรุน 400-600  $\mu\text{m}$
- 2. White Foam (Polyvinyl Alcohol) มีความหนาแน่นมากกว่าฟองน้ำชนิด (Polyurethane Foam) เหมาะกับแผลที่มีลักษณะเป็น โพรงลึกและติดแผลน้อยกว่า จึงเหมาะกับการปิดแผลปลูกถ่ายผิวหนัง (Skin Graft)
- Silver Reticulated Foam คือ (Polyurethane Foam) ที่มีส่วนผสมของธาตุเงิน (Ag) จึงสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ จากการศึกษาในหลอดทดลองพบว่าสามารถกำจัด เชื้อ (S.Aureus) และ (P. Aeruginosa) ได้หลังจากแผลสัมผัสฟองน้ำเป็นเวลา 30 นาที และสามารถออกฤทธิ์ได้นานถึง 72 ชั่วโมง
- Green Foam Dorafshar AH และคณะ ได้รายงานผลการทำแผลด้วยวิธีสุญญากาศ เปรียบเทียบกันระหว่างการใช้ผ้าก๊อชปิดแผล (CharikerJeter Method) และ Open Cell Foam Dressing พบว่าการใช้ (Open Cell Foam Dressing) ทำให้แผลเล็ก



รูปที่ 2.2 แบบจำลองการทำแผลโดยวิธีสุญญากาศ



รูปที่ 2.3 ภาพของ Open Cell Foam Dressing  
( ใย: Polyurethane Foam, ขาว: Silver Reticulated Foam )

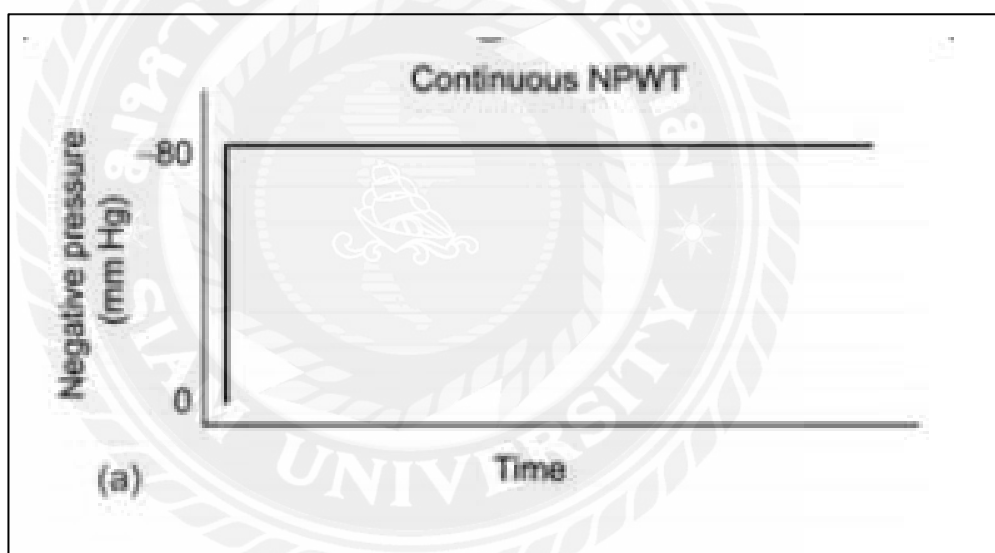


### ระบบสุญญากาศ (Mode of vacuum)

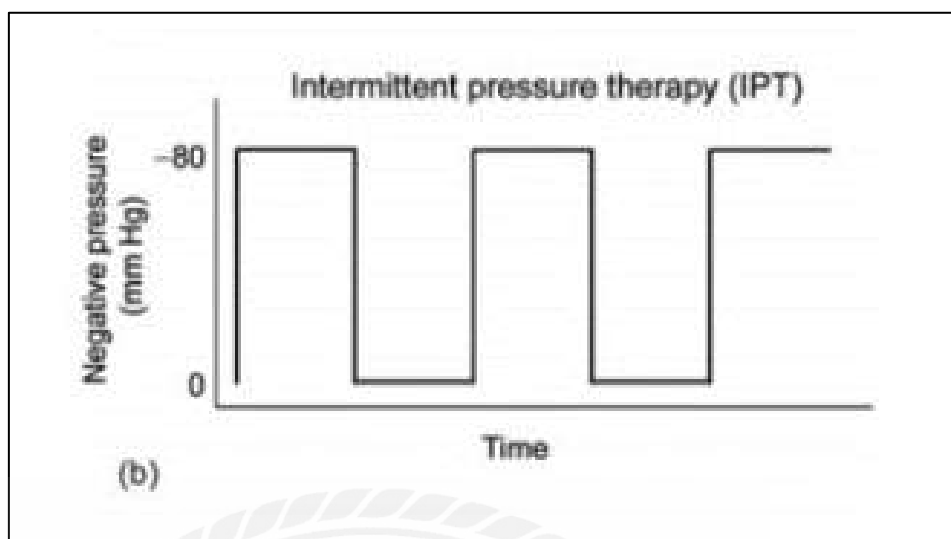
ปัจจุบันระบบสุญญากาศมีทั้งหมด 3 ระบบ ได้แก่

1. ระบบต่อเนื่อง (Continuous Mode)
2. ระบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Mode)
3. ระบบผันแปร (Variable Mode)

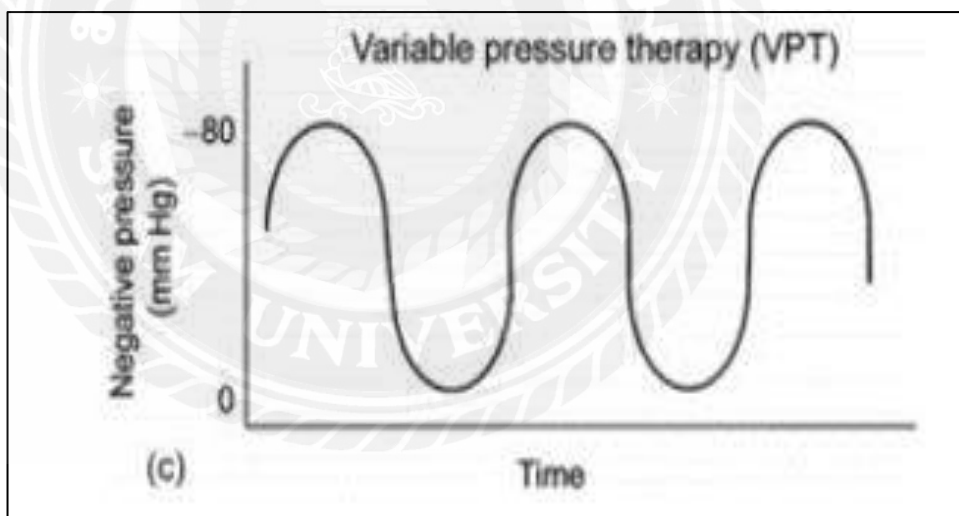
โดยระบบที่เป็นที่นิยมมากที่สุดคือระบบต่อเนื่องคือการใช้ระบบสุญญากาศที่ความดันคงที่เช่น - 80 มม.ปรอท มีข้อดีคืออาการปวดน้อยกว่า ยึดติดกับแผลได้ดีกว่า และเหมาะกับการปิดแผลปลูกถ่ายผิวหนังและเนื้อเยื่อ (Skin Grafts and Flaps) แต่ระบบที่ทำให้เนื้อเยื่อเติบโตเร็วที่สุดคือระบบไม่ต่อเนื่อง คือการใช้ระบบสุญญากาศแบบเปิด-ปิดสลับกัน เช่น 0 /- 80 /0 /- 80 มม.ปรอท ทำให้เหมือนมีการดูดเนื้อเยื่อเป็นระยะๆ แต่ระบบนี้จะทำให้ผู้ป่วยปวดแผลมากกว่าจึงไม่เป็นที่นิยมสุดท้ายคือระบบผันแปรคือการใช้ความดันสุญญากาศสูงสลับต่ำ เช่น 10 /- 80/ 10/- 80 มม.ปรอท ทำให้ความดันบรรยากาศเป็นลบตลอดเวลาช่วยให้ความปวดลดลง



รูปที่ 2.4 ระบบสุญญากาศ แบบระบบต่อเนื่อง



รูปที่ 2.5 ระบบสุญญากาศ แบบระบบไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 2.6 ระบบสุญญากาศ แบบระบบผันแปร

### วิธีการทำแผลโดยวิธีสุญญากาศ (How to apply NPWT)

1. เตรียมแผลให้เหมาะสม โดยตัดเนื้อตายและสิ่งปนเปื้อนออก ห้ามเลือดให้หยุดสนิท ทำความสะอาดผิวหนังโดยรอบและเช็ดให้แห้ง หากผิวหนังโดยรอบบอบบางให้ใช้วัสดุทำแผลที่สามารถปกป้องผิวหนังปิดทับไว้
2. ตัดแต่งฟองน้ำ (Open Cell Foam Dressing) หรือผ้าก๊อชให้พอดีกับขนาดแผล จากนั้นวางไว้บนแผล โดยไม่ให้ฟองน้ำหรือผ้าก๊อชเกินจากขอบแผล
3. ปิดฟองน้ำ (Open Cell Foam Dressing) หรือผ้าก๊อชด้วยวัสดุปิดแผลโดยปิดขอบแต่ละด้านบนผิวหนัง ห่างจากฟองน้ำประมาณ 3-5 ซม. การปิดวัสดุปิดแผลไม่ควรผิติดถึงจนเกินไป จากนั้นสร้างรูเพื่อติดตั้งระบบสุญญากาศบนวัสดุปิดแผล โดยปลายของสายต่อเข้ากับระบบเก็บน้ำจากแผล
4. หากบนเนื้อแผลมีลักษณะค่อนข้างยุบ หรือมีอวัยวะที่บอบบางเช่นอวัยวะภายใน เส้นเอ็น ควรมีวัสดุปิดแผลเป็น (Interposition Layer) ระหว่างแผลและฟองน้ำ วัสดุดังกล่าวควรไม่ติดกับเนื้อแผล ยกตัวอย่างเช่น Mesh หรือ Petrolatum Gauze รูปภาพที่ 2.4 แสดงระบบสุญญากาศ a คือ ระบบต่อเนื่อง b คือ ระบบไม่ต่อเนื่อง c คือ ระบบผันแปร
5. ต่อสายเข้ากับระบบ (Suction Pump) เพื่อสร้างความดันใต้บรรยากาศที่ความดัน -50 ถึง -175 มม.ปรอท (ความดันใต้บรรยากาศที่แนะนำคือ -80 มม.ปรอท) ซึ่งหลังจากต่อเข้าระบบสุญญากาศแล้วขนาดของฟองน้ำจะเล็กลงถึงร้อยละ 80

### การเปลี่ยนแผล (How to Change Dressing)

ควรเปลี่ยนแผลและระบบสุญญากาศทุก 24-36 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับลักษณะแผล การลอกฟองน้ำหรือผ้าก๊อชควรทำด้วยความระมัดระวังเนื่องจากอาจติดกับเนื้อแผลได้ หากฟองน้ำหรือผ้าก๊อชติดกับเนื้อแผล ควรแช่ฟองน้ำด้วยน้ำเกลือก่อนลอกจะทำให้ลอกได้ง่ายขึ้น หากคนไข้มีอาการปวดมากขณะเปลี่ยนแผล ควรให้ยาแก้ปวดก่อนเปลี่ยนแผล และสามารถลดอาการปวดได้ โดยการใช้ยาชา Xylocaine ชนิดที่ไม่มี Epinephrine แช่บนฟองน้ำก่อนแกะได้ แผลที่รักษาโดยวิธีสุญญากาศ ตอนเปลี่ยนแผลอาจมีกลิ่นได้ แต่หากนำเนื้อเยื่อไปเพาะเชื้อมักพบเชื้อปริมาณน้อย การขจัดกลิ่นสามารถทำได้โดยการล้างแผลด้วยน้ำเกลือ หรือใช้ Interposition Layer ที่มีส่วนผสมของเงิน (Ag) หรือเปลี่ยนแผลให้ถี่กว่าเดิม เช่น ทุก 24-48 ชั่วโมง

### กลไกการหายของแผลโดยวิธีสุญญากาศ (Mechanism of Action)

กลไกการหายของแผลปกติมีอยู่ 4 ระยะ คือ Hemostasis, Inflammation, Proliferation และ Remodeling โดยมีหลายปัจจัยที่ทำให้การหายของแผลช้าลง ทั้งปัจจัยโดยรวม (Systemic Factors) เช่นภาวะทุพโภชนาการ ภาวะขาดเลือด หรือปัจจัยเฉพาะที่ (Local Wound

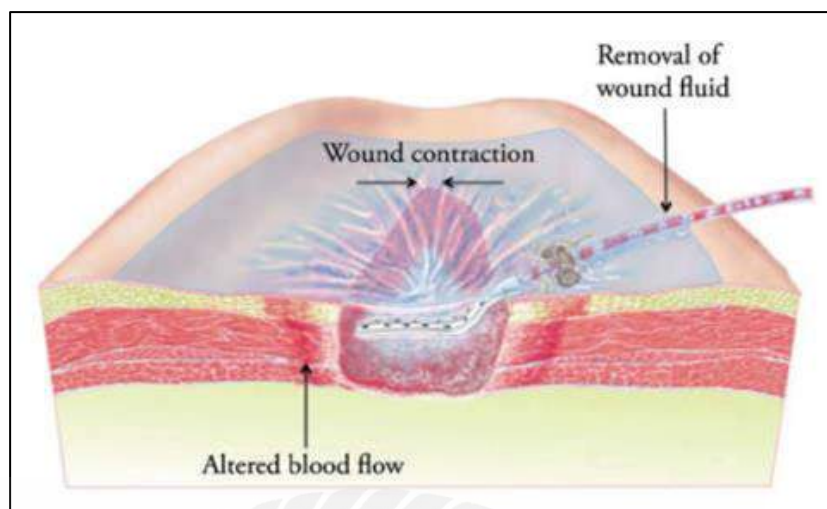
Factors) เช่น เนื้อเยื่อบวม (Tissue Edema) มีสารคัดหลั่งมาก (Excessive Exudates) หรือแผลติดเชื้อ (Wound Infection) เป็นต้น จากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่าการรักษาโดยวิธีสุญญากาศนั้น ช่วยทำให้แผลหายเร็วขึ้น ทั้งจากปัจจัยโดยตรง (Direct Effects) และปัจจัยโดยอ้อม (Indirect Effects) ดังนี้

#### ปัจจัยโดยตรง (Direct Effects)

- การรักษาแผลโดยวิธีสุญญากาศช่วยทำให้แผลมีความชุ่มชื้นอยู่ในระดับที่เหมาะสม เนื่องจากแรงดันใต้บรรยากาศทำให้สารคัดหลั่งที่แผลเนื้อเยื่อ และ Interstitial Space ลดลง ทำให้ลดภาวะเนื้อเยื่อบวมได้
- แรงดันใต้บรรยากาศผ่านชั้นฟองน้ำทำขอบของแผลเล็กลง และแผลตื้นขึ้น ส่งผลให้ขนาดของแผลเล็กลง โดยมีปัจจัยสำคัญคือ Tissue Deformation ของแผล ยังมี Tissue Deformation มากยิ่งกระตุ้นภาวะ Remodeling ของแผลที่ระดับ Cell มากขึ้น โดย Tissue Deformation นั้นจะสัมพันธ์กับความแข็งของเนื้อเยื่อ เช่นหากเป็นแผลเป็นจะมี ความยืดหยุ่นน้อยทำให้ไม่ค่อยตอบสนองต่อการรักษา

#### ปัจจัยโดยอ้อม (Indirect Effects)

- เพิ่มเลือดมาเลี้ยงแผล (Increased Blood Flow) จากการทดลองพบว่าภายใต้ความดันใต้บรรยากาศที่เหมาะสมสามารถเพิ่มเลือดมาเลี้ยงแผลได้ แต่หากความดันเป็นลบมากเกินไป (มากกว่า - 175 มม.ปรอท) จะทำให้เลือดที่มาเลี้ยงแผลลดลง
- ลดการตอบสนองต่อการอักเสบของแผล (Diminished Inflammatory Response) จากการศึกษาพบว่า การทำแผลแบบสุญญากาศสามารถลดทั้ง Systemic Mediators of Inflammation(เช่น Interleukins, Monocytes) และ Local Mediators of Inflammation ได้ และจากการศึกษาในมนุษย์พบว่า การทำแผลแบบสุญญากาศสามารถลด Matrix metalloproteinase (MMP) เป็นเอนไซม์หลักของกระบวนการ Proteolysis ลงได้
- ลดปริมาณเชื้อแบคทีเรีย ในการทดลองระยะแรกพบว่าการทำแผลโดยวิธีสุญญากาศสามารถลดเชื้อแบคทีเรียได้ แต่ต่อมาผลการวิจัยมีทั้งที่สามารถลด และไม่ลดจำนวนเชื้อแบคทีเรีย อย่างไรก็ตามพบว่าการทำแผลโดยวิธีสุญญากาศทำให้สภาพแผลดีขึ้น แม้ว่าจำนวนเชื้อแบคทีเรียไม่ได้ลดลงก็ตาม
- เปลี่ยนแปลงชีวเคมีของแผล (Changes in Wound Biochemistry) การทดลองในสัตว์พบว่าการทำแผลแบบสุญญากาศช่วยเพิ่มการสร้างคอลลาเจน (Increased collagen - Organization) และเพิ่ม Expression ของ Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) และ Fibroblast Growth Factor-2



รูปที่ 2.7 แบบจำลองกลไกการหายของแผลโดยวิธีสุญญากาศ

### ข้อบ่งชี้ (Indications)

การรักษาแผลโดยวิธีสุญญากาศ สามารถใช้ได้กับแผลหลากหลายชนิดทั้งแบบฉับพลัน และเรื้อรังหรือใช้ในแผลช่องท้องแบบเปิด (Open Abdomen) แผลเบาหวาน (Diabetic Foot Ulcers) หรือใช้หลังศัลยกรรมตกแต่งได้ (Reconstructive Surgery) เช่น แผลไฟไหม้ (Burns) แผลปลูกถ่ายผิวหนังและเนื้อเยื่อ (Skin Graft and Flap)

### ข้อบ่งห้าม (Contraindications)

- แผลเปิดที่มีอวัยวะสำคัญ (Exposed Vital Structures) ไม่ควรทำแผลแบบสุญญากาศบนแผลเปิดที่มีอวัยวะสำคัญโดยตรงได้แก่ อวัยวะภายใน หลอดเลือดหลอดเลือดเทียม เนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดรูเชื่อมของลำไส้ (Enteric Fistula) หรือหลอดเลือดขาดเจ็บได้ 35 ควรทำแผลจนกระทั่ง มีเนื้อเยื่อปกคลุม (Granulation) อวัยวะเหล่านี้ก่อน จึงสามารถทำแผลแบบสุญญากาศได้
- แผลติดเชื้อ (Ongoing Infection) ควรรักษาภาวะติดเชื้อก่อนให้ดีขึ้นก่อนแล้วจึงทำแผลแบบสุญญากาศ
- แผลที่มีเนื้อตาย (Devitalized Tissue) การทำแผลแบบสุญญากาศบนแผลที่มีเนื้อตายเพิ่ม โอกาสติดเชื้อของแผลได้ 8 ควรตัดแต่งเนื้อตายให้หมดก่อนทำแผลโดยวิธีสุญญากาศ

- แผลที่เกิดจากมะเร็ง (Malignant Tissue) การทำแผลศัลยกรรมสามารถเร่งการสร้างเนื้อเยื่อของก้อนมะเร็งได้ และเนื้อเยื่อของก้อนมะเร็งมักจะบอบบาง เสี่ยงต่อแผลเลือดออกได้
- ผิวหนังบอบบาง (Fragile Skin) ผู้ป่วยสูงอายุ ผู้ป่วยที่ใช้ยาสเตียรอยด์เป็นประจำ หรือผู้ป่วยโรคเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน มีโอกาสที่ผิวหนังจะเป็นแผลจากแรงดูดของระบบศัลยกรรมได้
- ผู้ป่วยที่แพ้วัสดุปิดแผล

### การปิดแผลปลูกถ่ายผิวหนัง และเนื้อเยื่อ (Skin Graft/Flap Fixation)

ปัจจุบันได้มีการใช้วิธีการปิดแผลแบบศัลยกรรมในแผลที่ได้รับการปลูกถ่ายผิวหนังหรือเนื้อเยื่อมากขึ้น การปิดแผลด้วยความดันได้บรรยากาศช่วยยึดผิวหนังหรือเนื้อเยื่อที่ปลูกถ่ายให้อยู่กับที่ อีกทั้งยังช่วยลดซับน้ำเหลืองจากแผลทำให้ผิวหนังที่ปลูกถ่ายแนบกับแผลได้ดีขึ้น สามารถเพิ่มโอกาสสำเร็จ และประสิทธิภาพของการปลูกถ่ายผิวหนังและเนื้อเยื่อได้ อีกทั้งยังสามารถลดโอกาสการตายของผิวหนังที่ปลูกถ่าย และจำนวนครั้งของการปลูกถ่ายผิวหนังได้อีกด้วย Nguyen TQ. และคณะได้ทำการศึกษาแบบ RCTs เปรียบเทียบการปิดแผลปลูกถ่ายผิวหนังโดยวิธีศัลยกรรมด้วยก๊อช และ Open Cell Foam Dressing เป็นเวลา 4-5 วัน พบว่าทั้ง 2 กลุ่ม มีอัตราการติดของผิวหนังปลูกถ่ายไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 96.12 เทียบกับร้อยละ 96.21)



รูปที่ 2.8 การทำแผลโดยวิธีศัลยกรรมบนแผลที่ได้รับการปลูกถ่ายผิวหนัง

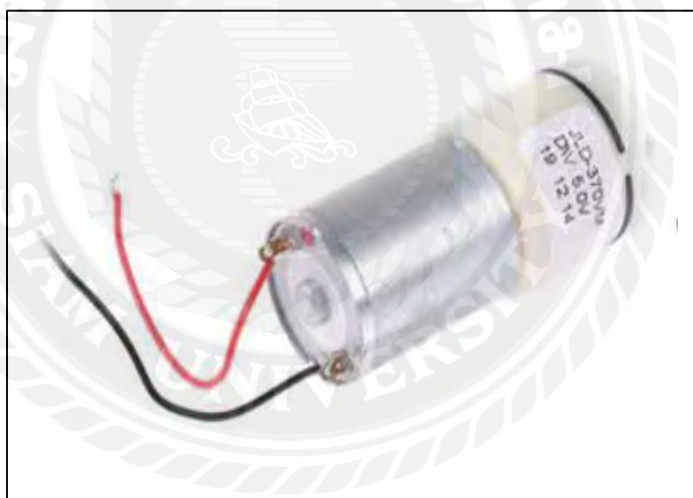
### ภาวะแทรกซ้อนที่มีโอกาสเกิดขึ้น (Complications)

การทำแผลโดยวิธีสุญญากาศค่อนข้างปลอดภัย แต่มีภาวะแทรกซ้อนบางอย่างสามารถเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะแผลที่มีเนื้อเยื่อไม่แข็งแรง หรือแผลเปิดที่มีอวัยวะสำคัญอยู่ ภาวะแทรกซ้อนเหล่านี้ ได้แก่

- ภาวะเลือดออก (Bleeding)
- การติดเชื้อ (Infection)
- รูเชื่อมของลำไส้ (Enterocutaneous Fistula)

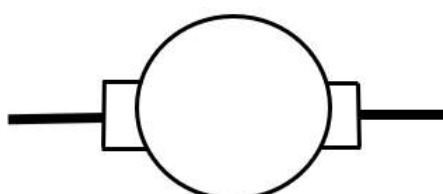
### 2.2 หลักการทำงานของปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump )

ปั๊มสุญญากาศ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับดูดอากาศและความชื้นเพื่อให้อยู่ในระดับแรงดันสุญญากาศ ซึ่งโครงสร้างทั่วไปของปั๊มสุญญากาศจะมีขนาดกะทัดรัด ติดตั้งใช้งานไม่ซับซ้อนมีทั้งระบบที่ใช้น้ำมันหล่อลื่น และน้ำหล่อเลี้ยงคุณสมบัติ คือ ทนทานต่อของเหลว และมีเสียงรบกวนต่ำ สามารถทำไปประยุกต์ใช้ในงานทางการแพทย์ การบรรจุภัณฑ์อาหาร และยา ดังแสดงในรูป 2.9



รูปที่ 2.9 ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump )

### สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า



รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของปั๊มสุญญากาศ

## 2.3 หลักการทำงานของเซนเซอร์วัดและควบคุมความดัน

PANASONIC / SUNX DP-100 SERIES เซนเซอร์วัดและควบคุมความดัน แบบ 2 หน้าจอ  
Model : DP-100 SERIES โดยมีลักษณะ ดังรูป แสดงในรูป 2.10 และตารางที่ 2.1 ตามลำดับ

### คุณลักษณะ

- มี 2 จอแสดงผลขนาดใหญ่ สำหรับแสดงค่าที่วัดได้ และค่าเทรสโฮลด์ (ค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้) พร้อมกัน และแสดงผลด้วยอักขระแบบ 12 Segment จึงอ่านได้เข้าใจชัดเจน สะดวกในการปรับตั้ง และตรวจสอบค่า
- ปรับตั้งสีของจอแสดงผลหลักได้ 3 สี (สีแดง, เขียว, ส้ม) ตามสภาวะการทำงาน ทำให้เข้าใจสถานะของเซนเซอร์ได้ง่าย
- มี 2 เ้าที่พุทในตัวเดียวกัน แยกอิสระตามฟังก์ชันการใช้งาน 3 Mode (Easy Mode, Hysteresis Mode, Window Comparator Mode)
- สามารถกดปุ่มเลือกหน่วยแสดงผลได้ถึง 6 หน่วยจากภายในตัวเครื่อง
- เ้าที่พุท : NPN, PNP ให้เลือกสั่งซื้อ(เลือก NO/NC ได้)

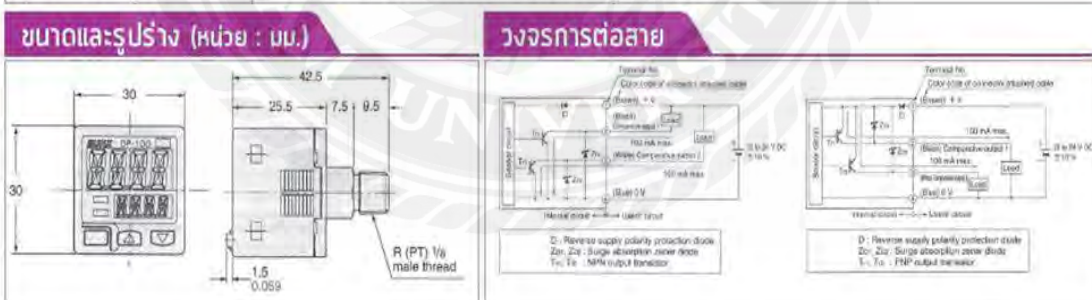


รูปที่ 2.11 เซนเซอร์วัดและควบคุมความดัน แบบ 2 หน้าจอ

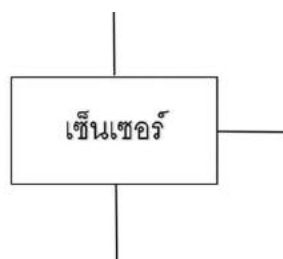


## ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์วัดและควบคุมความดัน

คุณสมบัติ		
ชนิด	สำหรับความดันต่ำ	สำหรับความดันสูง
รุ่น	DP-101	DP-102
ย่านความดัน	-100.0~+100.0 kPa	-0.100~+1.000 MPa
ย่านการตั้งค่าและแสดงผลความดัน (6 หน่วย สำหรับ DP-101, 5 หน่วย สำหรับ DP-102)	-101.0~+101.0 kPa -1.030~+1.030 kgf/cm <sup>2</sup> , -1.010~+1.010 bar, -14.64~+14.64 psi, -757~+757 mmHg, -29.8~+29.8 inHg	-0.101~+1.010 MPa -101~+1,010 kPa, -1.03~+10.30 kgf/cm <sup>2</sup> , 1.01~+10.10 bar, -14.6~+146.4 psi
ความทนทานต่อความดัน	500 kPa	1.5 MPa
ของไหลที่ใช้งานได้	ก๊าซที่ไม่กัดกร่อน	
ใช้ไฟ	12~24V DC $\pm$ 10%, รีบเบิล P-P : ไม่เกิน 10%	
เอาต์พุตการเปรียบเทียบ	ทรานซิสเตอร์ NPN open collector, กระแสซิงค์สูงสุด 100mA (เลือก NO/NC ได้)	
โหมดเอาต์พุต	EASY mode / Hysteresis mode / Window Comparator mode	
การตอบสนองซ้ำ	$\pm$ 0.1% F.S. (ภายใน $\pm$ 2 หลักร)	$\pm$ 0.2% F.S. (ภายใน $\pm$ 2 หลักร)
เวลาการตอบสนอง	2.5 ms, 5 ms, 10 ms, 25 ms, 50 ms, 100 ms, 250 ms, 500 ms, 1000 ms, 5000 ms (เลือกโดยปุ่มกด)	
จอแสดงผล	จอแสดงผล LCD 2 จอ (จอหลักแสดงได้ 3 สี) (เลือกอัตราการแสดงผลได้ 250 ms, 500 ms, 1000 ms)	
หลอดไฟแสดงการทำงาน	LED สีส้ม (ติดสว่างขึ้นเมื่อสถานะเอาต์พุตการเปรียบเทียบแต่ละเอาต์พุต เป็น ON)	
มาตรฐานการป้องกัน	IP40 (IEC)/ มีการป้องกันการลัดวงจรรวมอยู่ในตัวเครื่อง	
อุณหภูมิแวดล้อม	ขณะใช้งาน : -10~+50°C, ขณะเก็บรักษา : -10~+60°C	
พอร์ตความดัน	เกลียวตัวผู้ R (PT) 1/8 + เกลียวตัวเมีย M5	
วัสดุ	ฝาครอบเครื่อง : PBT (โพลีเอทิลีนไกลคอล), ส่วนผิวหน้าจอแสดงผล : อะคริลิก, พอร์ตความดัน : ทองเหลือง (ชุบนิเกิล)	
อุปกรณ์มาตรฐาน	คอนเนคเตอร์พร้อมสายเคเบิล ยาว 2 ม. รุ่น CN-14A-C2	



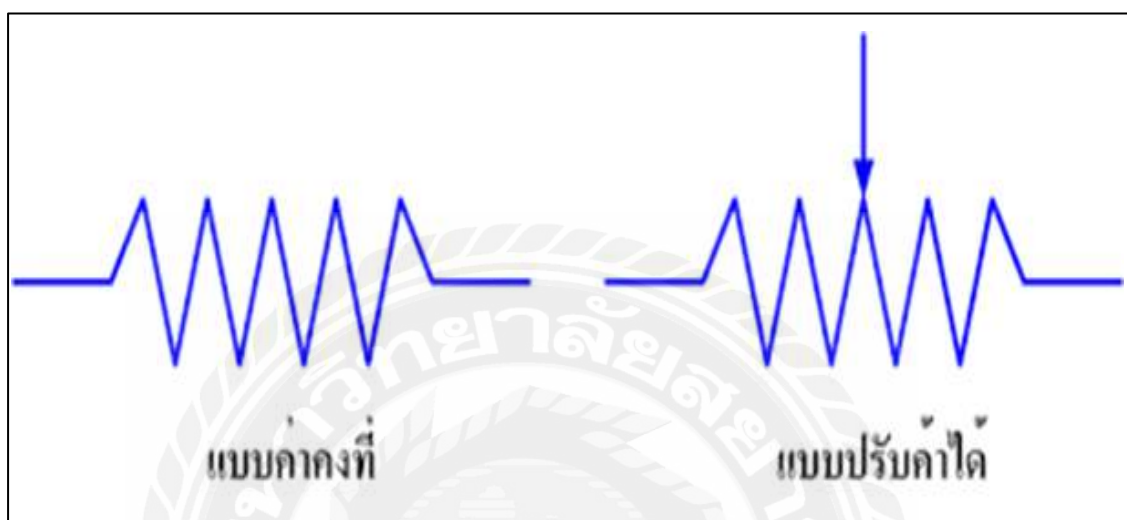
### สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า



รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของเซ็นเซอร์วัดความดันลบ

## 2.4 หลักการทำงานของตัวต้านทานไฟฟ้า (Resistor)

เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นมา มีค่าเฉพาะค่าหนึ่งที่ใช้ในการต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีใช้มากที่สุด ใน วงจรอิเล็กทรอนิกส์มักเรียกสั้นๆ ว่า อาร์ “R” มีคุณสมบัติในการลดกระแสและแรงดันไฟฟ้า โดยสามารถนำไปใช้ได้ทั้ง แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ



รูปที่ 2.13 สัญลักษณ์ของความต้านทาน

### 2.4.1 หน่วยของความต้านทาน (Resistance)

ค่าความต้านทานของตัวต้านทาน ถูกกำหนดให้มีหน่วยเรียกเป็น โอห์ม (OHM) เขียนแทนด้วยเครื่องหมายอักษรกรีก โบราณ คือ  $\Omega$  ( โอเมก้า หรือ โอห์ม) ซึ่งได้จากค่ามาตรฐาน โดยการเอาแรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ ต่อกับความต้านทาน 1 โอห์ม และทำให้มีกระแสไหลในวงจร 1 แอมแปร์ ประกอบด้วย หน่วยค่าความต้านทานต่าง ๆ ดังนี้

- 1000  $\Omega$ (โอห์ม) เท่ากับ 1 K $\Omega$  (กิโลโอห์ม)
- 1000 K $\Omega$  (กิโลโอห์ม) เท่ากับ 1 M $\Omega$  (เมกะโอห์ม)

### 2.4.2 ชนิดของตัวความต้านทาน

เมื่อพิจารณาถึงตัวความต้านทานให้ดีแล้ว เราพอที่จะแบ่งตัวความต้านทานออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

#### 1. แบ่งตามชนิดของวัสดุที่ใช้ทำตัวความต้านทาน

ตัวความต้านทานที่แบ่งตามวัสดุที่ใช้ทำนั้น มีอยู่ 2 ชนิด คือ วัสดุประเภท โลหะ (Metallic) และวัสดุประเภทอโลหะ (Non Metallic) วัสดุ ประเภทโลหะ ที่ใช้ทำตัวความต้านทานนี้

ส่วนมากจะใช้เส้นลวดเล็ก ๆ หรือแถบลวด (Ribbon) พันบนฉนวนที่เป็นแกนของตัวความต้านทาน และที่ปลายทั้งสองข้างของขดลวดจะต่อขาออกมาใช้งาน แล้วเคลือบด้วยฉนวนอีกทีหนึ่ง อุปกรณ์ ตัวความต้านทาน ที่ใช้เส้นลวดพันให้เกิดค่าความต้านทานนี้ส่วนมากจะเป็นพวกไวร์วาวด์รีซิสเตอร์ (Wire Wound Resistors) ตัวความต้านทานแบบนี้จะมีค่าความต้านทานที่แน่นอน และค่าความคลาดเคลื่อน น้อย ที่สุด แต่จะเป็นตัวความต้านทานที่มีขนาดใหญ่ และอัตราทนกำลังไฟฟ้า (วัตต์) ได้สูง วัสดุประเภทโลหะ ที่ใช้ทำตัวความต้านทานนี้ ได้แก่ ผงคาร์บอน (Carbon) หรือ ผงกราไฟท์ (Graphite) ที่อัดตัวกันแน่นเป็นแท่ง และใช้ฉนวนหุ้มเพื่อป้องกันความชื้น แล้วต่อขาออกมาใช้งานจากคุณสมบัติเฉพาะตัวของผลคาร์บอน และกราไฟท์ที่มีค่าความต้านทานสูงมาก ๆ นี้จึงสามารถนำมาใช้ทำเป็นตัวความต้านทานที่มีค่าสูง ๆ ได้ แต่จะมีขนาดเล็ก ลงตัวความต้านทานประเภทนี้ จะมีค่าความคลาดเคลื่อนของความต้านทานมาก และอัตราทนกำลังไฟฟ้าได้ไม่สูงมากนัก

## 2. แบ่งตามชนิด การใช้งานของตัวความต้านทาน

ตัวความต้านทานในการใช้งานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ พอที่จะแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ดังรายละเอียดที่จะกล่าวถึงต่อไป โดยไม่ถือว่าตัวความต้านทานนั้น จะทำมาจากวัสดุประเภทโลหะ หรือ อโลหะ ก็ตาม ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

ตัวความต้านทาน ชนิดค่าคงที่ (Fixed Resistors) คือ ตัวความต้านทานที่มีค่าแน่นอน ไม่สามารถแปรเปลี่ยนค่าของตัวเองได้ โดยมากแล้วตัวต้านทานชนิดนี้จะมีชื่อ เรียกตามวัสดุที่นำมาสร้าง เช่น คาร์บอน, ฟิล์มคาร์บอน, ฟิล์มโลหะ หรือพวกเส้นลวดที่เป็นโลหะผสมตัวต้านทานชนิดค่าคงที่มีหลายประเภท ที่นิยมในการนำมาประกอบใช้ในวงจรทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยทั่วไปมี ดังนี้

2.1 ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม (Carbon Composition) , (Carbon Resistor) เป็นตัวความต้านทานที่ทำมาจากแท่งคาร์บอน หรือ การไฟต์ ซึ่งผสมกับตัวประสาน ฟินอลลิก แล้วจึงต่อด้วยปลายขาโลหะ ทั้งสองข้างออกมาตัวต้านทานชนิดนี้เป็นแบบ ที่ใช้ในงานทั่ว ๆ ไป ซึ่งมันสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และแรงดัน ทรานเซียนท์ได้ดี ดังแสดงในรูป 2.14

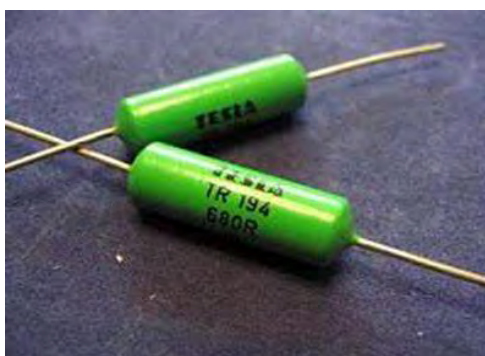
2.2 ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ ( Metal Film) เป็นตัวความต้านทานที่มีลักษณะของโครงสร้างคล้ายคลึงกับแบบฟิล์มคาร์บอน แต่จะใช้ตัวที่ทำให้เกิดค่าความต้านทานเป็นสารจำพวกฟิล์มโลหะแทน เหมาะสำหรับงานซึ่งต้องการเสถียรภาพและความเที่ยงตรงสูงกว่าแบบคาร์บอน สามารถใช้กับงานที่เป็นกระแสไฟสลับได้ดี คือ จะมีย่านความถี่ต่ำไปจนถึงความถี่สูงเป็นเมกะเฮิรตซ์ได้ และจะมีค่าสัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิต่ำ ตัวต้านทานชนิดฟิล์ม โลหะนี้จะ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยมากโดยจะมีค่าความ คลาดเคลื่อน  $\pm 1\%$  และยังทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายนอกได้ดี นอกจากนี้ยังเกิดสัญญาณรบกวนที่น้อยเมื่อเทียบกับตัวต้านทานชนิดคาร์บอน ฟิล์ม

2.3 ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน ( Carbon Film) ตัวความต้านทานชนิดนี้ทำได้โดยการฉาบหมึก คาร์บอน ซึ่งเป็นตัวความต้านทานลงบนแท่งเซรามิก แล้วจึงนำไปเผา เพื่อให้เกิดเป็นแผ่นฟิล์มคาร์บอนขึ้นมา หรืออาจจะมีเทคนิคอื่น ๆ ในการผลิตฟิล์มคาร์บอนก็ได้ เมื่อได้แผ่นฟิล์มที่เคลือบอยู่บนแกนเซรามิกแล้ว จึงต่อขาโลหะที่จุดขั้วสัมผัสที่ปลายขาทั้ง 2 ของฟิล์มคาร์บอนออกมาใช้งาน และตัวความต้านทานนี้จะถูกปรับให้มีค่าเที่ยงตรง เสร็จแล้วจึงฉาบด้วยสารที่เป็นฉนวน มีคุณสมบัติในการทำงานเหมือนกับคาร์บอนรีซิสเตอร์ ข้อดีของตัวความต้านทานชนิดนี้คือราคาจะถูกกว่าแบบคาร์บอน แต่ไม่สามารถ ทนต่อแรงดันกระชากในช่วงสั้นๆ



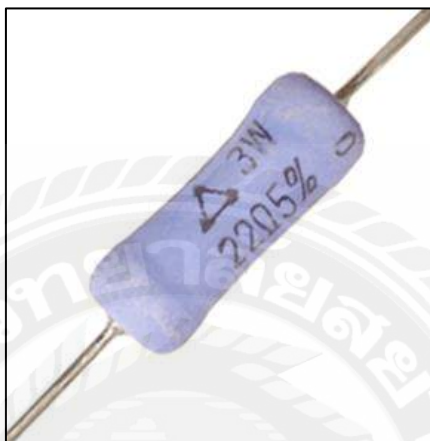
รูปที่ 2.14 ตัวต้านทานแบบคาร์บอน

2.4 ตัวต้านทานแบบไวร์ววด์ (Wire Wound) เป็นตัวความต้านทานที่ทำมาจากเส้นลวดโลหะผสม 2 ชนิด หรือ 3 ชนิด ขึ้นไป เช่น ทองแดง, นิกเกิล, โครเมียม, สังกะสี และแมงกานีส พันอยู่บนแกนฉนวนเซรามิกที่มีการระบายความร้อนได้สูง และที่ปลายทั้งสองข้างของขดลวด จะต่อขาโลหะออกมา เพื่อนำไปใช้งาน แล้วเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคลือบ, ซีเมนต์, ปลูกแก้ว หรือซิลิโคน เพื่อเป็นฉนวน และป้องกันความชื้น ตัวความต้านทานชนิดนี้ เหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดและความเที่ยงตรงสูง จะเป็นตัวความต้านทานที่มีขนาดใหญ่ ส่วนมากค่าความต้านทานของมันจะเขียนบอกไว้ที่ตัวของมัน นิยมใช้ในวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า เช่น เป็นตัวความต้านทานแบ่งแรงดันในภาคจ่ายไฟ หรือใช้ในวงจรเครื่องไฟฟ้าที่กินกระแสสูงๆ และอื่นๆ ฯลฯ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ตัวความต้านทานแบบลวดพัน

2.5 ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนา ( Thick Film Network ) ตัวต้านทานแบบฟิล์มหนามีอยู่ 2 แบบ คือ แบบ SIP ( Single In - Line Package ) และ DIP ( Dual In - Line Package ) ตัวต้านทานแบบ SIP จะต่อลวดตัวนำออกจากความต้านทานภายใน เพียงแฉกเดียว ส่วนตัวต้านทานแบบ DIP จะมีลวดตัวนำ 2 แฉก ต่อกออกมาภายนอก ซึ่งตัวต้านทานแบบฟิล์มหนาทั้งสองแบบจะได้รับการปรับแต่งให้ค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 2% โดยค่าความต้านทาน ที่ใช้ในงานทั่วไปของตัวต้านทานชนิดนี้อยู่ระหว่าง 22 โอห์ม ถึง 2.2เมกะโอห์ม และมีอัตราทนกำลัง ประมาณ 1/2วัตต์



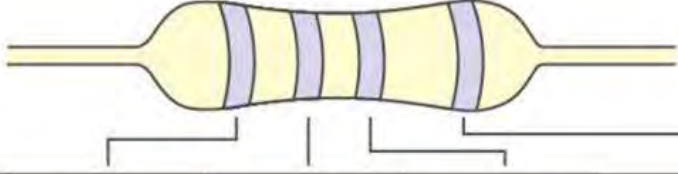
รูปที่ 2.16 ตัวต้านทานชนิดแผ่นฟิล์มหนา

2.6 ตัวต้านทานชนิดออกไซด์ของโลหะ ( Metal Oxide Resistor ) ตัวต้านทานชนิดนี้มีโครงสร้างตัวต้านทานที่เคลือบด้วยออกไซด์โลหะ ประเภทดีบุกลงบนวัสดุที่ใช้เป็นฉนวน โดยอัตราส่วนของออกไซด์โลหะ จะเป็นตัวกำหนดค่าความต้านทานให้กับตัวต้านทานชนิดนี้ คุณสมบัติพิเศษสำหรับตัวต้านทานชนิดออกไซด์ของโลหะ คือ สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดีตัวต้านทานชนิดออกไซด์ของโลหะ



รูปที่ 2.17 ตัวต้านทานชนิดออกไซด์ของโลหะ

ตารางที่ 2.2 ค่าแถบสีตัวต้านทาน

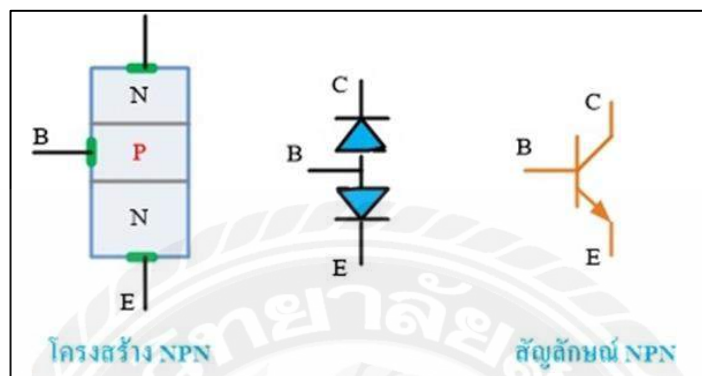


แถบสี	แถบที่ 1 แทนเลข	แถบที่ 2 แทนเลข	แถบที่ 3 แทนเลข	แถบที่ 4 แทนเลข
ดำ	0	0	1	
น้ำตาล	1	1	$10^1$	น้ำตาล = $\pm 1\%$
แดง	2	2	$10^2$	แดง = $\pm 2\%$
ส้ม	3	3	$10^3$	
เหลือง	4	4	$10^4$	
เขียว	5	5	$10^5$	
น้ำเงิน	6	6	$10^6$	
ม่วง	7	7	-	
เทา	8	8	-	
ขาว	9	9	-	
ทอง	-	-	$10^{-1}$	ทอง = $\pm 5\%$
เงิน	-	-	$10^{-2}$	เงิน = $\pm 10\%$
ไม่มีแถบสี	-	-	-	ไม่มีแถบสี = $\pm 20\%$

## 2.5 หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ (Transistor)

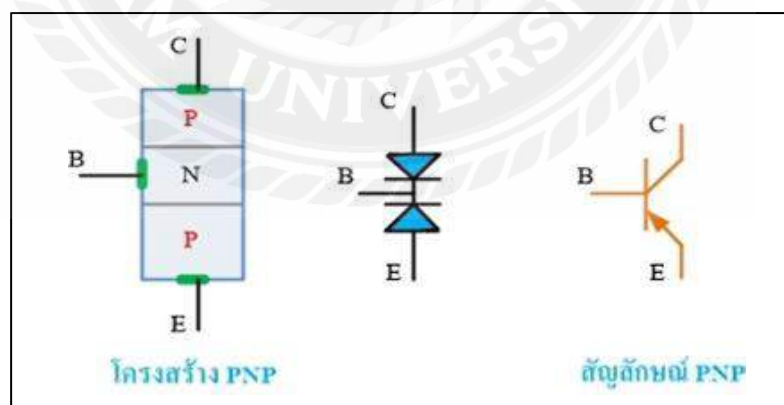
### 2.5.1 ไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ (BIPOLAR TRANSISTOR) แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

1. ชนิด NPN โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ NPN จะใช้สาร P อยู่ตรงกลาง และสาร N อยู่ตรงด้านปลายทั้งสองข้างเปรียบเสมือนเป็นไดโอดใช้ขาแอนโนด (A) ต่อกันตรงบริเวณรอยต่อระหว่างสาร P,N เราเรียกว่า จังก์ชัน (Junction) ตรงบริเวณสาร P จะเป็นขาเบส (Base) อักษรย่อ B ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ NPN

2. ชนิด PNP โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ PNP จะใช้สาร N อยู่ตรงกลาง และสาร P อยู่ตรงด้านปลายทั้งสองข้างเปรียบเสมือนเป็นไดโอดใช้ขาแคโทด (K) ต่อกันตรงบริเวณรอยต่อ ดังแสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ PNP

### 2.5.2 การทำงานของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์จะทำงานอยู่ 3 สถานะ ได้แก่

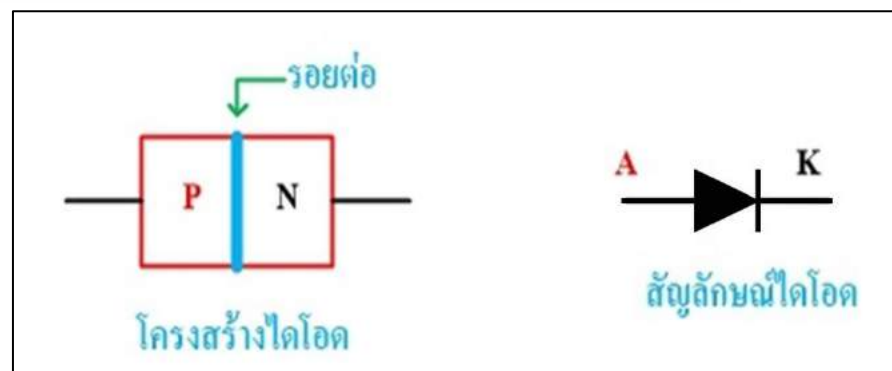
1. สถานะอิ่มตัว (Saturation) หรือสถานะเป็นสวิตช์ปิดวงจร (ON)
2. สถานะคัตออฟ (Cut Off) หรือสถานะเป็นสวิตช์เปิดวงจร (OFF)
3. สถานะแอ็กทีฟ (Active) หรือสถานะขยายสัญญาณ



รูปที่ 2.20 ทรานซิสเตอร์

### 2.6 หลักการทำงานของไดโอด (Diode)

ไดโอด คือ สารกึ่งตัวนำที่สร้างมาจากสาร P-Type ,N-Type มาต่อกัน โดยระหว่างรอยต่อของสารทั้ง 2 เรียกว่า Junction มีขาใช้งาน 2 ขา ขาที่ต่อกับสาร P เรียกว่าแอโนด (Anode) อักษรย่อ A มีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก (P = Positive) และขาที่ต่อกับสาร N เรียกว่าแคโทด (Cathode) อักษรย่อ K มีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ (N = Negative) ดังแสดงในรูปที่ 2.21

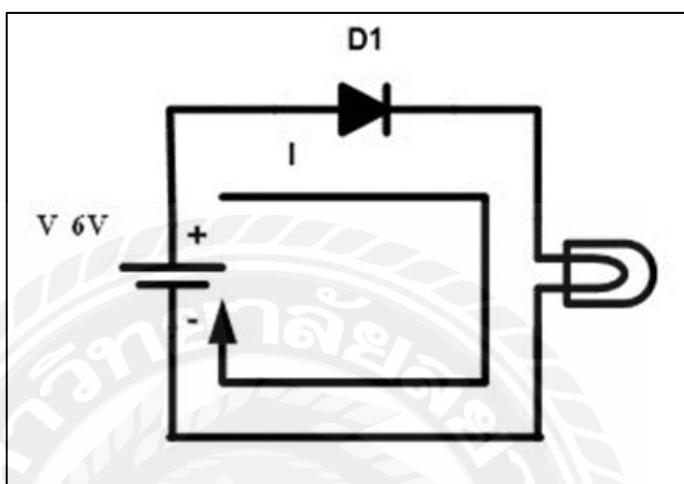


รูปที่ 2.21 ไดโอด



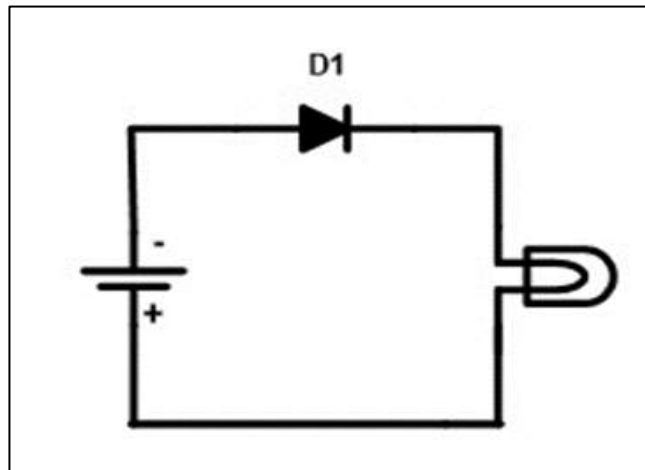
การทำงาน ไดโอดเป็นอุปกรณ์ที่นำกระแสได้ทิศทางเดียว จะนำกระแสได้เมื่อขา A ได้รับไบแอสบวก ขา K ได้รับไบแอสลบ เราเรียกว่า ไบแอสตรง (Forward Bias) และหยุดนำกระแสเมื่อขา A ได้รับไบแอสลบ ขา K ได้รับไบแอสบวก เราเรียกว่าไบแอสกลับ (Reverse Bias)

### 2.6.1 วงจรการทำงานไดโอด



รูปที่ 2.22 วงจรการทำงานไดโอด

จากรูปที่ 2.20 เป็นการจ่ายไบแอสตรงให้กับไดโอดขา A ได้รับไบแอสบวก ขา K ได้รับไบแอสลบ ทำให้ไดโอดมีความต้านทานต่ำ กระแสไหลจากขั้วบวกแหล่งจ่ายเข้าขา A ของไดโอดเป็นบวก ออกขา K ไดโอดเป็นลบเข้าหลอดเป็นบวก ออกจากหลอดเป็นลบครบวงจรที่ขั้วลบแหล่งจ่ายหลอดติด ขณะที่ไดโอดทำงานจะเกิดแรงดันตกคร่อมไดโอด =  $0.6\text{V} - 0.7\text{V}$  เมื่อไดโอดเป็นสารซิลิคอน(Silicon) และ  $0.2\text{V} - 0.3\text{V}$  เมื่อไดโอดเป็นสารเยอรมันเนียม(Germanium) ที่หลอดจะมีแรงดันตกคร่อม  $5.4\text{V}$  กรณีไดโอดเป็นสารซิลิคอนหรือ  $5.8\text{V}$  กรณีไดโอดเป็นสารเยอรมันเนียม



รูปที่ 2.23 วงจรการทำงานไดโอด

จากรูปที่ 2.23 เป็นการจ่ายไบแอสกลับให้กับไดโอดขา A เป็นลบ ขา K เป็นบวก ทำให้ค่าความต้านทานสูง กระแสไม่สามารถไหลผ่านวงจรได้ ไดโอดไม่ทำงานหลอดไฟดับ

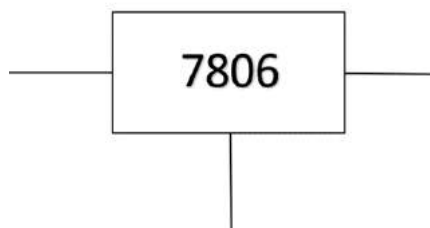
## 2.7 หลักการทำงานของตัวปรับลดแรงดัน

จะทำหน้าที่ปรับลดแรงดันจากแรงดันสูงให้ต่ำลง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในอุปกรณ์นั้นๆ เพราะถ้าแรงดันสูงเกินไป อาจจะทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหาย



รูปที่ 2.24 ตัวปรับลดแรงดัน

### สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า



รูปที่ 2.25 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของไอซี

## 2.8 หลักการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery)

แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery) หรือตัวย่อคือ “Li-Ion” เป็น แบตเตอรี่คุณภาพสูง ชนิดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Rechargeable Battery) หรือใช้ซ้ำได้ มันเริ่มใช้กันมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 (พ.ศ. 2513) แล้ว โดยในปัจจุบันมีใช้กันอย่างแพร่หลายใน เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ต้องมีการเก็บประจุไฟมากมาย อาทิ หุ่นยนต์ดูดฝุ่น หุ่นยนต์เขี่ยกระดาษ (ใช้เพื่อสำรวจไฟกรณีไฟบ้านที่ต่ออยู่เกิดดับขึ้นมา) หุ่นยนต์ตัดหญ้า หรือแม้แต่โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (แล็ปท็อป) แบตเตอรี่สำรอง (Power Bank) เกือบทุกรุ่น และทุกยี่ห้อ ก็ใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้เช่นกัน

สำหรับคุณสมบัติหลักของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน คือ การจ่ายไฟที่แรง และคงที่อยู่ตลอดเวลา



รูปที่ 2.26 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน

### สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า



รูปที่ 2.27 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของแบตเตอรี่

## 2.9 หลักการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ (Battery Charger)

เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้บรรจูลงงานลงในเซลล์ทุติยภูมิหรือแบตเตอรี่ชนิดบรรจุ  
ซ้ำได้โดยจับต้นกระแสไฟฟ้าลงไปเกณฑ์วิธีการของการชาร์จหรือบรรจูลงขึ้นกับขนาดและ  
ประเภทของแบตเตอรี่ที่ถูกบรรจูลง แบตเตอรี่บางประเภททนทานการบรรจูลงไฟเกินจำเป็นได้  
ดี และสามารถนำมาบรรจูลงซ้ำได้โดยเชื่อมต่อกับแหล่งศักย์ไฟฟ้าหรือแหล่งกระแสไฟฟ้าที่  
เสถียร เครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างง่ายจำเป็นต้องถอดอุปกรณ์ออกเมื่อสิ้นสุดวัฏจักรการบรรจูลง  
ไฟ หรืออาจมีเครื่องจับเวลาที่ตัดกระแสไฟฟ้า ณ จุดเวลาหนึ่ง แบตเตอรี่ประเภทอื่น ๆ ไม่  
สามารถทนการบรรจูลงไฟเกินจำเป็นอย่างยาวนานได้ เนื่องจากเครื่องประจุอาจมีวงจรตรวจจับ  
อุณหภูมิหรือศักย์ไฟฟ้าและตัวควบคุมไมโครโพรเซสเซอร์สำหรับปรับกระแสไฟฟ้าที่บรรจูลง  
ไฟอยู่ กำหนดสถานะของประจุ และตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อบรรจูลงไฟเสร็จ



รูปที่ 2.28 เครื่องชาร์จแบตเตอรี่

## 2.10 หลักการทำงานของสวิตช์ไฟฟ้า (Electric Switch)

ส่วนประกอบพื้นฐานของสวิตช์จะมีส่วนที่เรียกว่า หน้าสัมผัส อยู่ภายในซึ่งคล้ายกับสะพานเชื่อมให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้าได้ สวิตช์ทำหน้าที่เปิด-ปิด วงจรไฟฟ้าทำให้วงจรไฟฟ้าเกิดการ ทำงานอยู่ 2 ลักษณะ คือ วงจรเปิดและวงจรปิด วงจรเปิด คือลักษณะที่หน้าสัมผัสของสวิตช์ไม่เชื่อมต่อกันทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลไปในวงจรได้ และวงจรปิด คือ การที่หน้าสัมผัสของสวิตช์เชื่อมต่อกันทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรได้



รูปที่ 2.29 สวิตช์ไฟฟ้า

## 2.11 หลักการทำงานของโวลต์มิเตอร์แบบดิจิทัล

ทำหน้าที่วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า คือ เป็นวงจรวัดค่าแรงดันไฟฟ้า DC เพื่อแสดงความจุของแบตเตอรี่



รูปที่ 2.30 โวลต์มิเตอร์แบบดิจิทัล

สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า



รูปที่ 2.31 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของโวลต์มิเตอร์แบบดิจิทัล

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

โครงการวิจัยมุ่งที่จะศึกษา และ การสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา ให้กับนักศึกษาพยาบาลของมหาวิทยาลัยสยามซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงสาระสำคัญเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงาน การศึกษาค้นคว้าออกแบบแผนการทำวิจัยเครื่องมือการทำวิจัย ขั้นตอนในการทำวิจัย การส่งชิ้นงานการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา และ ติดตามผลการใช้งานเพื่อนำมาปรับปรุงตามลำดับ ดังนี้

#### 3.1 แบบแผนการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา โดยสาระสำคัญเกิดจากกลุ่มโรค NCDs ซึ่งเป็นกลุ่มโรคที่ไม่ติดต่อ เช่น โรคเบาหวาน คือ โรคที่เซลล์ร่างกายมีความผิดปกติในขบวนการเปลี่ยนน้ำตาลในเลือดให้เป็นพลังงาน เมื่อน้ำตาลในเลือดไม่ถูกนำไปใช้จึงทำให้ระดับน้ำตาลสูง เมื่อผู้ป่วยโรคเบาหวานมีแผลจะส่งผลให้แผลหายช้า ถ้าแผลมีการติดเชื้ออาจนำไปสู่การตัดอวัยวะที่จำเป็น จึงได้เกิดแนวคิดที่จะทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบ เพื่อลดความเสี่ยงในการตัดอวัยวะของผู้ป่วยเบาหวาน โดยมีราคาต้นทุนที่ไม่สูง มีขนาดที่พกพาได้ ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ป่วยเอง แผนงานวิจัยมีขั้นตอนดังแสดงในแผนผังรูปที่ 3.1

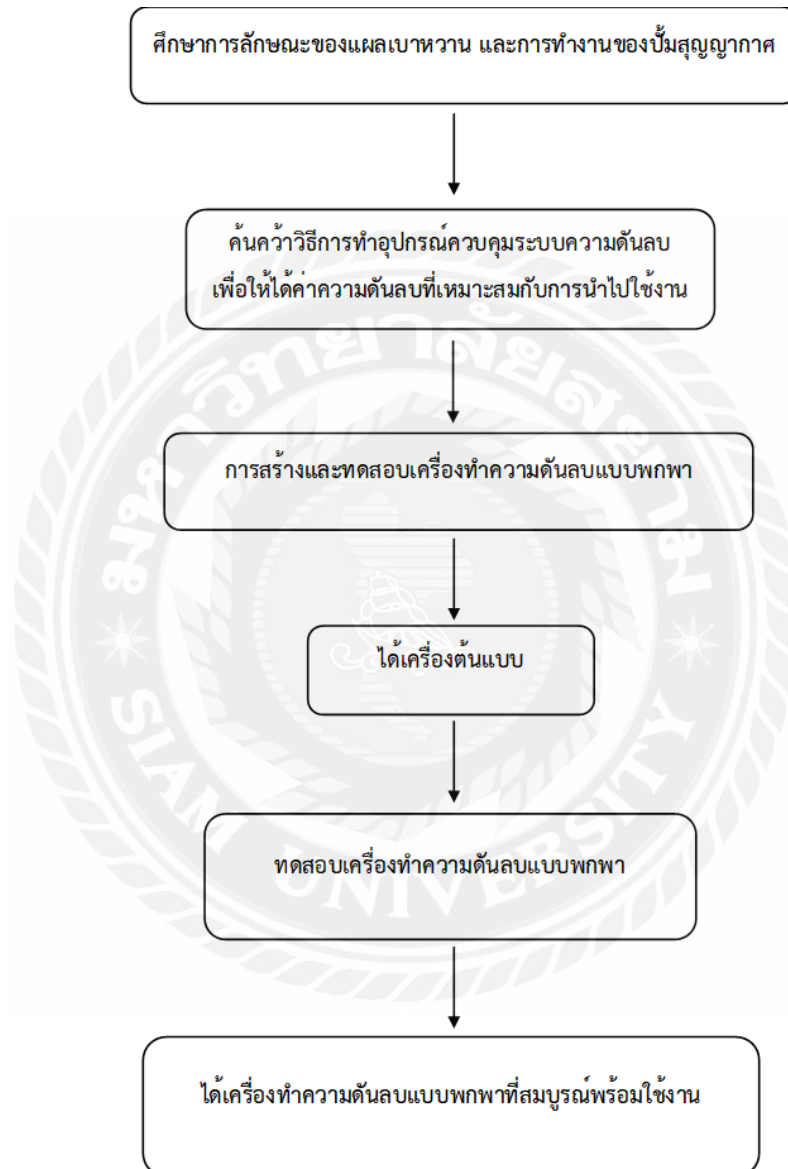
#### 3.2 เครื่องมือ - วัสดุในการทำวิจัย

##### 3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยจะประกอบไปด้วย

- บั๊มสุญญากาศ
- เซ็นเซอร์วัดและควบคุมความดัน
- ตัวต้านทานไฟฟ้า
- ทรานซิสเตอร์
- ไดโอด
- ตัวปรับลดแรงดัน
- แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน
- โวลต์มิเตอร์แบบดิจิทัล
- สายไฟ
- สวิตช์ไฟฟ้า
- หัวแรง
- เลื่อยจิ๊กซอ

### 3.2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบไปด้วย

- สายยาง
- ขั้วต่อสายยาง
- อะคริลิกใส
- ตะกั่ว
- น้ำยาประสานอะคริลิก
- แผ่นปริ้นท์



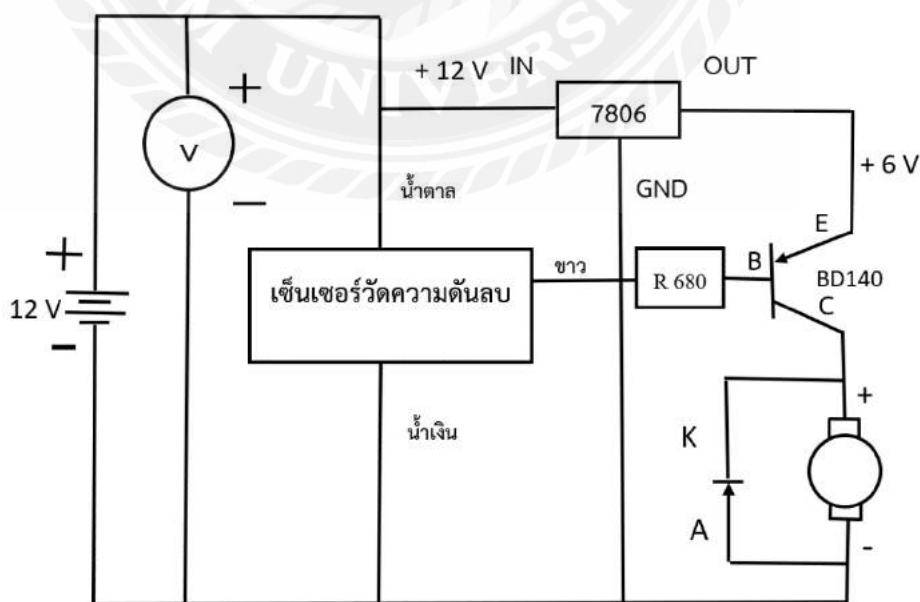
รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย



### 3.3 ขั้นตอนในการทำวิจัย

1. ออกแบบวงจรควบคุมของเครื่องทำความดันลม ดังแสดงในรูป 3.2
2. นำตัวต้านทานไฟฟ้า ทรานซิสเตอร์ ไดโอด และตัวปรับลดแรงดัน มาใส่ลงไปในแผ่นปริ้นท์ แล้วก็ทำการบัดกรี ดังแสดงในรูป 3.3 และ 3.4
3. ทำกล่องใส่อุปกรณ์ โดยใช้แผ่นอะคริลิกใส มาตัดด้วยเลื่อยจิ๊กซอตามแบบที่ได้วาดไว้ ตัดเสร็จแล้วนำกระดาษทรายมาขัดเพื่อลบมุมของอะคริลิก เมื่อเสร็จแล้วนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบกันด้วย น้ยาประสานอะคริลิก ดังแสดงในรูป 3.5 และ 3.6
4. นำแผ่นปริ้นท์ควบคุมวงจร มาใส่ในกล่องอะคริลิกที่ได้เตรียมไว้ ทำการต่อเซ็นเซอร์วัดและควบคุมความดัน ปุ่มสัญญาณกด แบตเตอรี่ โวลต์มิเตอร์แบบดิจิตอล หัวชาร์จแบตเตอรี่ และสวิทช์ไฟฟ้า เข้ากับแผ่นปริ้นท์ควบคุมวงจร จัดเรียงตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆให้เหมาะสม เพื่อป้องกันการช็อตกันของอุปกรณ์ ดังแสดงในรูป 3.7
5. ต่อสายยางเข้ากับปั้มสัญญาณอากาศ ทั้งฝั่งที่ดูดและฝั่งที่คาย แล้วนำสายยางมาต่อเข้าระหว่างสายฝั่งที่ดูด ด้วยข้อต่อสามทาง เพื่อเอาสายยางเข้าไปต่อเข้ากับเซ็นเซอร์วัดและตัวควบคุมความดัน ดังแสดงในรูป 3.8
6. เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสร็จแล้ว ทำการเปิดสวิทช์ เพื่อตรวจสอบว่าอุปกรณ์ต่างๆทำงานได้ดี เป็นอันเสร็จขั้นตอนการสร้างเครื่องทำความดันลมแบบพกพา พร้อมนำไปทดสอบเพื่อใช้งานได้ แล้ว ดังแสดงในรูป 3.9 และ 3.10

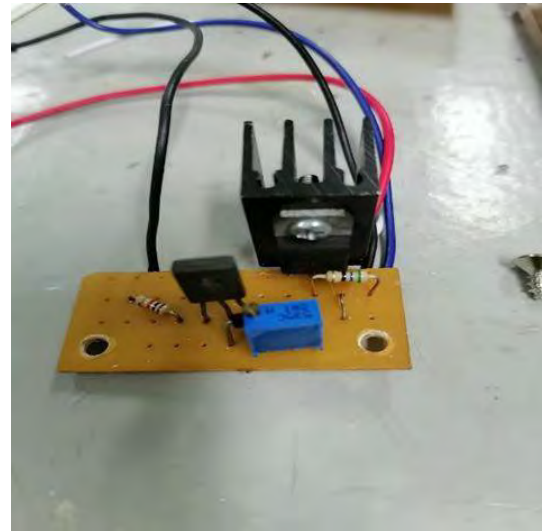
ออกแบบวงจรควบคุมของเครื่องทำความดันลม



รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมของเครื่องทำความดันลม



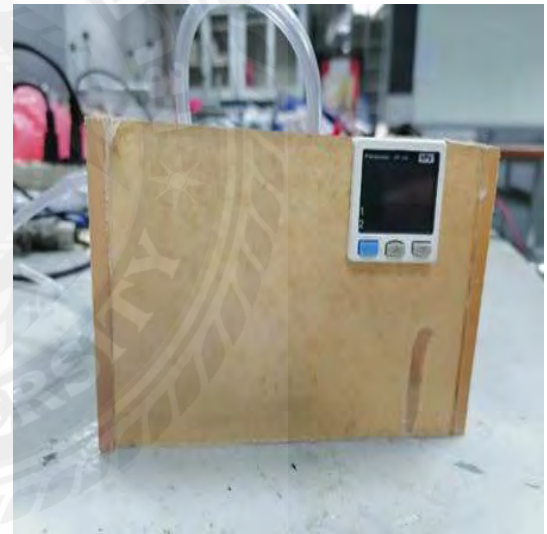
รูปที่ 3.3 แผ่นปริ๊นท์



รูปที่ 3.4 บัดกรีอุปกรณ์



รูปที่ 3.5 ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของกล่องอุปกรณ์



รูปที่ 3.6 กล่องใส่อุปกรณ์



รูปที่ 3.7 ติดตั้งอุปกรณ์ลงในแผ่นปริ้นท์



รูปที่ 3.8 ต่อสายยางเข้ากับปั๊มสุญญากาศและเซ็นเซอร์



รูปที่ 3.9 เปิดสวิตช์ตรวจสอบระบบ



รูปที่ 3.10 เครื่องทำความดันแบบพกพา

### 3.4 อุปกรณ์การทดลอง

- เครื่องทำความดันแบบพกพา
- บีกเกอร์ขนาด 100 mL
- ถู้งน้ำเกลือ
- สายยาง
- นาฬิกาจับเวลา

### 3.5 วิธีการทดลอง

1. ออกแบบการทดลอง โดย เริ่มการทดลองจากความดัน -50 mmHg , -100 mmHg , -150 mmHg ตามลำดับ ทำการทดลองครั้งละ 1 นาที ทดลอง 3 ครั้ง ต่อระดับความดัน

2. เริ่มการทดลอง เอาสายยางจากปั๊มทางด้านขวาต่อเข้าถู้งน้ำเกลือ และสายยางด้านซ้ายใส่ลงในบีกเกอร์ ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ต่อสายยางเข้าอุปกรณ์

3. เปิดเครื่องเพื่อตั้งค่าความดันลบ ให้อยู่ในหน่วย mmHg ซึ่งมีวิธีการตั้งค่า ดังนี้
- 3.1 กดปุ่ม MODE ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 กดปุ่ม MODE

- 3.2 กดปุ่ม MODE อีกครั้งเพื่อเลือก EASY ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 เลือกคำสั่ง EASY

3.3 เมื่อกดเลือก EASY จะขึ้นคำสั่ง OFF กดที่ MODE เพื่อเลือกคำสั่ง OFF ดังรูป

รูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 เลือกคำสั่ง OFF

3.4 กดปุ่มขึ้นลงเพื่อค้นหาคำสั่ง แล้วกด MODE เพื่อเลือกคำสั่ง ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 เลือกคำสั่ง N.O.N.C

3.5 กดปุ่มขึ้นลงหาคำสั่งดังรูปที่ 3.16 เพื่อตั้งเวลาการเริ่มทำงานของเครื่อง แล้วกด MODE เพื่อเลือกคำสั่ง



รูปที่ 3.16 เลือกคำสั่ง 2.5 SPED

3.6 กดปุ่มขึ้นลงหาคำสั่งดังรูปที่ 3.17 แล้วกด MODE เพื่อเลือกคำสั่ง



รูปที่ 3.17 เลือกคำสั่ง R-ON

3.7 กดปุ่มขึ้นลงหาคำสั่งดังรูปที่ 3.18 เพื่อตั้งค่าหน่วยในการวัดความดันลบ แล้วกด MODE เพื่อเลือกคำสั่ง



รูปที่ 3.18 เลือกคำสั่ง mmHg

3.8 เสร็จการตั้งค่า ถ้าเปลี่ยนระดับความดันลบให้กดปุ่มขึ้นลง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 เสร็จการตั้งค่า



4. เริ่มการทดลองจากความดัน -50 mmHg , -100 mmHg , -150 mmHg ตามลำดับ
5. ทำการทดลองครั้งละ 1 นาที
6. บันทึกปริมาณน้ำที่อยู่ในบีกเกอร์ ในแต่ละช่วงระดับความดันลบต่อเวลา
7. เมื่อบันทึกเสร็จแล้ว ทำการเติมน้ำให้เต็มถุงน้ำเกลือเหมือนเดิม เพื่อทำการทดลองในครั้งต่อไป



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 4.1 ผลการทดลอง

การทดลองจากระดับความดันลบ คือ -50 mmHg , -100 mmHg และ -150 mmHg จะได้ค่าอัตราการไหล ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงอัตราการไหลที่ความดันลบที่ -50 mmHg

ลำดับ	P (mmHg)	อัตราการไหล Q (mL/min)
1	-50	60
2	-50	65
3	-50	65
4	ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหล	63.33

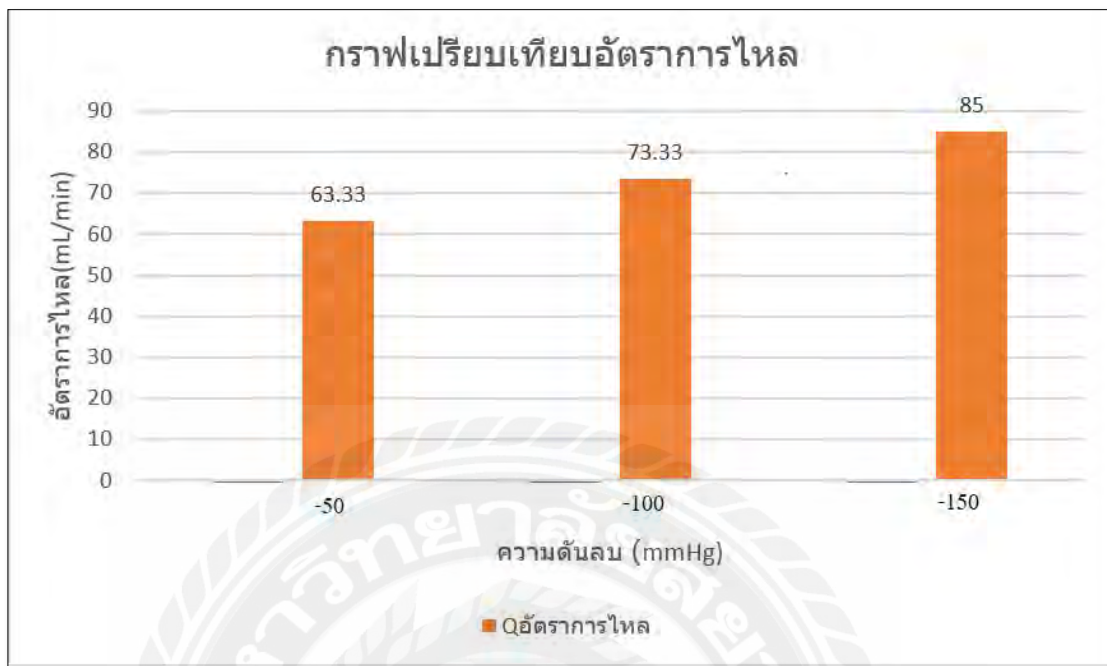
ตารางที่ 4.2 แสดงอัตราการไหลที่ความดันลบที่ -100 mmHg

ลำดับ	P (mmHg)	อัตราการไหล Q (mL/min)
1	-100	75
2	-100	70
3	-100	75
4	ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหล	73.33

ตารางที่ 4.3 แสดงอัตราการไหลที่ความดันลบที่ -150 mmHg

ลำดับ	P (mmHg)	อัตราการไหล Q (mL/min)
1	-150	85
2	-150	85
3	-150	85
4	ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหล	85

แผนภูมิ 4.1 แสดงอัตราการไหลที่ความดันลบ -50 mmHg , -100 mmHg , -150 mmHg



จากแผนภูมิที่ 4.1 แสดงความดันลบ -50 mmHg มีอัตราการไหลเท่ากับ 63.33 mL/min ที่ความดันลบ -100 mmHg มีอัตราการไหลเท่ากับ 73.33 mL/min และที่ความดันลบ -150 mmHg มีอัตราการไหลเท่ากับ 85 mL/min

## บทที่ 5

### บทสรุป

#### 5.1 สรุป

โครงการนี้เกิดจากแนวคิดที่จะทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบ (Negative Pressure Wound Therapy) ขึ้นมาเพื่อลดความเสี่ยงในการที่ต้องตัดอวัยวะของผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน โดยให้มีราคาต้นทุนในการทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบที่ถูกลง มีขนาดที่สามารถพกพาได้ และผู้ป่วยสามารถทำเองได้ที่บ้านด้วยระบบที่ใช้งานง่าย

เนื่องจากโครงการนี้เป็นการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา เพื่อรักษาแผลที่หายได้ยาก เช่น แผลเบาหวาน แผลจากกระดูกหักแบบเปิด และแผลเรื้อรัง การที่จะสร้างเครื่องทำความดันลบต้องเริ่มจากการออกแบบวงจรควบคุมและตำแหน่งการวางอุปกรณ์ต่างๆ รวมไปถึงการออกแบบการทดสอบเครื่องทำความดันลบ ซึ่งผลการทดลองของอัตราการไหล อยู่ในระดับ 50 mL/min จนถึง 86 mL/min

ทั้งนี้ปัญหาที่พบในการทดลอง คือ ขนาดของถุงน้ำเกลือมีผลต่อค่าความดันลบ ยิ่งมีขนาดเล็กจะทำให้ค่าความดันลบที่ตั้งไว้ประมาณ -100 mmHg ถึง -150 mmHg อาจทำความดันลบได้ไม่ถึง และการซีลของอุปกรณ์ที่ไม่ดี ก็มีผลต่อค่าความดันลบ และค่าอัตราการไหล กลับกันถ้าซีลอุปกรณ์ได้ดีไม่มีอากาศจากภายนอกเข้าไปจะทำให้ปั๊มสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

การที่จะพัฒนาให้อุปกรณ์รักษาแผลด้วยระบบความดันลบ ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น เพื่อที่จะนำไปใช้งานในการรักษาแผลได้จริง ดังนี้

1. ทำให้เครื่องรักษาแผลมีขนาดที่เล็กพกพาได้สะดวก
2. สามารถกันน้ำได้
3. อาจจะนำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องดูดน้ำมันเบรกรถยนต์ได้

สิ่งที่ยังไม่ได้ทำในโครงการนี้ คือ

1. ยังไม่มีที่เก็บของเหลว
2. ยังไม่เคยทดสอบในแผลเสมือนจริง
3. ยังไม่เคยทดสอบในแผลจริง

## บรรณานุกรม

กมลวรรณ เจนวิธิสุข. (2556). Negative Pressure Wound Therapy (NPWT). วารสารวิชาการ

Srinagarind Med J 2013; Vol 28 No.4 p.32-35.

เข้าถึงได้จาก[http://202.28.95.4/library/main/eproceeding/Lec\\_32\\_35.pdf](http://202.28.95.4/library/main/eproceeding/Lec_32_35.pdf)

ประมุข มุทิตรางกูร. (2548). แผลที่เท้าในผู้ป่วยเบาหวาน. กรุงเทพฯ: เรือนแก้ว.

แผลเบาหวาน (Diabetic Ulcer). (ม.ป.ป.) เข้าถึงได้จาก <https://www.pobpad.com/>

นพ.มานพ รักศกาวงค์, พญ.โชติกา ณ ระนอง. ภัยเงียบจาก “NCDs โรคจากพฤติกรรม”

เข้าถึงได้จาก <http://www.khonkaenram.com/th/services/health-information/health-articles/ncds>

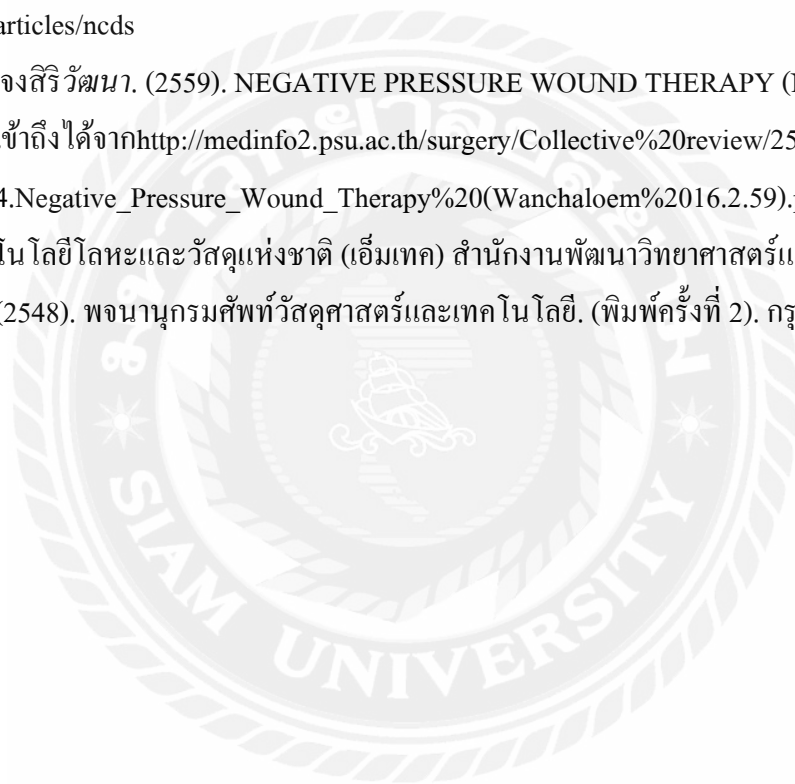
วันเฉลิม จงศิริวัฒนา. (2559). NEGATIVE PRESSURE WOUND THERAPY (NPWT).

เข้าถึงได้จาก<http://medinfo2.psu.ac.th/surgery/Collective%20review/2559/>

4.Negative\_Pressure\_Wound\_Therapy%20(Wanchaloem%2016.2.59).pd

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,

(2548). พจนานุกรมศัพท์วัสดุศาสตร์และเทคโนโลยี. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:ผู้แต่ง.





ภาคผนวก ก

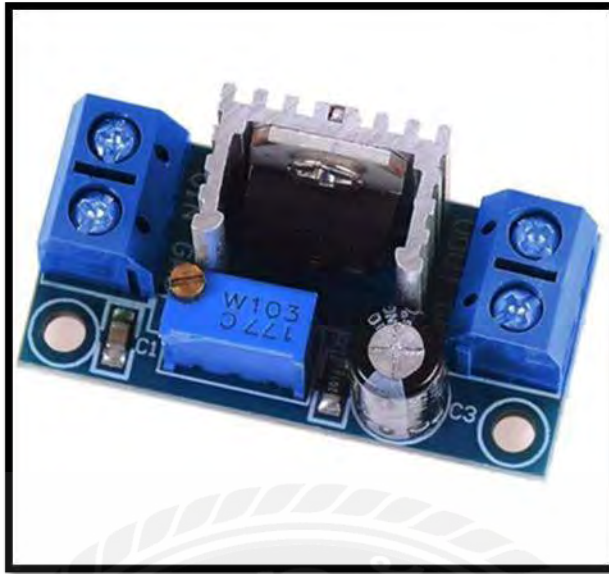
รูปภาพที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องทำความดันแบบพกพา



รูป ก.1 ป้อนสูญญากาศ



รูป ก.2 เซนเซอร์วัดและควบคุมความดัน แบบ 2 หน้าจอ



รูป ก.3 ตัวปรับลดแรงดัน



รูป ก.4 เครื่องชาร์จแบตเตอรี่





รูป ก. 5 โวลต์มิเตอร์แบบดิจิทัล



รูป ก. 6 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน

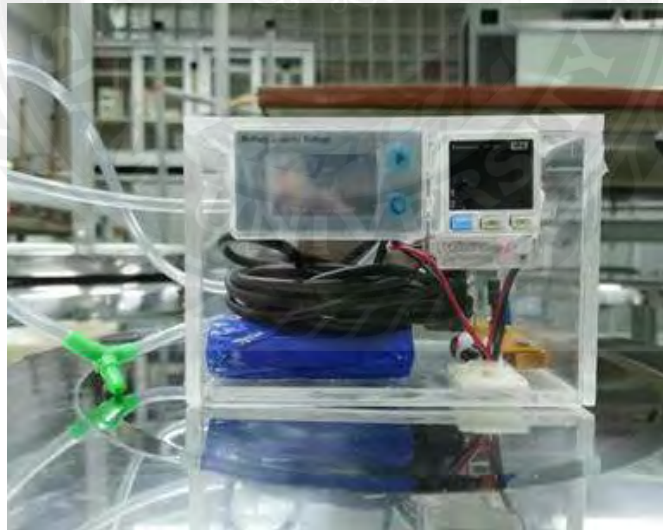


ภาคผนวก ข

รูปภาพที่เกี่ยวข้องกับเครื่องทำความดันลบแบบพกพา



รูป ข. 1 เปิดสวิตซ์ตรวจสอบระบบ



รูป ข. 2 เครื่องทำความดันลบแบบพกพา



ภาคผนวก ค  
บทความวิชาการ

# การสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา

## Creating and Testing Portable Negative Pressure Generator

ธนธร สุดสังข์, วุฒินันท์ เวียงอินทร์

<sup>1,2</sup>ภาควิชาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล), คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสยาม, กรุงเทพมหานคร

E-mail: sudsang0007@gmail.com, Wutthinan.wia@siam.edu

Tanatorn Sudsang, Wutthinan Wiangin

<sup>1,2</sup>Bachelor of Engineering (Mechanical Engineering), Faculty of Engineering, Siam University, Bangkok

E-mail: sudsang0007@gmail.com, Wutthinan.wia@siam.edu

### บทคัดย่อ

โครงการการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและผลิตเครื่องทำความดันลบให้มีขนาดเล็กพกพาได้ง่ายหลักการการทำงานของเครื่องทำความดันลบแบบพกพา เริ่มต้น โดยการเติมของเหลวเข้าไปในถุงน้ำเกลือให้เต็ม ต่อสายยางทางด้านดูดเข้ากับถุงน้ำเกลือ และสายยางทางด้านคายลงในบีกเกอร์ เปิดเครื่องเพื่อตั้งค่าระบบการทำงานของเซ็นเซอร์ให้อยู่ในหน่วยมิลลิเมตรปรอท เมื่อเริ่มการทดลองให้ตั้งค่าระดับความดันลบที่ -50 มิลลิเมตรปรอท, -100 มิลลิเมตรปรอท, -150 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ ทำการทดลองตามระดับความดันลบ 3 ครั้ง ครั้งละ 1 นาที ทำการจดบันทึกค่าของเหลวที่อยู่ในบีกเกอร์ทุกครั้งของการทดลอง และเติมของเหลวให้เต็มถุงน้ำเกลือทุกครั้งก่อนการทดลองในครั้งต่อไป

ผลการทดลองพบว่าได้ค่าอัตราการไหลในแต่ละดับความดันลบ ดังนี้ -50 มิลลิเมตรปรอท ได้ค่าอัตราการไหล 63.33 มิลลิลิตรต่ออนาที, -100 มิลลิเมตรปรอท ได้ค่าอัตราการไหล 73.33 มิลลิลิตรต่ออนาที และ -150 มิลลิเมตรปรอท ได้ค่าอัตราการไหล 85 มิลลิลิตรต่ออนาที จะเห็นได้ว่ายิ่งเพิ่มความดันลบค่าอัตราการไหลก็จะเพิ่มตามค่าความดันลบที่เพิ่มขึ้น การที่เครื่องทำความดันลบมีอัตราการไหลที่ไม่เท่ากัน อาจเกิดจากการซีลอุปกรณ์ได้ไม่ดีเท่าที่ควรทำให้มีอากาศเข้าไปในระบบ

คำสำคัญ : เครื่องทำความดันลบแบบพกพา, ถุงน้ำเกลือ, สายยาง

### Abstract

The objective of this project was to study the mechanisms of the negative pressure generator and to design and manufacture the negative pressure machine to be small, easy to carry. The principle of operation of the portable negative pressure generator begins by filling the liquid into the saline bag, attaching the hose on the suction side to the saline sac, and spitting the hose into the bicker, turning it on to set the sensor's operation system inside mmHg. At the start of the experiment, the authors set the negative pressure level to -50 mmHg, -100 mmHg, -150 mmHg, respectively. Conducted a negative pressure test 3 times at a time, took note of the liquid value contained in the biker every time of the experiment, and filled the saline sack every time before the next trial.

The testing results showed that the flow rate was obtained in each negative pressure quenching as follows: -50 mmHg condition yielded a flow rate of 63.33 mL/min, -100 mmHg condition yielded a flow rate of 73.33 mL/min, and -150 mmHg condition yielded a flow rate of 85 mL/min. Obviously, the more negative the pressure, the increase in the flow rate, the increase in the negative pressure value. The negative pressure machine had an

unequal flow rate, which can be caused by not sealing the device as well as it should cause agas to enter the system.

**Keywords:** Portable Negative Pressure Making Machine, Saline Bag, Hose

## 1. บทนำ

โรค NCDs (Non-Communicable Diseases) คือ กลุ่มโรคที่ไม่ติดต่อ ไม่ว่าจะเป็นการสัมผัส คุกคลิหรือมีการสัมผัสกับสารคัดหลั่งต่างๆเพราะ โรคของกลุ่มนี้ไม่ได้เกิดจากเชื้อโรค โรคในกลุ่ม NCDs เป็นโรคที่มีความสัมพันธ์กับนิสัยหรือพฤติกรรม การดำเนินชีวิต การเจริญเติบโตของโรคจะค่อยๆ สะสมอาการทีละนิดจนทวีความรุนแรงขึ้น สุดท้ายจะเกิดอาการเรื้อรังในที่สุดหากไม่ได้รับการรักษาหรือดูแลอย่างถูกต้องและทันเวลา จะส่งผลกระทบต่ออย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของผู้ป่วยและครอบครัว ตัวอย่างกลุ่มโรค NCDs เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ, โรคหลอดเลือดสมอง, โรคเบาหวาน, โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น

โรค NCDs เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตของคน 36 ล้านคนทั่วโลกในแต่ละปีหรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 63 ของสาเหตุการตายทั้งหมด โดยเป็นโรคที่มีข้อมูลสถิติที่น่าเป็นห่วง สถิติของสถานการณ์โรคเบาหวานทั่วโลกในปี พ.ศ. 2560 มีผู้ป่วย 425 ล้านราย แบ่งเป็นกลุ่มอายุ 65 ขึ้นไป คิดเป็น 98 ล้านราย และ 20-64 ปี คิดเป็น 327 ล้านราย สำหรับประเทศไทยมีผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานในปีที่ผ่านมาประมาณ 4.8 ล้านราย คาดการณ์ว่าความชุกของโรคเบาหวาน ภายในปี 2583 จะเพิ่มสูงขึ้นถึง 5.3 ล้านราย

โรคเบาหวาน (Diabetes) คือ โรคที่เซลล์ร่างกายมีความผิดปกติในขบวนการเปลี่ยนน้ำตาลในเลือดให้เป็นพลังงาน โดยขบวนการนี้เกี่ยวข้องกับอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อนเพื่อใช้ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เมื่อน้ำตาลไม่ได้ถูกใช้จึงทำให้ระดับน้ำตาลสูงขึ้นกว่าระดับปกติ ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานแล้วมีแผล หากควบคุมน้ำตาลในเลือดไม่ดี จะส่งผลให้แผลหายช้า ถ้าเป็นแผลที่เท้าหรือขา แล้วติดเชื้อลุกลามจนอาจนำไปสู่การตัดอวัยวะทิ้งได้ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยในด้านความมั่นใจใน

การใช้ชีวิตในสังคม ซึ่งบาดแผลของผู้ป่วยมักเป็น บาดแผลเรื้อรัง (Chronic Wound) หรือบาดแผลที่รักษายาก บาดแผลที่ไม่สามารถรักษาให้หายได้ตามกระบวนการ โดยทั่วไปแล้วหากรักษาแผลแล้วไม่หายภายในระยะเวลา 3 เดือน ก็จัดว่าเป็นแผลเรื้อรัง โดยบาดแผลเรื้อรังนี้มีกระบวนการรักษาได้หลายแบบแต่ในปัจจุบันมีการรักษาแผลชนิดนี้ด้วยการใช้ระบบความดันลบ ส่งผลให้แผลหายเร็วจึงได้เกิดแนวคิดที่จะทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบ (Negative Pressure Wound Therapy) ขึ้นมาเพื่อลดความเสี่ยงในการที่ต้องตัดอวัยวะของผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน โดยให้มีราคาต้นทุนในการทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบที่ถูกลง มีขนาดที่สามารถพกพาได้ และผู้ป่วยสามารถทำเองได้ที่บ้านด้วยระบบที่ใช้งานง่าย ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ป่วยเองที่ไม่ต้องเดินทางมาทำแผลที่โรงพยาบาลบ่อยๆ

## 2. วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อออกแบบและผลิตเครื่องทำความดันลบให้มีขนาดเล็กพกพาได้ง่าย
2. ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องทำความดันลบ

## 3. ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

โครงการวิจัยมุ่งที่จะศึกษา และ การสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา ให้กับนักศึกษาพยาบาลของมหาวิทยาลัยสยามซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงสาระสำคัญเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงาน การศึกษาค้นคว้าออกแบบแผนการทำวิจัยเครื่องมือการทำวิจัย ขั้นตอนในการทำวิจัย การส่งชิ้นงานการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา และ ติดตามผลการใช้งานเพื่อนำมาปรับปรุงตามลำดับ ดังนี้

### แบบแผนการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา โดยสาระสำคัญเกิดจากกลุ่มโรค NCDs ซึ่งเป็นกลุ่มโรคที่ไม่ติดต่อ เช่น โรคเบาหวาน คือโรคที่เซลล์ร่างกายมีความผิดปกติในขบวนการเปลี่ยนน้ำตาลในเลือดให้เป็นพลังงาน เมื่อน้ำตาลในเลือดไม่ถูกนำไปใช้จึงทำให้ระดับน้ำตาลสูง เมื่อผู้ป่วยโรคเบาหวานมี

ผลจะส่งผลให้แผลหายช้า ถ้าแผลมีการติดเชื้ออาจนำไปสู่การตัดอวัยวะทิ้งได้ จึงได้เกิดแนวคิดที่จะทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบ เพื่อลดความเสี่ยงในการตัดอวัยวะของผู้ป่วยเบาหวาน โดยมีราคาต้นทุนที่ไม่สูง มีขนาดที่พกพาได้ ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ป่วยเอง แผนงานวิจัยมีขั้นตอนดังแสดงในแผนผังรูป

### ขั้นตอนในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยจะประกอบไปด้วย

- บั๊มสุญญากาศ
- เซ็นเซอร์วัดและควบคุมความดัน
- ตัวต้านทานไฟฟ้า
- ทรานซิสเตอร์
- ไดโอด
- ตัวปรับลดแรงดัน
- แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน
- โวลต์มิเตอร์แบบดิจิทัล
- สายไฟ
- สวิตช์ไฟฟ้า
- หัวแรง
- เลื่อยจิ๊กซอ

วัสดุที่ใช้ประกอบไปด้วย

- สายยาง
- ขอตอสายยาง
- อะคริลิกใส
- ตะกั่ว
- น้ำยาประสานอะคริลิก
- แผ่นปริ้นท์



### แผนผังการดำเนินงานวิจัย

#### ขั้นตอนในการทำวิจัย

1. ออกแบบวงจรควบคุมของเครื่องทำความดันลบ ดังแสดงในรูป 3.2

2. นำตัวต้านทานไฟฟ้า ทรานซิสเตอร์ ไดโอด และตัวปรับลดแรงดัน มาใส่ลงไปในแผ่นปริ้นท์ แล้วก็ทำการบัดกรี ดังแสดงในรูป 3.3 และ 3.4

3. ทำกล่องใส่อุปกรณ์ โดยใช้แผ่นอะคริลิกใส มาตัดด้วยเลื่อยจิ๊กซอตามแบบที่ได้วาดไว้ ตัดเสร็จแล้วนำกระดาษทรายมาขัดเพื่อลบมุมของอะคริลิก เมื่อเสร็จแล้วนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบกันด้วย น้ำยาประสานอะคริลิก ดังแสดงในรูป 3.5 และ 3.6

4. นำแผ่นปริ้นท์ที่ควบคุมวงจร มาใส่ในกล่องอะคริลิกที่ได้เตรียมไว้ ทำการต่อเซ็นเซอร์วัดและควบคุมความดัน บั๊มสุญญากาศ แบตเตอรี่ โวลต์มิเตอร์แบบดิจิทัล หัวชาร์จแบตเตอรี่ และสวิตช์ไฟฟ้า เข้ากับแผ่นปริ้นท์ที่ควบคุมวงจร จัดเรียงตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการช็อตกันของอุปกรณ์ ดังแสดงในรูป 3.7

5. ต่อสายยางเข้ากับบั๊มสุญญากาศ ทั้งฝั่งที่ดูดและฝั่งที่คาย แล้วนำสายยางมาต่อเข้าระหว่างสายฝั่งที่ดูด ด้วยข้อต่อสามทาง เพื่อเอาสายยางเข้าไปต่อเข้ากับเซ็นเซอร์วัดและตัวควบคุมความดัน ดังแสดงในรูป 3.8

6. เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสร็จแล้ว ทำการเปิดสวิตช์เพื่อตรวจสอบว่าอุปกรณ์ต่างๆทำงานได้ดี เป็นอันเสร็จขั้นตอนการสร้างเครื่องทำความดันลบแบบพกพา พร้อมนำไปทดสอบเพื่อใช้งานได้แล้ว ดังแสดงในรูป 3.9 และ 3.10

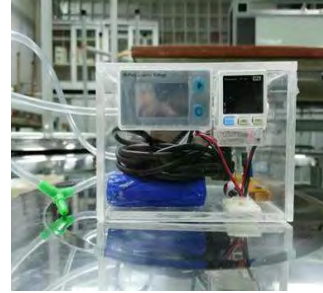


แผ่นปริ้นท์

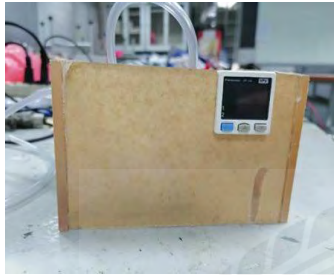
บัดกรีอุปกรณ์



ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของกล่องอุปกรณ์



เครื่องทำความดันลบแบบพกพา



กล่องใส่อุปกรณ์



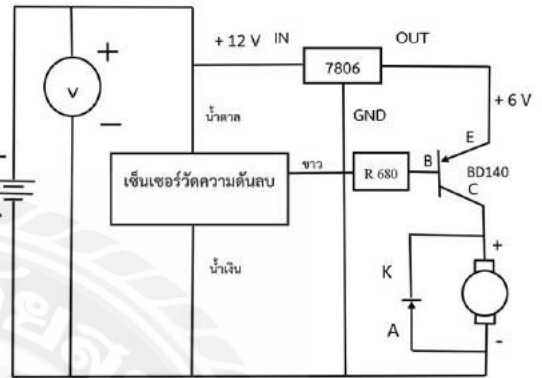
ติดตั้งอุปกรณ์ลงในแผ่นปริ้นท์



ต่อสายยางเข้ากับปั๊มสุญญากาศและเซ็นเซอร์



เปิดสวิตช์ตรวจสอบระบบ



วงจรควบคุมของเครื่องทำความดันลบ

### อุปกรณ์การทดลอง

- เครื่องทำความดันลบแบบพกพา
- บีกเกอร์ขนาด 100 mL
- ถุงน้ำเกลือ
- สายยาง
- นาฬิกาจับเวลา

### วิธีการทดลอง

1. ออกแบบการทดลอง โดย เริ่มการทดลองจากความดัน -50 mmHg , -100 mmHg , -150 mmHg ตามลำดับ ทำการทดลองครั้งละ 1 นาที ทดลอง 3 ครั้ง ต่อระดับความดัน
2. เริ่มการทดลอง เอาสายยางจากปั๊มทางด้านดูดต่อเข้าถุงน้ำเกลือ และสายยางด้านคายใส่ลงในบีกเกอร์ ดังรูปที่ 3.11





3. เปิดเครื่องเพื่อตั้งค่าความดันลบ ให้อยู่ในหน่วย mmHg  
ซึ่งมีวิธีการตั้งค่า ดังนี้

3.1 กดปุ่ม MODE ดังรูปที่ 3.12



3.5 กดปุ่มขึ้นลงหาค่าสั่งดังรูปที่ 3.16 เพื่อตั้งเวลา  
การทำงานของเครื่อง แล้วกด MODE เพื่อเลือกค่าสั่ง



3.2 กดปุ่ม MODE อีกครั้งเพื่อเลือก EASY ดังรูป  
ที่ 3.13



3.6 กดปุ่มขึ้นลงหาค่าสั่งดังรูปที่ 3.17 แล้วกด  
MODE เพื่อเลือกค่าสั่ง



3.3 เมื่อกดเลือก EASY จะขึ้นค่าสั่ง OFF กดที่  
MODE เพื่อเลือกค่าสั่ง OFF ดังรูปที่ 3.14



3.7 กดปุ่มขึ้นลงหาค่าสั่งดังรูปที่ 3.18 เพื่อสั่งค่า  
หน่วยในการวัดความดันลบ แล้วกด MODE เพื่อเลือกค่าสั่ง



3.4 กดปุ่มขึ้นลงเพื่อค้นหาค่าสั่ง แล้วกด MODE  
เพื่อเลือกค่าสั่ง ดังรูปที่ 3.15



3.8 เสร็จการตั้งค่า ถ้าเปลี่ยนระดับความดันลบให้  
กดปุ่มขึ้นลง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ดังรูปที่ 3.19



4. เริ่มการทดลองจากความดัน -50 mmHg , -100 mmHg , -150 mmHg ตามลำดับ
5. ทำการทดลองครั้งละ 1 นาที
6. บันทึกปริมาณน้ำที่อยู่ในบีกเกอร์ ในแต่ละช่วงระดับความดันลบต่อเวลา
7. เมื่อบันทึกเสร็จแล้ว ทำการเติมน้ำให้เต็มถุงน้ำเกลือเหมือนเดิม เพื่อทำการทดลองในครั้งต่อไป

#### 4. สรุปผล

โครงการานี้เกิดแนวคิดที่จะทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบ (Negative Pressure Wound Therapy) ขึ้นมาเพื่อลดความเสี่ยงในการที่ต้องตัดอวัยวะของผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน โดยให้มีราคาต้นทุนในการทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบที่ถูกลง มีขนาดที่สามารถพกพาได้ และผู้ป่วยสามารถทำเองได้ที่บ้านด้วยระบบที่ใช้งานง่าย

เนื่องจากโครงการานี้เป็นการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา เพื่อรักษาแผลที่หายได้ยาก เช่น แผลเบาหวาน แผลจากกระดูกหักแบบเปิด และแผลเรื้อรัง การที่จะสร้างเครื่องทำความดันลบต้องเริ่มจากการออกแบบวงจรควบคุมและตำแหน่งการวางอุปกรณ์ต่างๆ รวมไปถึงการออกแบบการทดสอบเครื่องทำความดันลบ ซึ่งผลการทดลองของอัตราการไหล อยู่ในระดับ 50 mL/min จนถึง 86 mL/min

ทั้งนี้ปัญหาที่พบในการทดลอง คือ ขนาดของถุงน้ำเกลือมีผลต่อค่าความดันลบ ยังมีขนาดเล็กจะทำให้ค่าความดันลบที่ตั้งไว้ประมาณ -100 mmHg ถึง -150 mmHg อาจทำความดันลบได้ไม่ถึง และการซีลของอุปกรณ์ที่ไม่ดี ก็มีผลต่อค่าความดันลบ และค่าอัตราการไหล กลับกันถ้าซีลอุปกรณ์ได้ดีไม่มีอากาศจากภายนอกเข้าไปได้ จะทำให้ปั๊มสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

การที่จะพัฒนาให้อุปกรณ์รักษาแผลด้วยระบบความดันลบ ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นเพื่อที่จะนำไปใช้งานในการรักษาแผลได้จริง ดังนี้

1. ทำให้เครื่องรักษาแผลมีขนาดที่เล็กพกพาได้สะดวก
2. สามารถกันน้ำได้
3. อาจจะไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องดูดน้ำมันเบรกรถยนต์ได้

สิ่งที่ยังไม่ได้ทำในโครงการานี้ คือ

1. ยังไม่มีที่เก็บของเหลว
2. ยังไม่เคยทดสอบในแผลเสมือนจริง
3. ยังไม่เคยทดสอบในแผลจริง

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการานการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำจาก อาจารย์ศักดิ์ชาย เลิศสาระ อาจารย์ประมวล หวังเกษม อาจารย์สมบัติ หิรัญวรรณพงษ์ ผศ.ศราวุธ วรสุมนต์ และ ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ปัญหาและข้อบกพร่องของโครงการานมาโดยตลอด

ผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในโครงการานเล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

บรรณานุกรม

กมลวรรณ เชนวิรัชสุข. (2556). Negative Pressure Wound Therapy (NPWT). วารสารวิชาการ Srinagarind Med J 2013; Vol 28 No.4 p.32-35.

เข้าถึงได้จาก

[http://202.28.95.4/library/main/eproceeding/Lec\\_32\\_35.pdf](http://202.28.95.4/library/main/eproceeding/Lec_32_35.pdf)

ประมุข มุทิตางกูร. (2548). แผลที่เท้าในผู้ป่วยเบาหวาน. กรุงเทพฯ: เรือนแก้ว.

แผลเบาหวาน (Diabetic Ulcer). (ม.ป.ป.) เข้าถึงได้จาก <https://www.pobpad.com/>

นพ.มานพ รักผกาวงศ์, พญ. โชติกา ฌ ระนอง. ภัยเงียบจาก “NCDs โรคจากพฤติกรรม”

เข้าถึงได้จาก

<http://www.khonkaenram.com/th/services/health-information/health-articles/ncds>

วันเฉลิม จงศิริวัฒนา. (2559). NEGATIVE PRESSURE WOUND THERAPY (NPWT).

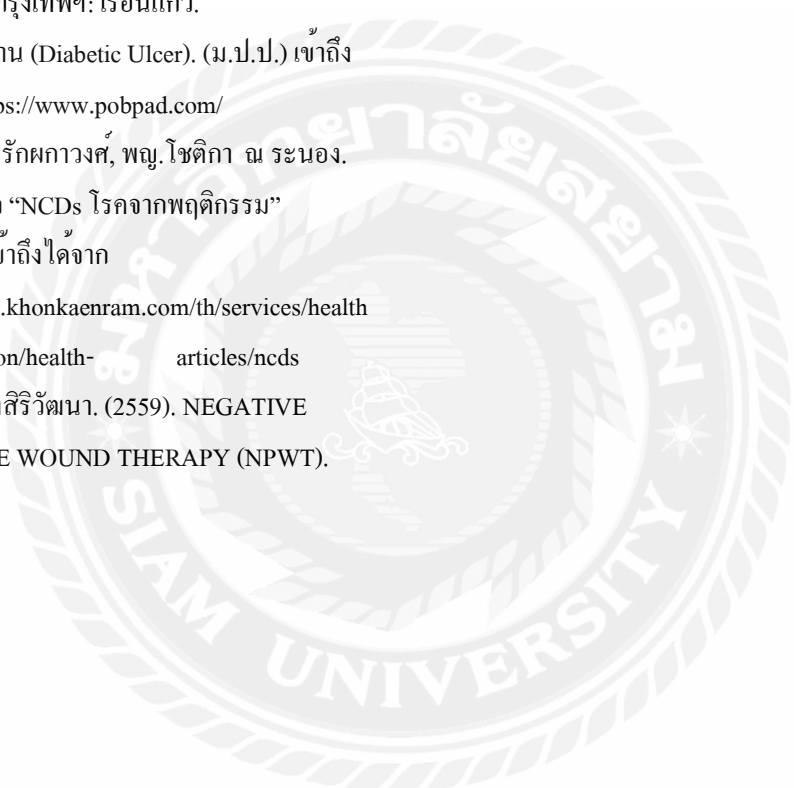
เข้าถึงได้จาก

<http://medinfo2.psu.ac.th/surgery/Collective%20review/2559/>

4.Negative\_Pressure\_Wound\_Therapy%20(Wanchaloem%2016.2.59).pd

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,

(2548). พจนานุกรมศัพท์วัสดุศาสตร์และเทคโนโลยีสื่อสาร. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:ผู้แต่ง.





ภาคผนวก ง  
โปสเตอร์



โครงการการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา  
 Creating and testing portable negative pressure generator  
 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม  
 นายธนาร สุดสังข์ 6104100001  
 นายวุฒินันท์ เวียงอินทร์ 6004100010  
 อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรค NCDs (Non-communicable diseases) คือ กลุ่มโรคที่ไม่ติดต่อ ไม่ว่าจะเป็นการสัมผัส คลุกคลีหรือมีการสัมผัสกับสารคัดหลั่งต่างๆ เพราะโรคของกลุ่มนี้ไม่ได้เกิดจากเชื้อโรค โรคในกลุ่ม NCDs เป็นโรคที่มีความสัมพันธ์กับนิสัยหรือพฤติกรรมกรดำเนินชีวิต การเจริญเติบโตของโรคจะค่อยๆ สะสมอาการที่ละนิดจนทวีความรุนแรงขึ้น สุดท้ายจะเกิดอาการเรื้อรังในที่สุดหากไม่ได้รับการรักษาหรือดูแลอย่างถูกต้องและทันเวลา จะส่งผลกระทบต่ออาการดำเนินชีวิตของผู้ป่วยและครอบครัว ตัวอย่างกลุ่มโรค NCDs เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ, โรคหลอดเลือดสมอง, โรคเบาหวาน, โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น

โรค NCDs เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตของคน 36 ล้านคนทั่วโลกในแต่ละปี ที่คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 63 ของสาเหตุการตายทั้งหมด โดยเป็นโรคที่มีข้อมูลสถิติที่น่าเป็นห่วง สถิติของสถานการณ์โรคเบาหวานทั่วโลกในปี พ.ศ.2560 มีผู้ป่วย 425 ล้านราย แบ่งเป็นกลุ่มอายุ 65 ขึ้นไป คิดเป็น 98 ล้านราย และ 20-64 ปี คิดเป็น 327 ล้านราย สำหรับประเทศไทยมีผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานในปีที่ผ่านมาประมาณ 4.8 ล้านราย คาดการณ์ว่าความชุกของโรคเบาหวาน ภายในปี 2583 จะเพิ่มสูงขึ้นถึง 5.3 ล้านราย

โรคเบาหวาน (Diabetes) คือ โรคที่เซลล์ร่างกายมีความผิดปกติในกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลในเลือดให้เป็นพลังงาน โดยกระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อนเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เมื่อน้ำตาลไม่ได้ถูกใช้จึงทำให้ระดับน้ำตาลสูงขึ้นกว่าระดับปกติ ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานแล้วมีแผล หากควบคุมน้ำตาลในเลือดไม่ดี จะส่งผลให้แผลหายช้า ถ้าเป็นแผลที่เท้าหรือขา แล้วติดเชื้อลุกลามจนอาจนำไปสู่การตัดอวัยวะทิ้งได้ ซึ่งอาจส่งผลต่อผู้ป่วยในด้านความมั่นใจในการใช้ชีวิตในสังคม ซึ่งบาดแผลของผู้ป่วยมักเป็น บาดแผลเรื้อรัง (chronic wound) หรือบาดแผลที่รักษายาก บาดแผลที่ไม่สามารถรักษาให้หายได้ตามกระบวนการ โดยทั่วไปแล้วหากรักษาแผลแล้วไม่หายภายในระยะเวลา 3 เดือน ก็จัดว่าเป็นแผลเรื้อรัง โดยบาดแผลเรื้อรังนี้มีการรักษาได้หลายแบบแต่ในปัจจุบันมีการรักษาแผลชนิดนี้ด้วยการใช้ระบบความดันลบ ส่งผลให้แผลหายเร็ว จึงได้เกิดแนวคิดที่จะทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบ (Negative pressure wound therapy) ขึ้นมาเพื่อลดความเสี่ยงในการที่ต้องตัดอวัยวะ ของผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน โดยให้มีราคาต้นทุนในการทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบที่ถูกลง มีขนาดที่สามารถพกพาได้ และผู้ป่วยสามารถทำเองได้ที่บ้านด้วยระบบที่ใช้งานง่าย ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ป่วยเองที่ไม่ต้องเดินทางมาทำแผลที่โรงพยาบาลบ่อยๆ

วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อออกแบบและผลิตเครื่องทำความดันลบให้มีขนาดเล็กพกพาได้ง่าย
2. ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องทำความดันลบ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบ
2. สามารถนำไปสนับสนุนในการรักษาแผลด้วยเครื่องมือความดันลบที่มีใช้อยู่แล้วใน โรงพยาบาล

ผลการปฏิบัติตามโครงการ



สรุปผล

โครงการนี้เกิดแนวคิดที่จะทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบ (Negative Pressure Wound Therapy) ขึ้นมาเพื่อลดความเสี่ยงในการที่ต้องตัดอวัยวะ ของผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน โดยให้มีราคาต้นทุนในการทำเครื่องรักษาแผลด้วยความดันลบที่ถูกลง มีขนาดที่สามารถพกพาได้ และผู้ป่วยสามารถทำเองได้ที่บ้านด้วยระบบที่ใช้งานง่าย

เนื่องจากโครงการนี้เป็นการสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา เพื่อรักษาแผลที่หายได้ยาก เช่น แผลเบาหวาน แผลจากกระดูกหักแบบเปิด และแผลเรื้อรัง การที่จะสร้างเครื่องทำความดันลบต้องเริ่มจากการออกแบบวงจรควบคุมและตำแหน่งการวางอุปกรณ์ต่างๆ รวมไปถึงการออกแบบการทดสอบเครื่องทำความดันลบ ซึ่งผลการทดลองของอัตราการไหล อยู่ในระดับ 50 mL/min จนถึง 86 mL/min

ทั้งนี้ปัญหาที่พบในการทดลอง คือ ขนาดของถุงน้ำเกลือมีผลต่อค่าความดันลบ ยิ่งมีขนาดเล็กจะทำให้ค่าความดันลบที่ตั้งไว้ประมาณ -100 mmHg ถึง -150 mmHg อาจทำความดันลบได้ไม่ถึง และการซิลของอุปกรณ์ที่ไม่ดี ก็มีผลต่อค่าความดันลบ และค่าอัตราการไหล กลับกันถ้าซิลอุปกรณ์ได้ดีไม่มีอากาศจากภายนอกเข้าไปได้ จะทำให้ปั๊มสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะ

การที่จะพัฒนาให้อุปกรณ์รักษาแผลด้วยระบบความดันลบ ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นเพื่อที่จะนำไปใช้งานในการรักษาแผลได้จริง ดังนี้

1. ทำให้เครื่องรักษาแผลมีขนาดที่เล็กพกพาได้สะดวก
2. สามารถกันน้ำได้
3. อาจจะนำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องดูดน้ำมันเบรกรถยนต์ได้ สิ่งที่ยังไม่ได้ทำในโครงการนี้ คือ
  1. ยังไม่มีที่เก็บของเหลว
  2. ยังไม่เคยทดสอบในแผลเสมือนจริง
  3. ยังไม่เคยทดสอบในแผลจริง

## ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา	6104100001
ชื่อ-นามสกุล	นายชนาธร สูดสังข์
อีเมล	sudsang0007@gmail.com
เบอร์โทรศัพท์	0655749329
สาขา	วิศวกรรมศาสตร์
ที่อยู่	89/169 ซ.เทียนทะเล20 ถ.บางขุนเทียน แขวง.แสมดำ เขต.บางขุนเทียน จ.กรุงเทพฯ
ผลงาน	การสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันลบแบบพกพา

## ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา	6004100010
ชื่อ-นามสกุล	วุฒินันท์ เวียงอินทร์
อีเมลล์	Wutthinan.wia@siam.edu
เบอร์โทรศัพท์	0988289318
สาขา	วิศวกรรมศาสตร์
ที่อยู่	45/97 ม.โนโววิลด์พุทธสาคร ซ.7 ต.สวนหลวง อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74110
ผลงาน	การสร้างและทดสอบเครื่องทำความดันแบบพกพา