

การศึกษาเปรียบเทียบผลการรักษาระหว่างเครื่องเลเซอร์พลังงานต่ำกับเครื่องกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในกลุ่มปวดหลังส่วนล่างระยะเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลัน

Comparison of low-level laser therapy versus peripheral magnetic stimulation in the treatment of acute and subacute low back pain

สิริสา ตีระภากรณ์*, มีน พรหมมนตรี, ชาลิสา อภิชัยบุคคผล, พิมพพิมล กันปนาทแสนยาก

Sirusa Tirapakorn*, Mean Promontri, Chalisa Apichaibukkon, Pimpimol kampanartsanyakorn

แผนกกายภาพบำบัด สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ

Physical Therapy Department of Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: อาการปวดหลังส่วนล่างเป็นปัญหาที่มักพบในผู้ใหญ่ การรักษาด้วยเลเซอร์พลังงานต่ำมีหลักฐานที่ชัดเจนว่าสามารถลดอาการปวดในผู้ป่วยระยะเฉียบพลันได้ แต่ยังมีการศึกษาในเครื่องกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ยืนยันถึงการใช้เครื่องมือในผู้ป่วยระยะเฉียบพลันไม่มากนัก

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบระดับความเจ็บปวดของการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง และผลกระทบของอาการปวดหลังที่มีต่อชีวิตประจำวันก่อน หลังการรักษา และระหว่างกลุ่ม

วิธีการวิจัย: อาสาสมัครถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยเลเซอร์พลังงานต่ำ (15 คน) และกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยเครื่องกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (15 คน) และได้รับการประเมินระดับความปวดชนิดตัวเลข (Numerical rating scale: NRS) ของการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง และแบบสอบถาม Oswestry Disability Index (ODI) ก่อนการรักษา หลังการรักษา ครั้งที่ 5 และ 10 ทั้งสองกลุ่มได้รับการรักษาความถี่ 5 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และนำผลการประเมินมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ The Friedman test, Mann-Whitney U Test และ mixed-ANOVA test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัย: ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสองกลุ่มมีระดับความเจ็บปวดและคะแนนแบบสอบถาม ODI ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากได้รับการรักษา 10 ครั้ง และยังพบว่า

หลังการรักษาครั้งที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยเครื่องกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า มีระดับความเจ็บปวดขณะทำกิจกรรมที่กระตุ้นอาการปวดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และทั้งสองกลุ่มมีอาการเคลื่อนไหวหลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญบางทิศทาง อย่างไรก็ตาม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกผลลัพธ์เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

สรุปผล: การกระตุ้นด้วยเครื่องกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ช่วยลดอาการปวดในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังระยะเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลันได้มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับการใช้เลเซอร์พลังงานต่ำ ด้วยกลไกที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ เครื่องมือทั้งสองชนิดสามารถเพิ่มความสามารถในการทำกิจกรรมประจำวัน และการเคลื่อนไหวของหลังได้

คำสำคัญ: เลเซอร์พลังงานต่ำ เครื่องกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ปวดหลังส่วนล่างระยะเฉียบพลัน ปวดหลังส่วนล่างระยะกึ่งเฉียบพลัน

ABSTRACT

Background: Low back pain is a common problem in adults. Low-level laser therapy (LLLT) has evidence supporting its effectiveness in pain reduction in the acute treatment of patients. Only a few studies about peripheral magnetic stimulation (PMS) have confirmed its efficacy in acute patients.

*Corresponding author: Sirusa Tirapakorn. Physical Therapy Department of Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute Nonthaburi, Thailand. Email: kwangttt@hotmail.com

Objective: Compare the pain scale, range of motion of the lumbar spine, and the impact of back pain on daily living in acute and subacute patients before and after treatment, as well as between groups.

Methods: Volunteers were divided into two groups: the LLLT group (15 people) and the PMS group (15 people). The numeric rating scale, range of motion of the lumbar spine, and the Oswestry Disability Index (ODI) were evaluated before and after the 5th and 10th sessions. Treatment was provided five times per week for two weeks. Results were analyzed using the Friedman test, Mann-Whitney U test, and mixed ANOVA, with significance set at 0.05.

Results: Both groups showed significant reductions in pain scale and ODI after ten sessions. After the fifth treatment, the PMS group showed a significant reduction in aggravated pain. Additionally, both groups showed significant improvement in some directions. However, no significant differences were found between the two groups in any variables.

Conclusion: PMS and LLLT have comparable effects on pain reduction in patients with acute and subacute low back pain, using different mechanisms. Additionally, both therapies can enhance lumbar movement and daily living.

Keywords: Low-level laser therapy, Peripheral magnetic stimulation, Acute low back pain, Subacute low back pain

บทนำ

อาการปวดหลังส่วนล่างเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญในผู้ใหญ่¹ ร้อยละ 80 ของผู้ป่วยที่มีอาการปวด

หลังระยะเฉียบพลันจะมีความทุกข์ทรมานจากอาการปวดหลัง และมีจำนวนถึงร้อยละ 30 ที่ดำเนินต่อไปเป็นผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังเรื้อรัง เป้าหมายของการรักษา คือ ลดระดับความเจ็บปวดและความพิการที่อาจจะเกิดขึ้น²

ในช่วงแรกเมื่อร่างกายได้รับการบาดเจ็บจะมีการหลั่งสารสื่อประสาทและส่งไปที่ตัวรับสัญญาณความเจ็บปวด และส่งขึ้นไปที่สมองเพื่อรับรู้ถึงความเจ็บปวดที่เกิดขึ้น กรณีที่มีระดับความเจ็บปวดสูงๆ สมองจะมีระบบการส่งสัญญาณลงมายับยั้งความเจ็บปวดที่ส่งขึ้นไป จากนั้นสมองจะส่งรูปแบบการตอบสนองต่อความเจ็บปวดที่เกิดขึ้นลงมา³ แต่ถ้าอาการปวดเข้าสู่ระยะเรื้อรัง ส่วนปลายของระบบประสาทจะเกิดความไวต่อการเกิดการกระตุ้นมากขึ้น (peripheral sensitization) ช่วงการส่งสัญญาณจากไขสันหลังไปที่สมองจะมีความไวมากขึ้น (central sensitization) ขณะเดียวกันกระบวนการยับยั้งความเจ็บปวดที่สมองส่งลงมาก็มีประสิทธิภาพลดลง ทำให้สมองรับรู้ความเจ็บปวดได้ง่ายขึ้น⁴ นอกจากนี้ สมองด้านการรับรู้ความเจ็บปวดจะมีการเชื่อมโยงกับสมองในส่วนของการรับรู้และความคิด ส่งผลให้เกิดความเชื่อและความกลัวต่อสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการปวด⁵ และยังส่งผลต่อการเคลื่อนไหว เนื่องจากกล้ามเนื้อทำงานลดลงโดยเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อมัดลึกที่เกาะอยู่ตามแนวกระดูกสันหลัง ส่งผลให้เกิดแรงกระตุ้นที่โครงสร้างของกระดูกสันหลังส่วนล่างเพิ่มขึ้นเป็นเหตุให้เกิดการบาดเจ็บซ้ำเป็นวงจรอย่างต่อเนื่อง⁶

ตามรายงานข้อมูลการอัตราการเจ็บป่วยของประชากรไทยจากสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่าโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงร่าง โดยเฉพาะโรคปวดหลัง มีแนวโน้มการเพิ่มจำนวนของผู้ป่วยมากขึ้นทุกปี โดยในปี พ.ศ. 2558 มีอัตราผู้ป่วยเป็นโรคดังกล่าว จำนวน 371.76 คน ต่อประชากร 1,000 ราย⁷และจากการรายงานผลการดำเนินงานประจำปีงบประมาณ 2566 ของงานไฟฟ้าบำบัด แผนกกายภาพบำบัด สถาบันสิริน

ธเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ มีผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเข้ารับบริการ ร้อยละ 64.92 ของจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด เป็นผู้ป่วยระยะเฉียบพลัน ร้อยละ 22.59⁸ ซึ่งผู้ป่วยกลุ่มนี้มีความเสี่ยงที่จะดำเนินโรคจากระยะเฉียบพลันไปสู่ระยะเรื้อรังได้ หากไม่ได้รับการรักษาที่เหมาะสม และอาจส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยและเศรษฐกิจส่วนรวม⁹

แนวทางปฏิบัติทางคลินิกสำหรับการรักษาอาการปวดหลังส่วนล่างของวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกาได้ทำการเปรียบเทียบผลประโยชน์ของการรักษาที่ไม่ใช่ทางเภสัชวิทยาที่ใช้ในผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่างระยะเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลัน โดยเลเซอร์พลังงานต่ำมีหลักฐานสนับสนุนที่แสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของอาการ ช่วยลดความรุนแรงของอาการปวดและส่งผลให้การทำงานของหลังดีขึ้น^{10,11}

ปัจจุบันการรักษาทางกายภาพบำบัดด้วยเลเซอร์พลังงานต่ำ (Low-level laser therapy; LLLT) และการกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Peripheral magnetic stimulation; PMS) ถูกใช้งานกันอย่างแพร่หลาย^{12,13} จากการศึกษาของ Soriano และคณะ¹⁴ ได้ทำการศึกษาผลของการรักษาด้วย LLLT ในผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่างที่มีระยะเวลาการดำเนินโรคน้อยกว่า 3 สัปดาห์ จำนวน 71 คน พบว่า กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย LLLT มีระดับความเจ็บปวดลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p < 0.001$) ด้วยเหตุว่าเลเซอร์สามารถช่วยลดตัวบ่งชี้การอักเสบทางชีวเคมี ก่อให้เกิดผลต้านการอักเสบเฉพาะที่ในเซลล์และเนื้อเยื่ออ่อน ลดอาการปวดระยะเฉียบพลัน และช่วยเร่งกระบวนการซ่อมแซมเนื้อเยื่อ¹⁵ ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการรักษาผู้ป่วยระยะเฉียบพลัน

จากการศึกษาผลของ PMS พบว่ามีหลายการศึกษาที่ทำการศึกษาค้นคว้าของ PMS ในการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการปวดระยะเรื้อรัง โดยนักวิจัยพบความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ PMS กับการกระตุ้นการ

ยับยั้งภายในเปลือกสมองของคอร์เทกซ์ซึ่งการปฐมภูมิในช่วงสั้นๆ ซึ่งโดยปกติแล้วจะไม่เกิดขึ้นในผู้ป่วยที่มีอาการปวดเรื้อรัง นอกจากนี้ ยังพบว่า การใช้ PMS ร่วมกับการฝึกเพื่อฟื้นฟูการเคลื่อนไหวมีผลในเชิงบวกต่อความเจ็บปวด การทำงาน และการควบคุมการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังส่วนเอวและเชิงกราน^{16,17} แต่การศึกษาในผู้ป่วยที่มีอาการปวดระยะเฉียบพลันยังมีไม่มากนัก

จากการทบทวนการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มีการศึกษาผลของ PMS ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดจากกลุ่มโรคกระดูกและกล้ามเนื้อทั้งระยะเฉียบพลันและเรื้อรังจำนวน 40 คน ทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการรักษา พบว่า มีระดับความเจ็บปวดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทันทีหลังจากทำการรักษา¹⁸ และมีการศึกษาในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างระยะเฉียบพลัน จำนวน 26 คน โดยแบ่งกลุ่มผู้ป่วยออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มควบคุมได้รับการรักษาด้วยเครื่องมือทางกายภาพบำบัด (general physical therapy modality) ร่วมกับการรักษาด้วยเครื่อง PMS หลอก และกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการรักษาด้วยเครื่องมือทางกายภาพบำบัด (general physical therapy modality) ร่วมกับการรักษาด้วยเครื่อง PMS จริง พบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย PMS จริง มีระดับความเจ็บปวด คะแนนของแบบสอบถาม ODI และคะแนนแบบประเมินภาวะทุพพลภาพด้วย Roland - Morris disability questionnaire (RMDQ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากการรักษาครั้งที่ 10 ($p = 0.003$, $p < 0.001$ และ $p = 0.006$ ตามลำดับ)¹⁹

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นจะเห็นได้ว่าการให้การรักษาที่มีประสิทธิภาพกับผู้ป่วยที่มีอาการปวดระยะเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลันเป็นสิ่งสำคัญ ร่วมกับการศึกษาค้นคว้าของการกระตุ้นด้วย PMS ในผู้ป่วยระยะเฉียบพลันยังมีไม่มากนัก และยังไม่มีการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกับเครื่องมือที่เหมาะสมในการ

รักษาผู้ป่วยระยะเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงตัดสินใจทำงานวิจัยเพื่อการศึกษาเปรียบเทียบผลการรักษาระหว่าง LLLT กับ PMS ในกลุ่มผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่างระยะเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลัน

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบมีการสุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบ (Randomized Comparative Trial; RCT) แบบ simple randomization ทำการสุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ ดำเนินการเก็บข้อมูลที่แผนกกายภาพบำบัด สถาบันสิรินธรเพื่อฟื้นฟูฯ ในช่วงระหว่างเดือน ตุลาคม 2566 ถึงเดือน มกราคม 2567 คณะผู้วิจัยประชาสัมพันธ์งานวิจัยแก่ผู้เข้ารับบริการและบุคลากรภายในสถาบันผ่านโปสเตอร์ที่บอร์ดประชาสัมพันธ์ภายในสถาบันสิรินธรเพื่อฟื้นฟูฯ และทำการประชาสัมพันธ์แก่บุคคลภายนอกผ่านช่องทางออนไลน์ ได้แก่ เฟสบุ๊คส่วนตัวของผู้วิจัย (Facebook) และบัญชีไลน์ทางการ (Line official account) ของคลินิกไฟฟ้าบำบัด แผนกกายภาพบำบัด สถาบันสิรินธรเพื่อฟื้นฟูฯ

การศึกษานี้ดำเนินการโดยงานกายภาพบำบัด สถาบันสิรินธรเพื่อฟื้นฟูฯ ซึ่งผ่านการอนุมัติจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สถาบันสิรินธรเพื่อฟื้นฟูฯ เลขที่ 66007 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ ผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง ทั้งเพศชายและหญิง

มีเกณฑ์คัดเข้า ดังนี้ 1. มีระดับความเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่างระดับน้อยถึงปานกลาง โดยมีคะแนนระดับความเจ็บปวดชนิดตัวเลข $< 7/10^{20}$ และมีอาการปวดอยู่บริเวณหลังส่วนล่าง อาจมีอาการร้าวหรือไม่ร้าวก็ได้ แต่หากมีอาการร้าวต้องไม่ลงไปที่ต่ำกว่าระดับก้นย้อย²¹ 2. ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่า lumbar sprain หรือ muscle strain 3. อายุระหว่าง 21 - 60 ปี²² 4. ระยะเวลาการเกิดอาการนับตั้งแต่วันที่เริ่มมีอาการจนถึงวันที่เข้ารับการตรวจประเมินโดยแพทย์อยู่ในระยะเฉียบพลัน คือ มีอาการปวดหลังคงอยู่น้อยกว่า

4 สัปดาห์ หรือ ระยะกึ่งเฉียบพลัน คือ มีอาการปวดหลังคงอยู่ระหว่าง 4 สัปดาห์ ถึง 3 เดือน²¹

ส่วนเกณฑ์การคัดออก ได้แก่ 1. มีระดับความเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่างระดับรุนแรง โดยมีคะแนนระดับความเจ็บปวดชนิดตัวเลข $\geq 7/10^{20}$ และมีอาการปวดร้าวลงขาต่ำกว่าระดับก้นย้อย²¹ 2. เคยได้รับการผ่าตัดใส่โลหะ หรือผ่าตัดอย่างอื่น บริเวณหลังส่วนล่างหรือขาทั้งสองข้าง 3. มีอาการอักเสบติดเชื้อในข้อต่อระยะเฉียบพลัน 4. มีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างกระดูกสันหลัง เช่น กระดูกสันหลังหักหรือเคลื่อน เป็นต้น 5. มีประวัติมะเร็งหรือเนื้องอก 6. มีอาการที่เข้าข่ายสัญญาณอันตราย (red flag sign)²¹ 7. รับประทานยาแก้อักเสบ แก้ปวด หรือคลายกล้ามเนื้อ ภายใน 48 ชม. ก่อนเข้ารับการรักษา 8. รับการรักษาทางกายภาพบำบัดด้วยโปรแกรมอื่นๆ (นอกจากการประคบร้อนหรือเย็น การยืดกล้ามเนื้อ และการออกกำลังกายนอกเหนือจากการที่กำหนดให้) การรักษาทางแพทย์แผนไทย แพทย์แผนจีน หรือการรักษาอื่นๆ ที่ส่งผลต่ออาการปวดหลังส่วนล่าง ภายใน 48 ชม. ก่อนเข้ารับการรักษา 9. ขาดการรักษามากกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์ (ต้องเข้ารับการรักษาวันละครั้ง อย่างน้อย 4 ครั้ง/สัปดาห์) หรือไม่ครบจำนวน 8 ครั้ง

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์อำนาจการทดสอบ (power analysis) ใช้ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มในตัวชี้วัดด้านการฟื้นฟูการทำงานโดยใช้แบบสอบถาม ODI¹⁹ กำหนดการทดสอบสมมติฐานเป็นสองทาง ขนาดอิทธิพลเท่ากับ 1.58 ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05 และอำนาจทดสอบเท่ากับ 0.95 ทำการคำนวณด้วยโปรแกรม G*Power 3.1.9.7 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน และเพิ่มจำนวนอีกร้อยละ 20 จึงได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ 30 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย LLLT และกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย PMS กลุ่มละ 15 คน

ขั้นตอนการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่สนใจเข้าร่วมงานวิจัยด้วยความสมัครใจโดยไม่จำกัดสิทธิการรักษา เมื่อมีอาสาสมัครสนใจเข้าร่วมงานวิจัย ผู้วิจัยคนที่ 1 (ชื่อย่อ พ.) จะอธิบายวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการต่างๆ ของการเก็บข้อมูล ข้อห้าม ข้อควรปฏิบัติขณะเข้าร่วมงานวิจัย ประโยชน์ต่างๆ และผลที่อาจเกิดขึ้นให้แก่อาสาสมัครรับทราบ และคัดกรองตามเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมงานวิจัย หากผ่านเกณฑ์การคัดเลือกและยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยโดยสมัครใจ จะทำการลงนามในเอกสารยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือการถอนตัวได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และผู้วิจัยคนที่ 1 จะทำการนัดหมายอาสาสมัครเพื่อเข้ารับการตรวจประเมินจากแพทย์ที่ปรึกษาโครงการ

เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการตรวจประเมินจากแพทย์ที่ปรึกษาโครงการเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยคนที่ 1 ซึ่งไม่ทราบผลการสุ่ม และไม่เกี่ยวข้องกับการประเมินและการให้การรักษา จะทำการเปิดซองผลการสุ่มแบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัย โดยผู้วิจัยคนที่ 2 (ชื่อย่อ ส.) ทำการสุ่มด้วยคอมพิวเตอร์จากโปรแกรม Microsoft Excel และนำผลการสุ่มที่ได้ใส่ไว้ภายในซองจดหมาย ซึ่งเรียงลำดับจากลำดับที่ 1 ถึง 30 ตามลำดับการเข้ารับการตรวจประเมินโดยแพทย์ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 15 คน กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย LLLT และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย PMS โดยผู้วิจัยคนที่ 1 เป็นผู้เปิดซองต่อหน้าผู้เข้าร่วมวิจัยหลังจากแพทย์ตรวจประเมินเสร็จสิ้น เพื่อแจ้งการรักษาที่ได้รับและนัดหมายผู้เข้าร่วมวิจัยเพื่อเข้ารับการประเมินและการรักษาครั้งแรก

ผู้เข้าร่วมวิจัยเข้ารับการประเมินระดับความเจ็บปวดชนิดตัวเลข 2 คุณลักษณะ ได้แก่ 1. ระดับความเจ็บปวดชนิดตัวเลขทั้งขณะที่ทำกิจกรรมที่กระตุ้นอาการปวด (aggravated pain) และ 2. ระดับความเจ็บปวดชนิดตัวเลขโดยรวม ณ วันที่รับการประเมิน (pain

today) ตอบแบบสอบถาม ODI ฉบับภาษาไทย และประเมินองศาการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่าง ก่อนรับการรักษา โดยผู้วิจัยคนที่ 2 ซึ่งไม่ทราบผลการสุ่มและไม่เกี่ยวข้องกับการรักษา และผู้เข้าร่วมวิจัยเข้ารับการประเมินอีกครั้ง หลังเสร็จสิ้นการรักษาครั้งที่ 5 และ 10

เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยผ่านการประเมินก่อนรับการรักษาเรียบร้อยแล้ว จะเข้ารับการรักษาตามกลุ่มที่ถูกสุ่มได้ ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย LLLT เป็นเลเซอร์ระดับ 3B ความยาวคลื่น 830 นาโนเมตร กำลัง 800 มิลลิวัตต์ กำหนดโปรแกรมการรักษาโดยเทียบเคียงจากการศึกษาของ Soriano และคณะ¹⁴ เป็นการรักษาด้วยโหมดลดปวด คลื่นออกเป็นช่วง (pulse mode) ความถี่ 10 เฮิร์ตซ์ ปริมาณพลังงาน 4.00 จูล/ตารางเซนติเมตร หัวเลเซอร์แบบหลายจุด (cluster probe) ให้แสงเลเซอร์จำนวน 4 รู ครอบคลุมพื้นที่รักษา 25 ตารางเซนติเมตร/จุดการรักษา ใช้ระยะเวลา 2.36 นาที/จุดการรักษา ทำการรักษาโดยผู้เข้าร่วมวิจัยนอนคว่ำ เปิดผิวหนังบริเวณหลังส่วนล่าง ผู้ให้การรักษาคือ ผู้วิจัยคนที่ 3 (ชื่อย่อ ม.) ทำการถือหัวเลเซอร์จ่อตำแหน่งตรงจุดกดเจ็บบนกล้ามเนื้อบริเวณหลังส่วนล่าง ห่างจากผิวหนังไม่เกิน 1 เซนติเมตร เพื่อไม่ให้เกิดแรงกดบนผิวหนัง
- กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย PMS มีลักษณะหัวส่งแบบวงกลม (circular coil) ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสูงสุด 2.5 เทสลา ช่วงความถี่สูงสุด 150 เฮิร์ตซ์ และความเข้มสัมพัทธ์ที่ปรับได้สูงสุด เท่ากับ 100% กำหนดโปรแกรมการรักษาโดยเทียบเคียงจากการศึกษาของ Zarkovic และ Kazalakova¹⁸ เป็นการรักษาด้วยโหมดลดปวดระยะเฉียบพลัน มีช่วงความถี่สูง (ค่าความถี่ f1 เท่ากับ 85 เฮิร์ตซ์ และความถี่ f2 เท่ากับ 60 เฮิร์ตซ์) และมีคาบ เท่ากับ 2 วินาที ใช้ระยะเวลา 9 นาที/จุดการรักษา ทำการรักษาโดยผู้เข้าร่วมวิจัยนอนคว่ำ ไม่ต้องเปิดผิวหนังบริเวณหลังส่วนล่าง ผู้ให้การ

รักษา คือ ผู้วิจัยคนที่ 4 (ชื่อย่อ ช.) ทำการวางหัวของเครื่องลงตรงจุดกดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง โดยสัมผัสแนบชิดผิวหนัง แต่ไม่ให้แรงกดและจ้องค้างไว้ และทำการเปิดระดับความเข้มเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่ผู้เข้าร่วมวิจัยรู้สึกสบาย แต่อยู่ในระดับ $15(\pm 5)\%$

จุดที่ทำการรักษาแพทย์ผู้ตรวจเป็นผู้กำหนดกล้ามเนื้อมัดที่ต้องการให้รักษา (หากมีอาการปวดหลังข้างใดข้างหนึ่ง จะให้การรักษา 1 จุดการรักษา และหากมีอาการปวดหลัง 2 ข้าง จะให้การรักษา 2 จุดการรักษา) และผู้วิจัยที่ให้การรักษาจะกดหาตำแหน่งที่มีอาการปวดมากที่สุดในกลุ่มเนื้อมัดที่แพทย์สั่งอีกครั้งก่อนให้การรักษาครั้งแรก และทำการบันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย และให้การรักษาที่ตำแหน่งเดิมจนครบ 10 ครั้ง ด้วยความถี่ 5 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยคนที่ 3 และ 4 เคยผ่านการอบรมการใช้งานและมีประสบการณ์การใช้งานเครื่องมือทั้งสองมากกว่า 5 ปี และในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยแต่ละคนให้การรักษาคนละเครื่องมือไม่มีความเกี่ยวข้องกัน และไม่ทราบถึงผลการประเมิน

โดยก่อนเข้ารับการรักษาทุกครั้ง ผู้วิจัยคนที่ 3 และ 4 ได้สอบถามผู้เข้าร่วมวิจัยถึงอาการปวด ประเมินระดับความเจ็บปวด NRS และสอบถามเกี่ยวกับการรับประทานยาแก้ปวด แก้อักเสบ หรือคลายกล้ามเนื้อ และการเข้ารับการรักษาดังกล่าววิธีอื่น ๆ นอกจากการประคบร้อน เย็น และการออกกำลังกายในท่าที่กำหนดให้ หากพบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยรับประทานยาแก้ปวด แก้อักเสบ หรือคลายกล้ามเนื้อ หรือเข้ารับการรักษาดังกล่าว จะถูกคัดออกจากการวิจัยทันที และหลังจากได้รับการรักษาทุกครั้งผู้วิจัยคนที่ 3 และ 4 จะสอบถามผู้เข้าร่วมวิจัยถึงอาการและความผิดปกติต่างๆ และทำการบันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย

หลังการรักษาครั้งที่ 1 เสร็จสิ้น ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับการสอนท่ายืดกล้ามเนื้อ จำนวน 2 ท่า ได้แก่ ท่ายืดกล้ามเนื้อหลังในท่านอนหงาย กอดเข่าชิดอก (knee to chest) และยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

ในท่านั่งเหยียดเข่าตรง และก้มตัวแตะปลายเท้า (Hamstring static stretch) และท่าออกกำลังกายจำนวน 3 ท่า ได้แก่ ท่าออกกำลังกายกล้ามเนื้อหลังในท่านอนคว่ำ ยกแขน และขาเหยียดขึ้นจากพื้น (lying superman) ท่าออกกำลังกายกล้ามเนื้อสะโพกในท่านอนหงาย ยกกัน (bridging) และท่าออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในท่านอนหงาย แอ้มท้อง กดหลังติดเตียง (Transverse abdominis activation) และได้รับคำแนะนำในการดูแลตนเองที่บ้าน เรื่องการประคบร้อนและเย็น โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับแบบบันทึกการประคบร้อนเย็นและการออกกำลังกาย เพื่อทำการบันทึกจำนวนครั้ง และรายละเอียดการดูแลตนเองต่างๆ ที่บ้านขณะอยู่ในช่วงการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องเลเซอร์พลังงานต่ำ ยี่ห้อ BTL Aesthetics รุ่น BTL-4000 PREMIUM ผลิตในปี 2021 ที่ประเทศสหราชอาณาจักรอังกฤษ มีไดโอดเลเซอร์ (Gallium-Aluminum-Arsenide; GaAlAs) เป็นแหล่งกำเนิดแสง กำลัง 800 มิลลิวัตต์ $\pm 20\%$ (4×50 มิลลิวัตต์) มีลักษณะหัวเลเซอร์แบบหลายจุด มีรูเลเซอร์ 4 รู แต่ละรูมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 มิลลิเมตร มีการสอบเทียบเครื่องมือวัดทุก 1 ปี ครั้งล่าสุดเมื่อ 30 ตุลาคม 2566

2. เครื่องกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ยี่ห้อ BTL Aesthetics รุ่น BTL-6000 ผลิตในปี 2018 ผลิตที่ประเทศสหราชอาณาจักรอังกฤษ ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสูงสุด 2.5 เทสลา ช่วงความถี่สูงสุด 150 เฮิรตซ์ และความเข้มสัมพัทธ์ที่ปรับได้สูงสุด เท่ากับ 100% มีลักษณะหัวส่งแบบวงกลม (circular coil) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร มีการสอบเทียบเครื่องมือวัดทุก 1 ปี ครั้งล่าสุดเมื่อ 30 ตุลาคม 2566

3. แบบประเมิน NRS ประเมินจากมาตรวัดความปวดแบบตัวเลข 11 ช่อง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน เท่ากับ 0.61 (0.30, 0.77)²³ วิธีการ

ประเมิน คือ ให้ผู้ถูกประเมินเลือกตัวเลขที่ตรงกับความรู้สึกที่เกิดจากอาการปวดหลังส่วนล่างในวันที่ถูกประเมินมากที่สุด โดยมีคะแนน 0-10 คะแนน ซึ่งคะแนน 0 หมายถึงไม่มีอาการปวดเลย และคะแนน 10 หมายถึงปวดมากที่สุด แบบประเมินนี้มีค่าความแตกต่างที่น้อยที่สุดที่สำคัญทางคลินิก (minimum clinically important difference; MCID) เท่ากับ 2.2 คะแนน²³

4. แบบสอบถาม ODI เป็นแบบสอบถามที่วัดความเที่ยงตรงในการวัดระดับความพิการในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง²⁴ ซึ่งถูกนำมาแปลเป็นฉบับภาษาไทยแปลโดย Sakulsriprasert และคณะ²⁵ ซึ่งผู้แปลได้เผยแพร่สู่สาธารณะ ค่าความเชื่อถือได้ของการวัดซ้ำ มีค่าระหว่าง 0.85-0.99 และค่าความเชื่อถือได้ของคะแนนรวมเท่ากับ 0.92²⁵ และค่าที่น้อยที่สุดของการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้เกิดจากข้อผิดพลาดในการวัด (minimal detectable change; MDC) เท่ากับ 10 คะแนน²⁶ แบบสอบถามประกอบด้วย ข้อคำถาม 10 ข้อ โดยให้ผู้ถูกประเมินทำเครื่องหมายหน้าข้อความที่คิดว่าใกล้เคียงกับระดับความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่ของตนเองมากที่สุด และใช้เวลาตอบไม่เกิน 5 นาที แต่ละข้อมีรายละเอียดอธิบายถึงผลกระทบของอาการปวดหลังที่มีต่อชีวิตประจำวัน

5. การประเมินองศาการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่าง โดยใช้ไม้วัดองศาการเคลื่อนไหว (universal goniometer) วิธีการวัดอ้างอิงจาก Norkin และ White มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.76 และค่าความตรง เท่ากับ 0.76-0.91²⁷ โดยผู้วิจัยคนที่ 2 เป็นผู้วัด และได้ทำการวัดความเที่ยงตรงของตัวผู้วัด มีค่าเท่ากับ 0.98 (95% CI: 0.894 – 0.997) ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการประเมินองศาการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่างในท่ายืน โดยเรียงลำดับทิศทางการเคลื่อนไหว ดังนี้ ทิศทางก้มหลัง (lumbar flexion) แอนหลัง (lumbar extension) เอียงตัวไปทางขวา (lumbar lateral flexion to Rt.) เอียงตัวไปทางซ้าย (lumbar lateral flexion to Lt.) หมุนตัวไป

ทางขวา (thoracolumbar rotation to Rt.) และซ้าย (thoracolumbar rotation to Lt.) ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS 26.0) เริ่มจากการทดสอบการกระจายของข้อมูลโดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk พบว่าคุณสมบัติทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยและเปรียบเทียบผลก่อนการรักษาระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ Independent T-test สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และระยะเวลานับตั้งแต่เริ่มมีอาการ) และใช้สถิติ Chi square test สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (เพศ ระยะของอาการปวด อาชีพ ชนิดของสาเหตุอาการปวดหลังจากการวินิจฉัยของแพทย์ และจำนวนจุดการรักษา)

การวิเคราะห์ผลการศึกษ พบว่า มีการกระจายตัวของข้อมูลปกติทุกตัวแปร ยกเว้น ระดับความเจ็บปวดชนิดตัวเลข aggravated pain และ pain today ที่มีการกระจายตัวของข้อมูลแบบไม่ปกติ ด้วยเหตุนี้ ตัวแปรของ 2 ข้อมูลนี้ จึงถูกวิเคราะห์เปรียบเทียบความต่างภายในกลุ่ม (within – group effects) โดยใช้สถิติ The Friedman test และ Bonferroni post hoc test ที่ครั้งที่ 5 และ 10 และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลต่างระหว่างกลุ่ม (between group effects) โดยใช้สถิติ The Mann-Whitney U Test ที่ครั้งที่ 5 และ 10 ตัวแปรอื่นๆ คะแนนแบบสอบถาม ODI และองศาการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่าง มีการกระจายตัวของข้อมูลปกติ จึงถูกวิเคราะห์เปรียบเทียบความต่างภายในกลุ่ม (within – group effects) ระหว่างกลุ่ม (between group effects) และอิทธิพลร่วม (interaction effects) โดยใช้สถิติ Mixed-ANOVA และ Bonferroni post hoc test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

Effect size ของ aggravated pain และ pain today คำนวณโดยค่า r ด้วยสูตร $r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$ การแปลผล ถ้า r มีค่าเท่ากับ 0.1 หมายถึง small effect, 0.3

หมายถึง medium effect และ 0.5 หมายถึง large effect²⁸

Effect size ของค่า ขึ้นๆ คำนวณโดยค่า Cohen's d_z ด้วยสูตร
$$Cohen's d_z = \frac{M_{diff}}{\sqrt{\frac{S(X_{diff} - M_{diff})^2}{N-1}}}$$
 การแปลผล ถ้า d มีค่าเท่ากับ 0.2 หมายถึง small effect, 0.5 หมายถึง medium effect และ 0.8 หมายถึง large effect²⁹

ผลการวิจัย

คุณสมบัติทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยและผลการประเมินก่อนการรักษาสอดคล้องในตารางที่ 1 คุณสมบัติทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยและเปรียบเทียบผลก่อนการรักษาระหว่างกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยเครื่องเลเซอร์พลังงานต่ำ (LLLT) และกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยเครื่องกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (PMS)

ข้อมูล		กลุ่ม LLLT (n=15)	กลุ่ม PMS (n=15)	p-value
เพศ (จำนวนชาย : จำนวนหญิง) ^a		5:10	5:10	1.000
อายุ (ปี) ^b		38.13(9.69)	37.07(11.35)	0.784
น้ำหนัก (กิโลกรัม) ^b		76.43(21.63)	64.77(12.01)	0.079
ส่วนสูง (เซนติเมตร) ^b		165.53(9.64)	160.27(7.75)	0.110
ระยะเวลานับตั้งแต่เริ่มมีอาการ (สัปดาห์) ^b		5.87(4.44)	6.73(4.03)	0.580
ระยะของอาการปวด ^a	ระยะเฉียบพลัน (< 4 สัปดาห์)	9	7	0.464
	ระยะกึ่งเฉียบพลัน (≥ 4 สัปดาห์ แต่ < 3 เดือน)	6	8	
อาชีพ ^a	นักวิชาชีพ (นักกายภาพบำบัด และนักกายอุปกรณ์)	4	2	0.761
	ผู้ช่วยนักวิชาชีพ	5	7	
	ธุรกิจส่วนตัว	1	1	
	ค้าขาย	2	2	
	พนักงานออฟฟิศ	2	3	
	แม่บ้าน	1	0	
ชนิดของสาเหตุอาการปวดหลังจากการวินิจฉัยของแพทย์ ^a	Lumbar sprain	13	8	0.111
	Muscle strain	2	7	
จำนวนจุดการรักษา ^a	1 จุดการรักษา (ปวดหลังข้างใดข้างหนึ่ง)	3	5	0.409
	2 จุดการรักษา (ปวดทั้ง 2 ข้าง)	12	10	
Aggravated pain ^b		5.13(0.52)	5.53(0.27)	0.596
Pain today ^b		4.73(0.45)	4.67(0.46)	0.583
ODI ^b (%)		14.13(1.79)	17.20(2.44)	0.320
องศาการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่าง ^b (องศา)	Lumbar Flexion	90.13(3.74)	92.27(3.54)	0.682
	Lumbar Extension	26.13(1.93)	25.80(2.24)	0.911
	Lumbar Lateral flexion to Rt.	27.87(1.87)	27.47(1.39)	0.865
	Lumbar Lateral flexion to Lt.	28.87(1.31)	30.20(1.29)	0.475
	Thoracolumbar Rotation to Rt.	50.13(2.48)	52.13(3.80)	0.663
	Thoracolumbar Rotation to Lt.	47.27(3.87)	45.87(3.40)	0.788

หมายเหตุ: * แสดงระดับนัยสำคัญที่ 0.05, ^a แสดงผลเป็น จำนวน และใช้สถิติ Chi square test สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ, ^b แสดงผลเป็น Mean(SD) และใช้สถิติ Independent T-test สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลระดับความเจ็บปวด ภายในกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยเครื่องเลเซอร์พลังงานต่ำ (LLLT) และกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยเครื่องกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (PMS) หลังการรักษาครั้งที่ 5 และ 10

ข้อมูล		ก่อนการ รักษา	หลังการรักษา						With-in group effect ^c		
			ครั้งที่ 5	Difference ^b (ก่อน vs ครั้งที่ 5)	ES	ครั้งที่ 10	Difference ^b (ก่อน vs ครั้งที่ 10)	ES	Overall	Post hoc test	
										ก่อน vs ครั้งที่ 5	ก่อน vs ครั้งที่ 10
Aggravated pain ^a	LLLT	5.00 (3.00)	3.00 (1.00)	2.00 (4.00)	0.50	1.00 (2.00)	4.00 (4.00)	0.60	<0.001*	0.107	<0.001*
	PMS	5.00 (2.00)	3.00 (1.00)	2.00 (2.00)	0.60	2.00 (1.00)	4.00 (2.00)	0.60	<0.001*	0.032*	<0.001*
Pain today ^a	LLLT	4.00 (3.00)	3.00 (1.00)	1.00 (3.00)	0.51	1.00 (2.00)	3.00 (3.00)	0.60	<0.001*	0.085	<0.001*
	PMS	5.00 (3.00)	2.00 (3.00)	3.00 (3.00)	0.53	1.00 (2.00)	3.00 (2.00)	0.57	<0.001*	0.085	<0.001*

หมายเหตุ: * แสดงระดับนัยสำคัญที่ 0.05, ^a แสดงผลเป็น Median(IQR), ^b ค่าผลต่างที่ได้มาจากค่าก่อนการรักษา – หลังการรักษา, ^c เปรียบเทียบความต่างภายในกลุ่ม โดยใช้สถิติ The Friedman test และ Bonferroni post hoc test

จากตารางที่ 2 พบว่า หลังได้รับการรักษาครั้งที่ 10 ทั้งกลุ่มที่ได้รับการรักษา LLLT และกลุ่มที่ได้รับการรักษา PMS มีระดับความเจ็บปวดชนิดตัวเลข aggravated pain และ pain today ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) นอกจากนั้นยังพบว่า กลุ่ม PMS มีระดับความเจ็บปวดชนิดตัวเลข aggravated pain ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.032$) หลังจากรักษาครั้งที่ 5

จากตารางที่ 3 พบว่า หลังได้รับการรักษาครั้งที่ 10 ทั้งกลุ่มที่ได้รับการรักษา LLLT และกลุ่มที่ได้รับการรักษา PMS มีคะแนนแบบสอบถาม ODI ลดลงอย่างมี

นัยสำคัญ ($p < 0.05$) และทั้งสองกลุ่มมีอาการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทุกทิศทาง ยกเว้น ทิศทางแอ่นหลังในกลุ่มที่ได้รับการรักษา LLLT และทิศทางก้มหลัง เอียงตัวไปด้านขวาและซ้าย ในกลุ่มที่ได้รับการรักษา PMS

จากตารางที่ 4 และ 5 พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ ระดับความเจ็บปวดชนิดตัวเลข aggravated pain และ pain today คะแนนแบบสอบถาม ODI และองศาการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่าง เมื่อเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่ม ทั้งหลังการรักษาครั้งที่ 5 และ 10 ($p > 0.05$)

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลแบบทดสอบความรุนแรงของอาการปวดหลัง และองศาการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่าง ภายในกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยเครื่องเลเซอร์พลังงานต่ำ (LLLT) และกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยเครื่องกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (PMS) ก่อน หลังการรักษาครั้งที่ 5 และ 10

ข้อมูล			ก่อนการ รักษา	หลังการรักษา						With-in group effect ^c		
				ครั้งที่ 5	Difference ^b (ก่อน vs ครั้งที่ 5)	ES	ครั้งที่ 10	Difference ^b (ก่อน vs ครั้งที่ 10)	ES	Overall	Post hoc test	
											ก่อน vs ครั้งที่ 5	ก่อน vs ครั้งที่ 10
ODI ^a (%)	LLLT	14.13 (1.79)	8.93 (1.69)	5.20 (6.45)	0.81	6.00 (2.01)	8.13 (7.15)	1.14	<0.001*	0.023*	0.005*	
	PMS	17.20 (2.44)	8.93 (2.22)	8.27 (7.51)	1.10	3.73 (1.26)	13.47 (10.73)	1.26		<0.001*	<0.001*	
องศาการ เคลื่อนไหว หลัง ส่วนล่าง ^a (องศา)	Lumbar	LLLT	90.13 (3.74)	92.67 (4.30)	2.53 (13.52)	0.19	100.47 (3.11)	10.33 (13.46)	0.77	<0.001*	1.000	0.006*
	Flexion	PMS	92.27 (3.54)	94.53 (3.14)	2.27 (8.54)	0.27	99.00 (3.30)	6.73 (9.89)	0.68		1.000	0.107
	Lumbar	LLLT	26.13 (1.93)	27.87 (1.37)	1.73 (7.05)	0.25	30.67 (1.85)	4.53 (8.50)	0.53	<0.001*	1.000	0.098
	Extension	PMS	25.80 (2.24)	30.00 (2.03)	4.20 (8.43)	0.50	33.07 (1.85)	7.27 (7.07)	1.03		0.136	0.004*
	Lumbar Lateral	LLLT	27.87 (1.87)	31.47 (1.49)	3.60 (6.49)	0.55	33.80 (1.50)	5.93 (7.02)	0.85	<0.001*	0.063	0.006*
	flexion to Rt.	PMS	27.47 (1.39)	31.60 (1.42)	4.13 (4.78)	0.86	31.60 (1.84)	4.13 (6.41)	0.64		0.027*	0.073
	Lumabr Lateral	LLLT	28.87 (1.31)	34.40 (1.77)	5.53 (6.79)	0.81	38.13 (1.88)	9.27 (8.21)	1.13	<0.001*	0.004*	<0.001*
	flexion to Lt.	PMS	30.20 (1.29)	32.33 (1.29)	2.13 (5.03)	0.42	34.87 (1.59)	4.67 (7.25)	0.64		0.533	0.081
	Thoracolumbar	LLLT	50.13 (2.48)	59.53 (2.95)	9.40 (8.96)	1.05	63.40 (2.70)	13.27 (14.37)	0.92	<0.001*	0.022*	0.005*
	Rotation to Rt.	PMS	52.13 (3.80)	62.20 (2.83)	10.07 (15.36)	0.66	62.40 (3.31)	10.27 (14.95)	0.69		0.013*	0.034*
	Thoracolumbar	LLLT	47.27 (3.87)	56.13 (3.96)	8.87 (13.05)	0.68	63.80 (2.67)	16.53 (15.83)	1.04	<0.001*	0.056	0.001*
	Rotation to Lt.	PMS	45.87 (3.40)	57.07 (3.17)	11.20 (14.42)	0.78	61.20 (3.30)	15.33 (14.03)	1.09		0.011*	0.001*

หมายเหตุ: * แสดงระดับนัยสำคัญที่ 0.05, ^a แสดงผลเป็น Mean(SD), ^b ค่าผลต่างที่ได้มาจากค่าหลังการรักษา – ก่อนการรักษา, ^c เปรียบเทียบความต่างภายในกลุ่ม โดยใช้สถิติ Mixed-ANOVA และ Bonferroni post hoc test

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลระดับความเจ็บปวดระหว่างกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยเครื่องเลเซอร์พลังงานต่ำ (LLLT) และกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยเครื่องกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (PMS) หลังการรักษาครั้งที่ 5 และ 10

ข้อมูล	กลุ่ม LLLT (n=15)		กลุ่ม PMS (n=15)		Between group effect ^b	
	หลังครั้งที่ 5	หลังครั้งที่ 10	หลังครั้งที่ 5	หลังครั้งที่ 10	p-value หลังครั้งที่ 5	p-value หลังครั้งที่ 10
Aggravated pain ^a	3.00 (1.00)	1.00 (2.00)	3.00 (1.00)	2.00 (1.00)	0.063	0.388
Pain today ^a	3.00 (1.00)	1.00 (2.00)	2.00 (3.00)	1.00 (2.00)	0.815	0.487

หมายเหตุ: * แสดงระดับนัยสำคัญที่ 0.05, ^a แสดงผลเป็น Median(IQR), ^b เปรียบเทียบผลต่างระหว่างกลุ่ม (Between group effect) โดยใช้สถิติ The Mann-Whitney U Test

บทวิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการรักษาระหว่าง LLLT กับ PMS ต่อระดับความเจ็บปวด ผลกระทบของอาการปวดหลังที่มีต่อชีวิตประจำวัน และองศาการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่างในผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่างระยะเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลัน ผลการศึกษพบว่าทั้งสองกลุ่มมีการลดลงของ aggravated pain และ pain today อย่างมีนัยสำคัญหลังการรักษาในครั้งที่ 10 มากกว่านั้นกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย PMS มีการลดลงของ aggravated pain อย่างมีนัยสำคัญหลังการรักษาตั้งแต่ครั้งที่ 5 อีกทั้งผลการศึกษพบว่า ทั้งสองกลุ่มยังมีการลดลงของคะแนนแบบสอบถาม ODI หลังการรักษาในครั้งที่ 5 และ 10 ในส่วนขององศาการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่างพบว่า กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย LLLT มีองศาการเคลื่อนไหวมากขึ้นทุกทิศทางอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นทิศทางแอ่นหลัง ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย PMS มีองศาการเคลื่อนไหวที่มากขึ้นในทิศทางแอ่นหลังและหมุนตัวไปทางขวาและซ้ายอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในทุกผลลัพธ์

ระดับความเจ็บปวดที่ลดลงทั้งสองกลุ่มสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่าทั้งสองเครื่องมือมีคุณสมบัติในการช่วยลดระดับความเจ็บปวด

ด้วยด้วยกลไกที่แตกต่างกัน^{18,30} การรักษาด้วย LLLT ลดอาการปวดโดยให้ผลทางสรีรวิทยาในการต้านการอักเสบ³¹ ซ่อมแซมเนื้อเยื่อชั้นลึกและเส้นประสาท³² กระตุ้นให้เกิดผลทางชีวภาพ³³ ลดบวมโดยกระตุ้นการเคลื่อนที่ของน้ำเหลือง³⁴ สามารถยับยั้งการทำงานของเส้นใยประสาทเอ-เดลต้า และเส้นใยประสาทซีได้³⁵ ทำให้เกิดการระงับการทำงานของระบบประสาทและอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของตัวรับความรู้สึกเจ็บปวดในระยะยาว³⁶ ลดการบั่นข้อมูลจากตัวรับความรู้สึกเจ็บปวดส่วนปลายไปยังปมประสาททรวงอก และส่งเสริมการเชื่อมต่อภายในระบบประสาทส่วนกลางซึ่งทำหน้าที่ควบคุมระดับความเจ็บปวด³⁷ ส่วนกลไกการลดปวดด้วยการใช้ PMS ยังไม่เป็นที่แน่ชัด แต่สามารถใช้หลักการการทำงานของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามาอธิบายได้³⁸ โดยเมื่อใช้ PMS กระตุ้นลงบนกล้ามเนื้อและตัวรับความรู้สึกข้อต่อ จะก่อให้เกิดการกระตุ้น 2 วิธี ได้แก่ วิธีทางตรงโดยกระตุ้นการทำงานของเส้นใยประสาท ทั้งระบบประสาทรับความรู้สึกและสั่งการ (sensorimotor nerve fibers) วิธีทางอ้อมโดยกระตุ้นตัวรับความรู้สึกทางกลภายในมัดกล้ามเนื้อ (mechanoreceptors sensory fiber groups Ia, Ib, II)¹⁹

ทฤษฎีควบคุมการปิดเปิดประตู (Gate control theory) มีกลไกโดยเกิดการตีโพลาไรซ์ที่เส้นใยประสาทขาเข้าไมอีลิน เอ-เบต้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่

ไปยังยังการเกิดดีโพลาไรซ์ของเส้นใยประสาทขนาดเล็ก เอ-เดลด้า และเส้นใยประสาทซี เพื่อปิดกั้นสัญญาณ ความเจ็บปวดไม่ให้เดินทางไปยังสมองได้¹⁹ อย่างไรก็ตาม ทฤษฎีลดปวดโดยควบคุมการเปิดปิดประตูเพียงอย่างเดียวไม่สามารถอธิบายผลการลดปวดทันทีด้วยการกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ เนื่องจากการกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าค่อนข้างไม่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการรับรู้ความรู้สึกที่ผิวหนัง เพราะส่งผลต่อชั้นผิวหนังน้อยที่สุด แต่จะลงลึกไปถึงกล้ามเนื้อและรากไขสันหลัง ดังนั้น การกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจึงไปกระตุ้นเส้นใยประสาทขาเข้าที่รับรู้ความรู้สึกข้อต่อโดยตรง ความเป็นไปได้อีกอย่างหนึ่งคือการถูกกระตุ้นทันทีของวิถีการยับยั้งกระแสประสาทขาลง (descending inhibitory pathway)¹⁹ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีหลักฐานหรือการศึกษาที่สนับสนุนว่า การกระตุ้นด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าส่วนปลายสามารถกระตุ้นก้านสมอง บริเวณส่วนด้านหน้าของก้านสมองส่วนท้าย (rostral ventral medulla) และเนื้อเทารอบท่อน้ำสมอง (periaqueductal grey) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิถีทางเดินนี้¹⁹ และทำให้เกิดการดีโพลาไรซ์ของเซลล์ประสาทที่ทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ เป็นการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ หรือทำให้เกิดการคลายตัว ลดอาการบวม และการปรับปรุงการไหลเวียนเลือด³⁹ ด้วยเหตุผลที่ว่า การใช้ PMS สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเคลื่อนไหวของหลังได้⁴⁰ อาจเป็นสาเหตุให้กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย PMS มีระดับความเจ็บปวด aggravated pain ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากได้รับการรักษาตั้งแต่ครั้งที่ 5 เนื่องจากระดับความเจ็บปวดชนิดนี้ได้มาจากการสอบถามถึงระดับความเจ็บปวดที่เกิดขึ้นขณะที่ทำกิจกรรม

ด้วยกลไกที่กล่าวมานั้นจึงอาจทำให้ทั้ง 2 เครื่องมือให้ผลลดอาการปวดในผู้ป่วยหลังส่วนล่างได้ไม่แตกต่างกัน นอกจากอาการปวดที่ลดลง ยังพบว่าทั้งสองกลุ่มมีคะแนนแบบสอบถาม ODI ลดลงอีกด้วย แบบสอบถาม ODI นั้นเป็นการสอบถามผลกระทบจาก

การปวดหลังต่อการดำเนินชีวิตประจำวันโดยตรง การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าระดับความเจ็บปวดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับแบบสอบถาม ODI⁴¹ จึงสามารถอธิบายได้ว่าอาการปวดที่ลดลงของทั้งสองกลุ่มที่ไม่แตกต่างกันส่งผลให้ลดผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของอาสาสมัครได้ทั้ง 2 กลุ่มเช่นเดียวกัน

จากการคำนวณขนาดอิทธิพล (effect size) ของระดับความเจ็บปวดชนิดตัวเลข aggravated pain และ pain today และแบบสอบถาม ODI ของหลังการรักษาครั้งที่ 10 ของทั้งสองกลุ่ม แสดงให้เห็นว่าการรักษาที่ 10 ครั้งในการทดลองนี้เพียงพอที่จะแสดงให้เห็นผลลัพธ์ในการลดปวดและผลกระทบของอาการปวดหลังที่มีต่อชีวิตประจำวันของทั้งสองเครื่องมือได้ในขนาดอิทธิพลใหญ่ (large effect size) ตามตารางที่ 2 นอกจากนั้น ค่าความแตกต่างของระดับความเจ็บปวดที่เปลี่ยนแปลงหลังการรักษามีค่ามากกว่าค่าความแตกต่างที่น้อยที่สุดที่สำคัญทางคลินิก (MCID)²³

จากผลลัพธ์ของสการเคลื่อนไหวหลังทั้งสองเครื่องมือสามารถเพิ่มการทำงานของหลังได้^{18,42} โดยกลไกของการใช้ LLLT สามารถกระตุ้นการขยายตัวของหลอดเลือด⁴³ ช่วยให้การไหลเวียนเลือดเฉพาะที่ดีขึ้น⁴⁴ ส่งผลให้ออกซิเจนไหลเข้าสู่เซลล์มากขึ้น กำจัดของเสียออกจากเซลล์ทำให้เนื้อเยื่อกลับมา มีสภาพทางสรีรวิทยาแบบภาวะปกติ ช่วยลดอาการปวดและความตึงเครียดกล้ามเนื้อให้ลดลง ส่งผลให้ความผิดปกติในการทำกิจกรรมลดลง เป็นต้น⁴⁴ และการศึกษาของ Carrasco และคณะ⁴⁵ ได้แสดงให้เห็นถึงผลในการคลายกล้ามเนื้อของ LLLT ในขณะที่ PMS ช่วยเพิ่มศักยภาพในการควบคุมการสั่งการกล้ามเนื้อ¹⁶ โดยผ่านการกระตุ้นตัวรับรู้ความรู้สึกทางกลและเส้นใยประสาททั้งระบบประสาทรับรู้ความรู้สึกและสั่งการ เกิดการไหลของกระแสประสาทรับรู้ความรู้สึกที่ข้อต่อไปถึงสมอง ถูกเชื่อว่าเป็นสาเหตุของการเกิดการเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มสมอง (cortical plasticity)⁴⁰ ซึ่งมีการรายงานว่า เกิดการเปลี่ยนแปลงการวางแผนในคอร์เทกซ์มอเตอร์ปฐม

ภูมิ (primary motor cortex; M1)⁴⁰ กระตุ้นการทำงานของคอร์เทกซ์ก่อนคอร์เทกซ์สั่งการปฐม (premotor cortex) และคอร์เทกซ์กลีบข้างส่วนหลัง (posterior parietal cortex) เนื้อสมองทั้งสองส่วนนี้มีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับการควบคุมระบบสั่งการ ซึ่งได้รับการยืนยันจากการถ่ายภาพด้วยคลื่นสนามแม่เหล็ก (fMRI) หลังจากการรักษาด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า³⁹ ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยกระตุ้นให้เกิดการทำงานของสมองในส่วนที่วางแผนและควบคุมการเคลื่อนไหวมากขึ้น^{40,46} สอดคล้องกับการศึกษาของ Massé-Alarie และคณะ¹⁶ ได้ทำการศึกษาผลของการรักษาด้วย PMS ร่วมกับการฝึกการทำงานของกล้ามเนื้อ multifidus ในกลุ่มผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างระยะเรื้อรัง พบว่ากลุ่มทดลองมีการควบคุมการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างเดียว จากการศึกษาี้แสดงให้เห็นว่าการกระตุ้นด้วย PMS สามารถเพิ่มการควบคุมสั่งการของการทำงานของกล้ามเนื้อได้ ส่งผลให้การเคลื่อนไหวของหลังดีขึ้น

จากกลไกที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่างที่กล่าวมานั้น อาจช่วยส่งผลให้อาสาสมัครเกิดเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวหลังได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นขององศาในทิศทางที่แตกต่างกันนั้น อาจมีสาเหตุจากว่า ผลการรักษาของทั้งสองเครื่องมือไม่ได้เป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวโดยตรง ซึ่งอาจต้องอาศัยการออกกำลังกายเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวร่วมด้วย การศึกษานี้มีการให้การออกกำลังกายทำยืดและออกกำลังกายพื้นฐาน แต่ไม่ใช่การฝึกการทำงานของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวหลังตามทิศทางต่างๆ ผู้วิจัยเสนอแนะให้มีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตถึงผลการออกกำลังกายควบคุมการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อส่วนหลังร่วมกับการให้การรักษาด้วยเครื่องมือเพื่อศึกษาผลลัพธ์ด้านองศาการเคลื่อนไหวให้ชัดเจนมากขึ้น

การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัด ได้แก่ 1) แม้ว่าแบบสอบถาม ODI จะเป็นการสอบถามผลกระทบต่ออาการเคลื่อนไหวและการทำกิจกรรม เช่น การยืน การเดิน แต่ยังเป็นการประเมินโดยการสอบถามแบบ patient report outcome ไม่ใช่การประเมินการทำกิจกรรมจริง (physical functional testing) การศึกษาในอนาคตอาจเพิ่มการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนไหว เช่น การทดสอบการยกของ จำนวน 4 ครั้ง ภายในเวลา 20 วินาที (Progressive Isoinertial Lifting Evaluation (PILE))⁴⁷ เป็นต้น 2) การศึกษานี้ยังขาดการติดตามต่อเนื่อง แม้ผลการรักษาจะแสดงให้เห็นผลลัพธ์ของการรักษาหลังการทดลองได้ แต่เพื่อให้เห็นผลลัพธ์ในระยะยาวควรมีการติดตามเพิ่มเติมในการศึกษาในอนาคต 3) การศึกษานี้ไม่สามารถควบคุมผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีอาการปวดหลังในการใช้ความร้อนและความเย็นในการรักษาที่บ้าน หรือการออกกำลังกายของอาสาสมัครได้เนื่องด้วยจริยธรรมการวิจัย ซึ่งถือเป็นตัวแปรกวนของการศึกษานี้ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ให้แบบบันทึกข้อมูลแก่ผู้เข้าร่วมวิจัยเพื่อทำการบันทึกจำนวนครั้ง และรายละเอียดการดูแลตนเองต่างๆที่บ้านขณะอยู่ในช่วงการวิจัย ซึ่งพบว่าทั้งสองกลุ่มมีจำนวนครั้งของวิธีการดูแลตนเองที่ไม่แตกต่างกัน และ 4) เพื่อให้ผลการศึกษามีความน่าเชื่อถือ (generalizability) ได้กว้าง ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีอาชีพและลักษณะงานที่ต่างกัน อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจคัดเลือกกลุ่มอาสาสมัครให้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น เช่น กลุ่มที่มีลักษณะงานที่เคลื่อนไหวน้อย (sedentary worker) โดยเป็นกลุ่มที่มีลักษณะการใช้งานกล้ามเนื้อและกลไกการเกิดอาการบาดเจ็บที่คล้ายคลึงกัน อาจทำให้เห็นผลลัพธ์การศึกษาที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

การนำผลการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิก

การรักษาอาการปวดในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างระยะเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลัน นักกายภาพบำบัดสามารถเลือกใช้ได้ทั้ง LLLT หรือ PMS เพื่อวัตถุประสงค์ในการลดอาการปวด เนื่องจากทั้งสอง

กลุ่มมีค่าความแตกต่างของระดับความเจ็บปวดที่เปลี่ยนแปลงหลังการรักษามีค่ามากกว่าค่าความแตกต่างที่น้อยที่สุดที่สำคัญทางคลินิก (MCID)

สรุปผลการวิจัย

การรักษาด้วย LLLT และการรักษาด้วย PMS สามารถลดอาการปวดและช่วยลดผลกระทบของอาการปวดหลังที่มีต่อชีวิตประจำวัน และเพิ่มการเคลื่อนไหวหลังส่วนล่างในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังระยะเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลันได้หลังการรักษาไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดในการวัดผลลัพธ์ในเชิงการทำการกิจกรรม และขาดการติดตามผลในระยะยาว ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเป็นการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ พญ.ศิริลักษณ์ มานะพันธ์โสภี แพทย์ที่ปรึกษาโครงการ สำหรับความอนุเคราะห์ในการตรวจวินิจฉัยแยกโรค กภ.มณฑิชา ม่วงเงิน และ กภ.พิพัฒน์ กล้าร้อน ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบงานวิจัยนี้ ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Cherkin DC, Deyo RA, Wheeler K, Ciol MA. Physician variation in diagnostic testing for low back pain. Who you see is what you get. *Arthritis Rheum.* 1994;37(1):15-22.
2. Yousefi-Nooraie R, Schonstein E, Heidari K, Rashidian A, Pennick V, Akbari-Kamrani M, et al. Low level laser therapy for nonspecific low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008;2008(2):CD005107.
3. Bourne S, Machado AG, Nagel SJ. Basic anatomy and physiology of pain pathways. *Neurosurg Clin N Am.* 2014;25(4):629-38.
4. Li W, Gong Y, Liu J, Guo Y, Tang H, Qin S, et al. Peripheral and central pathological mechanisms of chronic low back pain: a narrative review. *J Pain Res.* 2021;27:1483-94.
5. Giesecke T, Gracely RH, Grant MA, Nachemson A, Petzke F, Williams DA, Clauw DJ. Evidence of augmented central pain processing in idiopathic chronic low back pain. *Arthritis Rheum.* 2004;50(2):613-23.
6. Jacobs JV, Henry SM, Nagle KJ. Low back pain associates with altered activity of the cerebral cortex prior to arm movements that require postural adjustment. *Clin Neurophysiol.* 2010;121(3):431-40.
7. Office of the permanent secretary ministry of public health, Office of policy and strategy. *Public Health Statistics A.D 2015.* Bangkok: samchareon phanich (Bangkok) CO., LTD. 2016.
8. Tirapakorn S. Number of patients receiving physical therapy services. In: *Orthopedic physical therapy - Annual report 2017.* Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute; 2017. p. 2-5.
9. Ay S, Doğ̃an SK, Evcik D. Is low-level laser therapy effective in acute or chronic low back pain? *Clin Rheumatol.* 2010;29(8):905-10.
10. Qaseem A, Wilt TJ, McLean RM, Forciea MA, Denberg TD, Barry MJ, et al. Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: A clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* 2017;166(7):514-30.

11. Konstantinovic LM, Cutovic MR, Milovanovic AN, Jovic SJ, Dragin AS, Letic MDj, et al. Low-level laser therapy for acute neck pain with radiculopathy: a double-blind placebo-controlled randomized study. *Pain Med.* 2010;11(8):1169-78.
12. Clijsen R, Brunner A, Barbero M, Clarys P, Taeymans J. Effects of low-level laser therapy on pain in patients with musculoskeletal disorders: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2017;53(4): 603-10.
13. Diao Y, Pan J, Xie Y, Liao M, Wu D, Liu H, et al. Effect of repetitive peripheral magnetic stimulation on patients with low back pain: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil.* 2023;104(9):1526-38.
14. Soriano FA, Rios R, Pedrola M, Giagnorio J, Battagliotti CR. Acute cervical pain is relieved with gallium arsenide (GaAs) laser radiation. A double-blind preliminary study. *Laser Therapy.* 1996;8(2):149-54.
15. Bjordal JM, Johnson MI, Iversen V, Aimbire F, Lopes-Martins RA. Low-level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomed Laser Surg.* 2006;24(2):158-68.
16. Massé-Alarie H, Beaulieu LD, Preuss R, Schneider C. Repetitive peripheral magnetic neurostimulation of multifidus muscles combined with motor training influences spine motor control and chronic low back pain. *Clin Neurophysiol.* 2017;128(3):442-53.
17. Massé-Alarie H, Flamand VH, Moffet H, Schneider C. Peripheral neurostimulation and specific motor training of deep abdominal muscles improve posturomotor control in chronic low back pain. *Clin J Pain.* 2013;29(9): 814-23.
18. Zarkovic D, Kazalakova K. Repetitive peripheral magnetic stimulation as pain management solution in musculoskeletal and neurological disorders—a pilot study. *Int J Physiother.* 2016;3(6):721-25.
19. Lim YH, Song JM, Choi EH, Lee JW. Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on patients with acute low back pain: a pilot study. *Ann Rehabil Med.* 2018;42(2):229-38.
20. Cheukul A. Nurses role in pain assessment. *Nurs Sci J Thai.* 2545; 20(3):8-18
21. Beatty NR, Wyss JF. Lumbosacral Muscle Strain. In: Kahn SB, Xu RY, editors. *Musculoskeletal sports and spine disorders: A Comprehensive Guide.* Switz: Springer International; 2018. p. 395-403.
22. Anansirikasem P, Laojan W, Sarasalin W, Suk-in S, Laochot S, Dodniem S, et al. Effects of back pain relief innovations on lower back pain in working people group. *The Academic and Nursing Journal of Boromarajonani College of Nursing, Chakriraj.* 2022;2(1):66-78. (in Thai)
23. Childs JD, Piva SR, Fritz JM. Responsiveness of the numeric pain rating scale in patients with low back pain. *Spine.* 2005;30(11):1331-4.
24. Fritz JM, Irrgang JJ. A comparison of a modified Oswestry Low Back Pain Disability

- Questionnaire and the Quebec Back Pain Disability Scale. *Phys Ther.* 2001;81(2):776-88.
25. Sakulsriprasert P, Vachalathiti R, Vongsirinavarat M, Kantasorn J. Cross-cultural adaptation of modified Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire to Thai and its reliability. *J Med Assoc Thai.* 2006;89(10):1694-701.
 26. Mousavi SJ, Parnianpour M, Mehdian H, Montazeri A, Mobini B. The Oswestry Disability Index, the Roland-Morris Disability Questionnaire, and the Quebec Back Pain Disability Scale: translation and validation studies of the Iranian versions. *Spine.* 2006; 31(14):454-9.
 27. Norkin CC, White DJ. Measurement of joint motion a guide to goniometry third edition. Philadelphia: FA Davis Company, 2003.
 28. Tomczak M, Tomczak E. The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends Sport Sci.* 2014;1(21):19-25.
 29. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol.* 2013;4(863):4.
 30. Basford JR, Sheffield CG, Harmsen WS. Laser therapy: a randomized, controlled trial of the effects of low-intensity Nd: YAG laser irradiation on musculoskeletal back pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(6):647-52.
 31. Sakurai Y, Yamaguchi M, Abiko Y. Inhibitory effect of low-level laser irradiation on LPS-stimulated prostaglandin E2 production and cyclooxygenase-2 in human gingival fibroblasts. *Eur J Oral Sci.* 2000;108(1):29-34.
 32. Farivar S, Malekshahabi T, Shiari R. Biological effects of low level laser therapy. *J Lasers Med Sci.* 2014 Spring;5(2):58-62.
 33. Chow RT, Barnsley L. Systematic review of the literature of low-level laser therapy (LLLT) in the management of neck pain. *Lasers Surg Med.* 2005;37(1):46-52.
 34. Carati CJ, Anderson SN, Gannon BJ, Piller NB. Treatment of postmastectomy lymphedema with low-level laser therapy: a double blind, placebo-controlled trial. *Cancer.* 2003;98(6):1114-22.
 35. Tsuchiya K, Kawatani M, Takeshige C, Sato T, Matsumoto I. Diode laser irradiation selectively diminishes slow component of axonal volleys to dorsal roots from the saphenous nerve in the rat. *Neurosci Lett.* 1993;161(1):65-8.
 36. Arnér S, Lindblom U, Meyerson BA, Molander C. Prolonged relief of neuralgia after regional anesthetic blocks. A call for further experimental and systematic clinical studies. *Pain.* 1990;43(3):287-97.
 - 37.Coderre TJ, Katz J, Vaccarino AL, Melzack R. Contribution of central neuroplasticity to pathological pain: review of clinical and experimental evidence. *Pain* 1993;52(3): 259-85.
 38. Barker AT. An introduction to the basic principles of magnetic nerve stimulation. *J Clin Neurophysiol.* 1991;8(1):26-37.
 39. Struppler A, Binkofski F, Angerer B, Bernhardt M, Spiegel S, Drzezga A, et al. A fronto-

- parietal network is mediating improvement of motor function related to repetitive peripheral magnetic stimulation: A PET-H₂O15 study. Neuroimage. 2007;36 Suppl 2:174-86.
40. Massé-Alarie H, Schneider C. Revisiting the corticomotor plasticity in low back pain: challenges and perspectives. Healthcare. 2016;4(3):67.
41. Hodges PW, Moseley GL, Gabrielsson A, Gandevia SC. Experimental muscle pain changes feedforward postural responses of the trunk muscles. Exp Brain Res. 2003;151(2):262-71.
42. Gur A, Karakoc M, Cevik R, Nas K, Sarac AJ, Karakoc M. Efficacy of low power laser therapy and exercise on pain and functions in chronic low back pain. Lasers Surg Med. 2003;32(3):233-8.
43. Kato MT, Kogawa EM, Santos CN, Conti PC. TENS and low-level laser therapy in the management of temporomandibular disorders. J Appl Oral Sci. 2006;14(2):130-5.
44. Simunovic Z. Low level laser therapy with trigger points technique: a clinical study on 243 patients. J Clin Laser Med Surg. 1996;14(4):163-7.
45. Carrasco TG, Guerisoli LD, Guerisoli DM, Mazzetto MO. Evaluation of low intensity laser therapy in myofascial pain syndrome. Cranio. 2009;27(4):243-7.
46. Struppler A, Angerer B, Gündisch C, Havel P. Modulatory effect of repetitive peripheral magnetic stimulation on skeletal muscle tone in healthy subjects: stabilization of the elbow joint. Exp Brain Res. 2004;157(1):59-66.
47. Smeets RJ, Hijdra HJ, Kester AD, Hitters MW, Knottnerus JA. The usability of six physical performance tasks in a rehabilitation population with chronic low back pain. Clin Rehabil. 2006;20(11):989-97.