

ประสิทธิผลของการกระตุ้นไฟฟ้าเพื่อลดอาการปวดหลัง การผ่าตัดกระดูกสันหลังหรือการผ่าตัดหมอนรองกระดูก: การศึกษาเบื้องต้น

ณฤพร ชัยประกิจ พ.บ.,* ขวัญญา สุคนธมาน พ.บ.,ว.ว.เวชศาสตร์ฟื้นฟู,* อารีรัตน์ สุพุทธิธาดา พ.บ.,ว.ว. เวชศาสตร์ฟื้นฟู,* ทวีชัย เตชะพงศ์วรชัย พ.บ.,ว.ว. ศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์,** สุปราณี นิรุตติศาสตร์ พ.บ.,ว.ว. วิทยาลัยพยาบาล***
*ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู, **ภาควิชาออร์โธปิดิกส์, *** ภาควิชาวิสัญญี, คณะแพทยศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ABSTRACT

Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on post-laminectomy or discectomy pain: a preliminary study

Chaiprakt N,* Sukonthamarn K,* Suputtitada A,* Tejapongvorachai T,** Niruthisard S.***

*Department of Rehabilitation Medicine, ** Department of Orthopaedics, *** Department of Anaesthesia, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University

Objectives: To determine effectiveness of TENS on post laminectomy or discectomy pain and morphine requirement.

Study design: Experimental study, randomized patient-blinded control trial

Setting: Department of Orthopaedics, King Chulalongkorn Memorial Hospital

Subjects: Patients undergoing laminectomy or discectomy less than 4 levels

Methods: Patients were randomly assigned in a single-blind manner into 2 groups: active or placebo TENS. Each patient received TENS or sham TENS for 1 hour, 3 times/day for 48 hours. Pain scores were recorded before stimulation and 48 hours post-operation. Satisfaction score and PCA morphine requirement were recorded at 48 hours post-operation.

Results: There were no statistically significant differences in pain score, satisfaction score and amount of PCA morphine between the TENS group (11 patients) and the control group (11 patients). The TENS group had a tendency to receive PCA morphine less than the control group. No serious complications were found in both groups.

Conclusion: There was a tendency in decreasing amount of morphine for controlling pain when applying TENS in patients after laminectomy or discectomy.

Key words: TENS, pain, laminectomy, discectomy

J Thai Rehabil Med 2008; 18(2): 73-77

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการกระตุ้นไฟฟ้าเพื่อลดปวด (transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS) และลดปริมาณการใช้ยามอร์ฟีน

(morphine) กับผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดกระดูกสันหลังหรือการผ่าตัดหมอนรองกระดูก

รูปแบบการวิจัย: การศึกษาเชิงทดลอง ชนิดมีกลุ่มควบคุมแบบสุ่ม และผู้ป่วยไม่ทราบว่าตนเองอยู่ในกลุ่มใด

สถานที่ทำการวิจัย: ฝ่ายศัลยกรรมกระดูก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

กลุ่มประชากร: ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดกระดูกสันหลังหรือการผ่าตัดหมอนรองกระดูกน้อยกว่า 4 ระดับ

วิธีการศึกษา: สุ่มผู้ป่วยเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (active TENS) และกลุ่มควบคุม (sham TENS) กระตุ้น TENS 1 ชั่วโมง 3 ครั้ง/วัน นาน 48 ชั่วโมง ประเมินระดับความปวดก่อนกระตุ้นและหลังผ่าตัด 48 ชั่วโมง ประเมินระดับความพึงพอใจ และปริมาณยามอร์ฟีนที่ให้ทางหลอดเลือดที่ 48 ชั่วโมงหลังผ่าตัด

ผลการศึกษา: ระดับความปวด ระดับความพึงพอใจ และปริมาณการใช้ยามอร์ฟีนของผู้ป่วยกลุ่มทดลอง 11 คน และกลุ่มควบคุม 11 คน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มทดลองมีแนวโน้มความต้องการใช้ยามอร์ฟีนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และไม่พบภาวะแทรกซ้อนรุนแรงใด ๆ ทั้ง 2 กลุ่ม

สรุป: เมื่อใช้การกระตุ้นไฟฟ้าเพื่อลดปวดกับผู้ป่วยหลังที่ได้รับการผ่าตัดกระดูกสันหลังหรือการผ่าตัดหมอนรองกระดูกมีแนวโน้มลดปริมาณการใช้ยามอร์ฟีนเพื่อลดปวด

Correspondence to: Naruporn Chaiprakt, M.D. Current address: Department of Rehabilitation Medicine Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Rama IV Rd, Bangkok 10330
E-mail : jubnaa@gmail.com

คำสำคัญ: การกระตุ้นด้วยไฟฟ้าเพื่อลดปวด, อาการปวด, การผ่าตัดกระดูกสันหลัง, การผ่าตัดหมอนรองกระดูก

เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร 2551; 18(2): 73-77

บทนำ

การควบคุมอาการปวดให้ผู้ป่วยหลังผ่าตัดเป็นสิ่งสำคัญ ปัจจุบันแพทย์ยังนิยมใช้ยากกลุ่มอนุพันธ์ฝิ่น (opioid) เพื่อลดปวดซึ่งมีผลข้างเคียงค่อนข้างมาก เช่น คลื่นไส้ อาเจียน กดการหายใจ ง่วงนอน บัสสาวะคั่งค้าง เป็นต้น จากการศึกษาในอดีตพบว่าการกระตุ้นไฟฟ้าเพื่อลดปวด (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, TENS) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ลดอาการปวดหลังผ่าตัด โดยผ่านกลไกการกระตุ้นใยประสาทขนาดใหญ่ตามทฤษฎี gate control ของ Melzack และ Wall⁽¹⁾

Hymes และคณะเป็นผู้ริเริ่มศึกษาการใช้ TENS กับผู้ป่วยหลังผ่าตัดทางทรวงอกและช่องท้อง ผลบ่งชี้ว่าสามารถลดภาวะท้องอืดและปวดแผลได้⁽²⁾ ส่วนการศึกษาอื่นพบว่า TENS สามารถลดอาการปวดในผู้ป่วยหลังผ่าตัดกระดูกสันหลัง^(3,4) การผ่าตัดศัลยกรรมทรวงอก⁽⁵⁾ การผ่าตัดศัลยกรรมช่องท้อง⁽⁶⁾ นอกจากนี้ยังสามารถลดการใช้ยาและลดผลข้างเคียงของ opioid ได้ในการผ่าตัดศัลยกรรมช่องท้อง^(7,8,9) และการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพก⁽¹⁰⁾ แต่ยังมีข้อขัดแย้งเพราะการศึกษาบางชิ้นที่ไม่พบนัยสำคัญในการใช้ TENS เพื่อลดอาการปวดและลดการใช้ยา opioid⁽¹¹⁻¹⁵⁾

ในประเทศไทยมีการศึกษาการใช้ TENS โดยวีระวัฒน์ หาญทวีชัย และคณะ⁽¹⁷⁾ ได้ทำการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยศัลยกรรมกระดูก เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้ TENS และกลุ่มที่ไม่ใช้ TENS โดยเปิด TENS ตลอด เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าสามารถลดอาการปวดได้ แต่การศึกษาดังกล่าวทำในกลุ่มผู้ป่วยกระดูกหัก

ต่างชนิดกัน และการผ่าตัดที่ต่างกันอาจมีอาการปวดมากน้อยต่างกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น เห็นได้ว่าการใช้ TENS มีผลการรักษาที่แตกต่างกันออกไปและในประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษาเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยหลังผ่าตัดกระดูกสันหลัง ประกอบกับทางโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ได้ผลิตเครื่อง TENS ขนาดพกพาที่ใช้เป็นมาตรฐานในการรักษาอาการปวด ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นประโยชน์ในการศึกษาประสิทธิผลของ TENS ต่ออาการปวดและปริมาณการใช้ยามอร์ฟีนในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดกระดูกสันหลังหรือการผ่าตัดหมอนรองกระดูกเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการรักษาผู้ป่วยต่อไป

วิธีการศึกษา

กลุ่มประชากร

ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดกระดูกสันหลังส่วนเอว หรือ การผ่าตัดหมอนรองกระดูกที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จำนวน 22 คน ตามเกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า

- ผู้ป่วยในของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ที่ได้รับการผ่าตัดกระดูกสันหลังส่วนเอว หรือการผ่าตัดหมอนรองกระดูกน้อยกว่า 4 ระดับ
- มีความรู้สึกตัวดี สามารถสื่อสารได้

เกณฑ์การคัดออก

- มีโรคติดเชื้อ เนื้ออก หรือมะเร็งบริเวณกระดูกสันหลัง
- มีประวัติแพ้หรือมีผลข้างเคียงอย่างรุนแรงในการใช้ opioid
- มีประวัติใช้สารเสพติด opioid abuse
- เคยใช้ TENS มาก่อน
- ใส่ pacemaker

วัสดุอุปกรณ์

- 1) Case Record Form
- 2) เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าเพื่อลดปวด (TENS) ที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ผลิตขึ้น

- 3) เครื่องควบคุมความปวดด้วยตนเองทางหลอดเลือดดำ (patient-controlled analgesia, PCA)

ขั้นตอนการวิจัย

- 1) ขออนุมัติคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยคณะแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 2) ทำการคัดเลือกผู้ป่วยตามเกณฑ์การคัดเลือก และคัดออกดังกล่าวอธิบายวิธีการศึกษาและให้ผู้ป่วยเห็นยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยก่อนการผ่าตัด
- 3) สุ่มผู้ป่วยออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้วิธี block randomization คือ กลุ่มควบคุม (sham TENS) จำนวน 11 คน และกลุ่มทดลอง (active TENS) จำนวน 11 คน ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มได้รับยาลดปวดทั้งขณะผ่าตัดและหลังผ่าตัดชนิดเดียวกัน
- 4) ผู้ป่วยได้รับการดมยาสลบ และวิธีการผ่าตัดด้วยเทคนิคเดียวกัน
- 5) แพทย์ทำการติดอิเล็กโทรดปราศจากเชื้อ ขนาด 4x3.5 เซนติเมตร 1 แผ่นที่แต่ละข้างของแผลผ่าตัดห่างจากแผลข้างละ 2 นิ้ว⁽¹⁸⁾ โดยทาเจลนำไฟฟ้าบริเวณที่วางอิเล็กโทรดเพื่อเป็นสื่อและป้องกันการกระคายเคืองที่ผิวหนัง ปิดพลาสติกครอบบนอิเล็กโทรดเพื่อป้องกันการเคลื่อนจากตำแหน่งดังรูปที่ 1

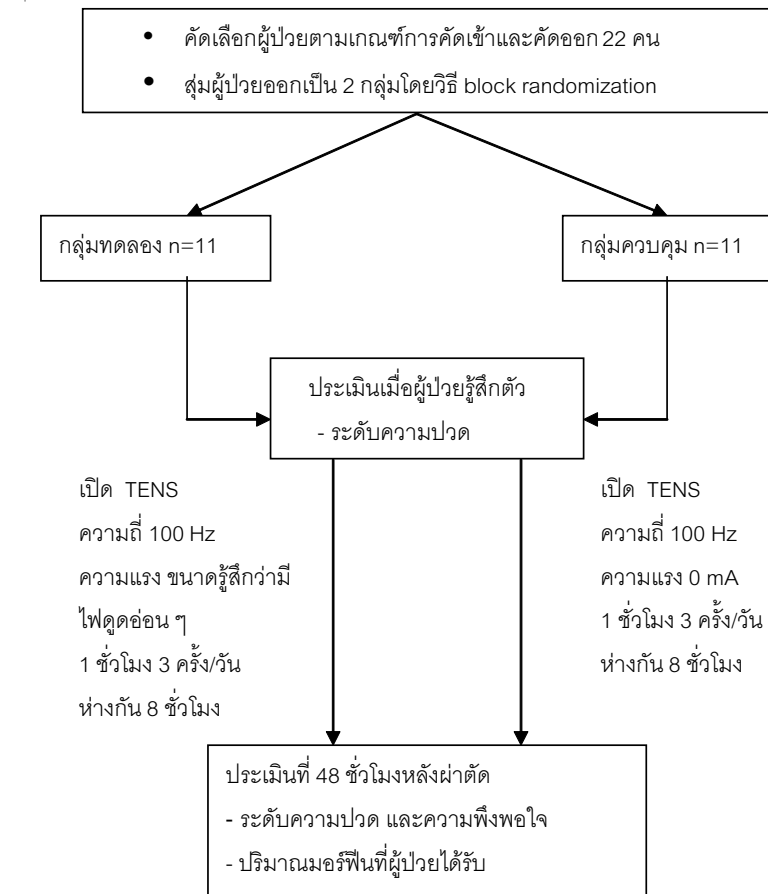


รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งการติดอิเล็กโทรดปราศจากเชื้อของเครื่องกระตุ้นไฟฟ้าบนหลังของผู้ป่วย

- 6) ผู้ป่วยได้รับการประเมินโดยใช้แบบทดสอบ Visual Analog Scale (VAS) เมื่อผู้ป่วยรู้สึกตัวที่หอบผู้ป่วยก่อนได้รับการติดเครื่อง TENS และประเมินอีกครั้งเมื่อครบ 48 ชั่วโมงหลังผ่าตัด ซึ่งเครื่อง TENS เป็นเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ลดปวดแก่ผู้ป่วยในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์
- 7) ใช้ความถี่ 100 Hz โดยปรับความแรงไฟฟ้าขนาดเท่าที่ผู้ป่วยมีความรู้สึกแบบไฟดูดอ่อน ๆ หรือเท่าที่ผู้ป่วยทนได้โดยไม่เจ็บปวดกับผู้ป่วยกลุ่มทดลอง ใช้ความแรงไฟฟ้าเท่ากับ 0 mA กับกลุ่มควบคุม บอกผู้ป่วยว่าอาจมีหรือไม่มีความรู้สึกเมื่อใช้ TENS และเปิดใช้เครื่องครั้งละ 1 ชั่วโมง 3 ครั้ง/วัน⁽¹⁹⁾ ห่างกัน 8 ชั่วโมงเป็นเวลา 2 วัน โดยพยาบาลผู้ที่ได้รับการอบรมการใช้เครื่อง TENS
- 8) ประเมินปริมาณการใช้ยามอร์ฟินจากเครื่อง PCA โดยพยาบาลประจำหอผู้ป่วย
- 9) ระหว่างการทดลอง ผู้ป่วยได้รับยาลดปวดเฉพาะมอร์ฟินจากเครื่อง PCA และ acetamenophen เท่านั้น

การวิเคราะห์ทางสถิติ

1. วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย ได้แก่ อายุ เพศ ดัชนีมวลกาย (body mass index, BMI) เวลาที่ใช้ในการผ่าตัด ความยาวแผลผ่าตัด การใช้จ่ายลดปวดระหว่างการผ่าตัด โดย
 - ข้อมูลเชิงปริมาณแสดงเป็นค่ามัธยฐาน วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Mann-Whitney U test
 - ข้อมูลเชิงคุณภาพแสดงเป็นร้อยละ วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Fisher's Exact test
 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$
2. ส่วนคะแนนจากแบบประเมินได้แก่
 - Visual Analog Scale of pain เปรียบเทียบกันระหว่างก่อนและหลังการรักษา ในกลุ่มเดียวกัน (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) ใช้สถิติ



แผนภูมิที่ 1 แสดงวิธีการศึกษา

แบบ Wilcoxon signed rank test

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) ใช้สถิติแบบ Mann-Whitney U test

- ปริมาณ PCA morphine และ ความพึงพอใจ

เปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่ม (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) หลังการรักษาใช้สถิติแบบ Mann-Whitney U test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยเข้าร่วมการศึกษาจำนวน 22 คน ข้อมูลพื้นฐานของทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ผลการประเมินเมื่อเทียบความแตกต่างของระดับความปวดก่อนและหลังใช้เครื่อง TENS พบว่าทั้ง 2 กลุ่ม มีระดับความปวดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.004$) คือ ค่ามัธยฐาน (ควอไทล์ที่ 1, 3) เท่ากับ 38 (11, 55) และ 35 (16, 49) ในกลุ่มควบคุมและกลุ่ม

	กลุ่มควบคุม(คน)	กลุ่มทดลอง(คน)	p-value
เพศ ชาย:หญิง	4:7	3:8	1.0
จำนวนระดับการผ่าตัดกระดูกสันหลัง			0.886
1 ระดับ	4*	3	
2 ระดับ	4	4	
3 ระดับ	3	4	

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

*หมายเหตุ ชนิดการผ่าตัดเป็นการผ่าตัดกระดูกสันหลัง ยกเว้นในกลุ่มควบคุมมีการผ่าตัดหมอนรองกระดูก 1 ระดับ จำนวน 1 ราย

	กลุ่มควบคุม ค่ามัธยฐาน (ควอไทล์ที่ 1, 3)	กลุ่มทดลอง ค่ามัธยฐาน (ควอไทล์ที่ 1, 3)	p-value
BMI (กก/ม ²)	24.56 (21.88, 26.67)	26.37 (23.83, 28.88)	0.25
อายุ (ปี)	54 (50, 67)	57 (49, 67)	0.742
เวลาที่ใช้ผ่าตัด (นาที)	255 (190, 310)	265 (230, 270)	0.921
ความยาวแผล (เซนติเมตร)	15 (13, 18)	15.5 (14, 19)	0.741
ปริมาณ fentanyl ที่ใช้ช่วงนำ สลบ(ไมโครกรัม)	100 (75, 100)	100 (50, 100)	0.703
ระดับความปวดก่อนติด TENS	60 (58, 78)	59 (58, 74)	0.509

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ทดลองตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.844$) ดังแผนภูมิที่ 2

ผลการประเมินปริมาณการใช้ PCA morphine พบว่าทั้ง 2 กลุ่มใช้ปริมาณมอร์ฟีนเป็นค่ามัธยฐาน (ควอไทล์ที่ 1, 3) เท่ากับ 46 (29, 93) และ 40 (19, 57) มิลลิกรัม ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.14$)

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ป่วยโดยใช้ VAS พบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีความพึงพอใจในการลดปวดเป็นค่ามัธยฐาน (ควอไทล์ที่ 1,3) เท่ากับ 80 (72,95) และ 87 (76,95) ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.843$) ส่วนภาวะไม่พึงประสงค์ในการศึกษานี้ พบว่าผู้ป่วยรู้สึกวิงเวียนศีรษะ 3 คน คิดเป็น ร้อยละ 13.6 โดยไม่พบภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงในทั้ง 2 กลุ่ม

บทวิจารณ์

McCallum และคณะศึกษาการใช้ TENS หลังผ่าตัดกระดูกสันหลังโดยเปิด TENS ตลอดเวลา นาน 24 ชั่วโมง ผลพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการใช้ยาลดปวด แต่การเปิด TENS ตลอดเวลาอาจเกิดการปรับตัวต่อการใช้ TENS ได้ คณะผู้วิจัยจึงหลีกเลี่ยงการเกิดภาวะนี้โดยใช้เครื่อง TENS เป็นแบบเปิด-ปิดตามเวลาคือ ครั้งละ 1 ชั่วโมง 3 ครั้งต่อวัน ห่างกัน 8 ชั่วโมง ดังเช่นที่ Woolf และ Thompson ใช้⁽¹⁹⁾ แต่ระยะเวลาการศึกษาแค่ 24 ชั่วโมง ทำให้ไม่เห็นผลของการใช้เครื่อง TENS

ดังนั้นการศึกษานี้จึงศึกษา ระดับความปวดและปริมาณยาลดปวดที่ใช้หลังการผ่าตัด 48 ชั่วโมง และพบว่าผู้ป่วยในกลุ่มทดลองที่ใช้ active TENS มีแนวโน้มการใช้ยามอร์ฟีนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ดังการศึกษาของ Schuster และ Infante⁽⁴⁾ (คศ.1980) และ วีระวัฒน์และคณะ⁽¹⁷⁾ (พศ.2530) ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบกับกลุ่ม

ที่ไม่ใช้เครื่อง TENS ซึ่งการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้ sham TENS เพื่อหลีกเลี่ยง placebo effect ที่อาจเกิดขึ้นได้ แต่เนื่องจากกลุ่มประชากรที่ศึกษามีจำนวนน้อยจึงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการคำนวณขนาดตัวอย่างต้องใช้ขนาดตัวอย่างกลุ่มละ 20 ราย จึงจะเห็นความแตกต่างได้อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น เพื่อพิสูจน์ว่าการกระตุ้นไฟฟ้าเพื่อลดปวดได้ ผลจริงการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาในจำนวนประชากรที่มากขึ้น

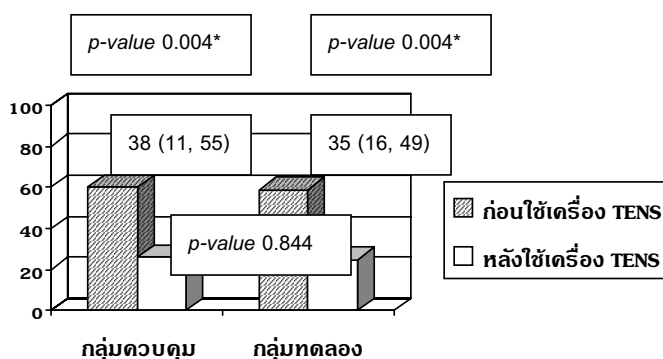
ส่วนการประเมินระดับความปวดนั้นพบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีระดับความปวดลดลงใกล้เคียงกัน อาจเนื่องมาจากผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มได้รับยามอร์ฟีนในการควบคุมอาการปวดเหมือนกัน ส่วนระดับความพึงพอใจที่มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากการประเมินการลดปวดโดยรวมและวิธีการติดตามอาการไม่พึงประสงค์ คือ ผู้ป่วยรู้สึกวิงเวียนศีรษะ คิดเป็นร้อยละ 13.6 ดังนั้น ในการศึกษาต่อไปอาจต้องมีการปรับปรุงกรณีให้เหมาะสมเพิ่มเติม

สรุป การใช้เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าลดปวดกับผู้ป่วยที่ทำการผ่าตัดกระดูกสันหลัง มีแนวโน้มที่สามารถลดการใช้ปริมาณมอร์ฟีนเพื่อลดอาการปวดหลังผ่าตัดกระดูกสันหลังได้ ซึ่งเป็นวิธีการที่ปลอดภัยและไม่มีภาวะแทรกซ้อนรุนแรง แต่ควรศึกษาต่อในจำนวนผู้ป่วยที่มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช และศูนย์วิทยาการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฝ่ายศัลยกรรมกระดูกและฝ่ายวิสัญญี โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย



แผนภูมิที่ 2 แสดงความแตกต่างของระดับความปวดก่อนและหลังใช้เครื่อง TENS พบว่า ระดับความปวดของทั้ง 2 กลุ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p=0.004$) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่มไม่พบว่ามีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.844$)

เอกสารอ้างอิง

1. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: A new theory. *Science* 1965; 150: 971-8.
2. Hymes AC, Raab DE, Yonehiro EG, Nelson GD, Printy AL. Electrical surface stimulation for control of acute postoperative pain and prevention of ileus. *Surg Forum* 1974; 25: 222-4.
3. Issenman J, Nolan MF, Rowley J, Hobby R. Transcutaneous electrical nerve stimulation for pain control after spinal fusion with Harrington rods: a clinical Report. *Phys Ther* 1985; 65: 1517-20.
4. Schuster GD, Infante MC. Pain relief after low back surgery: the efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation. *Pain* 1980; 8: 299-302.
5. Erdogan M, Erdogan A, Erbil N, Karakaya HK, Demircan A. Prospective, randomized, placebo-controlled study of the effect of TENS on postthoracotomy pain and pulmonary function. *World J Surg* 2005; 29: 1563-70.
6. Cooperman AM, Hall B, Mikalacki K, Hardy R, Sardar E. Use of transcutaneous electrical nerve stimulation in the control of postoperative pain. *Am J Surg* 1977; 133: 185-7.
7. Hamza MA, White PF, Ahmed HE, Ghoname EA. Effect of the frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on the postoperative opioid analgesic requirement and recovery profile. *Anesthesiology* 1999; 91(5): 1232-8.
8. Chen L, Tang J, White PF, Sloninsky A, Wender RH, Nausee R, et al. Effect of the intensity of transcutaneous acupoint electrical stimulation on the postoperative analgesic requirement. *Anesth Analg* 1997; 85: 406-13.
9. Ali J, Yaffe CS, Serrette C. The effect of transcutaneous electric nerve stimulation on postoperative pain and pulmonary function. *Surgery* 1981; 89: 507-1.
10. Pike MP. Transcutaneous electrical stimulation: its use in the management of postoperative pain. *Anaesthesia* 1978; 33(2): 165-71.
11. Breit R, Wall HV. Transcutaneous electrical nerve stimulation for postoperative pain relief after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2004; 19(1): 45-8.
12. Foster EL, Kramer JF, Lucy SD, Scudds RA, Novick RJ. Effect of TENS on pain, medications, and pulmonary function following coronary artery bypass graft surgery. *Chest* 1994; 106: 1343-8.
13. Gilbert JM, Gledhill T, Law N, George C. Controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for postoperative pain relief following inguinal herniorrhaphy. *Br J Surg* 1986; 73(9): 749-51.
14. Cuschieri RJ, Morran CG, McArdle CS. Transcutaneous electrical stimulation for postoperative pain. *Ann R Coll Surg Engl* 1985; 67(2): 127-9.
15. McCallum MI, Glynn CJ, Moore RA, Lammer P, Phillips AM. Transcutaneous electrical nerve stimulation in the management of acute postoperative pain. *Br J Anaesth* 1988; 61(3): 308-12.
16. สุทธิรัตน์ พิมพ์พงศ์, ทศนีย์ ตั้งตรงจิตต์, ยุพิน ดีสมศักดิ์, เถลิงศรี ศรทรง. ผลของการใช้เครื่องเหน็บลดความเจ็บปวดในผู้ป่วยศัลยกรรมช่องท้อง โรงพยาบาลศิริราช. *ตาสันเวชสาร* 2541; 16(1): 20-31.
17. วีระวัฒน์ หาญทวีชัย, นคร สมบูรณ์วิทย์, บุญเลี้ยง อุกฤษณ์, ไพฑูรย์ เนาวรัตน์ภาส, สุกิจ หาญพานิชกิจการ. การกระตุ้นไฟฟ้าเพื่อลดอาการปวดแผลหลังผ่าตัด. *วาริรเวชสาร* 2530; 31(3): 145-50.
18. Rakek B, Frantz R. Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation on postoperative pain with movement. *J Pain* 2003; 4(8): 455-64.
19. Woolf CJ, Thompson JW. Stimulation-induced analgesia: transcutaneous electrical nerve stimulation and vibration. In: Wall PD, Melzack R, editors. *Textbook of pain*. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone; 1994. p.1191-208.