วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 33 ฉบับเพิ่มเติม 2 กันยายน - ตุลาคม 2567

Journal of Health Science of Thailand
Vol. 33 Supplement 2, September - October 2024

นิพนธ์ต้นฉบับ *Original article*

การศึกษาเปรียบเทียบการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานระหว่างเครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล (DDFM) กับ Monofilament

นพพล ธาดากุล พ.บ.
ณรงค์ ผิวผ่อง วท.บ. (กายภาพบำบัด)
แพรวพรรณ เกษียร วท.บ. (กายภาพบำบัด)
โรงพยาบาลมหาชนะชัย จังหวัดยโสธร
ติดต่อผู้เขียน: นพพล ธาดากุล Email: n.thadakul@gmail.com

วันรับ: 13 มิ.ย. 2566
วันแก้ไข: 22 ม.ค. 2567
วันตอบรับ: 1 ก.พ. 2567

บทคัดย่อ ภาวะเส้นประสาทส่วนปลายเสื่อมเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคเบาหวาน เป็นสาเหตุทำให้เกิดแผลบริเวณเท้า ลุกลามจนอาจต้องสูญเสียนิ้วหรือเท้า จึงต้องมีการตรวจประเมินเท้าผู้ป่วยทุกปีด้วย monofilament แต่การประเมินดังกล่าวมีเพียง 3 ระดับ ไม่สามารถบอกได้ว่าดีขึ้นหรือแย่ลงไปจากเดิมได้ จึงได้ประดิษฐ์นวัตกรรม “เครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล” ซึ่งสามารถบอกพยาธิสภาพว่าดีขึ้นหรือแย่ลงกว่าเดิมมากน้อยเพียงใด โดยการประดิษฐ์จากหลักการกระตุ้นกล้ามเนื้อผ่านผิวหนัง ส่งผ่านกระแสไฟฟ้าที่ปรับค่าความต่างศักย์ได้มากระตุ้นผิวหนังบริเวณฝ่าเท้าที่วางบนแผ่นทองแดง 2 ขั้ว ทำให้เกิดการรับรู้ว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้ามาบริเวณฝ่าเท้าผ่านเส้นประสาทส่วนปลายเท้า ใช้ระดับความต่างศักย์ไม่เกิน 5 โวลต์ ไม่ทำให้เกิดความร้อนหรืออันตรายต่อผู้ป่วย วิธีการศึกษาเป็นการศึกษาแบบทดลองเปรียบเทียบแบบเฉพาะเจาะจง โดยการประเมินเท้าผู้ป่วยเบาหวานที่มาตรวจคลินิกตรวจเท้าเบาหวานประจำปี ประเมินเป็นระดับความเสี่ยงต่ำ เสี่ยงปานกลางและเสี่ยงสูง แล้วนำผู้ป่วยมาประเมินการรับความรู้สึกด้วยเครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล วัดระดับค่าความต่างศักย์ต่ำสุดที่ฝ่าเท้าผู้ป่วยเริ่มรับรู้ได้ในเท้าแต่ละข้างเป็นตัวเลขดิจิทัลละเอียดถึงระดับมิลลิโวลต์ นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน วิเคราะห์ด้วยสถิติพรรณนา ผลการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวาน 178 ราย ชาย 63 ราย (ร้อยละ 35.4) หญิง 115 ราย (ร้อยละ 64.5) ผู้ป่วยเบาหวานที่ตรวจด้วย monofilament พบว่า กลุ่มความเสี่ยงต่ำ มีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุด เท้าขวา เฉลี่ย 1.12±0.60 โวลต์ เท้าซ้าย เฉลี่ย 1.10±0.61 โวลต์ กลุ่มความเสี่ยงปานกลาง มีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุด เท้าขวา เฉลี่ย 1.30±0.62 โวลต์ เท้าซ้าย 1.32±0.65 โวลต์ กลุ่มความเสี่ยงสูง มีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุด เท้าขวา เฉลี่ย 1.57±0.73 โวลต์ เท้าซ้าย เฉลี่ย 1.75±0.67 โวลต์ โดยค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุดของเท้าแต่ละข้างใกล้เคียงกัน จึงสรุปได้ว่า ผู้ป่วยเบาหวานที่มีความเสี่ยงสูงกว่า จะมีค่าความต่างศักย์ต่ำสุดที่รับรู้ว่ามีกระแสไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าสูงกว่าผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่ำกว่า จากการตรวจด้วยเครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล แสดงว่าวิธีการตรวจแบบใหม่นี้สามารถแยกความแตกต่างของผู้ป่วยระดับความเสี่ยงต่างกันได้ละเอียดกว่า ทำให้สามารถใช้ประเมินการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพเส้นประสาทเท้าได้ดีกว่าและละเอียดกว่าการตรวจด้วย monofilament แบบเดิม

คำสำคัญ: **การตรวจเท้าเบาหวาน, เครื่องตรวจเท้าเบาหวานแบบดิจิทัล, โมโนฟิลาเมนต์**

บทนำ

โรคเบาหวานเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่พบได้บ่อยในเวชปฏิบัติทั่วไป มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทั่วโลกในทุกกลุ่มอายุ โดยพบว่ามีความชุก 2.8 ในปี ค.ศ. 2000 หรือราว 117 ล้านคน และคาดว่าจะมีความชุกเพิ่มเป็น 4.4 ในปี ค.ศ.2030[1] ซึ่งจะมีผู้ป่วยถึง 366 ล้านคน ถือเป็นปัญหามากในด้านสุขภาพ จากข้อมูลโรคเบาหวานในประเทศไทยพบว่ามีความชุกโรคเบาหวานในผู้ใหญ่ไทยทั่วประเทศอยู่ที่ร้อยละ 9.6 (2.4 ล้านคน) ในปี ค.ศ. 2000 แสดงให้เห็นถึงปัญหาจำนวนมาก และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอีกต่อไปในอนาคต[2]

ปัญหาของการรักษาโรคเบาหวานคือการควบคุมไม่ให้เกิดผลข้างเคียงที่รุนแรงตามมา โดยเฉพาะเส้นประสาทส่วนปลายเสื่อมตามปลายมือ ปลายเท้า ทำให้มีอาการชา การรับความรู้สึกเสื่อมลง เกิดเป็นแผลบริเวณเท้าซึ่งรักษาได้ยาก เนื่องจากเส้นเลือดแดงที่นำเลือดมาเลี้ยงเกิดภาวะแทรกซ้อนด้วย ทำให้แผลลุกลามมากขึ้นจนในที่สุดผู้ป่วยอาจจะโดนตัดเท้าหรือขาได้ ดังนั้นเพื่อป้องกันภาวะเหล่านี้จึงต้องมีการตรวจประเมินเท้าผู้ป่วยเบาหวานทุกปี ซึ่งเป็นการตรวจตามมาตรฐานโดยนักกายภาพบำบัดหรือพยาบาล ด้วย monofilament ร่วมกับการประเมินทางคลินิกของเท้าผู้ป่วย ผลการประเมินจะแบ่งความเสี่ยงออกเป็น 3 ระดับ คือ ความเสี่ยงต่ำ ปานกลาง และสูง ซึ่งวิธีการประเมินนี้มีข้อด้อยคือไม่ละเอียดที่มีการแบ่งระดับเพียง 3 ระดับเท่านั้น โดยในกรณีที่ผู้ป่วยได้รับการประเมินว่ามีความเสี่ยงต่ำ เนื่องจากยังไม่ตรวจพบบาดแผลบริเวณเท้า มักจะไม่ทราบว่าตนเองมีความเสื่อมของเส้นประสาทบริเวณเท้ามากน้อยเพียงใดในแต่ละปี

ภาวะปลายประสาทเสื่อม (neuropathy) เป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งเกิดขึ้นกับเส้นประสาทส่วนปลายต่าง ๆ เช่น เส้นประสาทรับความรู้สึก (sensory)[3] เส้นประสาทควบคุมกล้ามเนื้อ (motor) และเส้นประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system) โดยเส้นประสาทรับความรู้สึกที่เสื่อมจะทำให้สูญเสียการรับความรู้สึกเจ็บปวดหรือความรู้สึกร้อน-เย็น เมื่อผู้ป่วยมีแผลขึ้นบริเวณเท้า แล้วแผลที่เกิดขึ้นจะมีการอักเสบลุกลามมากขึ้น จนอาจจะถูกตัดเท้าในที่สุด การสูญเสียความรู้สึกที่เท้าเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดแผลบริเวณเท้าได้บ่อย สามารถพบได้ถึงร้อยละ 62-87 ของผู้ที่มาพบแพทย์และมีแผลที่เท้า[4] ผู้ป่วยที่สูญเสียความรู้สึกของเท้ามีโอกาสเกิดแผลเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผู้ที่การรับรู้ความรู้สึกที่เท้ายังเป็นปกติ ส่วนเส้นประสาทควบคุมกล้ามเนื้อจะทำให้กล้ามเนื้อเล็ก ๆ ลีบลง โดยเฉพาะบริเวณเท้าทำให้กล้ามเนื้อที่เท้าไม่สมดุล เท้าของผู้ป่วยจึงผิดรูป นิ้วเท้าจิกลง ทำให้จุดรับน้ำหนักผิดไป มีโอกาสเกิดตาปลาหรือเป็นแผลได้ง่ายขึ้น สำหรับเส้นประสาทอัตโนมัติเสื่อม การควบคุมเกี่ยวกับการหลั่งเหงื่อ การหดและขยายตัวของหลอดเลือด การเสื่อมของระบบประสาทชนิดนี้มีผลทำให้ผิวหนังแห้ง เหงื่อออกน้อย และผิวหนังแตกได้ง่าย ทำให้เท้าบวม รองเท้าจึงคับและกดเท้าจนเป็นแผลตามมาได้

ภาวะเส้นประสาทส่วนปลายเสื่อมจากเบาหวาน จะสัมพันธ์กับระยะเวลาการเป็นเบาหวาน พบได้ร้อยละ 20.8 ในผู้เป็นเบาหวานน้อยกว่า 5 ปี และพบได้ร้อยละ 36.8 ในผู้เป็นเบาหวานมากกว่า 10 ปีขึ้นไป[5] การสูญเสียการทำงานของเส้นประสาทรับความรู้สึกบริเวณเท้าเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้มากขึ้นตามอายุ ดังนั้น ผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานทุกรายจึงต้องตรวจประเมินการรับความรู้สึกบริเวณเท้าเป็นประจำทุกปี เพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนนี้

การตรวจประเมินการรับความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานมีหลายวิธี เช่น การทดสอบความสั่นสะเทือน การใช้แบบสอบถามคัดกรองภาวะเสื่อมของปลายประสาท การใช้แรงกดสัมผัสด้วย monofilament หรือการตรวจทางไฟฟ้าของเส้นประสาทส่วนปลาย แต่ที่ใช้กันแพร่หลาย คือการใช้ monofilament ขนาด 10 กรัม ซึ่งเป็นการแปลผลที่สะดวก ง่าย ราคาไม่แพง ใช้เวลาไม่นาน บุคลากรทางการแพทย์ที่ได้รับการฝึกฝนสามารถประเมินได้ การคัดกรองด้วยวิธีนี้มีความไวร้อยละ 66-91 ความจำเพาะ

ร้อยละ 34-86 พบว่ามี negative predictive value ร้อยละ 94-95[6] ตำแหน่งที่ใช้ตรวจประเมินความรู้สึกจะมี 4 จุด ที่สำคัญ คือ นิ้วหัวแม่เท้า โคนกระดูกฝ่าเท้าอีก 3 นิ้วคือ นิ้วหัวแม่เท้า นิ้วกลาง และ นิ้วนาง ของผู้ป่วย (ภาพที่ 1) เมื่อตรวจครบทั้ง 4 ตำแหน่งแล้ว ก็จะนำผลการตรวจความรู้สึกที่ได้มาประกอบกับการตรวจประเมินทางภายภาพของเท้า ประวัติของผู้ป่วย มาแปลผลเป็นระดับความเสี่ยงต่อการเกิดแผลที่เท้าแบ่งได้เป็น มีความเสี่ยงต่ำ มีความเสี่ยงปานกลางและมีความเสี่ยงสูง กฤษณา พิรเวช และคณะ[7] ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจด้วย monofilament กับการตรวจด้วยไฟฟ้าวินิจฉัย ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีอาการทางระบบประสาทส่วนปลาย จำนวน 26 คน เพศชาย 13 คน เพศหญิง 13 คน ทำการตรวจด้วย monofilament พบความผิดปกติร้อยละ 61.54 และผลตรวจทางไฟฟ้าวินิจฉัยพบว่าค่าของ sural latency และ sural SNAP มีความผิดปกติมากที่สุด ร้อยละ 92.31 เมื่อนำผลตรวจทั้ง 2 วิธีมาหาความสัมพันธ์กันพบว่ามีความสัมพันธ์กันน้อยมาก การตรวจเส้นประสาทส่วนปลายด้วย electromyography (EMG) ในด้านการรับความรู้สึก nerve conduction study ซึ่งมักจะใช้ในการตรวจประเมินการเสื่อมของเส้นประสาทส่วนปลาย ในผู้ป่วยเบาหวาน แต่มักจะมีการใช้น้อยเนื่องจากเป็นการตรวจที่ค่อนข้างยาก ต้องใช้แพทย์เฉพาะทางในการตรวจวินิจฉัย เครื่องมือที่ใช้ตรวจมีราคาค่อนข้างแพง จึงไม่เป็นที่นิยมในการประเมินภาวะ diabetic neuropathy เหมือนกับ monofilament โดย Hussain G และคณะ[8] ได้ศึกษาในผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทส่วนปลายเสื่อมมาไม่นาน จำนวน 37 คน กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีอาการเบาหวานมานานแล้ว จำนวน 27 คน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่เป็นผู้ป่วยเบาหวาน แต่ไม่มีภาวะเส้นประสาทส่วนปลายเสื่อมจำนวน 22 คน นำมาวัดความเร็วของการนำสัญญาฯ motor และ sensory พบว่า การนำสัญญาณของเส้นประสาทส่วนปลายขาเสื่อมมากกว่าส่วนแขนอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าการตรวจด้วย nerve conduction velocity (NCV) หรือการตรวจทางไฟฟ้ากับภาวะเส้นประสาทส่วนปลายเสื่อม มีความไวมากในการตรวจประเมิน diabetic peripheral neuropathy (DPN)

TENS (transcutaneous electrical nerve stimulation)[9] คือเครื่องมือสำหรับกระตุ้นเส้นประสาทด้วยไฟฟ้าผ่านผิวหนัง เพื่อลดอาการปวด เป็นการใช้กระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำมากระตุ้นผ่านผิวหนังเพื่อระงับอาการปวดเรื้อรังในผู้ป่วย ซึ่งสมัยก่อนการบำบัดอาการเจ็บปวดมักจะใช้การตัดเส้นประสาทหรือทางเดินของระบบประสาทนำความเจ็บปวด เมื่อนำไปใช้กระตุ้นพบว่าสามารถช่วยระงับปวดได้อย่างมาก ต่อมาได้มีการพัฒนาเครื่องกระตุ้นไฟฟ้า TENS จนเป็นที่ยอมรับว่าสามารถลดอาการปวดได้อย่างปลอดภัย ได้ผลดีกว่ายาลดปวดบางชนิด การกระตุ้นเพื่อลดอาการปวดด้วย TENS นั้น ใช้หลักการกระตุ้นเส้นใยประสาทที่ใหญ่กว่า เพื่อไปยับยั้งการนำสัญญาณประสาทความรู้สึกเจ็บปวดไม่ให้ขึ้นสู่สมอง พบว่าการกระตุ้นช่วง 0.01-0.02 มิลลิวินาที ความแรงกระแสมากกว่า 15 มิลลิวินาที จะทำให้เกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ และปวดเพิ่มขึ้นได้ ดังนั้น จึงควรใช้ความแรงของกระแสไฟฟ้าน้อย เพื่อไม่เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพียงแค่ให้ผู้ถูกกระตุ้นรู้สึกว่ามีกระแสไฟฟ้ากระตุ้นเหมือนเข็มเล็ก ๆ ทิ่มแทงเล็กน้อยเท่านั้น การประดิษฐ์เครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัลได้แนวคิดมาจากหลักการนี้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับตรวจการประเมินเท้าผู้ป่วยเบาหวานที่สามารถระบุค่าออกมาเป็นตัวเลขที่แตกต่างกัน เพื่อให้สามารถแยกแยะว่าแต่ละครั้งที่ประเมินระดับความเสื่อมของเส้นประสาทส่วนปลายของผู้ป่วยมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพียงใด ซึ่งเรียกเครื่องมือนี้ว่า “เครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล” หรือ DDFM (digital diabetic foot evaluated meter)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานด้วยเครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวาน

แบบดิจิทัล (DDFM) กับการตรวจด้วย monofilament ว่ามีความสัมพันธ์หรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาปรับใช้ในอนาคตต่อไป

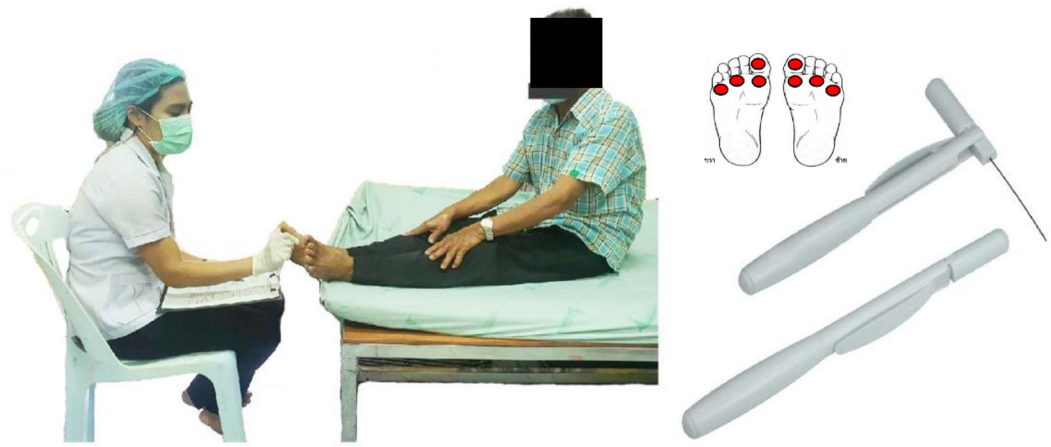
วิธีการศึกษา

เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้นวัตกรรมใหม่ที่ประดิษฐ์ขึ้นมาจากการประยุกต์เครื่องกระตุ้นเส้นประสาทส่วนปลายผ่านผิวหนัง (TENS) ซึ่งมีการใช้อยู่ทั่วไปในผู้ป่วยกายภาพบำบัดได้อย่างปลอดภัยมากระตุ้นบริเวณฝ่าเท้าของผู้ป่วยเบาหวาน โดยต่อเข้ากับเครื่องวัดความต่างศักย์แบบดิจิทัล ทำให้ทราบค่าความต่างศักย์ของเครื่อง TENS ที่ส่งไปกระตุ้นบริเวณฝ่าเท้าผู้ป่วยเบาหวานที่ต้องการวัด เมื่อผู้ตรวจปรับค่าความต่างศักย์เพิ่มขึ้น เครื่องก็จะส่งความต่างศักย์เพิ่มขึ้นจนกระทั่งผู้ป่วยเริ่มรู้สึกว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านมายังบริเวณฝ่าเท้า ถือว่าเป็นระดับความต่างศักย์ต่ำสุดที่ทำให้ผู้ป่วยเริ่มรับรู้ว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านฝ่าเท้า อ่านค่าความต่างศักย์ดังกล่าวเป็นผลการตรวจ ซึ่งในการวิจัยนี้จะเรียกเครื่องนี้ว่า “เครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล (digital diabetic foot sensation evaluated meter: DDFM)

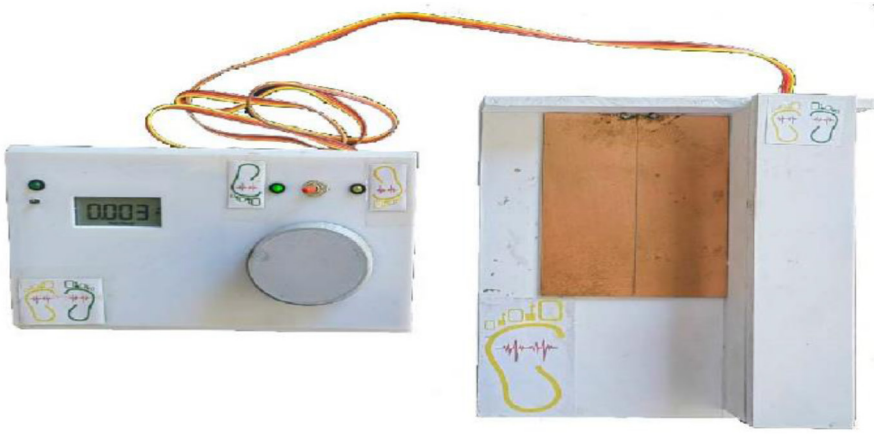
การตรวจเท้าผู้ป่วยด้วย monofilament ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำจากใยไนลอน ขนาด 10 กรัม โดยการนำไปกดบนฝ่าเท้าผู้ป่วยเบาหวานในบริเวณ 4 จุด โดยไม่ให้ผู้ป่วยมองเห็น (ภาพที่ 1) แล้วสอบถามว่าผู้ป่วยรับรู้ว่ามีการกดบนบริเวณดังกล่าวหรือไม่ แล้วแปลผลว่าผู้ป่วยมีการรับรู้สึกบริเวณเท้าผิดปกติหรือไม่ ร่วมกับการตรวจประเมินทางคลินิกอื่น ๆ ร่วมด้วยแล้วแบ่งระดับความเสี่ยงออกเป็น 3 ระดับ คือ ความเสี่ยงต่ำ ความเสี่ยงปานกลาง และความเสี่ยงสูง

การตรวจด้วยเครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล (DDFM) (ภาพที่ 2) มีวิธีการตรวจโดยให้ผู้ป่วยล้างเท้าทั้งสองด้วยน้ำเปล่า นาน 1 นาที เช็ดให้แห้ง แล้ววางเท้าแต่ละข้างบนแผ่นโลหะทองแดง ซึ่งมีขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว เต็มแผ่นฝ่าเท้า (ภาพที่ 3) ผู้ตรวจจะเริ่มปล่อยกระแสไฟฟ้าที่มีค่าความต่างศักย์ปรับค่าได้ตั้งแต่ 0.1 โวลต์ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และถามผู้ป่วยเป็นระยะ ๆ ว่ารู้สึกเหมือนมีกระแสไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าหรือไม่ เมื่อผู้ป่วยบอกว่ารู้สึกว่ามีความรู้สึกเหมือนมีกระแสไฟฟ้ามากระตุ้นบริเวณฝ่าเท้า ผู้ตรวจก็จะแจ้งให้ผู้ป่วยทราบถึงความรู้สึกนี้ว่าเป็นการรับรู้ว่ามีกระแสไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้า หลังจากนั้นผู้ตรวจก็จะปรับลดค่าความต่างศักย์ลงมาจนผู้ป่วยไม่รู้สึกว่ามีกระแสไฟฟ้ากระตุ้นบริเวณเท้า แล้วจะปรับค่าความต่างศักย์ขึ้นอีกครั้งโดยการปรับอย่างละเอียด และสอบถามว่าผู้ป่วยเริ่มรู้สึกว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านบริเวณฝ่าเท้าอีกเมื่อใด โดยบันทึก

ภาพที่ 1 การตรวจเท้าผู้ป่วยเบาหวานด้วย monofilament และตำแหน่งตรวจบนฝ่าเท้า



ภาพที่ 2 เครื่องตรวจการประเมินเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล (DDFM)



ภาพที่ 3 การตรวจเท้าด้วยเครื่องตรวจการประเมินเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล (DDFM)

ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุดที่ผู้ป่วยเริ่มรับรู้ว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านบริเวณฝ่าเท้าผู้ป่วย เป็นค่า DDFM มีหน่วยเป็นโวลต์ (V) ที่มีตัวเลขทศนิยม 2 ตำแหน่ง

เมื่อทราบระดับความเสี่ยงของผู้ป่วยจากการตรวจประเมินเท้าผู้ป่วยเบาหวาน และค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเมื่อเริ่มรับรู้ว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านมายังเท้าผู้ป่วยเบาหวาน จากเครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล นำมาวิเคราะห์ทางสถิติ

คัดเลือกผู้ป่วยโดยวิธีเฉพาะเจาะจง ในคลินิกตรวจเท้าประจำปีผู้ป่วยเบาหวาน จำนวน 178 ราย โดยมีเกณฑ์คัดเลือกผู้ป่วยดังนี้

ประชากรคือ ผู้ป่วยเบาหวานตั้งแต่ 25 ปีขึ้นไปที่ยินยอมร่วมมือในการศึกษา

เกณฑ์การคัดผู้ป่วย เข้าโครงการ (inclusion criteria)

- ผู้ป่วยอายุมากกว่า 25 ปีขึ้นไป
- ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป
- สามารถสื่อสารเข้าใจ และ ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
- ไม่มีบาดแผลบริเวณฝ่าเท้าที่เป็นอุปสรรคในการตรวจ

เกณฑ์การแยกผู้ป่วยออกจากโครงการ (exclusion criteria)

- ผู้ป่วยที่ไม่ยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย
- ผู้ป่วยเบาหวานที่มีโรคลมชัก หรือตั้งครรภ์
- ผู้ป่วยเบาหวานที่มีการใส่ pace maker ในร่างกาย
- ผู้ป่วยที่มีบาดแผลบริเวณฝ่าเท้า

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการตรวจตามวิธีเดิมโดยการตรวจเท้าผู้ป่วยเบาหวานด้วย monofilament ด้วยนักกายภาพบำบัด เพื่อประเมินความเสี่ยงของเท้าผู้ป่วยเบาหวานออกเป็น 3 ระดับคือ ระดับความเสี่ยงต่ำ ความเสี่ยงปานกลางและความเสี่ยงสูง

2. ตรวจผู้ป่วยรายเดียวกันด้วยเครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล โดยให้ผู้ป่วยวางเท้าแต่ละข้างบนแผ่นเพลตทองแดงที่ปล่อยกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์ระดับต่าง ๆ โดยปรับขึ้นอย่างช้า ๆ จนกระทั่งผู้ป่วยเริ่มรู้สึกว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้ามายังเท้าข้างนั้น ทำการอ่านค่าระดับความต่างศักย์ซึ่งเป็นค่าตัวเลขทศนิยม 2 ตำแหน่ง และทำเช่นเดียวกันกับเท้าอีกข้างหนึ่ง

3. นำข้อมูลผู้ป่วย ด้านเพศ อายุ ระดับความเสี่ยงจากการตรวจด้วย monofilament ระดับความต่างศักย์ต่ำสุดที่ผู้ป่วยเริ่มรู้สึกในแต่ละเท้า มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์

วิเคราะห์ข้อมูลและสถิติ ด้วยสถิติเชิงพรรณา ค่าเฉลี่ย พิสัย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา

มีผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจประเมิน ทั้ง 2 วิธี รวมทั้งสิ้น 178 ราย เพศชาย จำนวน 63 ราย (ร้อยละ 35.4) เพศหญิง จำนวน 115 ราย (ร้อยละ 64.6) อายุเฉลี่ย 63.8±10.4 ปี (25-86) มีผู้ป่วยเบาหวานที่มีความเสี่ยงเท้าเบาหวานระดับความเสี่ยงต่ำ 148 ราย ความเสี่ยงปานกลาง 19 ราย และความเสี่ยงสูง 11 ราย และผลการตรวจประเมินทั้งสองวิธีสรุปได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าผู้ป่วยเบาหวานที่ตรวจด้วย monofilament ระดับความเสี่ยงต่ำ มีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุด เท้าขวา เฉลี่ย 1.12±0.60 โวลต์ เท้าซ้าย เฉลี่ย 1.10±0.61 โวลต์

ผู้ป่วยเบาหวานที่ตรวจด้วย monofilament ระดับความเสี่ยงปานกลาง มีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุด เท้าขวา เฉลี่ย 1.30±0.62 โวลต์ เท้าซ้าย 1.32±0.65 โวลต์

ผู้ป่วยเบาหวานที่ตรวจด้วย monofilament ระดับความเสี่ยงสูง มีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุด เท้าขวา เฉลี่ย 1.57±0.73 โวลต์ เท้าซ้าย เฉลี่ย 1.75±0.67 โวลต์ จะพบว่าค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุดของเท้าแต่ละข้างใกล้เคียงกัน

เมื่อเปรียบเทียบผู้ป่วยเบาหวาน ระหว่างเพศชาย-หญิง ระดับความเสี่ยงจากการตรวจด้วย monofilament และค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุดที่เริ่มรู้สึกจากการตรวจด้วยเครื่อง DDFM แสดงดังตารางที่ 2 และภาพที่ 4

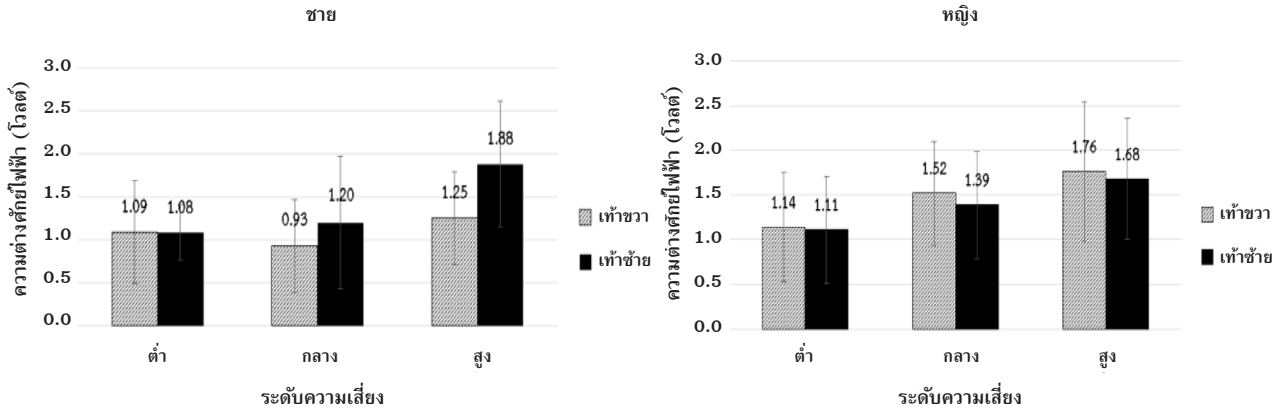
ตารางที่ 1 ระดับความเสี่ยงจากการตรวจด้วยเครื่อง DDFM เปรียบเทียบกับ monofilament

ระดับความเสี่ยง (monofilament)	เพศ		ค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	
	ชาย	หญิง	เท้าขวา	เท้าซ้าย
ต่ำ	52	96	1.12±0.60	1.10±0.61
ปานกลาง	7	12	1.30±0.62	1.32±0.65
สูง	4	7	1.57±0.73	1.75±0.67
รวม (178)	63	115	1.17±0.62	1.16±0.63

ตารางที่ 2 แสดงผลการตรวจด้วยเครื่อง DDFM แยกตามเพศ และระดับความเสี่ยง

เพศ	ระดับความเสี่ยง			ค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุด (โวลต์)	
	ระดับ	จำนวน	ร้อยละ	เท้าขวา	เท้าซ้าย
ชาย	ต่ำ	52	82.5	1.09±0.60 (0.33-2.65)	1.08±0.32 (0.25-2.98)
	ปานกลาง	7	11.1	0.93±0.54 (0.28-1.56)	1.20±0.77 (0.28-2.45)
	สูง	4	6.3	1.25±0.57 (0.55-1.93)	1.88±0.73 (1.00-2.49)
	รวม	63	100.0	1.08±0.58 (0.28-2.65)	1.15±0.66 (0.25-2.98)
หญิง	ต่ำ	96	83.5	1.14±0.61(0.15-2.84)	1.11±0.60 (0.22-2.64)
	ปานกลาง	12	10.4	1.52±0.58 (0.71-2.42)	1.39±0.60 (0.67-2.34)
	สูง	7	6.1	1.76±0.78 (0.29-2.58)	1.68±0.68 (0.30-2.32)
	รวม	115	100.0	1.22±0.64 (0.15-2.84)	1.18±0.62 (0.22-2.64)

ภาพที่ 4 ระดับความต่างศักย์ที่วัดได้จากเครื่อง DDFM แยกตามเพศ และระดับความเสี่ยง



ผู้ป่วยเบาหวานเพศชายมีระดับค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุด เท้าขวา 1.08±0.58 (0.28-2.65) โวลต์ และเท้าซ้าย 1.15±0.66 (0.25-2.98) โวลต์ แสดงว่าเท้าซ้ายมีค่าสูงกว่าเท้าขวา และผู้ป่วยเบาหวานที่มีความเสี่ยงจากการตรวจด้วย monofilament ระดับสูงกว่า มีระดับค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุดสูงกว่า ผู้ป่วยที่มีระดับความเสี่ยงต่ำกว่า (ตารางที่ 2)

ผู้ป่วยเบาหวานเพศหญิง มีระดับค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุด เท้าขวา 1.22±0.64 (0.15-2.84) โวลต์ และเท้าซ้าย 1.18±0.62 (0.22-2.64) โวลต์ แสดงว่าเท้าขวามีค่าสูงกว่าเท้าซ้าย และพบว่าระดับความเสี่ยงสูงขึ้นจะมีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำสุดสูงกว่าผู้ป่วยที่มีระดับความเสี่ยงต่ำกว่า เช่นกัน

วิจารณ์

จากการศึกษาพบว่า สามารถนำหลักการกระตุ้นเท้าผู้ป่วยเบาหวานด้วยกระแสไฟฟ้ามาใช้ในการประเมินเท้าผู้ป่วยเบาหวานแทนการตรวจด้วย monofilament ได้ เนื่องจากผู้ป่วยเบาหวานในการศึกษามีระดับความเสี่ยงแตกต่างกันของเส้นประสาทส่วนปลายเสื่อม มีค่าความต่างศักย์ต่ำสุดที่เริ่มรับรู้ว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านฝ่าเท้าแตกต่างกัน โดยผู้ป่วยที่มีระดับความเสี่ยงต่ำจะเริ่มรับรู้ว่ามี

กระแสไฟฟ้าระดับเฉลี่ย 1.12 โวลต์ในเท้าขวา และระดับ 1.10 โวลต์ในเท้าซ้าย ซึ่งแตกต่างกันไม่มากนัก ส่วนผู้ป่วยที่มีระดับความเสี่ยงปานกลาง จะเริ่มรับรู้ว่ามีกระแสไฟฟ้าระดับเฉลี่ย 1.30 โวลต์ในเท้าขวา และระดับ 1.32 โวลต์ในเท้าซ้าย ผู้ป่วยมีระดับความเสี่ยงสูงพบว่าระดับกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยจะสูงเท่ากับ 1.57 โวลต์ในเท้าขวา และระดับ 1.75 โวลต์ในเท้าซ้าย ซึ่งในกลุ่มนี้ค่อนข้างมีความแตกต่างระหว่างเท้าสองข้างชัดเจน อาจเป็นเพราะกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงจะมีพยาธิสภาพอื่น ๆ ของเท้าร่วมด้วย เช่นการลงน้ำหนักเท้าไม่เท่ากันทำให้ผิวหนังบริเวณฝ่าเท้ามีความหนาแตกต่างกันส่งผลต่อความต้านทานของผิวหนังเพิ่มขึ้นได้

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเราสามารถใช้การตรวจทางไฟฟ้าวินิจฉัยมาใช้ประเมินภาวะปลายประสาทเสื่อมได้คล้าย ๆ กับการตรวจ sural nerve และ sural amplitude ของกฤษณา พิรเวชและคณะ[7] ตลอดจนสอดคล้องกับการวิจัยของ Hussain G และคณะ[8] ที่อธิบายว่าผู้ป่วยเบาหวานที่ปลายประสาทเสื่อมมานานแล้วจะมีความเสื่อมของเส้นประสาทมากกว่า นั่นคือต้องใช้ความต่างศักย์จากการตรวจด้วย DDFM ที่สูงกว่าผู้ป่วยที่มีการเสื่อมของเส้นประสาทน้อยกว่าที่ชัดเจน เพียงแต่เป็นวิธีที่แตกต่างออกไป ผู้ป่วยต้องร่วมมือในการตรวจ ซึ่งเป็นวิธีประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบใหม่ที่สะดวกและง่ายกว่า ดังนั้นเมื่อเส้นประสาทส่วนปลายของผู้ป่วยเบาหวานเสื่อมมากขึ้น จะทำให้การรับความรู้สึกของเท้าผู้ป่วยแย่ลง การตรวจเท้าด้วยเครื่อง DDFM จะทำให้ทราบค่าระดับความต่างศักย์ที่แน่นอนในแต่ละครั้งที่ตรวจ ทำให้เราสามารถแยกระดับความแตกต่างของการเสื่อมของเส้นประสาทส่วนปลายในผู้ป่วยแต่ละคนได้ เนื่องจากยังไม่เคยมีวิธีการตรวจแบบนี้มาก่อน จึงไม่มีค่าปกติของคนปกติ แต่สามารถนำมาใช้ประเมินเป็นรายบุคคล เปรียบเทียบแต่ละครั้งที่มาตรวจว่ามีค่าระดับความต่างศักย์ต่ำสุดเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด ซึ่งเป็นค่าเฉพาะบุคคลนั้น ๆ จึงสามารถใช้เป็นแนวทางในการประเมินระดับการเสื่อมของเส้นประสาทส่วนปลายเท้าของผู้ป่วยเบาหวานเปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลาต่าง ๆ กัน เช่น เป็นการตรวจประเมินประจำทุกปี หรือใช้ในการประเมินผลการรักษา การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดที่ส่งผลต่อการเสื่อมของเส้นประสาทส่วนปลายเท้าว่ามีอัตราการเสื่อมลงรวดเร็วมากน้อยเพียงใด ซึ่งดีกว่าการประเมินแบบเดิมที่ใช้ monofilament ร่วมกับการตรวจพบทางคลินิกอื่น ๆ แล้วแปลผลเป็นความเสี่ยงระดับต่ำ ปานกลาง หรือสูง ซึ่งไม่ละเอียด ทำให้ไม่สามารถแยกความแตกต่างในผู้ป่วยระดับต่ำออกจากกันได้ การประเมินด้วยเครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัลนี้จะทำให้ผู้ป่วยทราบว่าแต่ละปีหรือแต่ละรอบของการตรวจเส้นประสาทส่วนปลายเท้ามีแนวโน้มจะเสื่อมลง หรือดีขึ้นมากน้อยเพียงใด

ข้อดีของการตรวจด้วยเครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล(DDFM)

- สามารถแยกระดับของการเสื่อมของเส้นประสาทส่วนปลายเท้าได้ละเอียดกว่าการประเมินเท้าเบาหวานแบบเดิม
- ผู้ป่วยจะเกิดความตระหนักในการดูแลเท้าเมื่อค่าการประเมินเท้าแย่ลงกว่าเดิมเป็นตัวเลขที่ชัดเจน ทำให้การควบคุมเบาหวานดีขึ้น
- ทำได้ง่ายด้วยเครื่องมือไม่ซับซ้อน ราคาไม่แพง สะดวก ไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ

ข้อด้อยของการตรวจด้วยเครื่องตรวจการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานแบบดิจิทัล (DDFM)

- ยังเป็นการตรวจที่ต้องใช้ความร่วมมือของผู้ป่วย เพราะผู้ป่วยอาจจะไม่เข้าใจการรับรู้ของความรู้สึกแบบใหม่ได้ และอาจจะแตกต่างกันในการตรวจแต่ละครั้งได้
- ผู้ป่วยบางรายอาจกลัว กังวล เนื่องจากเป็นการใช้กระแสไฟฟ้า
- ยังไม่มีการใช้อย่างแพร่หลาย อาจจะยังมีปัญหาด้านการยอมรับของแพทย์

ข้อเสนอแนะ

- การสร้างเครื่องตรวจจำนวนมากขึ้น และมีมาตรฐานเดียวกันเพื่อความเที่ยงตรงในการเปรียบเทียบ

- ควรนำไปประเมินเท้าผู้ป่วยเบาหวานอย่างแพร่หลายในวงกว้าง

- นำไปประยุกต์ใช้กับ intervention อื่น ๆ ในการดูแลเท้าผู้ป่วยเบาหวาน ว่าทำแล้วดีขึ้น หรือแย่ลงเพียงใด ในช่วงเวลาเท่าใด

- นำการประเมินด้วยเครื่อง DDFM นี้ไปปรับใช้ให้เป็นมาตรฐานของการประเมินความรู้สึกเท้าผู้ป่วยเบาหวานต่อไปในอนาคต แทนการตรวจด้วย monofilament

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ป่วยที่เข้าร่วมวิจัยทุกท่าน ขอขอบคุณนายภูวนันท์ สุวรรณไตรย์ นักกายภาพบำบัด โรงพยาบาลชานุมาน นางสาวนัดดา บุตตะนิตย์ ผู้ช่วยนักกายภาพบำบัด นายวัชรพล จำรัส นางสาวอารีรัตน์ ถาวงษ์กลาง นางสาวจิฬารัตน์ พิมพ์ทอง และนางสาวณัฐพัชร แสงทอง กลุ่มงานแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก โรงพยาบาลมหาชนะชัย ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. Diabetes Care 2004;27(5):1047-53.
2. Aekplakorn W, Stolk RP, Neal B, Suriyawongpaisal P, Chongsuvivatwong V, Cheepudomwit S, et al. The prevalence and management of diabetes in Thai adults: the international collaborative study of cardiovascular disease in Asia. Diabetes Care 2003;26(10):2758-63.
3. Kakrani AL, Ghkhale VS, Vohra KV, Chaudhary N. Clinical and nerve conduction study correlation in patients of diabetic neuropathy. J Assoc Physicians India 2014;62(1):24-7.
4. ศิริพร จันทร์ฉาย. การดูแลเท้าเบาหวาน: การป้องกันการถูกตัดขา. Chula Med J 2005;49(3):173-88.
5. Young MJ, Boulton AJ, MacLeod AF, Williams DR, Sonksen PH. A multicenter study of the prevalence of diabetic peripheral neuropathy in the United Kingdom hospital clinic population. Diabetologia 1993;36(2):150-4.
6. Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. Preventing foot ulcers in patients with diabetes. JAMA 2005;293:217-28
7. กฤษณา พิรเวชม, สมพงษ์ สุวรรณวลัยกรณ์, เอระวดี มิตรภักดี. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ผลการตรวจ Semmes-Weinstein monofilament กับการตรวจไฟฟ้าวินิจฉัย ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีอาการทางระบบประสาทส่วนปลาย. จุฬาลงกรณ์เวชการ 2545;46(4):305-14.
8. Hussain G, Rizvi SAA, Singhal S, Zubair M. Cross sectional study to evaluate the effect of duration of type 2 diabetes mellitus on the nerve conduction velocity in diabetic peripheral neuropathy. Diabetes Metab Syndr 2014;8(1):48-52.
9. คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. การกระตุ้นด้วยกระแสทีอีเอ็นเอส [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 30 ม.ค. 2566]. แหล่งข้อมูล: https://ams.kku.ac.th/aalearn/resource/edoc/es/11TENS.pdf

A Comparative Study on Diabetic Foot Sensation between Digital Diabetic Foot Sensation Evaluated Meter (DDFM) and Monofilament

Noppol Thadakul, MD.; Narong Phewphong, B.Sc.; Praewphan Kasean, B.Sc.

Mahachanachai Hospital, Yasothon Province, Thailand

Journal of Health Science of Thailand 2024;33(Suppl 2):S312-S321.

Corresponding author: Noppol Thadakul, Email: n.thadakul@gmail.com

Abstract: Peripheral neuropathy is a common complication in diabetic patients, causing injury ulcer that may spread to the patient may lose a finger or foot. Therefore, the patient's feet must be assessed annually with monofilament. But monofilament assessment cannot distinguish that is better or worse than before. Therefore this study aimed to invent an innovation "Digital Diabetic Foot Sensation Evaluated Meter (DDFM)" which could assess that pathology and compare the condition with the previous assessment. The innovation was developed based on the principle of muscle stimulation through the skin which transmitting an adjusted current until getting the electricity potential to stimulate the skin around the sole of the foot. The use of a potential less than 5 volts could not harm the patient. The study procedure was to assess the feet of diabetic patients who attend the diabetic foot clinic annually using monofilament, and classified the risk into 3 levels: low, moderate and high. The next step was to assess sensation with DDFM to measure the lowest electrical potential level that the patient's feet began to perceive in each foot as a digital number down to the millivolt. The resulting data were collected and compared. As for the results, there were altogether 178 diabetic patients recruited], 63 males (35.4%), 115 females (64.5%). Using monofilament test, the patients classified as low risk group had the lowest mean voltage of 1.12±0.60 volts for right foot, and 1.10±0.61 volts for the left, the moderate risk group had lowest average voltage of 1.30±0.62 volts for the right foot and 1.32±0.65 volts for the left one, and the high level of risk group had the lowest average voltage of 1.57±0.73 volts for the right foot and 1.75±0.67 volts for the left. It was observed that the mean minimum voltage for each foot were not much different. However, higher risk diabetes patients had higher electrical voltage perception than that of the lower risk ones. This study with a digital Diabetic Foot Sensation Evaluated Meter (DDFM) showed that this new method could differentiate patients at different risk levels more precisely. This makes it better to assess diabetic neuropathy pathological changes than the traditional monofilament examination.

Keywords: **diabetic foot examination; digital diabetic foot meter; monofilament**