

การศึกษาอุปกรณ์ตรวจฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะขาปลายเท้า

The Study of Foot Numbness in Patients with Diabetes Screening's Device

อรุณรักษ์ ตันพานิช^{1*}, ดุษณี ศุภวรรณะกุล², พิเชฐ บัญญัติ³ และจรูญ จันทน⁴
Aroonrak Tunpanit^{1*}, Dusanee Supawantanakul², Phichet Banyati³ and
Charoon Chantan⁴

¹ นักศึกษาระดับปริญญาเอก, หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

¹ Ph.D., Student in Technology Management, Phranakhon Rajabhat University.

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

² Assistant professor Dr., Technology Management, Phranakhon Rajabhat University.

³ นายแพทย์ ดร., พท., รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

³ M.D. Dr., Thai Traditional Medicine., Deputy director general of Department of Medical Sciences

⁴ อาจารย์ ดร., นักวิเคราะห์ระบบงานอาวุโส, ธนาคารกสิกรกลุ่มเทคโนโลยีทางธุรกิจ

⁴ Lecturer Dr., Senior Solution Analyst, Kasikorn Business Technology Group (KBTG)

*Corresponding author, E-mail: aroonrak1982@windowslive.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงและหากระบวนการใหม่ในการพัฒนาเครื่องคัดกรองภาวะขาปลายเท้าในผู้ป่วยโรคเบาหวานโดยใช้ทฤษฎี TRIZ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เรื่องการพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองภาวะขาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

ในประเทศไทยโรคเบาหวานเป็นหนึ่งในโรคที่เกิดขึ้นมากที่สุดในคนไทย ผู้ป่วยโรคเบาหวานส่วนใหญ่มักพบภาวะแทรกซ้อนหลายอย่างเช่นอาการชาเท้า, จอประสาทตา, โรคหลอดเลือดแดงและระบบประสาทรอบข้าง

ผลกระทบของภาวะแทรกซ้อนทำให้เท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานสูญเสียความรู้สึกและผู้ป่วยต้องตัดเท้าหรือขา ในปัจจุบันมีอุปกรณ์การตรวจคัดกรองและวิธีการสำหรับคัดกรองเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่หลากหลาย แต่อุปกรณ์ยังมีปัญหาในแง่ของประสิทธิภาพและไม่เพียงพอที่จะรองรับผู้ป่วยที่มีดั่งนั้นทฤษฎี TRIZ จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาอุปกรณ์นี้โดยใช้กฎการลดความขัดแย้งกันของ TRIZ

คำสำคัญ: เครื่องคัดกรองฝ่าเท้า, โรคเบาหวาน, ภาวะขาปลายเท้า, แรงกด, การแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรม

Abstract

The purpose of this paper is to propose an improving and finding a new process for developing a new screening device of Foot Numbness in Diabetic Patient using TRIZ theory and this paper is a part of the dissertation in topic THE DEVELOPMENT OF SOLE SCREENING DEVICE FOR DIABETIC PERIPHERAL NEUROPATHY

In Thailand, a diabetes is one of the diseases that it has occurred the most in Thai people. The diabetic patient is most often found the many complications such as the foot numbness, retinopathy, Peripheral Artery Disease and Peripheral Neuropathy.

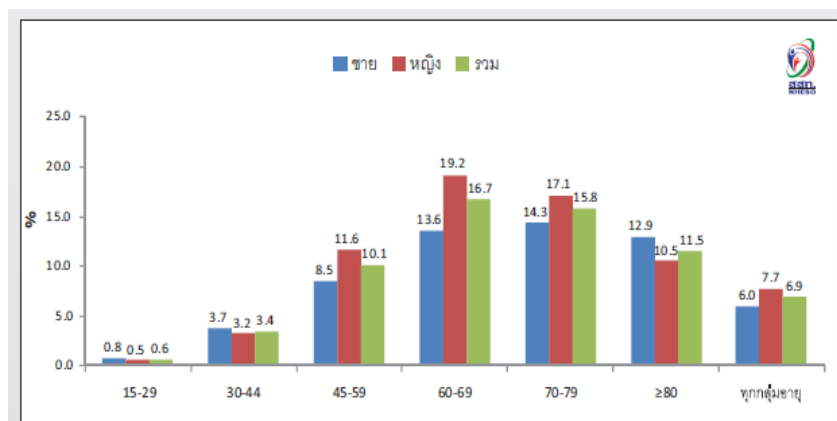
The impact of the complication may a cause of the Diabetic foot make sensory loss and patients to be cut of foot or leg. Currently, There are many the screening devices and methods for Foot Numbness of Diabetic Patient that some devices have a problem in term of an efficiency and not enough to support the patient. Therefore TRIZ theory is a significant tool use for improving this device by TRIZ's contradiction rule."

Keywords: Foot screening, Diabetes patient, Foot numbness, Solving problems (TRIZ)

บทนำ

โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังที่มีอัตราผู้ป่วยเพิ่มขึ้นจำนวนมากทุกปี สมาพันธ์เบาหวานนานาชาติ (International Diabetes Federation: IDF) ได้รายงานว่ามีผู้เป็นเบาหวานทั่วโลกใน ปี พ.ศ. 2554 มีจำนวน 366 ล้านคน และได้ประมาณการว่าจะมีจำนวนผู้เป็นเบาหวานทั่วโลก เพิ่มมากกว่า 552 ล้านคน ในปี พ.ศ.2573 (วิชช์ เกษมทรัพย์, 2560)

สำหรับประเทศไทยโรคเบาหวานเป็นปัญหาคุณภาพคนไทยเพิ่มขึ้นทุกปี จากข้อมูลความชุกของโรคเบาหวานตั้งแต่ปี พ.ศ.2556 – 2557 พบความชุกของโรคเบาหวานในประชากรอายุ 15 ปี ขึ้นไป พบว่าโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.9 หรือคิดเป็น 3,185,639 คน โรคเบาหวานในผู้หญิงมีความชุก ร้อยละ 7.7 และในผู้ชายร้อยละ 6 ตามลำดับและคาดว่า ในปี พ.ศ.2557 ผู้ป่วยโรคเบาหวานจะเพิ่มขึ้น ร้อยละ 8.9 และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ปัจจุบันประเทศไทยมีผู้เป็นเบาหวานมากกว่า 4 ล้านคน และมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนในหลายระบบของร่างกาย (สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย, 2554) นอกจากนี้ความชุกของการเกิดโรคเบาหวานมักเพิ่มขึ้นตามอายุ 15-29 ปี คิดเป็น ร้อยละ 0.6 ความชุกของการเกิดโรคเบาหวานสูงสุดพบในกลุ่มอายุ 60-69 ปี คิดเป็นร้อยละ 16.7 (นุชรี อาบสุวรรณ และนิตยา พันธุเวทย์, 2557) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 ความชุกโรคเบาหวานในประชากรไทยจำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ
ที่มา : นุชรี อาบสุวรรณ และนิตยา พันธุเวทย์, (2557)



ผู้ป่วยโรคเบาหวานมีทั้งผู้ที่ทราบว่าตนเป็นโรคเบาหวานและไม่ทราบว่าตนเป็นโรคซึ่งยังใช้ชีวิตตามปกติ หากปล่อยประหละเลยมปล่อยให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงติดต่อกันเป็นเวลานาน จะมีภาวะแทรกซ้อนต่ออวัยวะต่าง ๆ ได้แก่ตา ไต และเท้า โดยเฉพาะที่เท้าเนื่องจากส่วนปลายของเส้นเลือดตีบตัน ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยและเป็นสาเหตุระดับต้น ๆ ที่ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานต้องเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลเนื่องจากน้ำตาลในเลือดมีความหนืดจึงส่งผลทำให้เส้นเลือดตีบตันและส่วนปลายถูกทำลาย เลือดไม่สามารถไปเลี้ยงส่วนปลายของเท้าไม่เพียงพอทำให้เกิดผลกระทบของปลายประสาท เส้นประสาทถูกทำลาย การรับรู้ความรู้สึกต่าง ๆ ลดลง ผู้ป่วยโรคเบาหวานจะมีอาการชาบริเวณปลายเท้าทำให้มีบาดแผลที่เท้าเนื่องมาจากไม่สามารถรับรู้การสัมผัสของแหลมคมต่าง ๆ ผู้ป่วยโรคเบาหวานจึงมีบาดแผลซึ่งรักษาหายยากและอาจต้องถูกตัดเท้าในที่สุด ส่งผลให้ผู้พิการมีคุณภาพชีวิตลดลง ซึ่งเกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจในระดับครอบครัวและระดับชาติเป็นอย่างมาก (ปิยะนุช เศรษฐวงษ์, 2556) แต่ปัญหาการถูกตัดเท้าสามารถป้องกันได้ด้วยวิธีการคัดกรอง (screening test) เพื่อค้นหาผู้ที่ไม่เคยตรวจเท้าเบาหวานและสามารถรักษาในระยะแรก ซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแผลเท้าและกลับมาดูแลใส่ใจเท้าให้มีสุขภาพดีเพื่อลดจำนวนผู้พิการจากการตัดเท้าเบาหวานได้ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดให้สถานบริการด้านสุขภาพทุกระดับต้องดำเนินการเกี่ยวกับการคัดกรองเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานเพื่อค้นหาผู้ที่ไม่เคยตรวจเท้าเบาหวานมาก่อน โดยการป้องกันไม่ให้เกิดแผลที่เท้าและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน (สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย, 2554)

ปัจจุบันอุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้าได้มีการนำมาใช้ในโรงพยาบาลเอกชน ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวมีราคาแพงเนื่องจากนำเข้ามาจากต่างประเทศและไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวาน ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานที่เพิ่มขึ้นรวมถึงความพิการจากการถูกตัดเท้าจากโรคเบาหวาน ซึ่งสามารถป้องกันได้จึงจะพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้าที่มีความปลอดภัย โดยการศึกษาจากเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับอุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าและเปรียบเทียบรูปแบบอุปกรณ์ โดยนำแนวคิดทฤษฎีแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์คิดค้นและสร้างนวัตกรรม (TRIZ) ในการคัดเลือกคุณสมบัติที่มีประโยชน์และลดความเสี่ยงที่เป็นโทษรวมถึงสังเคราะห์วิธีการพัฒนาที่เหมาะสม เพื่อให้มีอุปกรณ์คัดกรองเพิ่มขึ้นและเพียงพอต่อโรงพยาบาล นำองค์ความรู้ดังกล่าวมาพัฒนาอุปกรณ์ให้มีคุณภาพและปลอดภัยในการคัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบอุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้า
2. เพื่อวิเคราะห์วิธีการพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้าด้วยทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม (TRIZ)

แนวคิดทฤษฎี

1. โรคเบาหวาน

โรคเบาหวานเป็นโรคเกี่ยวกับระดับน้ำตาลสูงเกิน 125 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dL) ติดต่อกันเป็นระยะเวลาเวลานานจะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง ในระยะยาวมีผลต่อการทำลายหลอดเลือดและเส้นประสาทส่วนปลายหากไม่รักษาอาจเกิดภาวะแทรกซ้อนต่อระบบร่างกาย ซึ่งมีความเสี่ยงต่อ



ภาวะแทรกซ้อนแบบเฉียบพลัน ได้แก่ ภาวะเลือดเป็นกรดคีโตนเบาหวาน ภาวะแทรกซ้อนระยะยาว ได้แก่ โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดในสมอง ไตวายแผลที่เท้าและตาบอด (ประมุข ทรวงจักรแก้ว, 2544) อวัยวะต่าง ๆ เสื่อมและสูญเสียหน้าที่ เช่น ไตเสื่อมจนไตวาย เส้นประสาทเสื่อม เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดสมองตีบตัน นอกจากนี้ภาวะหลอดเลือดตีบแข็งและเส้นประสาทเสื่อมยังทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนและปัญหาที่สำคัญต่อเท้าในผู้ป่วยเบาหวาน

1.1 ภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน

โรคเบาหวานทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ มากมายรวมทั้งการเกิดแผลที่เท้าซึ่งเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยและเป็นสาเหตุระดับต้นๆ ที่ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานต้องเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาล ซึ่งภาวะแทรกซ้อนอวัยวะส่วนปลายที่เท้า คือ เกิดจากปลายประสาทส่วนปลายเสื่อม การรับรู้ความรู้สึกลดลง มีอาการชาบริเวณปลายเท้าไม่สามารถรับรู้การสัมผัสของแหลมคม เกิดความผิดปกติที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยเบาหวานโดยผู้ป่วยมักจะสูญเสียประสาทรับความรู้สึกบริเวณเท้า เริ่มที่นิ้วเท้าและลุกลามขึ้นไปเรื่อย ๆ ผู้ป่วยมักจะไม่รู้สึกรู้เจ็บและไม่รับรู้ความร้อนที่เท้าจึงทำให้ผู้ป่วย ได้เกิดบาดแผลได้โดยไม่รู้ตัว มีอาการชาปลายเท้า กล้ามเนื้อเท้าลีบ สูญเสียความสมดุลในการเดินและการทรงตัว เกิดโครงสร้างเท้าที่ผิดปกติ จุดรับน้ำหนักไม่สมดุล เกิดบาดแผลหายช้ามีโอกาสที่จะสูญเสียเท้าถึง 40 เท่าของคนปกติ (จิตต์สกุล ศกุนะสิงห์, 2555) แต่สามารถป้องกันได้ด้วยวิธีการคัดกรอง ซึ่งจากข้อมูลองค์การอนามัยโลกรายงานว่าร้อยละ 85 ของผู้ป่วยเบาหวานที่มีความผิดปกติของเท้าหรือขา ซึ่งสามารถป้องกันด้วยวิธีการคัดกรอง (screening test) (ปิยะนุช เศรษฐวงค์, 2556)

1.2 การคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวาน (screening test)

การคัดกรองเป็นวิธีค้นหาผู้ที่ไม่เคยตรวจเท้าเบาหวานและป้องกันในระยะแรก ซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแผลเท้าและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน (สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย, 2554) ให้กลับมามีสุขภาพเท้าเพื่อลดจำนวนผู้พิการจากการตัดเท้าเบาหวานได้ ซึ่งมีประโยชน์ในการค้นหาผู้ซึ่งมีอาการเพื่อการวินิจฉัยและให้การรักษาดังแต่ระยะเริ่มแรก โดยมุ่งหมายป้องกันมิให้เกิดโรคแทรกซ้อนจากเบาหวานในระยะยาว การตรวจคัดกรองเบาหวานในประชากรทั่วไปทุกๆ คนนั้นมีค่าใช้จ่ายสูงและอาจไม่คุ้มค่าการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานก่อนที่จะทำการตรวจคัดกรองนั้น ทำให้เราสามารถคัดเลือกเฉพาะผู้ป่วยที่มีโอกาสตรวจพบว่าเป็นเบาหวานได้สูง (high risk screening strategy) เพื่อมารับการตรวจคัดกรอง ทั้งนี้เพื่อความประหยัดและคุ้มค่า (สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย, 2560) ซึ่งการคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะขาปลายเท้าได้นำอุปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อให้ตรวจมีความแม่นยำ ประหยัดเวลามากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองภาวะขาปลายเท้าในผู้ป่วยเบาหวานจึงมีประโยชน์ต่อการเพิ่มเทคโนโลยีให้เพียงพอ โดยการพัฒนาวิธีการตรวจคัดกรองให้ดีขึ้นด้วยแนวคิดของทฤษฎี TRIZ

1. แนวคิดทฤษฎี TRIZ

TRIZ (Russian: Teoriya resheniya izobretatelskikh zadatch; English: Theory of inventive problem solving) หรือ ทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรมได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Genrich S. Altshuller นักประดิษฐ์และนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ชาวโซเวียตในปี ค.ศ. 1946 ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจสอบสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ในกองนาวิกโยธินและเขาได้ศึกษารูปแบบสิ่งประดิษฐ์ซึ่งปัญหาที่พบและการแก้ปัญหาที่ได้ทำจากสิทธิบัตรโดยใช้สิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ มากกว่า 200,000 ฉบับ จนถึงปัจจุบันมีสิทธิบัตรจากทั่วโลกที่ถูกนำมาวิเคราะห์แล้วกว่า 1,500,000 ฉบับ แต่ในจำนวนนี้มี



เพียง 40,000 ชิ้นเท่านั้นที่สามารถเรียกได้ว่าเป็นการสร้างประดิษฐ์กรรมใหม่อย่างแท้จริง ที่เหลือเป็นเพียงแค่การปรับปรุงจากของเดิมเพียงเล็กน้อยเพื่อให้ใช้ได้ดีขึ้นเท่านั้น (วรมน แซ่ฉี, 2554)

Altshuller พบว่า ในทุกอุตสาหกรรมมีปัญหาที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกันและกว่า 90% ในใช้การแก้ไขปัญหาคด้วยหลักวิธีการเดิม ๆ ซึ่งสามารถนำมาจัดหมวดหมู่ที่เป็นกลาง ซึ่งสามารถจำแนกแนวทางแก้ปัญหาทั้งหมดได้เป็น 39 ตัวแปร (The Altshuller's 39 engineering parameters) และ 40 หลักการ (40 Fundamental inventive principles) ทำให้ TRIZ เป็นเครื่องมือช่วยให้ออกแบบให้นักประดิษฐ์ ประหยัดเวลาในการแก้ปัญหาที่ผู้คิดค้นหรือเคยประสบมาก่อนแล้วต้องการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบระหว่างการผลิตประดิษฐ์ โดยต้องการให้มีฟังก์ชันการใช้งานสูงสุด ลดฟังก์ชันที่เป็นโทษและใช้ทรัพยากรที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ลง โดยสรุปคือการเพิ่มความเป็นอุดมคติ (Ideality) ซึ่งจะมีข้อจำกัดของ ความขัดแย้งกัน (Contradiction) ของตัวแปรต่าง ๆ กล่าวคือ ของสิ่งหนึ่งนั้นเมื่อต้องการที่จะเพิ่มคุณสมบัติหนึ่ง ก็มักมีผลในทางตรงกันข้ามกับคุณสมบัติหนึ่ง

2.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ TRIZ

การแก้ปัญหาคความขัดแย้งด้วยทฤษฎี TRIZ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

Step 1 ค้นหาปัญหาที่มีอยู่

Step 2 มองปัญหาในรูปแบบของ physical contradiction คือ กำหนดตัวแปรที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่ตรงกันข้ามกัน โดยอาศัย 39 ตัวแปรของ Altshuller (The Altshuller's 39 Engineering Parameters)

Step 3 ค้นหาการแก้ปัญหา โดยอาศัย 40 หลักการพื้นฐานในการประดิษฐ์ (40 Fundamental inventive principles) (วิชัย คลั่งทอง, 2556)

Altshuller สรุปจากการวิจัยของตนไว้ว่า สิ่งประดิษฐ์กว่า 77% ของสิทธิบัตรที่ได้ศึกษานั้น จัดอยู่ในระดับนวัตกรรมที่ 1 และ 2 เท่านั้น TRIZ จะช่วยให้ นักประดิษฐ์ยกระดับการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรมขึ้นมาอยู่ในระดับที่ 3 และ 4 ได้ (วรมน แซ่ฉี, 2555)

2.2 ระดับขั้นของนวัตกรรม (Levels of Innovation)

นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์มีความแตกต่างกันด้านการปรับปรุงคุณสมบัติ เพิ่มฟังก์ชันการทำงานหรือปรับโฉมใหม่ ซึ่งในระดับขั้นของนวัตกรรมสามารถแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 การปรับปรุงอย่างง่าย ๆ เป็นการปรับปรุงโดยใช้วิธีที่คุ้นเคยจากประสบการณ์หรือเป็นวิธีที่มีการใช้ทั่วไปในสาขานั้น ๆ ซึ่งในระดับนี้ยังไม่เรียกว่าเป็นการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรม เพราะเป็นเพียงการปรับปรุงหรือแก้ไขระบบที่มีอยู่แล้ว ไม่ได้เป็นการแก้ไขปัญหาคในระดับที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญมากนัก

ระดับที่ 2 สิ่งประดิษฐ์ที่รวมเอาการแก้ปัญหาคทางเทคนิคเอาไว้ ซึ่งต้องอาศัยความรู้จากสาขาอื่น ๆ ที่อยู่ภาคอุตสาหกรรมเดียวกัน

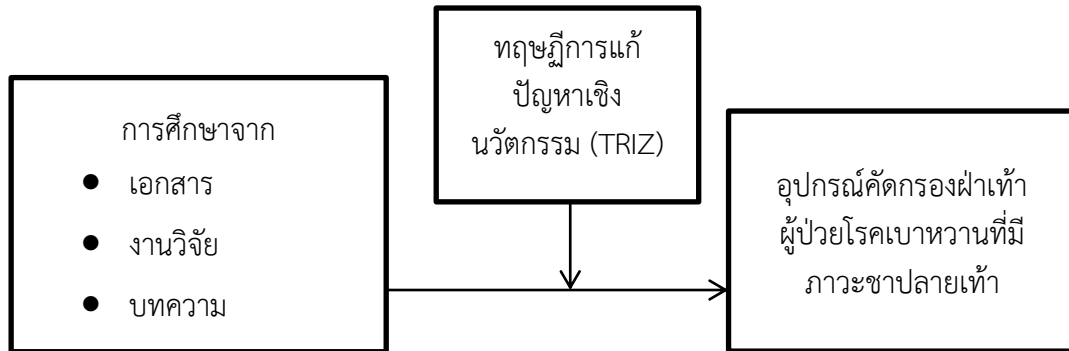
ระดับที่ 3 สิ่งประดิษฐ์ที่ประกอบด้วยวิธีแก้ปัญหาคที่ต้องอาศัยความรู้ภาคอุตสาหกรรมอื่น

ระดับที่ 4 เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่พัฒนาต่อจากการแก้ปัญหาคแบบก้าวกระโดด ซึ่งอาศัยความรู้จากศาสตร์หลาย ๆ แขนง นวัตกรรมในระดับนี้เป็นการพัฒนาและแก้ปัญหาคโดยการนำเทคโนโลยีตัวใหม่แทนที่เทคโนโลยีตัวเก่า

ระดับที่ 5 เป็นการค้นพบความรู้ใหม่ (New phenomena) สำหรับระบบใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน จากลำดับของนวัตกรรมข้างต้น

ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญในการศึกษาเปรียบเทียบอุปกรณ์คัดกรอง รวมถึงการวิเคราะห์การทำงานและการแก้ไขเชิงประดิษฐ์กรรมด้วยทฤษฎี TRIZ นั้นสามารถเพิ่มสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ทั้งในด้านอุตสาหกรรม ด้านการบริหารจัดการ เพื่อลดความสิ้นเปลืองและเพิ่มประสิทธิภาพจนกลายเป็นนวัตกรรมใหม่ได้ เพื่อให้ได้อุปกรณ์คัดกรองแรงกดฝ่าเท้าผู้ป่วยเบาหวานและเพิ่มเทคโนโลยีในการตรวจที่ปลอดภัย มีประสิทธิภาพและรวดเร็วในการคัดกรองให้เพียงพอต่อจำนวนผู้ป่วยเบาหวาน

กรอบแนวคิด



ภาพประกอบที่ 2 กรอบแนวคิด

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยเปรียบเทียบอุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะขาปลายเท้าและรูปแบบการตรวจด้วยจากบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงบทความเกี่ยวกับเครื่องคัดกรองฝ่าเท้าที่ใช้อยู่ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบล โรงพยาบาลของรัฐและเอกชน โดยมีรูปแบบในการศึกษาคัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวาน ดังต่อไปนี้

- 1.1 วิเคราะห์อุปกรณ์และรูปแบบการตรวจคัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวาน
- 1.2 เคราะห์ความขัดแย้ง (Contradiction) และการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรมด้วยทฤษฎี TRIZ

ผลการวิจัยตอนที่ 1 วิเคราะห์อุปกรณ์และรูปแบบการตรวจคัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวาน


จากการศึกษาอุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะขาปลายเท้าที่มีอยู่ในปัจจุบันมีการพัฒนาจากงานวิจัยและบทความเกี่ยวกับเครื่องคัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะขาที่ใช้อยู่ในโรงพยาบาล ซึ่งสามารถคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะขาและสูญเสียความรู้สึกจากโรคเบาหวานสามารถจำแนกได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. อุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าขณะยืน โดยใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ทางไฟฟ้า และแสดงผ่านจอคอมพิวเตอร์
2. อุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าขณะยืน โดยใช้กระจกสะท้อนภาพ บันทึกภาพด้วยเว็บแคมและประเมินการตรวจเท้าด้วยเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบล
3. อุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าขณะยืน โดยใช้กระจกสะท้อนภาพ บันทึกภาพเท้าด้วยเว็บแคมและประเมินโครงสร้างเท้าและวินิจฉัยโรคจากฐานข้อมูล
4. อุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าขณะยืนและเดิน ใช้เซ็นเซอร์ทางไฟฟ้าตรวจเท้าและมีวัสดุป้องกันแรงกดทับหรือป้องกันแผลเท้าจากโรคเบาหวาน

5. อุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าขณะยืน โดยใช้เครื่องสแกนแบบ 2 มิติ ตรวจสอบเท้าและรักษาเท้าจากโรคเบาหวาน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบอุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้า

ชื่ออุปกรณ์	ภาพ	เทคนิคและการประมวลผล	ขนาด/วิธีตรวจ	การนำไปต่อยอด/ที่มา	แหล่งที่มา
เครื่องวิเคราะห์แรงกดฝ่าเท้า		ใช้เซ็นเซอร์จำนวน 72 ตัว และคอมพิวเตอร์วัดภายนอกกรองเท้า วัดค่าเปลี่ยนแปลงความต้านทานไฟฟ้า แสดงผลจอแสดงผล 2 มิติ และ 3 มิติ	เล็ก ยืนและเดิน	ตรวจแรงกดเท้า/งานวิจัย	กุศล เพ็ชรทรัพย์. (2555)
เครื่อง Podoscope แบบใส		โปรแกรมประมวลผลภาพ เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์จัดการฐานข้อมูล ขนาด 43 x 43 x 33 cm. ประเมินแรงกดและความผิดปกติของรูปร่างเท้า กระจัดปรับระดับ โครงสร้างเหล็ก	ปานกลาง ยืน	ตรวจเท้า/งานวิจัย	คุณญา แก้วทันคำ และกรรณิการ์ ปัญญาวัน. (2557)
เครื่องวัดการกระจายน้ำหนักที่เท้า Podoscope		กระจกสะท้อนภาพ ใช้โครงสร้างเหล็ก ขนาด 42.5 x 42.5 x 33 cm. ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ บันทึกภาพด้วยเว็บแคม	ใหญ่ ยืน	ตรวจเท้าและประเมินโครงสร้างเท้า/งานวิจัย	เครื่องวัดการกระจายน้ำหนักที่เท้า Podoscope (2551)
แผ่นรองเท้าช่วยผู้ป่วยเบาหวาน		บันทึกภาพเท้าและประเมินแรงกด การสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ผลิตแผ่นรองเท้า	ปานกลาง ยืนและเดิน	ผลิตรองเท้าเทคโนโลยีรักษาโรครองเท้า/งานวิจัย	อภิสิทธิ์ น้ำชัยชนะกิจ. (2554)
เครื่องวัดแรงกดของฝ่าเท้า Foot Scan		เครื่องสแกน 2 มิติ ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ ตรวจสอบความผิดปกติหรือผ่าตัดกระดูกงอกที่เท้า และผลิตแผ่นรองเท้าเฉพาะบุคคล	ปานกลาง ยืน	ผ่าตัดกระดูกและผลิตแผ่นรองเท้า/งานวิจัย	เครื่องวัดแรงกดของฝ่าเท้า Foot Scan .(2015)
ระบบวิเคราะห์ฝ่าเท้า Podogram Analyzer		สามารถวัดและวิเคราะห์น้ำหนักกดบริเวณฝ่าเท้า โดยใช้แผ่นครีโอลิกแบบใส 14.5 mm. ประมวลผลด้วยโปรแกรมประยุกต์ ขนาด 50 x 75 x 50 cm.	ปานกลาง ยืน	เพื่อตรวจความผิดปกติของรูปร่างเท้า/งานวิจัย	ยุทธพงศ์ อุณหทวีทรัพย์. (2557)
อุปกรณ์วัดแรงกดในฝ่าเท้าอย่างง่าย		เครื่องวัดแรงกดในฝ่าเท้าแบบแผ่นรองเท้า ออกแบบให้มีเซ็นเซอร์วัดแรงข้างละ 3 ตัว วัดแรงตรงตำแหน่งปุ่มกระดูกตามหลักชีวกลศาสตร์	เล็ก ยืนและเดิน	ตรวจเท้า/งานวิจัย	ณัฐภัทชกฤษณ์ ทิมาบุตร. (2554)
ระบบวินิจฉัยฝ่าเท้า		ใช้กระจกใสสำหรับยื่นทั้งน้ำหนักตัว กระจกสะท้อนติดกล้องเว็บแคมไว้ใต้ฝ่าเท้า ขนาด 40 x 45 x 30 cm. โครงสร้างเหล็ก ข้อมูลภาพไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล เพื่อช่วยวินิจฉัยโรคที่เกิดจากเท้า	ปานกลาง ยืน	ตรวจเท้าวินิจฉัยโรค/งานวิจัย	ระบบวินิจฉัยฝ่าเท้า (2558)
เครื่องวัดแรงกดใต้ฝ่าเท้า		เซ็นเซอร์วัดแรงกดและตรวจสอบความสมดุลของโครงสร้างเท้า ใช้แผ่นกระจกกรองรับน้ำหนัก แนะนำอุปกรณ์เสริมในรองเท้า ประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ ขนาด 46 x 55 x 33 cm.	ปานกลาง ยืน	แนะนำอุปกรณ์เสริมรองเท้า/ใช้ในโรงพยาบาล	ชัชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล. (2558)
I-Step		การตรวจวัดลักษณะอุ้งเท้าและการกระจายน้ำหนัก เซ็นเซอร์ประเมินแรงกด ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์	ปานกลาง ยืน	ใช้ในโรงพยาบาล/ตรวจเท้า	I-Step (2558)

ชื่ออุปกรณ์	ภาพ	เทคนิคและการประมวลผล	ขนาด/วิธีตรวจ	การนำไปต่อยอด/ที่มา	แหล่งที่มา
ZEBRIS FDM-T [19]		เซ็นเซอร์มากกว่า 5,000 จุด ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์เชื่อมโยงกับลู่วิ่ง ขนาด 150 x 50 cm. ใช้ระบบประมวลผลที่พัฒนาจากบริษัท Zebri	ใหญ่ ยืนและเดิน	ใช้ใน โรงพยาบาล/ ตรวจเท้า	ZEBRIS FDM-T (2015)

จากตารางที่ 1 พบว่ามีรูปแบบการตรวจ 2 แบบ คือการยืนและการเดิน การประเมินการตรวจเท้าผู้ป่วยเบาหวานมี 3 รูปแบบคือ ตรวจด้วยการประเมินจากเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลที่มีความชำนาญ ประเมินด้วยแรงกดบนเซนเซอร์ และประเมินด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ความขัดแย้ง (Contradiction) และการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรมด้วยทฤษฎี TRIZ

การวิเคราะห์ความขัดแย้งในคุณสมบัติของอุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะขาปลายเท้า โดยกำหนดคุณสมบัติหรือตัวแปรหนึ่งแล้วส่งผลกระทบต่ออีกคุณสมบัติหนึ่งในทางตรงกันข้าม ซึ่งจำแนกออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ความขัดแย้งด้านการจัดการ

- อุปกรณ์สำหรับตรวจเท้าที่นำเข้าจากต่างประเทศราคาแพง แต่จำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานเพิ่มขึ้น
- ผู้ป่วยโรคเบาหวานมีจำนวนเพิ่มขึ้น แต่เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลผู้มีความชำนาญต่อโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพที่จำนวนน้อย
- การตรวจระดับน้ำตาลในเลือดมีความแม่นยำสูง แต่ใช้ตรวจเฉพาะผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ทำการรักษาในโรงพยาบาล
- ต้องการอุปกรณ์ตรวจเท้าผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะขาที่แม่นยำ แต่ใช้ระยะเวลาในการตรวจแต่ละครั้ง

2. ความขัดแย้งด้านเทคนิค

- ต้องการอุปกรณ์คัดกรองที่มีคุณภาพดี แต่ต้องนำเข้าอุปกรณ์จากต่างประเทศ
- ต้องการส้อมภาวะขาปลายเท้าหลายตำแหน่ง แต่ใช้เวลาในการตรวจที่รวดเร็ว
- ต้องการลดแสงสะท้อน แต่เห็นภาพฝ่าเท้าได้ชัดเจน
- ต้องการเห็นภาพฝ่าเท้าได้ง่าย แต่ไม่ยากให้เกิดการหักเหของภาพ

3. ความขัดแย้งด้านกายภาพ

- ต้องการแผ่นกระจกสำหรับยืนแบบบาง แต่ทนทาน
- ต้องการโครงสร้างอุปกรณ์ตรวจคัดกรองที่มีน้ำหนักเบา แต่แข็งแรง
- ต้องการอุปกรณ์รองรับน้ำหนักได้มากกว่า 100 กิโลกรัม แต่ไม่แตกหัก

จากการวิเคราะห์ข้อจำกัดของ ความขัดแย้งกัน (Contradiction) ของตัวแปรต่าง ๆ ทั้ง 3 ด้าน จึงใช้ทฤษฎีของ TRIZ เพื่อกำหนดตัวแปรที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่ตรงกันข้ามกัน โดยอาศัย 39 ตัวแปรของ Altshuller (The Altshuller's 39 Engineering Parameters) และการค้นหาวิธีแก้ปัญหา โดยอาศัย 40 หลักการพื้นฐานในการประดิษฐ์ (40 Fundamental inventive principles) เพื่อลดความขัดแย้งกัน

(Contradiction) อุปกรณ์คัดกรองผ้าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะขาปลายเท้า ของตัวแปรต่าง ๆ ของสิ่งหนึ่งนั้นเมื่อเราพยายามที่จะเพิ่มคุณสมบัติหนึ่ง ก็มักมีผลในทางตรงกันข้ามกับคุณสมบัติหนึ่ง ดังตารางในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแก้ไขความขัดแย้งทางเทคนิค

ผลที่ไม่พึงประสงค์ (ความขัดแย้ง)	1	2	...	38	39
	รูปแบบที่ต้องการให้เปลี่ยน	1. น้ำหนักของวัตถุเคลื่อนที่	2. น้ำหนักของวัตถุไม่เคลื่อนที่	**	38. ระดับอัตโนมัติ
1. น้ำหนักของวัตถุเคลื่อนที่					
2. น้ำหนักของวัตถุไม่เคลื่อนที่					
**					
11. แรงดึง แรงดัน		11 14 28 38			
**					
38. ระดับอัตโนมัติ					
39. ผลิตภาพ					

วิธีการแก้ปัญหาที่เสนอ

- 11. แรงดึง แรงดัน
- 14. ความแข็งแรง
- 28. ความแม่นยำในการวัด
- 38. ระดับการเป็นอัตโนมัติ

ผู้วิจัยจึงกำหนดคุณลักษณะที่เป็นประโยชน์และคุณลักษณะที่ต้องการเปลี่ยนแปลง โดยแสดงเป็นตารางสำหรับแก้ไขปัญหาคือความขัดแย้งทางเทคนิคโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- คุณลักษณะที่เป็นประโยชน์ กำหนดตัวแปรเสริมของ Altshuller ข้อที่ 2 น้ำหนักของวัตถุซึ่งไม่เคลื่อนที่
- คุณลักษณะที่ต้องการเปลี่ยน (ความขัดแย้ง) กำหนดตัวแปรเสริมของ Altshuller ข้อที่ 11 แรงดึง แรงดัน ข้อที่ 14 ความแข็งแรง ข้อที่ 28 ความแม่นยำในการวัดและข้อที่ 38 ระดับการเป็นอัตโนมัติ

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 วิเคราะห์อุปกรณ์และรูปแบบการตรวจคัดกรองผ้าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวาน

อุปกรณ์คัดกรองผ้าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะขาปลายเท้าในปัจจุบันส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาหลักร้อยถึงหลักแสนและได้มีการพัฒนาจากงานวิจัยเพื่อใช้ในโรงพยาบาลบางแห่ง แต่ไม่เพียงพอต่อการคัดกรองภาวะขาปลายเท้าในผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

การตรวจคัดกรองผู้ป่วยเบาหวานนั้น ผู้ป่วยโรคเบาหวานจะต้องไม่มีแผลบริเวณเท้าหรือถูกตัดอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งของเท้า ซึ่งเครื่องมือคัดกรองจะพบจุดกดทับบนผ้าเท้าของผู้ป่วยเบาหวานมากกว่า



ฝ่าเท้าของคนปกติ จากการศึกษาเครื่องมือคัดกรองแรงกดฝ่าเท้าที่ใช้เทคโนโลยีที่ต่างกันพบหลักการ
ทำงานที่เหมือนกัน ดังนี้

1. ภาพแสดงโครงสร้างเท้าที่ผิดปกติใช้วิธีการตรวจแรงกดจากการยืนและเดิน ครั้งละ 1 คน
2. การตรวจแรงกดทับบริเวณฝ่าเท้าแสดงโดยใช้ตำแหน่งสี่ที่สัมผัสด้วยภาพ 2 มิติและ 3 มิติ
3. ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลและจัดเก็บในเป็นข้อมูลแบบดิจิทัล
4. ผลการตรวจสามารถต่อยอดในการแนะนำอุปกรณ์ป้องกันเท้าเฉพาะบุคคลเพื่อป้องกันการเกิดแผลบริเวณฝ่าเท้า และพบข้อดีในการทำงาน ดังนี้

เกิดแผลบริเวณฝ่าเท้า และพบข้อดีในการทำงาน ดังนี้

1. เครื่องคัดกรองแรงกดฝ่าเท้ามีขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ รวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงจำนวนมาก
2. เครื่องคัดกรองแรงกดฝ่าเท้าที่จำหน่ายและใช้ในโรงพยาบาลมีราคาแพง และนำเข้าจาก

ต่างประเทศ

3. ใช้ระยะเวลานานในการตรวจไม่สอดคล้องต่อผู้ป่วยเบาหวานที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น
4. เครื่องมือคัดกรองแรงกดฝ่าเท้าไม่แสดงผลวิเคราะห์
5. ต้องมีผู้คอยควบคุมและแนะนำการใช้เครื่องมือคัดกรอง

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ความขัดแย้ง (Contradiction) และการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐกรรมด้วย

ทฤษฎี TRIZ

จากการแทนค่าในโปรแกรมการแก้ปัญหาในการประดิษฐ์ TRIZ โดยอาศัย 39 ตัวแปรและ
40 หลักการพื้นฐานในการประดิษฐ์ ได้เป็นหลักการประดิษฐ์คิดค้นและคำอธิบายดังต่อไปนี้

หลักการประดิษฐ์คิดค้น

คำอธิบาย

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. การใช้วัสดุผสม | - โดยเปลี่ยนจากวัสดุเนื้อเดียวกันเป็นวัสดุผสม (Composite materials) |
| การลอกเลียนแบบ | - แทนที่จะใช้วัตถุที่ซับซ้อนหรือบอบบางหายาก ใช้ของเรียนแบบง่าย/ราคาถูก |
| | - ใช้ภาพเหมือนทางออปติกของวัตถุแทนเพราะสามารถขยายหรือลดขนาดได้ |
| | - ถ้าใช้ภาพเหมือนอยู่แล้วให้แทนด้วยของเลียนแบบที่เป็นอินฟราเรดหรือ
อัลตราไวโอเล็ต |
| 2. เลือกอายุการใช้งาน | - ใช้วัตถุราคาถูก/อายุสั้นหลาย ๆ ชิ้น แทนวัตถุราคาแพง/อายุยืน |
| ต่ำแทน | |
| 3. การแบ่งส่วน | - แบ่งวัตถุออกเป็นส่วนต่าง ๆ ที่เป็นอิสระต่อกันให้สามารถแยกได้ง่าย |

สรุปและอภิปรายผล

จากข้อสรุปผู้วิจัยพบว่าอุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้า สามารถ
ปรับปรุงและเพิ่มขึ้นขั้นตอนการทำงานที่เป็นประโยชน์เพื่อให้การตรวจคัดกรองได้ง่าย ใช้เวลาในการตรวจ
น้อยลงด้วยแนวคิดทฤษฎี TRIZ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. โครงสร้างอุปกรณ์ตรวจคัดกรองเป็นโครงสร้างมั่นคงไม่หักงอได้ง่าย จึงเลือกใช้เป็นโครงสร้าง
เหล็กตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) ซึ่งมีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด ราคาไม่แพงและมีอายุการใช้งาน
ยาวนาน ควรมีขนาดความกว้าง 45 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร เพื่อให้เหมาะสมกับ
ขนาดเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีความกว้างและใหญ่จากน้ำหนักตัว ซึ่งโดยโครงสร้างเหล็กมีความ
แข็งแรงและรองรับน้ำหนักได้จำนวนมาก



2. อุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้าควรเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้การตรวจคัดกรองเท้าจากเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลและผู้ป่วยโรคเบาหวานได้เห็นภาพเท้าแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของฝ่าเท้าที่กดทับเพื่อการป้องกันการเกิดแผลบริเวณฝ่าเท้า ซึ่งสามารถประยุกต์กับกระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) และระบบฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลการตรวจที่รวดเร็วแบบอัตโนมัติ

3. ใช้เหล็กฉากขนาด 6 หุน ใช้เพื่อเป็นกรอบรองรับด้านคมของแผ่นอะคริลิกและป้องกันความเสี่ยงจากการบาดเจ็บหรือลงและวัตถุทั้งสองส่วนเป็นอิสระต่อกันให้สามารถแยกหรือถอดประกอบแผ่นอะคริลิกเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายได้

4. ควรเลือกแผ่นอะคริลิกใสขนาด 12-14 mm. ทดแทนแผ่นกระจกและกระจกสะท้อนภาพ ซึ่งเป็นวัตถุที่เป็นเนื้อเดียวใช้วางตำแหน่งบนโครงสร้างเหล็กเพื่อให้ผู้ป่วยเบาหวานยืนตรวจฝ่าเท้า สามารถรองรับน้ำหนักได้มากกว่า 750 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและมีความยืดหยุ่นสามารถทนความร้อนได้มากกว่าแผ่นกระจก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้า โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพและกระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อเรียนรู้รูปแบบโครงสร้างเท้าและสามารถคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้าได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น ใช้งานง่าย มีราคาถูกลง และสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงสาธารณสุขในการเพิ่มเทคโนโลยีในการคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวาน

เอกสารอ้างอิง

- กุศล เพ็ชรทรัพย์. (2555). *การออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์แรงกดฝ่าเท้า*. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (อุปกรณ์ชีวการแพทย์). คณะวิทยาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยมหิดล.
- คุณญา แก้วทันคำ และกรรณิการ์ ปัญญาวัน. (27 กันยายน 2557). *รู้แรงกด ลดแผลเท้า ด้วยเครื่องตรวจแรงกดฝ่าเท้าใสใสใจเบาหวาน (Podoscope)*. สืบค้นจาก <http://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url>.
- Technology Agreement Group (TAG). (22 กรกฎาคม 2558). *เครื่องวัดการกระจายน้ำหนักที่เท้า Podoscope*. สืบค้นจาก <http://tag.co.th/rubber/>.
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (24 กรกฎาคม 2558). *เครื่องวัดแรงกดของฝ่าเท้า Foot Scan*. สืบค้นจาก <https://www.facebook.com/kmitl.bme/posts/723409644472530>.
- จิตต์สกุล ศกุนะสิงห์. (2555). ประสิทธิภาพของการนวดเท้าในผู้ป่วยเบาหวานที่มีอาการเท้าชา. *วารสารโรงพยาบาลร้อยเอ็ด*, 19(1), 19.
- ณัฐภัทชกฤษฎ์ ทิมบุตร. (2554). *การพัฒนาอุปกรณ์วัดแรงกดในฝ่าเท้าอย่างง่าย*. สืบค้นจาก <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/30390>.
- นุชรี อาบสุวรรณ และนิตยา พันธุ์เวทย์. (8 สิงหาคม 2558). *ประเด็นสารธรรมรงค์วันเบาหวานโลกปี 2557 (ปีงบประมาณ 2558)*. สืบค้นจาก <http://www.thaincd.com/document/hot%20news/ประเด็นเบาหวาน58.doc>.



- ปิยะนุช เศรษฐวงษ์. (2556). *คู่มือปรับวิถีชีวิตพิชิตเบาหวาน*. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- ประมุข ทรวงจักรแก้ว. (30 กันยายน 2557). *การดูแลเท้าในผู้ป่วยเบาหวาน*. สืบค้นจาก http://www.vichaiyut.co.th/jul/20_03-2544/20_03_2544_p72_74.pdf
- ยุทธพงศ์ อุณหทวีทรัพย์. (24 กรกฎาคม 2558). *ระบบวิเคราะห์ฝ่าเท้า Podogram Analyzer*. สืบค้นจาก https://www.scbfoundation.com/publishing.php?project_id=901#publishing/901/7478.
- คมชัดลึก. (24 กรกฎาคม 2558). *ระบบวินิจฉัยฝ่าเท้า*. สืบค้นจาก <http://www.komchadluek.net/detail/20110227/90065/ม.เกษตรฯพัฒนาเครื่องสแกนฝ่าเท้า ผู้ช่วยแพทย์วินิจฉัยโรคเท้าผิดปกติ>.
- ชัชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล. (27 กันยายน 2557). *เครื่องวัดแรงกดใต้ฝ่าเท้า (เครื่องหมายการค้า Winpod-Medicaptors V. 2.10 ผลิตภัณฑ์จากประเทศฝรั่งเศส*. สืบค้นจาก <http://sportscience.dpe.go.th/web/main/Knowledge.jsp?id=5&data=13>.
- วิรัช เกษมทรัพย์. (2560). *รายงานสถานการณ์โรค NCDs ฉบับที่ 21*. สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ : กระทรวงสาธารณสุข.
- วิชัย คลังทอง. (18 สิงหาคม 2556). *การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม (TRIZ)*. สืบค้นจาก <https://www.en.kku.ac.th/web/wp.../204%20หัวข้อการคิดสร้างสรรค์และtriz.pdf>.
- วรมน แซ่ฉี. (2554). การแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรม. *วารสารมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น*, 5(2), 5.
- สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย. (2554). *แนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน 2554*. สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ, กรมการแพทย์: กระทรวงสาธารณสุข.
- _____. (2560). *แนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน พ.ศ. 2560*. กรุงเทพฯ : กระทรวงสาธารณสุข.
- อภิสิทธิ์ นำชัยชนะกิจ. (27 กันยายน 2557). *แผ่นรองรองเท้า ช่วยผู้ป่วยเบาหวาน*. สืบค้นจาก <http://www.vejthani.com/web-thailand/Health-foot.php>.
- Propysicssol. (24 กรกฎาคม 2558). *ZEBRIS FDM-T*. สืบค้นจาก <http://www.prophysics-sol.se/product-database/fdm-t-system>.