

ผลของการกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าร่วมกับการฝึกการทรงตัวเพื่อเพิ่มความสามารถในการ
มั่นคงของการทรงท่าและการเดินในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม:
การศึกษานำร่อง

Effects of plantar electrical stimulation combined with balance training to improve postural
stability and gait in patients with diabetic peripheral neuropathy: A pilot study

กิติมา รงศ์สวัสดิ์*, ธัญพิชชา ภูศรี, อัจฉริยา รังสร้อย, จุฑามณี แสงจันทร์

Kitima Rongsawad*, Thanpidcha Poo Sri, Auschariya Rangsoy, Chuthamane Sangchan

คณะกายภาพบำบัดและเวชศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยรังสิต

Faculty of Physical Therapy and Sports Medicine, Rangsit University

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม พบว่ามีการลดลงของการรับรู้ความรู้สึกบริเวณฝ่าเท้า ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัวเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะเสี่ยงล้ม จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การฝึกการทรงตัวและการกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าในระดับความรู้สึก สามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการรักษาเพียงอย่างเดียว ยังไม่มีการศึกษาที่ดูผลร่วมของการรักษาทั้ง 2 อย่าง

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลของการกระตุ้นไฟฟ้าที่บริเวณฝ่าเท้าร่วมกับการฝึกการทรงตัวเป็นเวลา 4 สัปดาห์ต่อความมั่นคงในการทรงท่าและความสามารถในการเดินในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม

วิธีการวิจัย: ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมจำนวน 7 คน ได้รับการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าที่บริเวณฝ่าเท้าร่วมกับการฝึกการทรงตัวในท่ายืนเป็นระยะเวลา 3 ครั้ง/สัปดาห์ 4 สัปดาห์ติดต่อกัน โดยการประเมินการแกว่งของลำตัวของโดยใช้ Lord's sway meter ใน 4 เงื่อนไข (ลิ้มต่ายืนบนพื้นแข็ง หลังต่ายืนบนพื้นแข็ง ลิ้มต่ายืนบนพื้นนุ่ม และหลังต่ายืนบนพื้นนุ่ม) และประเมินความเร็วในการเดินด้วยแบบประเมิน 10 meter walk test ซึ่งทำการประเมินก่อนและหลังจากการฝึก

ผลการวิจัย: ผลการศึกษาพบว่าหลังจากการฝึก 4 สัปดาห์ติดต่อกันผลการแกว่งของลำตัวทั้ง 4 เงื่อนไข

และความเร็วในการเดินของผู้ป่วยดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับก่อนการฝึก

สรุปผล: ผลของการกระตุ้นไฟฟ้าที่บริเวณฝ่าเท้าร่วมกับการฝึกการทรงตัวเป็นเวลา 4 สัปดาห์ช่วยเพิ่มความมั่นคงในการทรงท่าและความสามารถในการเดินในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม

คำสำคัญ: ภาวะปลายประสาทเสื่อมในเบาหวาน การแกว่งของลำตัว ความเร็วในการเดิน

ABSTRACT

Background: Patients with type 2 diabetes mellitus with diabetic peripheral neuropathy (DPN) had reduced plantar sensation, which influenced the postural instability and was associated with the increased risk of falls. Previous studies found that balance training and plantar electrical stimulation can improve balance in a patient with DPN. However, the effects of combination training between plantar electrical stimulation and balance training remain unknown.

Objective: To determine the effects of 4 weeks of plantar electrical stimulation combined with standing balance training on postural stability and walking ability in patients with type 2 diabetes mellitus with DNP.

*Corresponding author: Kitima Rongsawad, Faculty of Physical Therapy and Sport Medicine, Rangsit University, Thailand.

E-mail: kitima.r@rsu.ac.th

Received: 13 May 2020; Revised: 29 Jun 2020; Accepted: 16 Jul 2020

Methods: Seven patients with type 2 diabetes mellitus with DPN were enrolled in this study. Each patient was received plantar electrical stimulation combined with standing balance training three times per week for four weeks. Postural sway by Lord's sway meter on four conditions (eyes opened and closed on a firm surface, eyes opened and closed on foam surface) and walking speed by 10-meter walk test (10MWT) were assessed at baseline and after training.

Results: After four weeks of training, there were significant ($p < 0.05$) improvements in postural sway and walking speed.

Conclusion: Findings from this study showed that four weeks of plantar electrical stimulation combined with standing balance training could improve postural stability and walking ability in patients with type 2 diabetes mellitus with DPN.

Keywords: Diabetic neuropathy, Postural sway, Gait speed

บทนำ

ในปัจจุบันโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Diabetes mellitus type 2) ซึ่งจัดเป็นหนึ่งในกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (noncommunicable diseases: NCDs) เป็นปัญหาที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อระบบสาธารณสุขของโลกและของประเทศไทย ซึ่งมีผลกระทบทางสังคมอันเนื่องมาจากอัตราการเสียชีวิต และคุณภาพของประชากรเพิ่มขึ้น และผลกระทบทางเศรษฐกิจที่เกิดจากภาวะค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลเพิ่มขึ้นตามมา จากข้อมูลสมาพันธ์เบาหวานนานาชาติ (International diabetes federation: IDF) ปีพ.ศ. 2560 พบว่าจำนวนผู้ป่วยเบาหวานทั่วโลกมีประมาณ 451 ล้านคน และสำหรับประเทศไทยมีผู้ป่วยจำนวน 4.2 ล้านคน และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทุกๆ ปี^{1,2}

ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานที่เกิดขึ้นได้บ่อยจากการที่มีน้ำตาลในเลือดสูงเป็นเวลานานๆ ส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนได้ทั้งหลอดเลือดขนาดใหญ่ และหลอดเลือดขนาดเล็ก³ โดยภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยคือการเสื่อมภาวะปลายประสาทเสื่อม (DNP) ซึ่งพบได้ประมาณ 16-66% ของผู้ป่วยเบาหวาน โดยมีความเสี่ยงของการเกิดโรคมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเป็นโรคเบาหวานนานขึ้น⁴ แม้ว่าภาวะนี้ไม่ทำให้เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิต แต่มีผลต่อการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน เนื่องจากการทำงานของเส้นประสาทส่วนปลายเสื่อมลง ส่งผลให้การรับรู้สัมผัสลดลง โดยเฉพาะบริเวณปลายมือ ปลายเท้า เกิดอาการชาลักษณะเหมือนคนใส่ถุงมือ ถุงเท้า (glove and stocking) นอกจากนี้การชาแล้วยังมีความสามารถในการรับรู้สัมผัสที่อ่อนแอ เช่น ลดลง การรับรู้การสั่น (vibration) การรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อ (proprioception) และการรับรู้แรงกด (pressure) ลดลง^{4,5} จึงเป็นอันตรายกับผู้ป่วยเบาหวานเพราะอาจทำให้เกิดแผลที่เท้าได้ นอกจากนี้ ผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม มีความไม่มั่นคงในการทรงท่า (postural instability) เนื่องจากภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นมีผลทำให้ระบบกายสัมผัส (somatosensory system) โดยเฉพาะการรับสัมผัสที่บริเวณฝ่าเท้าลดลง ซึ่งส่งผลทั้งในขณะยืนและเดิน มีความเสี่ยงต่อการล้มได้ง่าย⁶ จากหลักฐานงานวิจัยแบบการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic review)⁷ พบว่าการประเมินการทรงตัวที่นิยมใช้ในการประเมินผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มีหลากหลายการประเมินขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการประเมิน ซึ่งในการศึกษานี้สนใจศึกษาในเรื่องความมั่นคงในการทรงท่า (postural stability) โดยการประเมินจากค่าการแกว่งของลำตัว (postural sway) เพื่อดูการตอบสนองของการควบคุมการทรงท่าในขณะที่ร่างกายมีการถูกรบกวนข้อมูลจากระบบรับรู้สัมผัส โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงของการแกว่งของลำตัว โดยการใช้ Lord's sway meter ประเมินใน 4

เงื่อนไขคือ ลืมตา ยืนบนพื้นแข็ง หลังตา ยืนบนพื้นแข็ง ลืมตา ยืนบนพื้นนุ่ม และหลังตา ยืนบนพื้นนุ่ม จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเป็นวิธีที่ง่ายเหมาะกับการใช้ ในทางคลินิกเนื่องจากอุปกรณ์ไม่ยุ่งยาก พกพาได้ สะดวก ใช้งานง่ายและราคาไม่แพงและการทดสอบ postural sway ประเมินโดย Lord's sway meter มี รายงานความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก⁸ และใน การศึกษานี้ใช้การประเมินความเร็วในการเดินของผู้ป่วย เพื่อดูความสามารถในการทำวัตรประจำวัน⁹ เนื่องจากความเร็วในการเดินระยะทาง 10 เมตร มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการล้มและสะท้อน ความสามารถในการกิจวัตรประจำวันได้ดีกว่าทางเดิน ระยะสั้นๆ¹⁰

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าผลของการ ฝึกการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มการทรงตัวพบว่าสามารถ ช่วยเพิ่มความมั่นคงในการทรงตัวและการเดิน เพิ่มการ รับความรู้สึกที่ข้อต่อขณะเดินและยังช่วยควบคุมระดับ น้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ได้อีกด้วย¹¹ นอกจากนี้การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มการทรงตัวแล้วจาก การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการกระตุ้นไฟฟ้าโดยใช้เครื่อง เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าแบบพกพา (TENS) ทำการกระตุ้น บริเวณฝ่าเท้าในระดับความรู้สึก (sensory threshold) สามารถช่วยเพิ่มการรับความรู้สึก เพิ่มการกำซาบไปยัง ผิวหนังได้ (skin perfusion) โดยมีผลช่วยเพิ่มไหลเวียน เลือดบริเวณผิวหนังบริเวณฝ่าเท้าบริเวณที่ถูกกระตุ้น ด้วยไฟฟ้า และทำให้การรับความรู้สึกที่บริเวณฝ่าเท้าดี ขึ้น มีผลต่อการทำงานของระบบกายสัมผัสในการช่วย เพิ่มความสามารถในการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวานที่มี ภาวะปลายประสาทเสื่อมได้¹²⁻¹⁴ แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการรักษาเพียงอย่าง เดียวยังไม่มีการศึกษาที่ดูผลร่วมของการรักษาทั้ง 2 อย่าง คือการกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าร่วมกับการฝึก การทรงตัวในท่ายืนโดยท่าทางที่ใช้ในการฝึกการทรงตัว มีการเปลี่ยนแปลงขนาดฐานรองรับ และมีการลืมตา และหลังตาซึ่งน่าจะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการ

เพิ่มความสามารถในการทรงตัว ลดการแกว่งของลำตัว (postural sway) และลดความเสี่ยงต่อการล้มในผู้ป่วย เบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมได้ เพิ่มขึ้น ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ผลของการกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้า (plantar electrical stimulation) ร่วมกับการฝึกการทรงตัว (balance training) ต่อการแกว่งของลำตัว (postural sway) และความสามารถในการเดินในผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม โดยมีสมมติฐาน งานวิจัยว่าผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ภาวะปลาย ประสาทเสื่อมเมื่อได้รับการกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้า ร่วมกับการฝึกการทรงตัว เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์จะมึ การแกว่งของลำตัวลดลงและมีความเร็วในการเดิน เพิ่มขึ้น

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษานำร่องเชิงทดลอง (pilot experimental study) ซึ่งการศึกษานี้ได้ผ่านการ พิจารณารับรองจริยธรรมการวิจัยในคน จาก คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัย รังสิต (COA. No. RSUERB 2019-035) และผ่านการ พิจารณารับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์โรงพยาบาล นครนายก (รพ. นย. REC No12/2562)

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

อาสาสมัครเพศชายและหญิง ที่ได้รับการ วินิจฉัยจากแพทย์ ว่าเป็นผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มาแล้วอย่างน้อย 1 ปี มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไปที่สนใจ และยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย โดยมีเกณฑ์คัดเข้าคือ 1) เป็นผู้ที่ได้รับการรักษาด้วยการรับประทานยา 2) มีภาวะ ปลายประสาทเสื่อมโดยประเมินจากการรับความรู้สึกที่ ฝ่าเท้าด้วย 10 g Monofilament 4 จุด คือ นิ้วโป้ง (hallux) กระดูกโคนนิ้วเท้า (metatarsal heads) ที่ 1, 3, 5 ต้องมีตำแหน่งที่ไม่รู้สึกอย่างน้อย 1 จุด¹⁵ 3) เป็นผู้ที่ ไม่ได้ออกกำลังกายสม่ำเสมอโดยเฉพาะอย่างยิ่งการ ออกกำลังกายเพื่อการทรงตัวเป็นเวลาอย่างน้อย 6

เดือน 4) เดินเองได้อย่างอิสระโดยไม่ใช้เครื่องช่วยเดิน ระยะทางอย่างน้อย 10 เมตร 5) สามารถสื่อสารเข้าใจ และปฏิบัติตามคำสั่งได้ 6) การรับรู้ทั่วไปเป็นปกติ จากการประเมินด้วยแบบทดสอบสภาพสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย (Mini-Mental State Examination Thai Version 2002; MMSE-Thai 2002) โดยได้คะแนนมากกว่า 22 คะแนนขึ้นไป (จบการศึกษาสูงกว่าระดับประถม) ได้คะแนนมากกว่า 17 คะแนนขึ้นไป (จบการศึกษาระดับประถมศึกษา) หรือได้คะแนนมากกว่า 14 คะแนนขึ้นไป (อ่านและเขียนหนังสือไม่ออก)¹⁶

ส่วนเกณฑ์คัดออกคือ 1) มีปัญหาเกี่ยวกับโรคทางระบบประสาทเช่น โรคหลอดเลือดสมอง (stroke), โรคพาร์กินสัน (Parkinson's disease) 2) มีปัญหาทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อที่ส่งผลกระทบต่อทรงตัวเช่น ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม, มีกระดูกขาหัก ภายใน 1 ปีก่อนเข้าร่วมการศึกษา หรือมีแผลบริเวณฝ่าเท้า 3) มีปัญหาการได้ยินหรือการมองเห็นที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข 4) มีโรคประจำที่ไม่ได้ควบคุมหรือเป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมการวิจัย เช่นความดันโลหิตสูง หอบหืด โรคหลอดเลือดหัวใจ 5) มีปัญหาที่ระบบเวสติบูลาร์ (vestibular disorder) เช่น Benign paroxysmal positional vertigo (BPPV) ภาวะน้ำในหูไม่เท่ากัน (Meniere's disease)

ขั้นตอนการวิจัย

ผู้วิจัยประชาสัมพันธ์เชิญชวนอาสาสมัคร คัดกรองอาสาสมัครตามเกณฑ์คัดเข้าและคัดออกโดยอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการศึกษา ลงนามยินยอมเข้าร่วมการศึกษา และบันทึกข้อมูลทั่วไป หลังจากนั้นอาสาสมัครทุกคนจะได้รับการประเมินการแกว่งของลำตัว (postural sway) และการประเมินความเร็วในการเดิน (walking speed)

การประเมินการแกว่งของลำตัว (postural sway) ประเมินด้วย Lord's sway meter ใน 4 เงื่อนไข คือ ลืมตายืนบนพื้นแข็ง หลังตายนบนพื้นแข็ง ลืมตายืนบนพื้นนิ่ม และหลังตายนบนพื้นนิ่ม ในแต่ละเงื่อนไข

การทดสอบ ให้ผู้ถูกทดสอบยืนนิ่งๆ เป็นระยะเวลา 30 วินาที บันทึกค่าการแกว่งของลำตัวจากค่าสูงสุด ของการแกว่งทางระนาบหน้า-หลัง (anteroposterior: AP) และระนาบด้านข้าง (mediolateral: ML) นำค่าการแกว่งสูงสุด ของทั้ง 2 ระนาบมาคำนวณพื้นที่ของการแกว่ง (sway area) โดยใช้สูตร : Sway area (mm²) = AP (mm) x ML (mm)¹¹

การประเมินความเร็วในการเดิน (walking speed) โดยใช้การทดสอบการเดินระยะทาง 10 เมตร (10-meter walk test; 10MWT) โดยการทดสอบจะทำการเดินด้วยความเร็ว 2 แบบคือ เดินด้วยความเร็วปกติ (preferred speed) และ ความเร็วสูงสุด (maximum speed) ความเร็วละ 3 รอบ โดยแต่ละรอบกำหนดให้มีช่วงพัก 1 นาทีและพักระหว่างเปลี่ยนความเร็วที่ทดสอบ 5 นาที ทำการทดสอบโดยให้อาสาสมัครเดินเป็นระยะทาง 10 เมตร ผู้วิจัยจะทำการจับเวลาในช่วง 6 เมตร ตรงกลางของการเดิน และนำเวลาที่ได้มาหาค่าความเร็วการเดิน (m/s) และใช้ค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ผลต่อไป

อาสาสมัครได้รับการกระตุ้นไฟฟ้าที่บริเวณฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้างโดยใช้เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าแบบพกพา (TENS) โดยใช้แผ่นขั้วกระตุ้น 2 แผ่น ขนาด 4x4 เซนติเมตร ติดบริเวณฝ่าเท้าทั้งด้านหน้าเท้าและสันเท้า โดยตั้งค่าตัวแปรกระแสไฟฟ้านี้คือ ใช้รูปคลื่นแบบ biphasic pulse current ช่วงกระตุ้น 0.1 ms ความถี่ 100 Hz เปิดความแรงของกระแสในระดับความแรงของกระแสที่อาสาสมัครรู้สึกสั่นๆ ซาๆ (tingling sensation) มากเท่าที่อาสาสมัครทนได้โดยไม่มีอาการปวด (strong sensation) โดยทำการกระตุ้นร่วมกับการฝึกการทรงตัว ในท่ายืนจำนวน 6 ท่า ท่าละ 1 นาทีได้แก่ 1) ยืนตรงวางเท้าห่างเท่ากับความกว้างช่วงไหล่ล้มตา 2) ยืนตรงวางเท้าห่างเท่ากับความกว้างช่วงไหล่ล้มตา 3) ยืนเท้าชิดล้มตา 4) ยืนเท้าชิดล้มตา 5) ยืน semi-tandem เท้าซ้ายอยู่หน้า 6) ยืน semi-tandem เท้าขวาอยู่หน้า โดยมีช่วงพักระหว่างท่า 30 วินาที และทำซ้ำ 3 รอบในการฝึก

1 ครั้ง และมีช่วงพักระหว่างรอบ 5 นาที หรือจนอาสาสมัครไม่รู้สึกล้า อาสาสมัครจะได้รับโปรแกรมการฝึกสัปดาห์ละ 3 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 4 สัปดาห์ ขณะทำการฝึกผู้วิจัยคอยยืนอยู่ใกล้ ๆ เพื่อป้องกันความเสี่ยงจากการล้มจากการสูญเสียการทรงตัว

เมื่อครบตามระยะเวลาการฝึกที่กำหนด ผู้วิจัยทำการประเมินการแกว่งของลำตัว (postural sway) และความเร็วในการเดิน (walking speed) อีกครั้ง โดยทำการประเมินในวันถัดไปของการฝึกครั้งสุดท้าย จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษานี้ใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) ในการรายงานผลข้อมูลทั่วไปและทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk test พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวไม่ปกติ จึงใช้สถิติ Wilcoxon signed rank test เปรียบเทียบข้อมูลการ

แกว่งของลำตัว (postural sway) และ ความเร็วการเดิน (walking speed) ระหว่างก่อนและหลังการฝึก โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS สำหรับ Windows เวอร์ชัน 22 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ $p < 0.05$

ผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้า (plantar electrical stimulation) ร่วมกับการฝึกการทรงตัว (balance training) ต่อการแกว่งของลำตัว (postural sway) โดยมีอาสาสมัครคือผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมที่ยินยอมเข้าร่วมการศึกษาและมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออก จำนวน 7 คน โดยเป็นอาสาสมัครเพศชาย 4 คนและเพศหญิง 3 คน โดยลักษณะข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครแสดงในตารางที่ 1

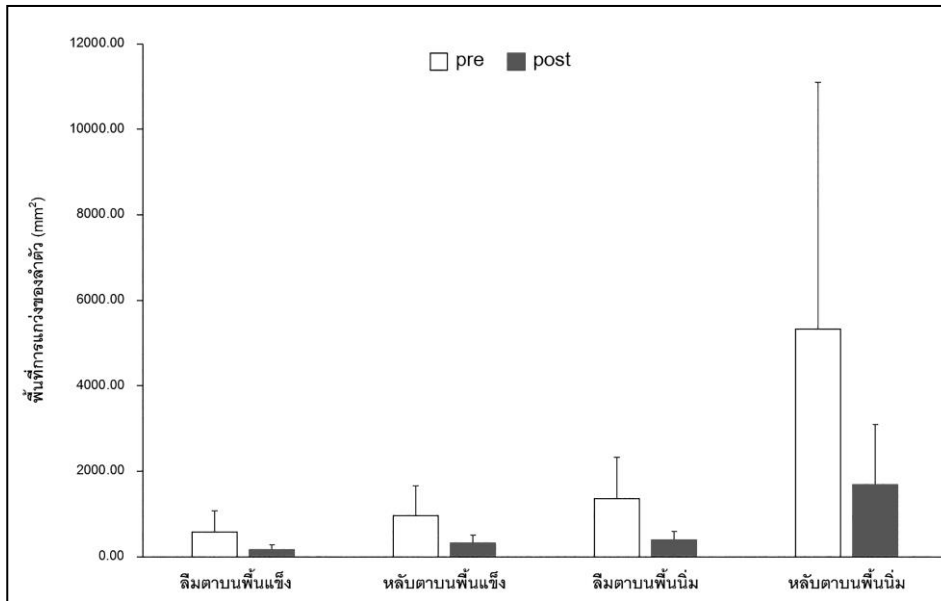
ตาราง 1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร (n=7)

| คุณลักษณะ | ค่าเฉลี่ย (Mean) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) |
|----------------------------------|------------------|-----------------------------|
| อายุ (ปี) | 60.71 | 9.74 |
| ดัชนีมวลกาย (kg/m ²) | 28.08 | 2.79 |
| จำนวนปีการศึกษา (ปี) | 11.86 | 4.88 |
| คะแนน MMSE-Thai 2002 (คะแนน) | 27.57 | 2.88 |
| ระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน (ปี) | 11.14 | 7.24 |

หมายเหตุ: MMSE-Thai 2002 = Mini-Mental State Examination Thai Version 2002

ผลการประเมินการแกว่งของลำตัว (postural sway) พบว่าหลังจากอาสาสมัครได้รับโปรแกรมการรักษาด้วยการกระตุ้นไฟฟ้าที่บริเวณฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้าง ร่วมกับการฝึกการทรงตัวในท่ายืนต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีค่าการแกว่งของลำตัว (postural

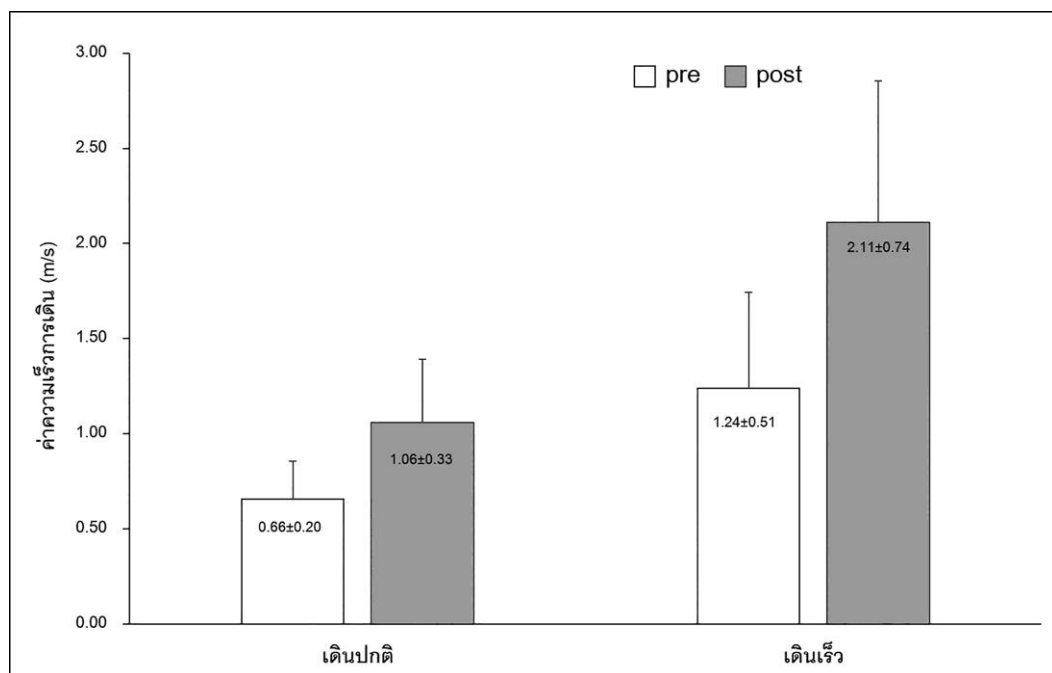
sway) ลดลงทั้ง 4 เจ็อนไซ และจากการวิเคราะห์ด้วยสถิติพบว่าค่าการแกว่งของลำตัวในทุกเจ็อนไซพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ค่าพื้นที่การแกว่งของลำตัว (n=7), Wilcoxon signed rank test, $p < 0.05$

ผลการทดสอบความเร็วในการเดิน (walking speed) พบว่าหลังอาสาสมัครได้รับโปรแกรมการรักษาด้วยการกระตุ้นไฟฟ้าที่บริเวณฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้างร่วมกับการฝึกการทรงตัวในท่ายืนต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยใช้การทดสอบ 10 meter walk test (10MWT) มีค่าความเร็วในการเดินเพิ่มขึ้นทั้ง 2 แบบ

คือ เดินด้วยความเร็วปกติ (preferred speed) และความเร็วสูงสุด (maximum speed) และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความเร็วของการเดินด้วยความเร็วทั้ง 2 แบบพบว่ามีค่าความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเร็วการเดิน (n=7), Wilcoxon signed rank test, $p < 0.05$

บทวิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าร่วมกับการฝึกการทรงตัวเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยทำการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 12 ครั้ง เพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม จากผลการศึกษา พบว่าอาสาสมัครสามารถเข้าร่วมโปรแกรมได้ตั้งแต่อายุ 80 ขึ้นไป (ช่วงพิสัยตั้งแต่ 10-12 ครั้ง) และระหว่างการศึกษาวิจัยไม่มีรายงานของอาการไม่พึงประสงค์หรือการบาดเจ็บเกิดขึ้น

ภายหลังสิ้นสุดโปรแกรมการกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าร่วมกับการฝึกการทรงตัว 4 สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม มีค่าการแกว่งของลำตัว (postural sway) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึกทั้ง 4 เงื่อนไข และมีความเร็วในการเดินทั้งความเร็วปกติและความเร็วสูงสุดดีขึ้น ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานงานวิจัย

จากผลการศึกษานี้พบว่าผลของการกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าในระดับที่ใช้ความแรงของกระแสแบบ strong sensation มีผลต่อการลดลงของการแกว่งของลำตัวและการเดินที่ดีขึ้นสอดคล้องกับการศึกษาของ Najafi และคณะ¹³ ที่ทำการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมอายุ 18 ปีขึ้นไป โดยใช้การกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าในระดับความรู้สึกสั้นๆ ซาๆ (strong sensation) ด้วยเครื่องกระตุ้นไฟฟ้าแบบพกพา (TENS) ที่ความเข้ม 30 mA ทำการกระตุ้นบริเวณฝ่าเท้าเป็นเวลา 60 นาที/วัน ทุกวัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัว และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Najafi และคณะ¹⁴ ที่พบว่าการกระตุ้นไฟฟ้าสามารถเพิ่มความมั่นคงในการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมที่มีอายุ 53-70 ปี โดยใช้ด้วยเครื่องกระตุ้นแบบ Footbath (WaveRxTM ความถี่ 120 Hz และเปิดความเข้มที่ผู้ป่วยรู้สึกซาๆสบายๆ สูงสุดได้ถึง 50 mA ทำการกระตุ้นขณะผู้ป่วยแช่เท้าในอ่างที่มีขั้วกระตุ้นและใช้น้ำ

เป็นสื่อในการกระตุ้น ครั้งละ 30 นาทีเป็นเวลา 5 ครั้งต่อสัปดาห์ นาน 6 สัปดาห์

จากผลการศึกษาที่ผ่านมา^{13,14} พบว่าผลของการกระตุ้นไฟฟ้าช่วยเพิ่มการไหลเวียนเลือดบริเวณผิวหนังที่ฝ่าเท้า (plantar skin perfusion) และน่าจะส่งผลทำให้การรับรู้ความรู้สึกที่บริเวณฝ่าเท้าดีขึ้น จากการฟื้นตัวจากความเสียหายของเส้นประสาทเนื่องจากหลอดเลือดขนาดเล็กในผู้ป่วยเบาหวานที่ถูกทำลายและเมื่อการไหลเวียนเลือดลดลงจึงทำให้เกิดภาวะ oxidation stress ทำให้เกิดปัจจัยที่ขัดขวางการส่งสัญญาณประสาทและส่งผลทำให้เกิดภาวะปลายประสาทเสื่อมได้ นอกจากนี้ ผลจากการศึกษา¹⁷ พบว่าการกระตุ้นไฟฟ้านอกจากช่วยเพิ่มการไหลเวียนเลือดบริเวณผิวหนังส่วนที่ทำการกระตุ้น (local cutaneous perfusion) แล้วยังส่งผลให้มีการเพิ่มของ vascular endothelial growth factor (VEGF) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของ VEGF เป็นการกระตุ้นการสร้างหลอดเลือดใหม่ (angiogenesis) ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมซึ่งทำให้การรับรู้ความรู้สึกที่บริเวณฝ่าเท้าดีขึ้น ส่งผลต่อการทำงานของระบบกายสัมผัส (somatosensory system) และมีผลต่อการทรงตัวที่ดีขึ้นในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม^{13,14}

นอกจากนี้ จากการศึกษาที่ผ่านมา¹⁸ พบว่าผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมมีภาวะเสี่ยงล้มมากกว่าคนที่มีความสุขภาพดี เนื่องจากหลายปัจจัย เช่น ความไม่แข็งแรงของกล้ามเนื้อขา การรับรู้ความรู้สึกบริเวณข้อต่อและฝ่าเท้าลดลง และจากผลของการศึกษานี้พบว่าการกระตุ้นไฟฟ้าร่วมกับการฝึกการทรงตัวสามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวและเพิ่มความเร็วการเดินภายหลังการฝึกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยพบการลดลงของพื้นที่ในการแกว่งของลำตัวในทุกเงื่อนไขที่ทดสอบและพบการเพิ่มขึ้นของความเร็วในการเดิน 60% และ 70% เมื่อทดสอบการเดินที่ความเร็วปกติและความเร็วสูงสุดตามลำดับ ซึ่งเป็นที่ทราบดีว่าความมั่นคงในการทรงตัวและความเร็ว

ในการเดินเป็นปัจจัยที่ช่วยลดความเสี่ยงในการล้มของผู้ป่วยกลุ่มนี้ได้ ซึ่งในการศึกษานี้ได้ออกแบบโปรแกรมฝึกการทรงตัวโดยมีการเปลี่ยนแปลงขนาดฐานรองรับและการฝึกพร้อมกับการลิ้มรสและหลับตา ซึ่งทำฝึกดังกล่าวน่าช่วยกระตุ้นการรับรู้ของตำแหน่งภายในข้อต่อ (joint proprioception) ให้มีความแม่นยำมากขึ้น และกระตุ้นการลงน้ำหนักบริเวณฝ่าเท้าในขณะการกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าร่วมกับการฝึกการทรงตัว ซึ่งในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมมีการทรงตัวที่ไม่มั่นคง (postural instability) ทั้งขณะยืนและเดินและเสี่ยงต่อการล้มได้ง่ายเนื่องจากการลดลงของข้อมูลจากระบบรับรู้สัมผัสระบบกายสัมผัส (somatosensory system)¹⁹ ดังนั้น ผลจากการกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าร่วมกับการฝึกการทรงตัวในการศึกษานี้จึงช่วยทำให้การทรงตัวของผู้ป่วยเบาหวานดีขึ้นทั้งในขณะยืนและเดิน

สรุปผลงานวิจัย

การกระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าร่วมกับการฝึกการทรงตัว 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มความมั่นคงในการทรงตัวในขณะยืนและเพิ่มความเร็วในการเดินทั้งความเร็วปกติและความเร็วสูงสุดได้ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม ผลการศึกษานี้พบว่ากระตุ้นไฟฟ้าบริเวณฝ่าเท้าร่วมกับการฝึกการทรงตัวอาจใช้เป็นแนวทางในการรักษาและฟื้นฟูเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัวและลดความเสี่ยงต่อการเกิดการล้มในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมได้อีกทางเลือกหนึ่ง อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นการศึกษานำร่อง จึงมีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีจำนวนน้อย และในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มการติดตามผลคงค้างของการฝึกรวมทั้งควรมีกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Cho NH, Shaw JE, Karuranga S, Huang Y, da Rocha Fernandes JD, Ohlrogge AW, et al. IDF Diabetes Atlas: Global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract.* 2018; 138: 271–81.
2. IDF. Retrieved February 25, 2019, Available from: <https://www.idf.org/our-network/regions-members/western-pacific/members/115-thailand.html>
3. American Diabetes Association. Complications | ADA [Internet]. [cited 2019 Feb 25]. Available from: <https://www.diabetes.org/diabetes/complications>
4. Ibrahim A. IDF Clinical Practice Recommendation on the Diabetic Foot: A guide for healthcare professionals. *Diabetes Res Clin Pract.* 2017; 127: 285–7.
5. Davies M, Brophy S, Williams R, Taylor A. The prevalence, severity, and impact of painful diabetic peripheral neuropathy in type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2006; 29(7): 1518–22.
6. Turcot K, Allet L, Golay A, Hoffmeyer P, Armand S. Investigation of standing balance in diabetic patients with and without peripheral neuropathy using accelerometers. *Clin Biomech.* 2009; 24(9): 716–21.
7. Dixon CJ, Knight T, Binns E, Ihaka B, O'brien D. Clinical measures of balance in people with type two diabetes: A systematic literature review. *Gait Posture.* 2017; 58: 325–32.
8. Sturnieks DL, Arnold R, Lord SR. Validity and reliability of the swaymeter device for measuring postural sway. *BMC Geriatr* [Internet]. 2011 Dec [cited 2019 Mar 15];

- 11(1). Available from: <http://bmcgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2318-11-63>
9. Graham JE, Ostir GV, Fisher SR, Ottenbacher KJ. Assessing walking speed in clinical research: a systematic review. *J Eval Clin Pract.* 2008; 14(4): 552–62.
10. Peters DM, Fritz SL, Krotish DE. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults. *J Geriatr Phys Ther.* 2013; 36(1): 24–30.
11. Ahmad I, Hussain E, Singla D, Verma S, Ali K. Balance Training in Diabetic Peripheral Neuropathy: A Narrative Review. *JSM Diabetol Manag.* 2017; 2(1): 1–9.
12. Iles KI, Anderson EJ, Cahill ML, Kearney JA, Post EC, Gilchrist LS. Balance interventions for diabetic peripheral neuropathy: a systematic review. *J Geriatr Phys Ther.* 2011; 34(3): 109–16.
13. Najafi B, Talal TK, Grewal GS, Menzies R, Armstrong DG, Lavery LA. Using Plantar Electrical Stimulation to Improve Postural Balance and Plantar Sensation Among Patients With Diabetic Peripheral Neuropathy: A Randomized Double Blinded Study. *J Diabetes Sci Technol.* 2017; 11(4): 693–701.
14. Najafi B, Crews RT, Wrobel JS. A Novel Plantar Stimulation Technology for Improving Protective Sensation and Postural Control in Patients with Diabetic Peripheral Neuropathy: A Double-Blinded, Randomized Study. *Gerontology.* 2013; 59(5): 473–80.
15. International Diabetes Federation, Sinclair A, Dunning T, Colagiuri S. Managing older people with type 2 diabetes: global guideline. [Internet]. [cited 2019 Oct 25]. Available from: <https://ifa.ngo/wp-content/uploads/2014/02/IDF-Guideline-for-Older-People.pdf>
16. Institute of Geriatric Medicine. Medical technology assessment: comparison of relationship between Mini-Mental State Examination Thai Version (MMSE-Thai) 2002 and Thai Mini-Mental State Examination (TMSE) for screening the elderly with dementia. Bangkok: CG tool Company Limited; 2008.
17. Thakral G, LaFontaine J, Najafi B, Talal TK, Kim P, Lavery LA. Electrical stimulation to accelerate wound healing. *Diabet Foot Ankle.* 2013; 4.
18. Pan X, Bai J. Balance training in the intervention of fall risk in elderly with diabetic peripheral neuropathy: A review. *Int J Nurs Sci.* 2014; 1(4):441–5.
19. Fortaleza AC de S, Chagas EF, Ferreira DMA, Mantovani AM, Barela JA, Chagas EFB, et al. Postural control and functional balance in individuals with diabetic peripheral neuropathy. *Rev Bras Cineantropometria Amp Desempenho Hum.* 2013; 15(3):305–14.