

นิพนธ์ต้นฉบับ

การทดลองใช้งานและประเมินผลสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล

ปิยดา วิริยะนวัตร¹ สุธี อินทรชาติ¹ นิติ เมธิศิริวัฒน์¹ กิตติศักดิ์ แสนประเสริฐ¹ และ สุธี พานิชกุล²

¹กองอุบัติเหตุและเวชกรรมฉุกเฉิน โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ²กองแผนและงบประมาณ ศูนย์อำนวยการแพทย์พระมงกุฎเกล้า

บทคัดย่อ

บทนำ เหตุการณ์ชายแดนภาคใต้ได้สร้างความสูญเสียอย่างมากต่อกำลังพล โดยการบาดเจ็บที่มีการเสียเลือดมากบริเวณแขนหรือขา นั้นเป็นการบาดเจ็บที่พบได้บ่อย การใช้สายรัดห้ามเลือด (tourniquet) เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยห้ามเลือดได้ดีและป้องกันการเสียชีวิตได้ แต่สายยางรัดห้ามเลือด (elastic rubber tourniquet) ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันยังมีข้อเสียอยู่ สายรัดห้ามเลือดแบบใหม่นี้จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถห้ามเลือดได้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้นกว่าสายรัดแบบเดิม **วัตถุประสงค์** เพื่อประเมินระยะเวลาที่ใช้ในการห้ามเลือดบริเวณแขนและขา เปรียบเทียบระหว่างสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิม และสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติ และประเมินความพึงพอใจในการใช้งานสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล **วิธีดำเนินการ** รูปแบบเป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง ในนายสิบเสนารักษ์ โรงเรียนเสนารักษ์ กรมแพทย์ทหารบก โดยเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการหยุดเลือดบริเวณแขนและขา ระหว่างสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิม และสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบใหม่ โดยศึกษาระยะเวลาในรูปแบบการห้ามเลือดด้วยตนเอง และการห้ามเลือดให้ผู้อื่น รวมถึงประเมินความพึงพอใจของการใช้สายรัดห้ามเลือดแบบใหม่นี้ วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปโดยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด ใช้สถิติ Paired t-test ทดสอบความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการรัดสายรัด โดยมีนัยสำคัญทางสถิติค่า $p < 0.05$ ระดับความพึงพอใจประเมินเป็นค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน **ผลการศึกษา** ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งหมด 16 คน ในรูปแบบการห้ามเลือดด้วยตนเองพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการห้ามเลือดบริเวณแขนและขา ระหว่าง 2 เครื่องมือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.001$ โดยการใช้สายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล จะใช้เวลาเฉลี่ยน้อยกว่าการใช้สายยางรัดแบบเดิมทั้งบริเวณแขนและขา โดยใช้เวลาเฉลี่ย 10.74 วินาทีบริเวณแขน และ 8.38 วินาทีบริเวณขา ในขณะที่สายยางรัดแบบเดิมใช้เวลาเฉลี่ย 23.84 วินาทีบริเวณแขน และ 17.57 วินาทีบริเวณขา ส่วนในรูปแบบการห้ามเลือดแบบผู้อื่นห้ามเลือดให้พบว่า การใช้สายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล ใช้เวลาเฉลี่ยน้อยกว่าการใช้สายยางรัดแบบเดิมบริเวณแขนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.001$ โดยใช้เวลาเฉลี่ย 8.55 วินาที เปรียบเทียบกับสายยางรัดแบบเดิมซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 13.31 วินาที แต่ระยะเวลาเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่บริเวณขา ส่วนระดับความพึงพอใจการใช้งานจากแบบประเมินอยู่ในเกณฑ์พอใจมากที่สุด **สรุป** สายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกลที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถห้ามเลือดโดยใช้ระยะเวลาน้อยกว่าสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิมทั้งบริเวณแขนและขา มีความเหมาะสมที่จะนำไปปรับใช้เป็นอุปกรณ์สนามเพื่อพกติดตัวกำลังพล และสามารถให้ห้ามเลือดด้วยตนเองได้ เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยป้องกันการเสียชีวิตได้

คำสำคัญ: ● สายรัดห้ามเลือด ● ชันชะนะ ● สายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล ● สายยางรัดห้ามเลือด
● การบาดเจ็บที่มีการเสียเลือดมากบริเวณแขนหรือขา

เวชสารแพทย์ทหารบก 2561;71:190-201.

ได้รับต้นฉบับเมื่อ 28 มิถุนายน 2561 ได้ตีพิมพ์เมื่อ 3 สิงหาคม 2561

ต้องการสำเนาต้นฉบับติดต่อ พ.ต.สุธี อินทรชาติ กองอุบัติเหตุและเวชกรรมฉุกเฉิน โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ถนนราชวิถี เขตราชเทวี กทม. 10400

e-mail : suthee-er@hotmail.com

Original Article

Evaluation and Testing of Semi-automatic Tourniquet

Piyada Wiriyeenawat¹, Suthee Intharachat¹, Niti Mateesiriwat¹, Kitisak Sanprasert¹ and Suthee Panichkul²

¹Department of Emergency Medicine Phramongkutklao Hospital ²Division of Planning and Budgeting, Phramongkutklao Medical Center

Abstract

Introduction: The insurgency in southern Thailand has caused great loss to army troops. One of the most common traumas is threatening limb injuries. The tourniquet is one method that can stop bleeding effectively and save lives. However, the elastic rubber tourniquets currently used retain many disadvantages. **Objective:** To determine time to stop bleeding at all limbs using the new semi-automatic tourniquet. **Methods:** An experimental research was conducted involving sergeant medics from the Army Medical Field Service School of the Royal Thai Army Medical Department. The elastic rubber tourniquet and the new semi-automatic tourniquet were compared regarding time needed to stop blood perfusion at the arms and legs. The study was conducted in both self-usage form and do-to-others form. Also, satisfaction with the new semi-automatic tourniquet was assessed. **Results:** The study enrolled a total of 16 participants. Concerning self-usage, a significant difference was found regarding time needed to stop blood perfusion between the elastic rubber tourniquet and the semi-automatic tourniquet at p-value < 0.001. The semi-automatic tourniquet could stop blood perfusion faster with an average time of 10.74 seconds at the arm and 8.38 seconds at the leg while the elastic rubber tourniquet took 23.84 and 17.57 seconds for both the arm and leg. In the experiment-to-others form, the semi-automatic tourniquet (8.55 seconds) could stop blood perfusion faster than the elastic rubber tourniquet (13.31 seconds) at the arm but no difference was found in time between these tourniquets at the leg. Satisfaction for the new semi-automatic tourniquet was assessed as maximum. **Conclusion:** The new semi-automatic tourniquet could stop bleeding faster than the elastic rubber tourniquet. This tourniquet could be further developed and adjusted to serve as portable life-saving equipment for combat personnel, which can be self-used for threatening limb injuries and furnish another option concerning life-saving methods.

Keywords: ● Tourniquet ● Semi-automatic tourniquet ● Elastic rubber tourniquet
● Threatening limb injury

RTA Med J 2018;71:193-201.

บทนำ

จากสถานการณ์ความไม่สงบที่เกิดขึ้นในประเทศ เหตุการณ์ชายแดนภาคใต้ได้สร้างความสูญเสียอย่างมากมายต่อชีวิตประชาชน และกำลังพลที่ปฏิบัติหน้าที่เรื่อยมา ศูนย์เฝ้าระวังสถานการณ์ภาคใต้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี (Deep South Watch) ได้รวบรวมสถิติเหตุการณ์ต่อเนื่องมาเป็นเวลา 10 ปี และพัฒนา “ฐานข้อมูลเหตุการณ์ชายแดนใต้” (Deep South Incident Database; DSID) ขึ้น โดยพบว่าในปี พ.ศ. 2558 มีเหตุการณ์ความไม่สงบเกิดขึ้นทั้งหมด 674 เหตุการณ์ มีผู้เสียชีวิต 246 คน ผู้ได้รับบาดเจ็บรวม 544 คน โดยส่วนใหญ่ ผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตเป็นประชาชนทั่วไป จำนวน 306 คน รองลงมาคือ ทหาร จำนวน 197 คน เมื่อจำแนกข้อมูลตามภูมิหลังแล้วพบว่า ร้อยละ 51 ของผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต เป็นกลุ่มเป้าหมายที่มีความเข้มแข็ง อันได้แก่ เจ้าหน้าที่ติดอาวุธ ทหาร ตำรวจ ทหารพราน อาสารักษาดินแดน ชุดรักษาความปลอดภัยหมู่บ้าน (ชรบ.) รวมถึงกำนันหรือผู้ใหญ่บ้านที่ต้องถืออาวุธ¹ ซึ่งถึงแม้ข้อมูลจะชี้ว่า ในปี พ.ศ.2558 มีเหตุการณ์ความไม่สงบต่ำที่สุดในรอบ 12 ปี แต่ยัังนับว่ามีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจำนวนมากเช่นเดิม

การบาดเจ็บที่มีการเสียเลือดปริมาณมากบริเวณแขนหรือขา เป็นการบาดเจ็บซึ่งพบได้บ่อย และหากได้รับการรักษาเบื้องต้นที่เหมาะสม จะสามารถช่วยบรรเทาความรุนแรงของการเสียเลือด และเป็นการป้องกันการเสียชีวิตได้ ข้อมูลจากรายงานสถานการณ์การเฝ้าระวังการบาดเจ็บจากความรุนแรง ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ (Violence-related Injury Surveillance; VIS) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2552 พบว่า มีการห้ามเลือดที่เหมาะสมขณะนำส่งจากจุดเกิดเหตุเพียงร้อยละ 13.4 ไม่เหมาะสมร้อยละ 5.2 และไม่ได้รับการห้ามเลือดมากถึงร้อยละ 81.4 ซึ่งเป็นตัวเลขที่สูงมาก และมีค่ามัธยฐานของระยะเวลาจากจุดเกิดเหตุถึงโรงพยาบาลเป็นเวลา 30 นาที² ดังนั้น หากมีการห้ามเลือดที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และสามารถทำได้ตั้งแต่เกิดเหตุหรือแม้กระทั่งช่วงเวลานำส่งผู้ป่วย ก็จะสามารถลดการสูญเสียชีวิตได้

จากหลักสูตรการกู้ชีพก่อนถึงโรงพยาบาล (Prehospital Trauma Life Support; PHTLS)³ นั้น การใช้สายรัดห้ามเลือดหรือขันชะเนาะ (tourniquet) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยห้ามการเสียเลือดมากบริเวณแขนหรือขาอันอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ดี โดยอุปกรณ์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นสายยางรัดห้ามเลือด (elas-

tic rubber tourniquet) ซึ่งถือว่าเป็นหนึ่งในอุปกรณ์มาตรฐานสากลที่มีใช้มาตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่สอง โดยมีข้อดีคือ มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา พกพาได้สะดวก และยังมีราคาถูก⁴ แต่อย่างไรก็ตาม สายยางรัดห้ามเลือดนี้ยังมีข้อเสียอยู่หลายด้าน ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาและทดสอบต้นแบบสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟื่องกลเพื่อลดข้อเสียของสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิม ใช้เป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์สนาม ลดการสูญเสียชีวิตของกำลังพลจากการเสียเลือด เป็นแนวทางเบื้องต้นในการพัฒนาชุดทหารติดอุปกรณ์ห้ามเลือด และยังสามารถนำไปปรับใช้กับการเสียเลือดจากการบาดเจ็บอื่นๆ เช่น อุบัติเหตุจราจร ต่อไปได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินระยะเวลาที่ใช้ในการห้ามเลือดบริเวณแขนและขา เปรียบเทียบระหว่างสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิม และสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติ
2. ประเมินความพึงพอใจในการใช้งานสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟื่องกล

ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัย

กองทัพสามารถนำสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟื่องกลไปใช้ได้จริง ใช้งานง่าย ห้ามเลือดอย่างมีประสิทธิภาพ กำลังพลสามารถพกพาติดตัวได้สะดวก ใช้ได้ด้วยตัวผู้บาดเจ็บเอง และช่วยลดการเสียชีวิตของกำลังพลจากการเสียเลือดได้

วัสดุและวิธีการ

ลักษณะตัวอย่างหรือประชากรที่ทำการศึกษา

กลุ่มประชากรเป้าหมายในการศึกษา ได้แก่ นายสิบเสนารักษ์ โรงเรียนเสนารักษ์ กรมแพทย์ทหารบก ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้ความชำนาญในการใช้อุปกรณ์ห้ามเลือดดังกล่าว อันจะเป็นประโยชน์แก่การดูแลทหารในเบื้องต้น รวมถึงสามารถให้คำแนะนำในการใช้อุปกรณ์แก้พลทหารต่อไป โดยการรวบรวมประชากรเป้าหมายนั้น จะใช้วิธีการประกาศผ่านเสียงตามสายภายในพื้นที่ เพื่อเชิญชวนผู้ที่มีความสนใจให้มาเข้าร่วมงานวิจัยในครั้งนี้ โดยจะระบุหัวข้อวัตถุประสงค์ วิธีการเก็บข้อมูล รวมถึงผลเสียของงานวิจัยเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเข้าร่วมงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เป็นการตัดสินใจที่จะเข้าร่วมหรือไม่ก็ได้โดยอิสระ

Inclusion criteria

นายทหารชั้นประทวน สังกัดโรงเรียนส่นาร์กซ์ กรมแพทย์ทหารบก ที่ยินดีเข้าร่วมโครงการวิจัย มีสุขภาพร่างกายและจิตใจแข็งแรงดี

Exclusion criteria

ผู้ที่มีโรคประจำตัว ผู้ที่มีปัญหาโรคหลอดเลือดส่วนปลาย หรือ มีพยาธิสภาพบริเวณปลายแขน

ขนาดตัวอย่าง

จากการทบทวนวรรณกรรม ไม่พบการศึกษาที่เกี่ยวข้องโดยตรง แต่จากโครงการวิจัยนำร่องการพัฒนาสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติ (preliminary research in development of semi-automatic tourniquet)¹² พบว่า ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีจำนวนทั้งหมด 30 คน ใช้เวลาในการรัดสายรัดห้ามเลือดบริเวณแขนด้วยสายยางรัดแบบเดิมจนคลำชีพจรไม่ได้ 25.00 ± 4.56 วินาที ส่วนสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติใช้เวลา 13.08 ± 3.13 วินาที ในบริเวณขาหนีบ ใช้เวลารัดสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิม 24.00 ± 3.56 วินาที ส่วนสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติใช้เวลา 13.92 ± 3.68 วินาที

กำหนดค่า

$$\alpha = 0.05 \text{ (two-sided test)} \quad Z_{0.025} = 1.96$$

$$\beta = 0.10 \quad Z_{0.100} = 1.28$$

$$n = \frac{2\sigma^2(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2}{\Delta^2}$$

$$= \frac{2(25)(1.96+1.28)^2}{(25-13)^2} \approx 15$$

ดังนั้น จำนวนตัวอย่างที่ต้องใช้ในการศึกษานี้มีจำนวนอย่างน้อย 15 คน

การผลิตสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติ ออกแบบโดยวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ หน่วยงานในด้านการผลิต คือ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

สายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล มีลักษณะคล้ายสายรัดนาฬิกา จำลองมาจากสายรัดห้ามเลือดที่มีใช้ในต่างประเทศ สายกว้าง 5 เซนติเมตร ปรับความยาวเส้นรอบวงได้ตั้งแต่ 19 ถึง 36 เซนติเมตร ทำจากพลาสติกกึ่งผ้าใบ มีหน้าปัดเป็นเฟือง ทำจากพลาสติกและอลูมิเนียม ใช้วิธีการบิดหมุนเพื่อทำให้สายรัดรัดแน่นขึ้นจนกว่าจะสามารถหยุดการไหลของเลือดได้ สามารถคลายสายรัดได้อย่างรวดเร็วด้วยการกดสลักด้านข้างเพียงครั้งเดียว สายจะคลายตัวทันที (Figure 1)



Figure 1 สายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติ



Figure 2 สายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิม

วิธีการ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการรับรองด้านจริยธรรมวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัย กรมแพทย์ทหารบกก่อนเริ่มดำเนินโครงการวิจัย เริ่มการทดสอบโดยใช้สายยางรัดห้ามเลือดชนิดเดิม (Figure 2) ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำการรัดสายยางรัดห้ามเลือดในบริเวณอวัยวะที่ทำการทดสอบ ได้แก่ แขนข้างที่ไม่ถนัดของผู้เข้าร่วมโครงการ วางที่ตำแหน่ง 5 เซนติเมตรเหนือข้อพับของข้อศอก และขาข้างเดียวกับแขนที่ใช้ในการทดสอบ วางที่ตำแหน่ง 5 เซนติเมตรเหนือข้อบนของกระดูกสะบ้าเข้า โดยยึดหลักการรัดสายรัดห้ามเลือดตามมาตรฐานซึ่งระบุไว้ว่า ให้วางเหนือกว่าตำแหน่งที่มีบาดแผลอย่างน้อย 2 นิ้วหรือ 5 เซนติเมตร และวางบนอวัยวะที่ประกอบด้วยกระดูกชิ้นเดียว รัดสายยางรัดห้ามเลือดจนกว่าจะสามารถหยุดเลือดได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะวัดการไหลของเลือดโดยใช้อัลตราซาวด์ดอปเปลอร์ โดยวาง transducer ซึ่งเป็นตัวส่งและรับคลื่นเสียง ที่ตำแหน่งเส้นเลือดแดง Radial บริเวณข้อมือและเส้นเลือดแดง Dorsalis pedis บริเวณเท้า ซึ่งจะทำให้ได้ยินเสียงการเต้นของชีพจรผ่านลำโพงของอัลตราซาวด์ดอปเปลอร์ รัด

สายยางรัดห้ามเลือดจนกระทั่งไม่สามารถได้ยินเสียงการเต้นของชีพจรด้วยอัลตราซาวด์คอปเปอร์ได้อีก จึงจะนับว่าสามารถหยุดเลือดได้แล้ว ในระหว่างการทดสอบสายยางรัดแบบเดิมสามารถใช้ผู้ช่วยได้ แล้วทำการจดบันทึกเวลาที่ใช้ในการห้ามเลือด ปลดสายยางรัดชนิดเดิม จากนั้น เว้นช่วงพักสำหรับการทดสอบประมาณ 30 นาที แล้วจึงทำการทดสอบสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกลต่อไป โดยการสวมอุปกรณ์ที่แขนหรือขาคล้ายการสวมนาฬิกา วางตำแหน่งเดียวกับสายยางรัดห้ามเลือด บิดเฟืองด้วยตัวผู้เข้าร่วมงานวิจัยเองจนกว่าจะหยุดเลือดได้ จดบันทึกข้อมูลอีกครั้งเพื่อนำมาเปรียบเทียบ ก่อนปลดสายรัดห้ามเลือดซึ่งสามารถคลายได้อย่างรวดเร็วโดยการกดสลักเพียงครั้งเดียว

ภายหลังเสร็จสิ้นการทดสอบสายรัดห้ามเลือดด้วยตนเองแล้ว จะให้อาสาสมัครทำการทดสอบอีกครั้งโดยการใช้สายรัดห้ามเลือดทั้งสองชนิดกับผู้เข้าร่วมงานวิจัยอีกคนด้วยวิธีเดิม จดบันทึกข้อมูล จากนั้น จะได้ประเมินความพึงพอใจของการใช้สายรัดห้ามเลือด เช่น รูปทรง หรือความคล่องตัวในการใช้งาน แล้วจึงทำการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง ข้างและขนาดเส้นรอบวงของแขนและขาที่ใช้ทดสอบ บันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการห้ามเลือด โดยสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิมและสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล ซึ่งอ้างอิงจากโครงการวิจัยนำร่องการพัฒนาสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติ โดยเป็นแบบสอบถามที่มีคำถามปลายปิดแบบให้ประมาณระดับความพึงพอใจในด้านต่างๆ เช่น รูปทรง ความคล่องตัว หรือความรวดเร็วในการใช้งาน แล้วจึงนำค่าเฉลี่ยของคะแนนแต่ละข้อมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ประเมินผล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปโดยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Paired t-test ทดสอบความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการรัดสายรัดจนกระทั่งไม่สามารถตรวจชีพจรได้ของสายรัดห้ามเลือดทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ สายยางรัดแบบเดิมและสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล โดยพิจารณาว่ามีความสำคัญทางสถิติต่อเมื่อมีค่า $p < 0.05$

วิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกลโดยประเมินเป็นค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย

และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความพึงพอใจ

เกณฑ์ความพึงพอใจ (มีคะแนนระหว่าง 0-3 คะแนน)

0-0.749	ควรปรับปรุง	0.750-1.499	พอใช้
1.500-2.249	มาก	2.250-3.000	มากที่สุด

ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า มีผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งหมด 16 คน คิดเป็นเพศชายร้อยละ 100 เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้านน้ำหนักและส่วนสูงในรูปแบบของดัชนีมวลกาย (body mass index, BMI) พบว่ามีค่าเฉลี่ย 22.77 ± 2.22 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (ค่าต่ำสุด 17.63 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และค่าสูงสุด 25.00 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) แขนข้างที่ไม่ถนัดที่ใช้ในการทดสอบส่วนใหญ่เป็นแขนซ้าย จำนวน 12 คน (75%) และแขนขวา 4 คน (25%) ขนาดเส้นรอบวงแขนมีค่าเฉลี่ย 28.75 ± 2.96 เซนติเมตร (ค่าต่ำสุด 21 เซนติเมตร และค่าสูงสุด 33 เซนติเมตร) ส่วนขาข้างที่ใช้ในการทดสอบ เป็นขาซ้าย 12 คน (75%) และขาขวา 4 คน (25%) เช่นเดียวกับแขน มีขนาดเส้นรอบวงขาเฉลี่ย 45.88 ± 2.66 เซนติเมตร (ค่าต่ำสุด 37 เซนติเมตร และค่าสูงสุด 48 เซนติเมตร) (Table 1)

Table 1 ลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัย

Characteristics	Total (n = 16)	
	n	%
Gender		
male	16	100
female	0	0
BMI		
Mean $\pm$ S.D.	22.77 ± 2.22	
min-max	17.63-25.00	
แขนข้างที่ทดสอบ		
ขวา	4	25.0
ซ้าย	12	75.0
ขนาดเส้นรอบวงแขน (cm)		
Mean $\pm$ S.D.	28.75 ± 2.96	
min-max	21-33	
ขาข้างที่ทดสอบ		
ขวา	4	25.0
ซ้าย	12	75.0
ขนาดเส้นรอบวงขา (cm)		
Mean $\pm$ S.D.	45.88 ± 2.66	
min-max	37-48	

เมื่อทำการทดสอบสายรัดห้ามเลือดทั้งสองชนิด ด้วยวิธีการห้ามเลือดด้วยตนเองก่อนนั้น พบว่า ที่บริเวณแขน สายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิมใช้เวลาในการห้ามเลือดเฉลี่ย 23.84 ± 2.51 วินาที ในขณะที่สายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกลนั้นใช้เวลา 10.74 ± 1.76 วินาที ส่วนบริเวณขา สายยางรัดห้ามเลือดใช้เวลา 17.57 ± 2.04 วินาที ในขณะที่สายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติใช้เวลา 8.38 ± 1.35 วินาที เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Paired T-test พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการห้ามเลือดบริเวณแขนและขา ระหว่าง 2 เครื่องมือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.001$ โดยการใช้สายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล จะใช้เวลาเฉลี่ยน้อยกว่าการใช้สายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิมทั้งในบริเวณแขนและขา (Table 2)

ในด้านการทดสอบด้วยวิธีการให้ผู้อื่นห้ามเลือดให้ นั้น พบว่า ที่บริเวณแขน สายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิมใช้เวลาในการห้ามเลือดเฉลี่ย 13.31 ± 2.24 วินาที ส่วนสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติใช้เวลาเฉลี่ย 8.55 ± 0.97 วินาที ที่บริเวณขานั้น สายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิมใช้เวลาเฉลี่ย 13.50 ± 7.12 วินาที ในขณะที่สายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติใช้เวลาเฉลี่ย 10.59 ± 1.47 วินาที เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย Paired T-test พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการห้ามเลือดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.001$ ที่บริเวณแขน โดยการใช้สายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกลจะใช้เวลาเฉลี่ยน้อยกว่าสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิม

แต่เมื่อวิเคราะห์ระยะเวลาที่ใช้ในการห้ามเลือดบริเวณขานั้นพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่าง 2 เครื่องมือนี้ (Table 3)

ด้านความพึงพอใจในการใช้งานสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติ นั้น พบว่า ด้านรูปทรง ความคล่องตัวในการใช้งาน ความรวดเร็วในการใช้งาน ไม่เลื้อนหลุดในขณะห้ามเลือด และด้านความสามารถที่จะใช้ได้ทั้งบริเวณแขนและขา ความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ส่วนในด้านห้ามเลือดได้จริง ประสิทธิภาพในการห้ามเลือด และสามารถใช้ได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีผู้ช่วยนั้น คะแนนประเมินอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมาก เมื่อพิจารณาความพึงพอใจโดยรวมทั้งหมดพบว่าคะแนนประเมินเฉลี่ยเท่ากับ 2.45 ± 0.38 คะแนน ซึ่งตกอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมากที่สุด (Table 4)

วิจารณ์

จากการศึกษาของ Walters TJ และคณะ⁹ ได้ทดลองเปรียบเทียบสายรัดห้ามเลือดชนิดต่างๆ โดยตรง (head-to-head) แบบควบคุมตัวแปร โดยให้อาสาสมัครผู้ถูกทดลองจำนวน 18 ราย ทำการรัดสายรัดห้ามเลือดแต่ละชนิด ตามวิธีการที่ผู้ผลิตสอน สามารถรัดได้ภายใน 1 นาที ไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า โดยวัดผลสำเร็จคือไม่สามารถฟังเสียงจาก Doppler signal ที่ distal artery ได้ อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าการศึกษานี้ไม่ได้ศึกษาความคงทน (durability) และไม่ได้กำหนดว่าต้องสามารถรัดได้ด้วยมือข้างเดียว จากการศึกษานี้ของ Hill JP และคณะ¹³ ทดสอบสายรัดห้ามเลือด

Table 2 เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการห้ามเลือดบริเวณแขนและขา ระหว่างสายยางรัดแบบเดิมกับสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล โดยการห้ามเลือดด้วยตนเอง (n = 16)

	สายยางรัดแบบเดิม				สายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล				p-value
	Mean $\pm$ S.D.	Median	Min	Max	Mean $\pm$ S.D.	Median	Min	Max	
แขน	23.84 ± 2.51	23.96	19.60	30.70	10.74 ± 1.76	10.51	7.93	13.65	< 0.001*
ขา	17.57 ± 2.04	17.75	14.22	20.67	8.38 ± 1.35	8.37	6.58	10.52	< 0.001*

p-value from Paired t-test; *Significant at the 0.05 level

Table 3 เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการห้ามเลือดบริเวณแขนและขา ระหว่างสายยางรัดแบบเดิมกับสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล โดยผู้อื่นห้ามเลือดให้ (n = 16)

	สายยางรัดแบบเดิม				สายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล				p-value
	Mean $\pm$ S.D.	Median	Min	Max	Mean $\pm$ S.D.	Median	Min	Max	
แขน	13.31 ± 2.24	13.67	9.46	16.44	8.55 ± 0.97	8.40	7.20	10.53	< 0.001*
ขา	13.50 ± 7.12	12.06	7.70	38.00	10.59 ± 1.47	10.60	8.20	13.71	0.104

p-value from Paired t-test; * Significant at the 0.05 level

Table 4 ความพึงพอใจในการใช้งานสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจการใช้งาน			Mean $\pm$ SD	ระดับ
	มากที่สุด 3 (%)	มาก 2 (%)	พอใช้ 1 (%)		
1. รูปทรง (สี รูปร่าง ขนาด)	11 (68.8)	4 (25.0)	1 (6.3)	2.63 $\pm$ 0.62	มากที่สุด
2. ความคล่องตัวในการใช้ (สะดวกในการนำออกมาใช้)	7 (43.8)	8 (50.0)	1 (6.3)	2.38 $\pm$ 0.62	มากที่สุด
3. ความรวดเร็วในการใช้งาน	11 (68.8)	4 (25.0)	1 (6.3)	2.63 $\pm$ 0.62	มากที่สุด
4. ไม่สามารถเลื่อนหลุดในขณะห้ามเลือด	11 (68.8)	4 (25.0)	1 (6.3)	2.63 $\pm$ 0.62	มากที่สุด
5. สามารถใช้ได้ทั้งบริเวณแขนและขา	12 (75.0)	4 (25.0)		2.75 $\pm$ 0.45	มากที่สุด
6. ท่านคิดว่าสามารถห้ามเลือดได้จริง	4 (25.0)	11 (68.8)	1 (6.3)	2.19 $\pm$ 0.54	มาก
7. ประสิทธิภาพความสามารถในการห้ามเลือด	4 (25.0)	11 (68.8)	1 (6.3)	2.19 $\pm$ 0.54	มาก
8. สามารถใช้ได้ด้วยตนเอง ไม่ต้องมีผู้ช่วย	5 (31.3)	9 (56.3)	2 (12.5)	2.19 $\pm$ 0.66	มาก
รวมความพึงพอใจ				2.45 $\pm$ 0.38	มากที่สุด

เกณฑ์ความพึงพอใจ (มีคะแนนระหว่าง 0-3 คะแนน)

0-0.749 = ควรปรับปรุง; 0.750-1.499 = พอใช้; 1.500-2.249 = มาก; 2.250-3.000 = มากที่สุด

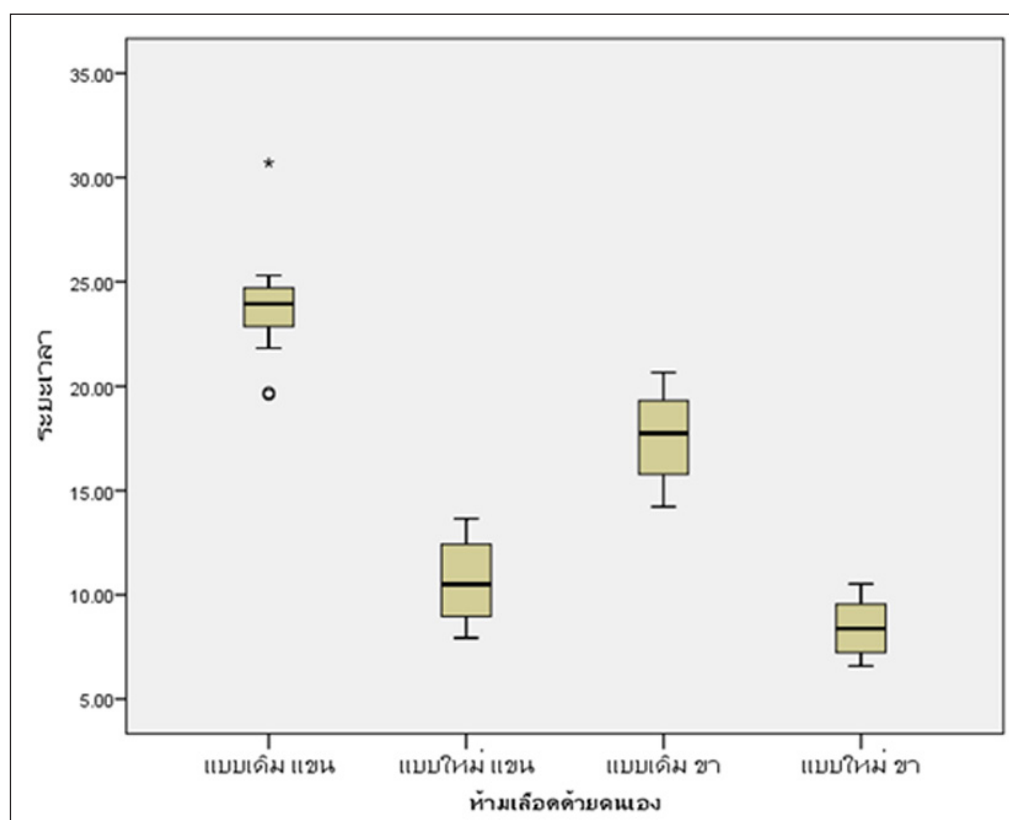


Figure 3 แสดงการกระจายของระยะเวลาห้ามเลือดบริเวณแขนและขา ระหว่างสายยางรัดแบบเดิมกับสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล โดยการห้ามเลือดด้วยตนเอง

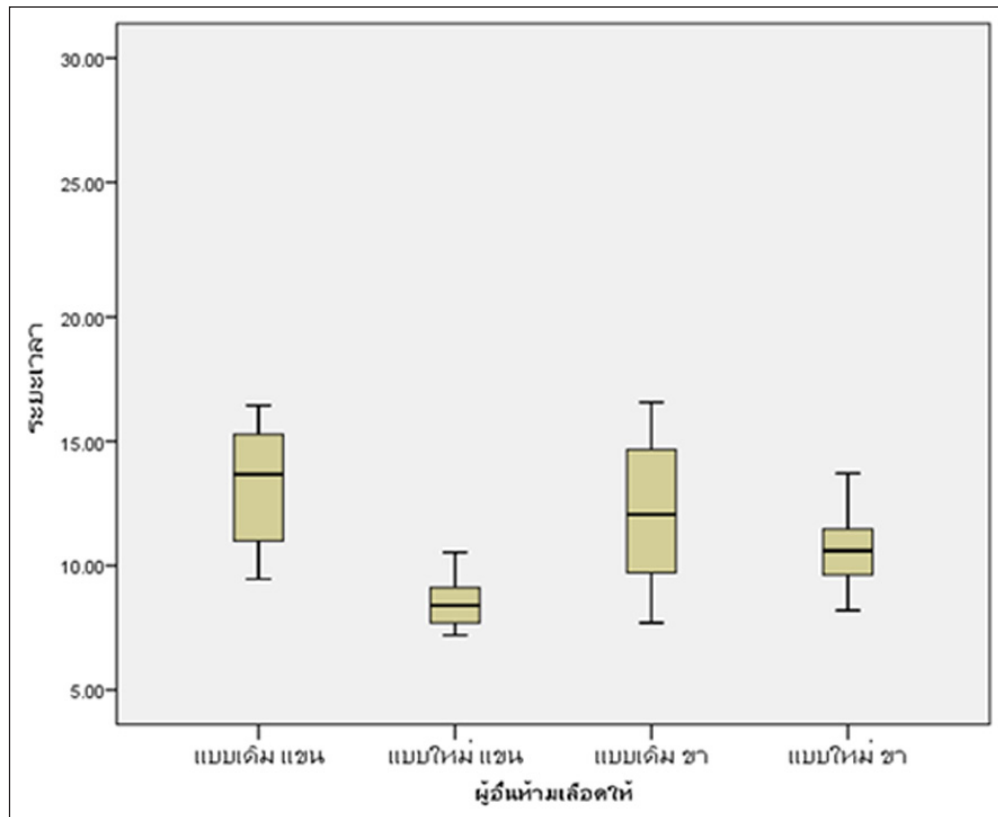


Figure 4 แสดงการกระจายของระยะเวลาห้ามเลือดบริเวณแขนและขา ระหว่างสายยางรัดแบบเดิมกับสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟื่องกล โดยผู้ห้ามเลือดให้

13 ชนิด แบบควบคุมตัวแปร ในอาสาสมัคร 26 ราย โดยจำลองสถานการณ์การใช้งานใกล้เคียงจริงมากขึ้น โดยให้ออกกำลังกายจนอัตราเต้นของหัวใจตามเป้าหมายก่อน และคล้องสายรัดในเลือดเทียมและทรายก่อนทดสอบ รัดทั้งในขณะที่ปิดตาจำลองสถานการณ์กลางคืนและไม่ปิดตา และวัดทั้ง Doppler และ impedance spectrometry พบว่าสายรัดห้ามเลือดทุกชนิดมีโอกาสล้มเหลวได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่มีสายรัดชนิดใดสามารถรัดได้สำเร็จร้อยละ 100 ในอาสาสมัครทหารเรือ แต่กลับพบว่าสายรัด CAT และ SOFTT ใช้เวลานานในการรัดที่แขน มากกว่า และความพึงพอใจในการใช้น้อยกว่า สายรัดชนิด RMT MAT และ Tourni-Kwik ผลการศึกษาที่แตกต่างนี้ น่าจะมีสาเหตุจากการทำลองในอาสาสมัครจำนวนมากกว่า และจำลองสถานการณ์จริงมากกว่า อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยด้านความแข็งแรงคงทน น้ำหนัก การจัดเก็บ และราคา

จากการศึกษาพบว่า ผู้เข้าร่วมงานวิจัย มีจำนวนเพียงพอต่อขนาดตัวอย่างที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษา โดยทั้งหมดล้วนเป็นเพศชาย สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ อันมีเป้าหมายหลักที่จะให้นาสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติไปพัฒนาปรับปรุงต่อ

เป็นอุปกรณ์สนามเพื่อพกติดตัวกำลังพล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นทหารเกณฑ์ อันเป็นเพศชาย น้ำหนักและส่วนสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยนั้น เมื่อพิจารณาในรูปของค่าดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ มีความยาวเส้นรอบวงของแขนและขาอยู่ในระยะที่สายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัตินี้โอברัดได้ สายรัดที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้จึงสามารถนำไปใช้ได้ทั้งบริเวณแขนและขาทั้งสองข้าง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การใช้สายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติสามารถห้ามเลือดด้วยตนเองได้รวดเร็วกว่าสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิมทั้งบริเวณแขนและขา อันเป็นไปตามจุดมุ่งหมายในการพัฒนาสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัตินี้ซึ่งต้องการให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิม ใช้เวลาน้อยกว่าในการห้ามเลือด รวมถึงต้องใช้ห้ามเลือดด้วยตนเองได้ดี จึงจะสามารถนำไปพัฒนาเป็นอุปกรณ์สนามพกติดตัวกำลังพลต่อไปได้ ส่วนในด้านการห้ามเลือดให้ผู้ใช้นั้นพบว่า สามารถใช้ห้ามเลือดให้ผู้อื่นที่บริเวณแขนได้รวดเร็วกว่าสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิมเช่นเดียวกัน อุปกรณ์นี้จึงสามารถใช้ห้ามเลือดบริเวณแขนได้ทั้งด้วยตนเองและผู้อื่นสวมใส่ให้ แต่บริเวณขานั้น การห้ามเลือดด้วยสายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติใช้เวลาไม่แตกต่างกับสายยางรัดห้ามเลือด

แบบเดิม คาดว่าเป็นจากการที่หากนึกถึงการสวมใส่สายรัดบริเวณขาแล้ว การรัดสายรัดห้ามเลือดด้วยตนเองจะสามารถทำได้สะดวกกว่าผู้อื่นสวมใส่ให้ อย่างไรก็ตาม จุดมุ่งหมายของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้มีเพื่อพัฒนาเป็นอุปกรณ์พกติดตัว ใช้ได้ด้วยตนเอง สายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัตินี้จึงยังคงมีความเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในการกักตุนตามความมุ่งหมายต่อไป

ด้านความพึงพอใจในการใช้งานนั้นโดยรวมอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมากที่สุด มีรูปทรงกะทัดรัด พกพาได้ง่าย น้ำหนักเบา มีความกว้างของสายรัดกว้างกว่าสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิม ขณะใช้งานผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีความรู้สึกเจ็บปวดน้อยกว่า มีส่วนประกอบของพลาสติกกึ่งผ้าใบ จึงไม่เลื่อนหลุดขณะใช้งาน โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาถึงการใช้งานจริง หากมีการบาดเจ็บ ตำแหน่งที่รัดอาจมีความสิ้นจากการเปื้อนเลือด สายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัตินี้จะเลื่อนหลุดได้ยากกว่าสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิมเช่นเดียวกัน คุณสมบัติเหล่านี้จะช่วยลดข้อเสียของการใช้สายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิมได้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งต่อไปอาจมีการทดลองใช้จริงในกลุ่มประชากรซึ่งเป็นพลทหาร อันจะเป็นผู้ใช้จริงในอนาคต เพื่อเป็นการทดสอบในกลุ่มคนที่ไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านการปฐมพยาบาลมาก่อนว่าจะสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ อาจทดลองในกลุ่มประชากรที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้สามารถบ่งบอกถึงประชากรโดยรวมมากขึ้น รวมถึงให้เหล่าพลทหารสามารถให้คำแนะนำในการใช้งานกับผู้อื่นต่อไปได้

สายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกลนี้ใช้ได้กับการเกิดการบาดเจ็บบริเวณแขนและขาได้ทุกสาเหตุ อาจมีการพัฒนาปรับปรุงต่อไปเพื่อให้ใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการกู้ชีพก่อนถึงโรงพยาบาลในประชาชนทั่วไป เช่น อุบัติเหตุจราจร โดยไม่จำกัดอยู่เพียงกองกำลังทหารเท่านั้น

สรุป

สายรัดห้ามเลือดกึ่งอัตโนมัติแบบเฟืองกล สามารถใช้ห้ามเลือดกรณีที่มีการบาดเจ็บที่มีการเสียเลือดมากบริเวณแขนหรือขาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สะดวก ห้ามเลือดได้รวดเร็วกว่าสายยางรัดห้ามเลือดแบบเดิม โดยมุ่งเน้นพัฒนาเพื่อให้ใช้ห้ามเลือด

ด้วยตนเอง เป็นการรักษาระดับขั้นต้นในภาวะที่มีการเสียเลือดมากได้ โดยตัวผู้บาดเจ็บเอง อันจะนำคุณสมบัตินี้ไปพัฒนาเป็นอุปกรณ์พกติดตัวกำลังพลเพื่อลดการเสียชีวิตต่อไปได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. คริสสมภพ จิตรกริรมย์ศรี, สุภาภรณ์ พนสนาชี. การวิเคราะห์ข้อมูลเหตุการณ์ความไม่สงบในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ในรอบปี 2558 [อินเทอร์เน็ต]. 2559 [เข้าถึงเมื่อ 9 ก.ค.2559]; เข้าถึงได้จาก: <http://www.deepsouthwatch.org/node/7942>.
2. วรสิทธิ์ ศรศรีวิชัย. รายงานสถานการณ์การเฝ้าระวังการบาดเจ็บจากความรุนแรงในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ (Violence-related Injury Surveillance - VIS) ประจำเดือน มกราคม 2550 ถึง ธันวาคม 2552 [อินเทอร์เน็ต]. 2553 [เข้าถึงเมื่อ 9 ก.ค.2559]; เข้าถึงได้จาก: http://medipe2.psu.ac.th/~vis/report/VIS_Report_Jan07_Dec09.pdf
3. American College of Surgeons. PHTLS: Prehospital trauma life support. 8th ed. Massachusetts: Jones & Bartlett learning; 2016:218-43.
4. Bulger EM, Snyder D, Schoelles K, Gotschall C, Dawson D, Lang E, McSwain N. An evidence-based prehospital guideline for external hemorrhage control: American College of Surgeons Committee on Trauma. Prehospital Emergency Care. 2014;18:163-73.
5. American College of Surgeons. ATLS: Advanced trauma life support, student course manual. 9th ed. Illinois: Hearstside Publishing Services; 2012.
6. National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT). Tactical combat casualty care guidelines for medical personnel [Internet]. 2016 [cited 2016 Jun 20]; Available from: http://www.naemt.org/education/TCCC/guidelines_curriculum
7. กองวิทยากร กรมแพทย์ทหารบก. คู่มือปฏิบัติการพยาบาล นายสิบพยาบาล ชกท. 911 และ ชกท. 912. พิมพ์ครั้งที่ 3. 2554.
8. สำนักงานระบบการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือวิทยากรหลักสูตรเวชกรรมฉุกเฉินระดับพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 3. 2556.
9. Walters TJ, Mabry R. Issues related to the use of tourniquets on the battlefield. Military Medicine. 2005;170:770-5.
10. Mabry R. Tourniquet use on the battlefield. Military Medicine. 2006;171:352-6.
11. Jeyaseelan S, Stevenson TM, Pfitzner J. Tourniquet failure and arterial calcification. Anaesthesia. 1981;36:48-50.
12. ธนาพันธ์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. โครงการวิจัยนำร่องการพัฒนาสายรัดห้ามเลือดชนิดกึ่งอัตโนมัติ. กรุงเทพฯ: กองอุบัติเหตุและเวชกรรมฉุกเฉิน โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า; 2555.
13. Hill JP, Montgomery LD, Hopper KW, Roy LA. Evaluation of Self-Applied Tourniquets for Combat Applications, Second Phase. NEDU TR 07-07, Navy Experimental Diving Unit, Apr 2007.

