

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา และแนวทางความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย

การรักษาโดยการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (electrotherapy) เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล โดยมีหลักฐานปรากฏในแนวปฏิบัติทางคลินิก (clinical practice guideline) ของประเทศต่างๆ หลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา อังกฤษ ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ รัสเซีย เป็นต้น ซึ่งแนะนำให้ใช้การกระตุ้นด้วยไฟฟ้าเพื่อบรรเทาอาการเจ็บปวด เพื่อลดบวม เพื่อลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ เพื่อส่งเสริมการไหลเวียนของเลือด และเพื่อฝึกกล้ามเนื้อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Cameron, 2009)

ปัจจุบัน การรักษาโดยการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าสามารถทำได้สองแบบ คือ แบบที่ติดขั้วกระตุ้นไฟฟ้าไว้บนผิวหนังของผู้ป่วยโดยไม่มีนำอุปกรณ์ใดๆ ล่วงล้ำเข้าภายในตัวผู้ป่วย (noninvasive method) และแบบที่นำขั้วกระตุ้นไฟฟ้าฝังเข้าไปในอวัยวะของผู้ป่วย (invasive method) ทั้งนี้ การรักษาโดยการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าแบบแรกเป็นแบบที่มีใช้กันอย่างกว้างขวางในทางกายภาพบำบัด จนมีชื่อเรียกเทคนิคการกระตุ้นไฟฟ้าแบบนี้ว่า การกระตุ้นไฟฟ้าผ่านผิวหนัง หรือ transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) ซึ่งสามารถปรับความถี่และรูปแบบของคลื่นไฟฟ้าที่ประกอบขึ้นเป็นกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการรักษาได้หลากหลาย และทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพในการรักษาที่แตกต่างกันไปด้วย กล่าวคือ บางชนิดมีประสิทธิภาพในการลดปวดได้ดี ในขณะที่บางชนิดสามารถลดบวมหรือช่วยให้กล้ามเนื้อผ่อนคลายได้ดี ในทางคลินิกพบว่ามีการใช้ความถี่ตั้งแต่ 1 ถึง 4,000 Hz (Prentice, 2011) และใช้รูปแบบของคลื่นไฟฟ้าสามชนิดหลัก (Cameron, 2009) คือ กระแสไฟฟ้าตรง กระแสไฟฟ้าสลับ และกระแสไฟฟ้าที่เป็นช่วง โดยการจัดวางขั้วกระตุ้นไฟฟ้า (electrode) ในการใช้ TENS นั้นกระทำโดยการวางขั้วกระตุ้นไฟฟ้าไว้บนผิวหนังผู้ป่วยตามตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย เช่น วางไว้บนส่วนของร่างกายที่มีอาการเจ็บปวด วางไว้บนแนวทางเดินของเส้นประสาท วางไว้บนตัวของกล้ามเนื้อ หรือวางบนจุดฝังเข็ม เป็นต้น

ผลงานวิจัยที่ผ่านมาล้วนสนับสนุนการใช้ TENS เพื่อลดปวดหรือ electroanalgesia ให้แก่ผู้ป่วย ทั้งในระยะเฉียบพลันและระยะเรื้อรังได้เป็นอย่างดี ดังเห็นได้จากผลการศึกษาที่วัดระดับความเจ็บปวดทันทีภายหลังการใช้ TENS ที่พบมีการลดลงของอาการปวดในผู้ป่วยปวดคอแบบเฉียบพลัน (Jensen and Harms-Ringdahl, 2007) ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างแบบเรื้อรัง (Poitras and Brosseau, 2008) ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดบริเวณอุ้งเชิงกรานแบบเรื้อรัง (Sikiru et al., 2008) หรือในผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่าแบบเรื้อรัง (Burch et al., 2008) นอกจากนี้ ในคนปกติที่ไม่มีอาการเจ็บปวดใดๆ ยังพบว่า

การกระตุ้นด้วย TENS ยังสามารถเพิ่มระดับความทนทานต่อแรงกดบนจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อ (Aarskog et al., 2007; Facchinetti et al., 1984) ได้อีกด้วย

ทั้งนี้ ยังพบว่าการตอบสนองทางสรีรวิทยาอื่นเมื่อกระตุ้นด้วย TENS ด้วย จากงานวิจัยในอาสาสมัครสุขภาพดีแสดงว่า แม้ TENS จะไม่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ แต่กลับมีผลต่อรูปแบบการไหลของเลือดที่วัดโดย tachogram โดยพบว่า การกระตุ้นด้วยความถี่ต่ำทำให้ sympathetic nervous system ทำงานลดลง แต่ parasympathetic nervous system ทำงานเพิ่มขึ้น (Stein et al., 2011) ขณะที่อีกการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าการลดลงเล็กน้อยของอัตราการเต้นของหัวใจร่วมกับมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยของ systolic blood pressure และ diastolic blood pressure ภายหลังการกระตุ้นด้วย TENS (Hughes et al., 1984) นอกจากนี้ มีงานศึกษาพบว่า เมื่อให้การกระตุ้นด้วย TENS บนจุดฝังเข็มช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของปอดได้ โดยค่าปริมาตรของลมที่หายใจออกใน 1 วินาทีแรก (forced expiratory volume in 1 second, FEV₁) ของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (chronic obstructive pulmonary disease) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ภายหลังการกระตุ้นด้วย TENS นาน 45 นาที (Lau et al., 2008) รวมทั้งยังช่วยทำให้ค่า FEV₁ ของผู้ป่วยโรคหอบหืดหลังการออกกำลังกายลดลงในปริมาณที่น้อยลง (Ngai et al., 2009) ทั้งนี้ เมื่อทำการศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดีหลังการออกกำลังกายอย่างหนักพบว่า การกระตุ้นด้วย TENS ช่วยเพิ่มค่า FEV₁ และทำให้อาสาสมัครสามารถออกกำลังกายได้นานขึ้นด้วย (Ngai et al., 2011)

เมื่อไม่นานมานี้ ได้มีการพัฒนาเทคนิคกระตุ้นไฟฟ้าอีกแบบหนึ่งคือ การกระตุ้นเส้นประสาทผ่านผิวหนังบริเวณศีรษะส่วนหน้าผากและท้ายทอยหลังใบหูทั้งสองข้างสู่สมองส่วนกลางด้วยไฟฟ้า (transcranial impulse electrostimulation, TES) ที่มีลักษณะคล้าย TENS ขึ้น นั่นคือ เป็นการกระตุ้นไฟฟ้าผ่านผิวหนัง แต่ออกแบบให้วางขั้วกระตุ้นไว้บนผิวหนังบริเวณหน้าผากและท้ายทอยด้านหลังใบหูทั้งสองข้าง เพื่อหวังผลให้เกิดการเหนี่ยวนำคลื่นไฟฟ้าสู่สมอง (Lebedev et al., 2002b) การกระตุ้นด้วยไฟฟ้าแบบนี้มีใช้แพร่หลายในประเทศแถบยุโรปและรัสเซีย แต่ยังไม่เคยมีใช้ในประเทศไทย ผู้พัฒนาเทคนิคการกระตุ้นด้วย TES รายงานว่า เทคนิคนี้มีประสิทธิภาพในการลดปวดได้ในผู้ป่วยหลายสภาวะ เช่น ภาวะหลังการผ่าตัด (Limoge and Dixmerias-Iskandar, 2004) ภาวะการปวดคอหรือหลังแบบเรื้อรัง (Gabis et al., 2009) ภาวะข้อเข่าเสื่อม (Burch et al., 2008; Katsnelson et al., 2004) เป็นต้น นอกจากนี้ ยังพบว่าการกระตุ้นไฟฟ้าแบบ TES ช่วยลดอาการเครียด (Lebedev et al., 2002b) ช่วยลดความกระวนกระวายใจ (Markina and Kratinova, 2004) และภาวะนอนไม่หลับ (Philip et al., 1991) รวมทั้งช่วยส่งเสริมการซ่อมแซมเซลล์ของร่างกายด้วย (Lebedev, 2006; Lebedev et al., 2007; Lebedev et al., 2002a)

เมื่อพิจารณาถึงกลไกที่ทำให้การกระตุ้นด้วย TENS และ TES ใช้ในการลดปวดได้ ตำราและงานวิจัยต่างๆ ล้วนกล่าวว่า เกี่ยวข้องกับสามกลไก (Bender et al., 2007; Cameron, 2009; Prentice, 2011) ซึ่งขัดขวางการส่งผ่านสัญญาณประสาทความเจ็บปวดไปยังสมอง

กลไกแรกอธิบายด้วยทฤษฎี gate control ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับอย่างกว้างขวาง (Melzack, 1999) ซึ่งอาศัยความรู้ที่ว่า ที่ไขสันหลังมีจุดที่ถูกจินตนาการว่าเป็นประตูให้เป็นทางผ่านของสัญญาณประสาทรับความรู้สึก โดยประตูนี้จะปิดลงเมื่อสัญญาณประสาทที่เกี่ยวกับความรู้สึกสัมผัสเดินทางมาถึง แต่เพราะสัญญาณประสาทที่เกี่ยวกับความรู้สึกเจ็บปวดเดินทางช้ากว่าสัญญาณประสาทที่เกี่ยวกับความรู้สึกสัมผัสเป็นอย่างมาก เมื่อทำการกระตุ้นไฟฟ้าด้วย TENS และ TES จึงทำให้เกิดการส่งสัญญาณประสาทความรู้สึกสัมผัสไปปิดประตูทำให้สัญญาณประสาทที่เกี่ยวกับความรู้สึกเจ็บปวดของผู้ป่วยไม่ถูกส่งต่อไปยังสมอง ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกปวดลดลง

กลไกที่สองเกิดในสมอง เมื่อสัญญาณประสาทความรู้สึกสัมผัสจาก TENS และ TES ได้เดินทางผ่านไขสันหลังแล้วกระตุ้นให้สมองส่วน periaqueductal gray ใน midbrain และ raphe nucleus ใน brain stem ตื่นตัว ส่งผลไปยังยังไม่ให้เส้นประสาทรับความเจ็บปวดหลังสารสื่อประสาท substance P ที่รบกวนตัวรับความรู้สึกเจ็บปวดและทำให้อาการปวดลดลงได้

กลไกที่สาม ยังไม่มีการรายงานขั้นตอนการเกิดที่ชัดเจน แต่เชื่อว่าเกิดจากการที่ TENS และ TES กระตุ้นเส้นประสาทรับความรู้สึกขนาดเล็กเป็นเวลานานจนกระทั่งทำให้เนื้อเยื่อในร่างกายหลังสารเอนดอร์ฟินที่มีฤทธิ์ในการลดปวดออกมาและทำให้รู้สึกปวดน้อยลง โดยมีงานวิจัยหลายชิ้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของอาการเจ็บปวดกับการเพิ่มขึ้นของระดับเอนดอร์ฟินในกระแสเลือด (plasma beta-endorphin) หลังการกระตุ้นด้วย TENS (Bender et al., 2007; Hughes et al., 1984; Ngai et al., 2010; Sabino et al., 2008) และหลังการกระตุ้นด้วย TES (Gabis et al., 2003; Lebedev et al., 2002a; Markina and Kratinova, 2004; Warner et al., 1994)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างในการจัดวางขั้วกระตุ้นไฟฟ้า (electrodes) ระหว่าง TENS และ TES อาจกล่าวได้ว่า TENS เป็นเทคนิคการกระตุ้นส่วนปลายของระบบประสาท (peripheral nervous system stimulation) และ TES เป็นเทคนิคการกระตุ้นส่วนแกนของระบบประสาท (cortical nervous system stimulation) ซึ่งน่าจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการรักษาของเทคนิคการกระตุ้นทั้งสองที่น่าจะแตกต่างกันด้วย แม้กระนั้นก็ตาม ผู้วิจัยพบว่ามีการศึกษาเดียวที่ศึกษาประสิทธิภาพในการลดปวดระหว่าง TENS และ TES ได้มีงานวิจัยเปรียบเทียบการใช้ TENS และ TES กระตุ้นควบคู่กันกับการกระตุ้นด้วย TES เพียงเทคนิคเดียว พบว่า การกระตุ้นด้วยทั้งสองเทคนิคควบคู่กันมีประสิทธิภาพในการลดความปวดได้มากกว่า (Boggio et al., 2009) แต่ด้วยเหตุที่งานวิจัยดังกล่าวไม่มีกลุ่มควบคุมที่ได้รับการกระตุ้นด้วย TENS เพียงเทคนิคเดียว จึงยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่า หากให้การกระตุ้นด้วย TENS เพียงเทคนิคเดียว จะมีประสิทธิภาพแตกต่างจากการกระตุ้นด้วย TES หรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยา ได้แก่ ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และอัตราการหายใจ ระหว่างเทคนิคการกระตุ้นด้วย TENS กับเทคนิคการกระตุ้นด้วย TES
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการกระตุ้นไฟฟ้าด้วย TENS กับเทคนิคการกระตุ้นไฟฟ้าด้วย TES ในการกระตุ้นให้ร่างกายหลั่งสารเอ็นดอร์ฟิน

โครงการวิจัยนี้ทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี จำนวน 120 คน เพื่อเข้าร่วมการวิจัยในสองส่วน คือ ส่วนการศึกษานำร่อง และส่วนการศึกษาหลัก

1.3 สมมติฐานการวิจัย

การกระตุ้นไฟฟ้าแบบ TENS และ TES มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้ร่างกายเกิดการตอบสนองทางสรีรวิทยาและหลั่งสารเอ็นดอร์ฟินได้ในระดับที่แตกต่างกัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ให้ความรู้แก่ประชาชนและบริษัทผู้ผลิตเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องมือกระตุ้นไฟฟ้าด้วย TENS และ TES ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีการผลิตและวางขายเชิงพาณิชย์ในปัจจุบัน เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจร่วมกันกับนักกายภาพบำบัดในการเลือกใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากกว่าในการกระตุ้นการหลั่งของสารเอ็นดอร์ฟิน