

การพัฒนาต้นแบบเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงอัตโนมัติ

DEVELOPMENT OF PROTOTYPE OF AUTOMATED HEMORRHOID LIGATOR

สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ^{1*} สุภกิจ ขมวิลัย² มัลลิกา รัตนไตรภพ³ ชนกกันต์ โลหะธีรภาพ⁴
Somkiat Tangjitsitcharoen^{1}, Supakij Khomvilai², Mullika Rattanairaiphob³, Chanakan Lohateeraparp⁴*

^{1, 3, 4}ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

^{1, 3, 4}Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.

²หน่วยศัลยกรรมลำไส้ใหญ่และทวารหนัก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

²Colorectal Surgery, Department of Surgery, Chulalongkorn Hospital.

*Corresponding author, E-mail: somkiat.ta@eng.chula.ac.th

บทคัดย่อ

โรคริดสีดวงทวารเป็นโรคที่พบได้บ่อยและหนึ่งในวิธีการรักษา คือ การใช้ยางรัดริดสีดวง เนื่องจากเป็นวิธีที่รักษาได้ง่ายและผู้ป่วยไม่ต้องเจ็บตัวในการรักษา โดยกระบวนการรักษาจะใช้เครื่องยิงยางรัดริดสีดวง เพื่อส่งยางเข้าไปรัดที่ขั้วของริดสีดวง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาส่วนหัวของเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงให้สามารถถอดล้างได้และยางรัดสามารถเลื่อนออกได้โดยอัตโนมัติในขณะที่ยิงยางรัดริดสีดวง สำหรับกลไกการยิงถูกออกแบบให้ลดการสัมผัสระหว่างเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงกับผู้ป่วย รวมทั้งสามารถรวมขั้นตอนการดูริดสีดวงอัตโนมัติและยิงยางรัดริดสีดวงได้พร้อมกันในขั้นตอนเดียว จึงสามารถนำไปใช้งานนอกสถานที่ได้สะดวกในการรักษาและสะดวกในการพกพา อีกทั้งยังทำความสะดวกง่ายเพื่อสุขอนามัยที่ดีขึ้นต่อผู้ป่วยและผู้ทำการรักษา ผลงานวิจัยพบว่าเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงต้นแบบสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้และสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อลดการนำเข้าเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงจากต่างประเทศได้

คำสำคัญ: ริดสีดวงทวาร ยางรัด เครื่องยิงยางรัด เหล็กกล้าสแตนเลส การดูดอัตโนมัติ

Abstract

Hemorrhoids are often found and one of treatments is the rubber band ligator which is easy and less pain. There are many types of the rubber band ligator which are different in material and mechanism. In this research, there are three main objective of development. First, the ligator is easy for sanitization. Second, Rubber band is designed to move automatically supported by the new mechanic design that help reduce contact surface with patient. Third, It is developed with a new design of nozzle and trigger which is autosuction and able to shoot the rubber band simultaneously. Hence, the new portable ligator will be convenient for treatment and mobility. According to the tests, the newly designed ligator can be used properly as expected and it can be developed more in order to reduce the ligator from abroad.

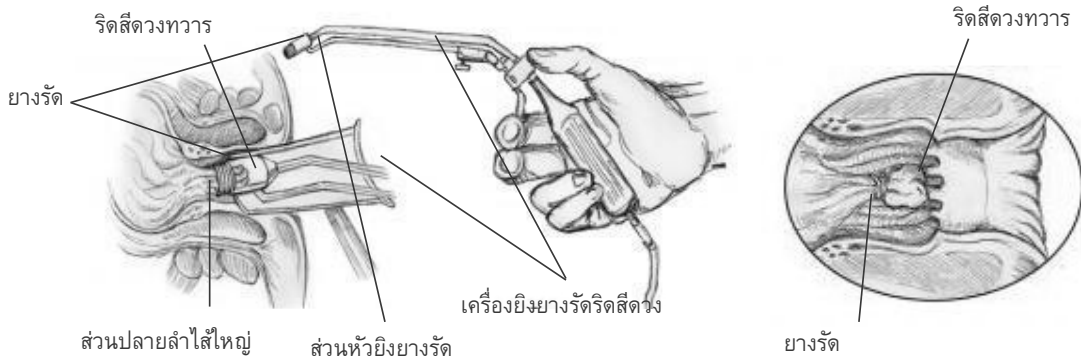
Keywords: Hemorrhoids, Rubber Band, Automated Hemorrhoid Ligator, Autosuction

บทนำ

โรคริดสีดวงทวารและวิธีการรักษาด้วยการใช้ยางรัดริดสีดวง

ริดสีดวงทวาร (Hemorrhoid) [1] เป็นโรคหนึ่งที่พบได้บ่อยประมาณครึ่งหนึ่งของคนที่อายุเกิน 30 ปีขึ้นไป มักป่วยเป็นโรคนี้โดยมีสาเหตุหลายอย่าง และเนื่องจากคนส่วนมากเมื่อเป็นโรคนี้แล้วมักจะไม่มีสนใจเมื่อยังไม่ออกอาการ [2] หรือไม่กล้าที่จะไปพบแพทย์เพื่อรักษา จึงทำให้ริดสีดวง

มีความรุนแรงมากขึ้น การรักษาริดสีดวงสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับอาการและลักษณะของริดสีดวงที่เป็น ซึ่งหนึ่งในวิธีการรักษา คือ การใช้ยางรัดริดสีดวง (Rubber band ligator) [3-6] ซึ่งเป็นวิธีการรักษาริดสีดวงที่อยู่ภายในย้อยมีขั้วให้ยางสามารถรัดได้ ควรมีขนาดไม่เกิน 1 ซม. โดยรัดให้หัวของริดสีดวงหลุดออก และพังผืดที่เกิดจากแผลจะรัดริดสีดวงให้กลับเข้าไปในทางทวารหนักดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การรักษาริดสีดวงทวารโดยการใช้ยางรัด [7]

การใช้งานของเครื่องยิงยางรัดนั้นจะต้องมีการสอดหัวริดสีดวงเข้าไปทางท่อส่วนหัวของเครื่องยิง เพื่อให้ยางรัดนั้นเข้าไปถึงบริเวณส่วนขั้วของริดสีดวง [8] เครื่องมือที่ใช้รักษามีหลายแบบแตกต่างกันด้วยวัสดุในการทำเครื่องมือ และวิธีการใช้งาน [9]

เครื่องยิงยางรัดริดสีดวงแบบพลาสติก [10] นั้นมียางรัดทั้งหมด 4 เส้น โดยใส่มาพร้อมเครื่องสามารถใช้งานได้ทันที แต่สามารถใช้กับผู้ป่วยได้เพียง 1 คนและไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ [11] ทำให้เป็นการเพิ่มต้นทุนในการรักษา อีกทั้งยังเพิ่มขยะติดเชื้อ รวมไปถึงจะต้องถอดสุญญากาศกับเครื่องยิงยางรัดริดสีดวง ซึ่งเป็นปัญหาในกรณีที่จะนำเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงไปใช้นอกสถานที่ [12] เครื่องยิงยางรัดริดสีดวง

ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากนักวิจัยและแพทย์ผู้ชำนาญการ เครื่องยิงยางรัดริดสีดวงจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน เช่น สแตนเลส สามารถทำการดูริดสีดวงได้อัตโนมัติ ไม่ต้องต่อท่อดูดสุญญากาศ โดยมีจุดประสงค์เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือเพื่อลดต้นทุนการรักษาต่อครั้ง [14] และเพิ่มความสะดวกในการใช้งานของเครื่องมือ ทั้งนี้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ แต่ประสบกับปัญหาที่เครื่องมือไม่สะดวกในการทำความสะอาดและเครื่องมือมีการติดขัดขณะแพทย์ทำการรักษา

จากการปรึกษากับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ เครื่องยิงยางรัดริดสีดวงที่ทำมาจากสแตนเลสนั้นเป็นเครื่องมือที่สามารถทำความสะอาดและนำกลับมาใช้ได้ใหม่ อีกทั้งเครื่องยิงยางรัดรุ่นนี้ยังสามารถใช้งานนอกสถานที่ได้เพราะมีระบบดูดสุญ

ที่สามารถดูวิดีโอตัวเองได้เองโดยอัตโนมัติ แต่อย่างไรก็ตามยังคงพบปัญหา คือ การทำความสะอาดส่วนหัวเป็นไปด้วยความยากลำบาก เพราะส่วนหัวป็นยางรัดไม่สามารถถอดจากตัวเครื่องได้ และยางรัดรัดติดจะต้องป้อนใส่เข้าไปเองที่หัวป็นเมื่อต้องการใช้งานทุกครั้งโดยสามารถใส่ยางรัดที่หัวป็นได้หลายเส้นมากที่สุดไม่เกิน 4 เส้น แต่อย่างไรก็ตามกลไกในส่วนหัวยังไม่สามารถเลื่อนยางเองได้โดยอัตโนมัติ จึงทำให้พยาบาลจะต้องเลื่อนยางรัดให้แพทย์ผู้รักษาทุกครั้งก่อนจะทำการยิงยางรัดรักษาครั้งถัดไป ส่วนไกป็นและด้ามจับยังมีความไม่สมส่วนจึงทำให้บางครั้งตัวด้ามจับสัมผัสกับร่างกายของผู้ป่วยในระหว่างการรักษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาต่อยอดจากเครื่องยิงยางรัดรัดติดอัตโนมัติต้นแบบที่ทำจากสแตนเลสโดยสามารถจำแนววัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. ออกแบบให้หัวของเครื่องยิงยางรัดรัดติดสามารถยิงและเลื่อนยางรัดได้อัตโนมัติจากการออกแบบกลไกใหม่ จึงไม่เสียเวลากับการเลื่อนยางรัดระหว่างทำการรักษา
2. สามารถถอดหัวป็นล้างทำความสะอาดได้
3. ออกแบบกลไกการยิงใหม่ให้เป็น 1 โกว 2 จังหวะ คือ ทั้งดูหัวรัดติดได้โดยอัตโนมัติและยิงยางรัดออกไปได้พร้อมกัน และนำไกทั้งหมด

ไปไว้ด้านหลังของเครื่องยิง เพื่อสะดวกในระหว่างทำการรักษา ทำให้ด้ามจับไม่สัมผัสกับตัวผู้ป่วย

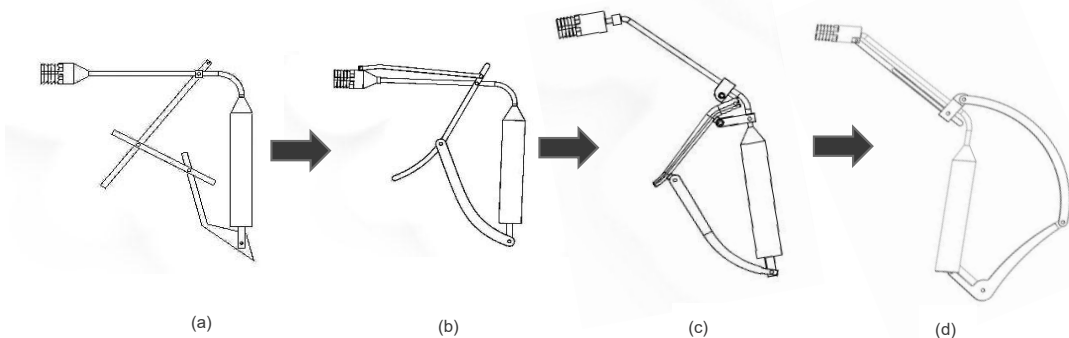
วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการออกแบบได้ทำการศึกษาจากเครื่องยิงยางรัดรัดติดของต่างประเทศ เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และข้อแตกต่างจากของเดิมที่มีใช้อยู่แล้ว ดังนี้

1. ตัวเครื่องยิงยางรัดรัดติด

พัฒนาการของการออกแบบตัวเครื่องยิงยางรัดรัดติดสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2(a) ถึง 2(d) ตามลำดับ ซึ่งการออกแบบในครั้งแรกสามารถแสดงในภาพที่ 2(a) โดยการออกแบบในครั้งนี้คำนึงถึงการกดยิงภายในครั้งเดียว และหัวที่สามารถเลื่อนยางได้อัตโนมัติ แต่เนื่องจากความใหญ่และไม่สมส่วนของไกยิง จึงทำการออกแบบใหม่ ต่อมาการออกแบบในครั้งที่สองแสดงดังภาพที่ 2(b) ซึ่งยังพบปัญหาที่บริเวณส่วนหัวมีขนาดใหญ่ และการที่องศาข้อและกระบอกสูบตั้งฉากกัน ทำให้แพทย์ไม่สามารถมองเห็นรัดติดได้ชัด

ในการออกแบบครั้งที่สาม ดังภาพที่ 2(c) ได้ปรับเปลี่ยนองศาของกระบอกสูบและตัวข้อ แต่ด้วยความกว้างของกลไกจึงมีการแก้ไขอีกครั้ง และการออกแบบครั้งที่สี่ ดังภาพที่ 2(d) ทำการย้ายกลไกไปด้านหลังของเครื่อง และทำการเปลี่ยนวิธีการยิงเป็นด้ามชนานกับตัวข้อยิงเพื่อลดพื้นที่บริเวณส่วนหัวของเครื่อง



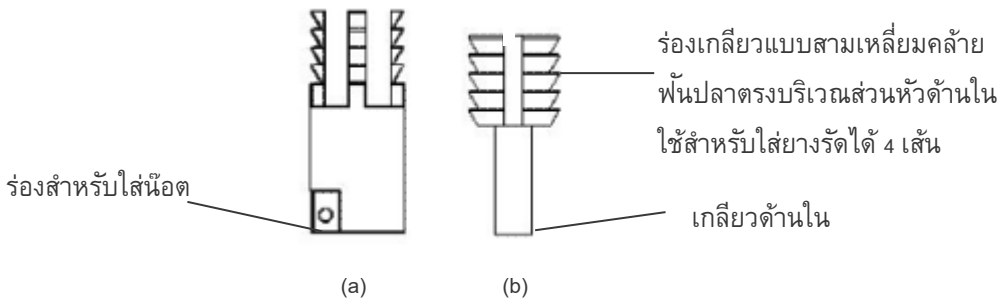
ภาพที่ 2 พัฒนาการของการออกแบบเครื่องยิงยางรัดรัดติดครั้งที่ 1 ถึง 4

2. หัวของเครื่องยิงยางรัด

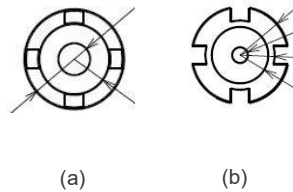
การออกแบบส่วนหัวมีขั้นตอนที่สำคัญ คือ ส่วนหัวนั้นจะต้องกำหนดให้สามารถถอดจากตัวเครื่องเพื่อสะดวกในการทำความสะอาด และเลื่อนยางรัดได้โดยอัตโนมัติ โดยสามารถทำการยิงได้ 4 ครั้งต่อเนื่องกัน เนื่องจากผู้ป่วย 1 คน จะสามารถทำการรักษาโรคติดงูด้วยวิธีการใช้ยางรัด

3 เส้น และอีกหนึ่งเส้นเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการรักษา

ส่วนหัวแบ่งออกเป็นสองส่วนย่อย โดยที่ส่วนย่อยด้านนอกภาพที่ 3(a) และส่วนย่อยด้านในภาพที่ 3(b) เพื่อเป็นกลไกในการเลื่อนยาง โดยมีเกลียวอยู่บริเวณปลาย สำหรับช่วยยึดกับท่อแกนเครื่องยิง



ภาพที่ 3 หัวของเครื่องยิงยางรัดติดงูต้นแบบในมุมมองด้านข้าง



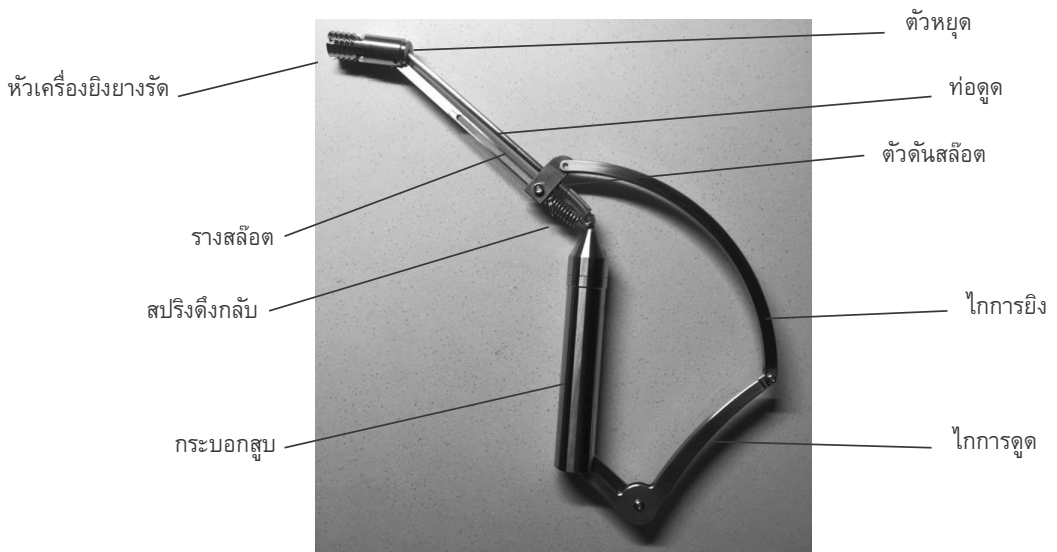
ภาพที่ 4 หัวของเครื่องยิงยางรัดติดงูต้นแบบในมุมมองด้านบน

3. กลไกการยิง

แนวคิดในการปรับเปลี่ยนกลไกการยิงจากที่อยู่ด้านหน้าของเครื่องยิงไปเป็นด้านหลังเพื่อแก้ปัญหาลดความขัดแย้งระหว่างเครื่องมือและผู้ป่วยโดยยังสามารถยิงและดูดหัวโรคติดงูได้ กลไกการยิงมีการรวมกระบวนการยิงและดูดโดยใช้ไกเดียวกัน โดยใช้หลักการของตรีโกณมิติในการคำนวณหาความยาวของไกปืน หลักการทำงานของ

ทั้งหมดเพื่อให้กลไกการดูดทำงาน หลังจากนั้นจึงทำการกดต่ออีกกึ่งหนึ่งเพื่อให้กลไกการยิงยางรัดทำงาน

กลไกเครื่องมือ ดังภาพที่ 5 เริ่มต้นด้วยการใช้นิ้วโป้งกดมาเป็นระยะทางกึ่งหนึ่งของ



ภาพที่ 5 ส่วนประกอบของเครื่องยิงยางรัดวัดเลือดวังต้นแบบ

4. รูปทรงของเครื่องยิงยาง

การออกแบบรูปทรงของเครื่องยิงยางรัดวัดเลือดวังนั้น จะทำให้แพทย์มีความสะดวกสบายในการใช้งาน ส่วนท่อและกระบอกสูบจะมีการทำองศาขึ้นตามเครื่องเดิมที่ใช้งานอยู่ อีกทั้งตัวกระบอกสูบจะต้องมีขนาดไม่กว้างมากเกินไป เพื่อให้แพทย์ยังคงสามารถจับได้สะดวกมือ

โดยการคำนวณขนาดของท่อจากกระบอกสูบนั้น จะต้องคำนึงถึงระยะในการดูด ซึ่งสามารถคำนวณได้จากความต้องการที่ต้องการแรงดูดที่คงที่และลดระยะการกดลงครึ่งหนึ่งจากระยะตั้งต้นตามกระบอกสูบเดิม จึงสามารถคำนวณได้จากการนำสูตร

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

เมื่อ P คือ ความดันของกระบอกสูบหน่วยเป็น Pa

V คือ ปริมาตรของกระบอกสูบหน่วยเป็น m^3

สถานการณ์ที่ 1 คือ สภาพกระบอกสูบเดิมที่นำมาอ้างอิง

สถานการณ์ที่ 2 คือ กระบอกสูบที่ต้องการคำนวณขึ้นมาใหม่ให้มีระยะการกดที่สั้นลง

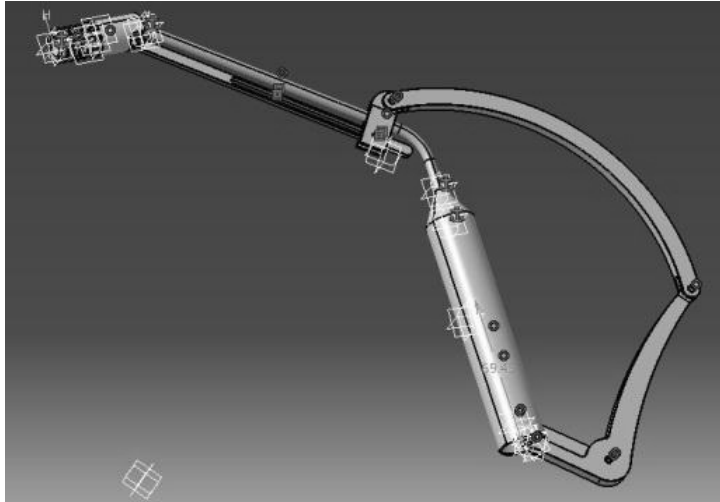
จากสมการข้างต้นหากต้องการความดันของกระบอกสูบเท่าเดิมนั้นหมายถึงปริมาตรกระบอกสูบที่เท่าเดิม แต่เมื่อต้องการระยะการกด (h) ที่ลดลง จากสูตรปริมาตรของทรงกระบอก (V) = พื้นที่หน้าตัด (A) x ระยะการกด (h) ทำให้ต้องเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบเพื่อคงไว้ทำให้ปริมาตรของเครื่องยิงวัดเลือดวังที่พัฒนาขึ้นมาใหม่มีแรงดูดเท่าเดิม เมื่อสามารถรักษาแรงดูดได้

ตามที่ต้องการ รวมทั้งลดระยะการกดลงครึ่งหนึ่งจากกระบอกสูบเดิมจึงสามารถคำนวณกลไกอื่นๆ ในระบบได้ในลำดับต่อมา

กระบอกสูบของเครื่องยิงยางรัดได้มีการออกแบบให้มีค่าดูดสูญญากาศเท่าเครื่องเดิมที่ใช้งานอยู่ เพื่อให้ดูดหัววัดเลือดวังได้ โดยค่าการดูดขั้นต่ำได้มาจากการสอบถามแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ

จากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เครื่องยิงยางรัดรีดสีดวงที่ได้ออกแบบในครั้งที่ 4 มีความสอดคล้องกับความต้องการและวัตถุประสงค์

ที่กำหนดไว้ ดังนั้นการออกแบบดังภาพที่ 6 จะถูกนำไปผลิตเพื่อทดสอบจริง และวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตในหัวข้อถัดไป



ภาพที่ 6 รูปทรงของเครื่องยิงยางรัดรีดสีดวงต้นแบบ

ผลการวิจัย

ผลการออกแบบเครื่องยิงยางรัดรีดสีดวงต้นแบบ

เครื่องยิงยางรัดรีดสีดวงต้นแบบแสดงดังภาพที่ 5 เป็นลักษณะของการตัวเครื่องได้ออกแบบและมีการผลิตจริงแล้วโดยทำจากสแตนเลสทั้งหมดซึ่งสามารถนำไภมารวมเป็นไภยึงเพียงหนึ่งจ้งหะอีกทั้งหัวของเครื่องยิงยางรัดสามารถถอดออกมาจากตัวเครื่องได้

การทำงานของตัวเครื่องต้นแบบจะสามารถทำงานได้โดยการกดไกการดูด เพื่อให้เกิดสุญญากาศดูดหัวริดสีดวงเข้ามาภายในหัวของเครื่องยิง หลังจากนั้นไกการยิงจะยังไม่เริ่มทำงานจนตัวดันสล๊อตวิ่งไปจนจบรางสล๊อต จากนั้นหัวของเครื่องยิงยางรัดจึงทำการปล่อยยางรัดเข้าไปรัดที่ขั้วของริดสีดวง ท้ายที่สุดคือการที่สปริงดึงกลับจะทำการดึงตัวบริเวณส่วนหัวด้านนอกกลับมามีตำแหน่งเริ่มต้นโดยมีตัวหยุดเพื่อให้ตำแหน่งที่ยิงครั้งใหม่เริ่มถูกต้องและแม่นยำ

เครื่องยิงยางรัดรีดสีดวงอัตโนมัติต้นแบบที่ออกแบบมานี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง ทั้งนี้ได้มีการทดสอบการยิงในรูปแบบตัวจำลองสามมิติในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจก่อนมีการทดสอบกับผู้ป่วยจริงโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญและมีการทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องยิงยางรัดอัตโนมัติที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ ผลปรากฏว่าอย่างไรก็ตามเครื่องยิงยางรัดต้นแบบนี้ยังจะต้องมีการพัฒนาต่อยอดเพื่อให้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น เช่น ขนาดหัวของเครื่องยิงยางรัดมีความใหญ่มากทำให้เกิดความล่าช้าในการมองเห็นของแพทย์ จึงต้องใช้เวลาในการส่องมองริดสีดวงมากขึ้นซึ่งจำเป็นต้องออกแบบให้มีขนาดเล็กลง เป็นต้น

เนื่องจากขนาดของหัวเครื่องยิงยางรัดรีดสีดวงอัตโนมัติต้นแบบนี้ ยังมีขนาดที่ไม่เหมาะสมจึงจะต้องทำการออกแบบลดขนาดหัวเครื่องยิงยางรัดลง โดยจะต้องมีการพัฒนาส่วนหัวของเครื่องยิงยางรัด อีกทั้งจะต้องเปลี่ยนไกการยิงให้มีความโค้งน้อยลง รวมถึงไกการดูดที่จะต้อง

ปรับเปลี่ยนมุมระหว่างตัวโกและกระบอกลูกสูบให้ลดลงมีขนาดที่แคบลง เพื่อให้ยางรัดสามารถเลื่อนออกได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงที่จะพัฒนาต่อไปควรคำนึงถึงความสะดวกของร่องเกลียวฟันปลาบริเวณส่วนหัวของตัวเครื่อง โดยจะต้องลดความคม อีกทั้งต้องป้องศาของร่องเกลียวฟันปลาให้มีขนาดที่เล็กลงเพื่อให้ยางรัดสามารถเลื่อนออกได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์ต้นทุนของเครื่องยิงยางรัดริดสีดวง

โดยทั่วไปการพัฒนาเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงจะมีต้นทุนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น วัสดุที่ใช้กลไกการทำงาน [13] ทำให้การเปรียบเทียบราคาและต้นทุนเป็นไปได้ยาก เพราะมีทั้งต้นทุนแปรผันและต้นทุนคงที่ที่แตกต่างกันไป ดังนั้นในการวิเคราะห์ต้นทุนเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงจึงมีสมมติฐานในการคำนวณต้นทุน ดังนี้

- ใช้รักษาผู้ป่วย 1,000 คนต่อปี ต่อสถานพยาบาล

- แจกจ่ายไปยัง 50 สถานพยาบาล
- อายุการใช้งานเครื่องมือ 10 ปี คิดค่าเสื่อมราคาปีที่ 10 เท่ากับ 0 บาท
- น้ำยาที่ใช้ในการล้าง 5 ลิตร ราคา 3,480 บาท โดยมีอัตราส่วนในการผสมกับน้ำ 1:30
- ค่าแรงในการล้างคิดจากค่าแรง 800 บาทต่อวันของผู้ช่วยพยาบาลที่ใช้เวลา 10 นาทีในการล้างเครื่องมือ 1 เครื่อง

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงที่นำเข้าจากต่างประเทศ (A) เครื่องยิงยางรัดริดสีดวงที่มีอยู่ในปัจจุบัน (B) และเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นใหม่ (C) ie สำหรับ C แบ่งเป็น 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1(C1) การใช้ตัวด้ามเป็นสแตนเลส หัวของเครื่องยิงยางรัดเป็นสแตนเลส หรือทางเลือกที่ 2(C2) การใช้ตัวด้ามเป็นสแตนเลส หัวของเครื่องยิงยางรัดเป็นพลาสติก สามารถวิเคราะห์ผลออกมาได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบราคาเครื่องยิงยางรัด (หน่วยราคา: บาท)

ลำดับที่	รายการ	เครื่องยิงยางรัด ริดสีดวงที่นำเข้าจาก ต่างประเทศ (A)	เครื่องยิงยางรัด ริดสีดวง ปัจจุบัน (B)	เครื่องยิงยางรัดริดสีดวงอัตโนมัติ (C)	
				ทางเลือกที่ 1 (C1)	ทางเลือกที่ 2 (C2)
1	เครื่องยิงยางรัด	500.00	1.08	2.50	1.50
2	ค่าเสื่อมราคา	-	1.08	2.50	1.50
3	ยางรัด	-	10.00	10.00	10.00
4	ค่าแม่พิมพ์ในการขึ้นรูป	-	-	-	0.50
5	ค่าวัสดุในการขึ้นรูปรวมค่าแรง	-	-	-	8.00
6	ค่าแรงในการล้าง	-	13.33	10.33	10.33
7	ค่าน้ำยา	-	29.00	29.00	29.00
8	อุปกรณ์ที่ใช้ขัด ขีระล้าง	-	0.08	0.08	0.08
ต้นทุนการยิงต่อครั้ง		500.00	54.58	54.42	60.92

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปได้ว่าการเลือกผลิตเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงอัตโนมัติใหม่ทางเลือกที่ 1 มีต้นทุนที่ต่ำกว่าทางเลือกที่ 2 เพราะไม่มีค่าแม่พิมพ์และค่าวัสดุในการขึ้นรูปหัวเครื่องยิงยางรัดและทางเลือกที่ 1 มีราคาใกล้เคียงกับต้นทุนของเครื่องมือปัจจุบันที่สุดโดยปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนการยิงต่อครั้งมากที่สุดคือ ค่าน้ำยาทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนเฉลี่ยต่อการยิงเพิ่มมากขึ้นมากที่สุด

สรุปและอภิปรายผล

โรคริดสีดวงทวารเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยสามารถรักษาด้วยการใช้ยางรัด เพื่อให้เลือดไม่ไปหล่อเลี้ยงริดสีดวง ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะต้องมีเครื่องยิงยางรัดริดสีดวงเพื่อใช้ในการรักษาโดยส่วนมากแล้วการใช้เครื่องยิงยางรัดริดสีดวงจะต้องต่อท่อดูดสุญญากาศจากภายนอกซึ่งไม่สะดวก จึงได้มีการพัฒนาเครื่องยิงยางรัดแบบอัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] เกียรติคุณ ไกรพิบูลย์. (2555). ริดสีดวง *Hemorrhoids or piles*. สืบค้นเมื่อ 2555, จาก <http://haamor.com/th/ริดสีดวง>
- [2] วิรัตน์ ทองรอด. (ม.ป.ป.). การช้ำยา พอเพียง. ใน *นิตยสารหมอชาวบ้าน*. กรุงเทพฯ: หน้า 337.
- [3] Saxena Pradeep. (2015) "Hemorrhoid ligation." Retrieved 2015, from <http://emedicine.medscape.com/article/1892099-overview>
- [4] Corman ML. Hemorrhoids. Brown B, McMullan E, LaPlante MM. (2004). *Colon and Rectal Surgery*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1: 177-244/8.
- [5] Bernal JC; et al. (2005). Rubber-band ligation for hemorrhoids in a colorectal unit. A prospective study. *Rev Esp Enferm Dig*. 97(1): 38-45.
- [6] Scheyer M; et al. (2015). Hemorrhoidal artery ligation (HAL) and rectoanal repair (RAR): retrospective analysis of 408 patients in a single center. *Tech Coloproctol*. 19(1): 5-9.
- [7] *How to use haemoband*. (2009). Retrieved 2009, from <http://www.haemobandsurgical.com/howTo.html>
- [8] *Haemoband features*. (2009). Retrieved 2009, from <http://www.haemobandsurgical.com/features.html>
- [9] Vassiliki Tsikitis. MD. (2015). *Anal surgery for hemorrhoids*. Retrieved 2015, from <http://emedicine.medscape.com/article/1582358-overview>

เครื่องยิงยางรัดริดสีดวงอัตโนมัติที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใหม่นั้นสามารถดูดสุญญากาศได้อัตโนมัติ รวมถึงการเลื่อนยางรัดที่มีจำนวนทั้งหมด 4 เส้น และจากการวิเคราะห์หากทำเครื่องมือดังกล่าวด้วยสแตนเลสทั้งหมดจะมีความคุ้มค่ามากกว่า

อย่างไรก็ตาม ปัญหาในเรื่องหัวที่มีขนาดใหญ่และหนา ยังคงเป็นอุปสรรค อีกทั้งยังมีคมที่มุมหัวของเครื่องยิงยางรัดที่อาจจะเกิดปัญหาระหว่างการรักษา จึงควรใช้เป็นข้อมูลเพื่อพัฒนาต่อและเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อวงการการแพทย์ในประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้จนสำเร็จด้วยดี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 - 2558

- [10] Gordon SH; & Nivatongs S. Gordon SH, Nivatongs S. (2007). *Principles and Practice of Surgery for Colon, Rectum, and Anus*. Third. Informa Health Care, USA, 145-152.
- [11] Granet E. (1968, January – February). Hemorrhoidectomy failures: causes, prevention and management. *Dis Colon Rectum*. 11(1): 45-48.
- [12] Leicester RJ; et al. (1981, November-December). Infrared coagulation: a new treatment for hemorrhoids. *Dis Colon Rectum*. 24(8): 602-605.
- [13] Anthony Boardman; et al., David Weimer. (2013, August). *Cost-Benefit Analysis: Pearson New International Edition*. 4th Ed.
- [14] Dickey, W.; and Garrett, D. (2000). Hemorrhoid banding using videoendoscopic anoscopy and a single-handed ligator: an effective, inexpensive alternative to endoscopic band ligation. *The American journal of gastroenterology*. 95(7): 1714-1716.