บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

อัลตร้าซาวด์บำบัด (therapeutic ultrasound) เป็นการประยุกต์ใช้คลื่นเหนือเสียงความถี่สูง มาใช้ในการรักษาที่มุ่งเน้นในการฟื้นฟู (rehabilitation) และการรักษาที่เกี่ยวข้องกับการรักษาทางกายภาพบำบัด คลื่นเสียงจัดเป็นพลังงานกลที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของตัวกลาง (mechanical vibration) ดังนั้นการเดินทางของคลื่นเสียงจึงต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน ในการรักษาทางกายภาพบำบัด จะใช้ความถี่คลื่นเหนือสียงระหว่าง 0.75 MHz ถึง 3 MHz โดยทั่วไปนิยมใช้ 1 หรือ 3 MHz ที่ความถี่ 1 MHz จะสามารถลงสู่เนื้อเยื่อได้ลึก 3-5 เซนติเมตร ในขณะที่ความถี่ 3 MHz ลงสู่เนื้อเยื่อได้ลึก 2-3 เซนติเมตร (Cameron. 1999) อัลตร้าซาวด์บำบัดเป็นเครื่องมือในการรักษาเฉพาะที่ เหมาะกับการรักษาบริเวณที่ไม่กว้างมาก โดยมีพื้นที่ที่เหมาะสมในการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดไม่เกิน 2-3 เท่าของขนาดของหัวอัลตร้าซาวด์ที่ใช้ เช่นถ้าขนาดของหัวอัลตร้าซาวด์ที่ใช้เท่ากับ 5 ตารางเซนติเมตร พื้นที่ที่เหมาะสมในการรักษาจะประมาณ 10- 15 ตารางเซนติเมตร (Cameron. 2003)

ผลทางชีวฟิสิกส์ที่เกิดในเนื้อเยื่อจากการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัด แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1. ผลของความร้อน (thermal effects) อัลตร้าซาวด์บำบัดจัดเป็นเครื่องมือการรักษา (modality) ที่ให้ผลความร้อนลึก (deep heat) คือสามารถทำให้เกิดความร้อนสะสมในเนื้อเยื่อชั้นลึก เช่นกล้ามเนื้อ (muscle) เส้นเอ็น (tendon) หรือในข้อต่อ (joint) ความร้อนที่สะสมในเนื้อเยื่อจากคลื่นอัลตร้าซาวด์ เกิดจากเนื้อเยื่อนั้นมีการดูดซับ (absorption) คลื่นอัลตร้าซาวด์และเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน โดยความร้อนที่เกิดขึ้นจะมีการสะสมถึงระดับที่ให้ผลการรักษาคืออยู่ที่ระหว่าง 40 องศาเซลเซียส ถึง 45 องศาเซลเซียส (Knight, Rutledge et al. 2001) อัลตร้าซาวด์บำบัดแบบที่หวังผลของความร้อน จะเน้นการรักษาการบาดเจ็บในระยะเรื้อรัง (chronic inflammation) โดยให้ผลเพิ่มการไหลเวียนเลือดเฉพาะที่ (Fabrizio, Schmidt et al. 1996) กระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ ลดปวดโดยการเพิ่มระดับกั้นของการรับความรู้สึกปวด (pain threshold) (Lehmann, Brunner et al. 1958) นอกจากนี้ยังมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการนำกระแสประสาท (nerve conduction velocity) (Kramer.

1984) เพิ่มความยืดหยุ่นของคอลลาเจน ลดความหนืดของของเหลวในข้อต่อ ลดการหดรั้งของเนื้อเยื่อ และลดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (Fountain, Gersten et al. 1960; Cameron. 2003)

2. ผลที่ไม่ใช่ความร้อน (non-thermal effects) อัลตร้าซาวด์บำบัดสามารถให้ผลการรักษาที่ไม่ได้เกิดจากการสะสมความร้อนในเนื้อเยื่อได้ หรือเรียกว่า non-thermal effects เป็นผลการรักษาที่เกิดจากอิทธิพลของคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่มีต่อเนื้อเยื่อหรือเซลล์โดยตรง โดยที่ไม่มีผลของความร้อนสะสมเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นบางครั้งจึงเรียกว่า mechanical effects ซึ่งจะสื่อความหมายได้ตรงมากกว่าแบบ non- thermal effects เนื่องจากตราบใดที่มีคลื่นอัลตร้าซาวด์เข้าสู่เนื้อเยื่อ และเนื้อเยื่อนั้นมีการดูดซับคลื่นอัลตร้าซาวด์ จะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน แต่ความร้อนที่เกิดขึ้นจะไม่มีการสะสมอุณหภูมิ เนื่องจากมีการถ่ายเทความร้อนโดยระบบไหลเวียนเลือดออกไปยังบริเวณข้างเคียงได้ในอัตราส่วนที่สมดุลกับความร้อนที่เกิดขึ้น เป็นผลให้ตลอดเวลาการรักษาจะไม่มีการสะสมความร้อนในเนื้อเยื่อ อัลตร้าซาวด์บำบัดแบบที่ไม่ใช่ความร้อน (non-thermal effects) จะให้ผลการรักษาได้ดีในการอักเสบระยะเฉียบพลัน (acute inflammation) โดยให้ผลในลักษณะกระตุ้นหรือเร่งกระบวนการอักเสบให้มีการทำงานอย่างต่อเนื่องเร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (pro-inflammation) ทำให้มีผลเร่งกระบวนการสมานแผล เร่งการซ่อมสร้างเนื้อเยื่อ (Low and Reed. 1994; Cameron. 2003; ยิ่งลักษณ์ วิรุณรัตน กิจ. 2554) เป็นต้น ผลการรักษาที่ได้จาก non-thermal effects นี้เป็นผลมาจากคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่ทำให้เกิด acoustic cavitation และ acoustic microstreaming (Cameron. 2003) ที่จัดเป็นกลไกสำคัญทำให้เกิดการตอบสนองของเนื้อเยื่อ

Acoustic cavitation เป็นปรากฏการณ์ของการเกิดฟอง (bubbles) อันเนื่องมาจากคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่ลงสู่เนื้อเยื่อ โดยพลังงานกลจากคลื่นเสียงจะทำให้ของเหลวในเนื้อเยื่อนั้นเกิดเป็นฟองก๊าซขนาดเล็ก อันเป็นผลมาจากแรงดันคลื่นเสียงที่เข้าไปในลักษณะ compression และ rarefaction (Johns. 2002) ในการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัด จะก่อให้เกิด stable cavitation ที่มีขนาดฟองก๊าซคงที่สม่ำเสมอและก่อให้เกิดผลการรักษา

Acoustic microstreaming คือการไหลวนของของเหลวรอบๆฟองก๊าซ (bubles) เป็นการไหลวนที่มีขนาดเล็กระดับไมโคร และจะเกิดหลังจากเกิด stable cavitation การเกิด microstreaming นี้เองที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ คือให้ผลเพิ่มการยอมผ่านของผนังเซลล์ (cell membrane permeability) กระตุ้นการทำงานของเซลล์ (Baker, Robertson et al. 2001)

ดังนั้นผลการรักษาของอัลตร้าซาวด์บำบัดที่อาศัยผลทางชีวฟิสิกส์แบบที่ไม่ใช่ความร้อนหรือ non-thermal effects จะมุ่งเน้นไปในทางกระตุ้นการทำงานของเซลล์ เร่งการสมานแผล ลด

การอักเสบในระยะเฉียบพลันในลักษณะ pro-inflammation และช่วยในการเร่งการซึมผ่านของยาทาผ่านทางผิวหนัง (phonophoresis) ทำให้ตัวยาเข้าสู่เนื้อเยื่อและถูกดูดซึมมากขึ้น (Byl. 1995)

Phonophoresis

คือการอาศัยคลื่นอัลตร้าซาวด์เป็นตัวช่วยในการส่งตัวยาหรือสารเคมีผ่านผิวหนังลงสู่เนื้อเยื่อชั้นลึก จัดเป็นเทคนิคการรักษาที่เรียกว่า phonophoresis หรือ sonophoresis ดังนั้นถ้าทำการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดโดยมีตัวยาทาเข้ามาเกี่ยวข้องและเพื่อหวังผลในการเร่งการซึมของยาผ่านผิวหนัง จะเรียกว่า phonophoresis ผู้ที่ใช้เทคนิคนี้ครั้งแรกคือนาย Fellinger และ Schmid ในปี ค.ศ. 1954 (Fellinger and Schmid. 1954; Byl. 1995) ได้มีการศึกษาและตีพิมพ์เผยแพร่การใช้อัลตร้าซาวด์ร่วมกับยา hydrocortisone รักษาผู้ป่วยข้อนิ้วอักเสบ (digital polyarthritis) ประโยชน์ที่สำคัญของการให้ยาซึมผ่านทางผิวหนัง คือ 1) เป็นการให้ยาเฉพาะที่และตรงตำแหน่งที่ต้องการรักษา (local effects) 2) ไม่เกิดแผลที่ผิวหนังจากการฉีดยา ดังนั้นจึงลดความเสี่ยงจากการติดเชื้อ 3) ลดการทำงานของตับอันเนื่องมาจากกระบวนการเมตาบอริซึมของยา (first pass metabolism) ที่เข้าไปโดยการรับประทาน 4) ตัวยาบางชนิดมีการสลายตัวเมื่อผ่านระบบทางเดินอาหาร (เช่น อินซูลิน จึงต้องใช้วิธีฉีด) 5) ลดการระคายเคืองกระเพาะอาหาร จากผลข้างเคียงของยาต้านการอักเสบ เช่นยา diclofenac ให้ผลดีในการต้านการอักเสบแต่มีผลข้างเคียงทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กส่วนต้น (gastric and duodenal ulcers) (Muller, Mascher et al. 1997) ดังนั้นการให้ยาผ่านทางผิวหนังจึงจัดเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง อย่างไรก็ตาม วิธีนี้มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ความสามารถในการซึมของยาผ่านผิวหนังที่อาจส่งผลให้ประสิทธิภาพในการต้านการอักเสบไม่ดีเท่ากับการรับประทาน แม้ว่าจะมีการพัฒนายาทาออกมาในรูปของครีม (cream) เจล (gel) หรือน้ำมัน (oilment) แล้วก็ตาม นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับขนาดโมเลกุลของตัวยา ซึ่งผิวหนังจะยอมให้ยาซึมผ่านได้ดีเมื่อโมเลกุลนั้นต้องมีขนาดเล็กกว่า 500 ดาลตัน (Da) (Lavon and Kost. 2004) ดังนั้นยาที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่จะไม่สามารถซึมผ่านผิวหนังลงสู่เนื้อเยื่อชั้นลึกได้เลย รวมทั้งผิวหนังอาจจะเกิดการระคายเคือง (skin irritation) จากผลของยานั้น ๆ ได้

มีการพยายามคิดค้นหาวิธีที่ทำให้ยาซึมผ่านผิวหนังได้ดีขึ้น เช่นมีการพัฒนาคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ (physicochemical properties) ของยา (Mitragotri, Ray et al. 2000) รวมทั้งการประยุกต์ใช้คลื่น อัลตร้าซาวด์มาช่วยให้ยาซึมผ่านผิวหนังได้มากขึ้น โดยพบว่าคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่มีความถี่ต่ำ สามารถเพิ่มการซึมผ่านของสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่คือ น้ำตาล mannitol และอินซูลิน (insulin) ผ่านผิวหนังได้ (Mitragotri and Kost. 2004) ในการรักษาทาง

กายภาพบำบัดยาทาที่นิยมใช้ในเทคนิค phonophoresis จะเป็นยาประเภทให้ผลในการลดปวด ลดการอักเสบที่ให้ผลเฉพาะที่ (Byl. 1995) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1) กลุ่มที่ให้ผลในการลดอาการปวด (analgesic drugs หรือ anesthetics) เช่น lodocaine ออกฤทธิ์โดยการยับยั้งตัวรับความรู้สึกปวด (pain receptors) ทำให้เกิดความรู้สึกชา (numbness) ปกติ lidocaine เป็นยาที่ให้ผลในการลดปวด ลดอาการคัน ปวดแสบปวดร้อน (itching and burning pain) ซึ่งคุณสมบัติของยาลดปวดชนิดทานี้ สามารถให้ผลในการลดระดับการรับความรู้สึก (anaesthesia) ที่ระดับผิวเท่านั้น ดังนั้นถ้าต้องการลดปวดในเนื้อเยื่อชั้นลึกจึงต้องอาศัยการฉีดหรือการรับประทาน (Berde and Sethna. 2002) จากรายงานการวิจัยพบว่าการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัด ความถี่ 1 MHz เทคนิค phonophoresis สามารถเพิ่มการซึมผ่านของยา lidocaine ผ่านผิวหนังได้ดี (Kim, Jung et al. 2007; Ebrahimi, Abbasnia et al. 2011)

2) กลุ่มที่ให้ผลแบบ counterirritants คือทำให้เกิดการอักเสบของผิวหนังน้อย ๆ เช่น menthol และ 3) กลุ่มยาลดปวดและต้านการอักเสบ (anti-inflammatory drugs) ที่สามารถแบ่งออกเป็นยาที่จัดอยู่ในกลุ่มสเตียรอยด์ (เช่น hydrocortisone, dexamethasone) และยากลุ่มที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ หรือ non-steroidal anti-inflammatory drugs; NSAIDs เช่น salicylate, diclofenac เป็นต้น

Diclofenac จัดเป็นหนึ่งในยาทาที่นิยมใช้มากในการรักษาทางกายภาพบำบัด มีการศึกษาถึงเทคนิค phonophoresis ต่อการซึมของยา diclofenac ผ่านผิวหนังในอาสาสมัครสุขภาพดี (Rosim, Barbieri et al. 2005) โดยใช้อัลตร้าซาวด์บำบัด ความถี่ 1 MHz รูปคลื่นแบบต่อเนื่อง (continuous mode) ที่ความเข้มเฉลี่ย (spatial average temporal average; SATA) ที่ 0.5 W/cm^2 เป็นเวลา 5 นาที ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ทำเทคนิค phonophoresis ร่วมกับยา diclofenac และกลุ่มที่ทายาเพียงอย่างเดียว ผลการศึกษาพบว่าคลื่นอัลตร้าซาวด์สามารถเพิ่มการซึมของยาผ่านผิวหนังได้มากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ทายาเพียงอย่างเดียว โดยตรวจพบปริมาณยา diclofenac ในพลาสมาของอาสาสมัครกลุ่มที่ทำเทคนิค phonophoresis สูงกว่ากลุ่มที่ทายาเพียงอย่างเดียว กล่าวคือที่เวลา 1 ชั่วโมงหลังจากการทำ phonophoresis พบยาในพลาสมาเท่ากับ 0.0987 μg/ml ในขณะที่กลุ่มทายาเพียงอย่างเดียวพบยาในพลาสมาเท่ากับ 0.0389 μg/ml จะเห็นว่าอัลตร้าซาวด์สามารถเพิ่มการซึมของยาผ่านผิวหนังมากกว่า 2.5 เท่า เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ทายาเพียงอย่าวเดียว

จากรายงานการศึกษาของ Deniz S. และคณะในปี ค.ศ. 2009 (Deniz, Topuz et al. 2009) ที่ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพการลดปวดเทคนิค phonophoresis ด้วยยา diclofenac

ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม (knee osteoarthritis) จำนวน 80 คน โดยศึกษาเปรียบเทียบผลของระดับความเจ็บปวดที่วัดโดยการให้ผู้ป่วยประเมินเป็นค่าตัวเลข (visual analogue scale; VAS) รวมทั้งช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า และความสามารถในการเดิน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ให้เทคนิค phonophoresis ร่วมกับยา diclofenac มีค่าระดับความเจ็บปวดหรือ VAS ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งขณะพักและขณะที่มีกิจกรรม รวมทั้งมีช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าดีขึ้น อย่างไรก็ตามในรายงานการศึกษาวิจัยนี้ไม่ได้ทำการวัดระดับความเจ็บปวดโดยตรงบริเวณที่ทำการรรักษา เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการลดปวดเฉพาะที่

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดเพียงอย่างเดียวสามารถให้ผลในการลดปวดได้เช่นเดียวกัน จากรายงานการศึกษาวิจัยของ Mardiman S. และคณะในปี ค.ศ. 1995 เกี่ยวกับผลของอัลตร้าซาวด์บำบัดต่อระดับกั้นของความรู้สึกปวด (pain threshold) ในอาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 20 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ทำการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัด ความถี่ 1.1 MHz ที่ความเข้ม 1 W/cm^2 มีผลในการเพิ่มระดับกั้นของความเจ็บปวด (pain threshold) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ P<0.05 โดยมีค่าแรงกดที่วัดได้จากเครื่อง pressure dolorimeter ก่อนการรักษาและหลังการรักษาเป็น 1.53$\pm$ 0.08 kg/cm^2 , 1.93 $\pm$ 0.12 kg/cm^2 ตามลำดับ (Mardiman, Wessel et al. 1995) อีกทั้งยังมีรายงานการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการลดปวดของอัลตร้าซาวด์บำบัดในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม โดยการรวบรวมรายงานผลการศึกษาวิจัยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 และวิเคราะห์งานวิจัย (meta-analysis) สรุปผลว่าการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดให้ผลในการลดปวดในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม และเพิ่มความสามารถในการทำงาน (physical function) ของข้อเข่าได้ (Loyola-Sanchez, Richardson et al. 2010) นอกจากนี้ยังพบว่าอัลตร้าซาวด์บำบัดที่ให้การรักษาแบบ pulse mode ให้ผลในการลดปวดในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมได้เช่นเดียวกัน (Tascioglu, Kuzgun et al. 2010)

อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดปวดระหว่าง phonophoresis และ อัลตร้าซาวด์บำบัด จากการศึกษาของนาย Saime Ay และคณะในปี ค.ศ. 2011 (Ay, Doğan et al. 2011) ทำการศึกษาในผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นกลุ่มอาการ myofascial pain syndrome (MPS) จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน กลุ่มที่ 1 ทำการรักษาด้วยเทคนิค phonophoresis ด้วยยา diclofenac กลุ่มที่ 2 ได้รับการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดเพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มลวงที่ทำเหมือนให้การรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดแต่ไม่มีปริมาณความเข้มของคลื่นอัลตร้าซาวด์ออกมา คลื่นอัลตร้าซาวด์ที่ใช้ในการวิจัยนี้มีความถี่ 1 MHz ความเข้ม 1.5 W/cm^2 เวลา 10 นาที ทำการรักษาทั้งหมด 15 ครั้งเป็นเวลา 3 สัปดาห์ และทำการวัดระดับความเจ็บปวดแบบ visual analog scale ,Likert scale และ

ช่วงการเคลื่อนไหวของคอ ศึกษาเปรียบเทียบก่อนและหลังการรักษาในแต่ละกลุ่มพบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ให้ผลในการลดปวดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ เมื่อเทียบกับกลุ่มลวง โดยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ให้ผลในการลดปวดไม่แตกต่างกัน จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า เทคนิค phonophoresis ด้วยยา diclofenac ให้ผลในการลดปวดไม่แตกต่างกันกับการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกันกับการศึกษาประสิทธิภาพการลดปวดด้วยเทคนิค phonophoresis ด้วยยา ibuprofen เปรียบเทียบกับการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดเพียงอย่างเดียวในผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นข้อเข่าเสื่อม (knee osteoarthritis) ที่พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกัน (Kozanoglu, Basaran et al. 2003) นอกจากนี้ยังไม่พบรายงานการศึกษาวิจัยที่มากพอที่จะสรุปได้ว่าการใช้ยาทาร่วมกับการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดในเทคนิค phonophoresis ให้ผลดีและเหนือกว่าการให้การรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดเพียงอย่างเดียวในผู้ป่วยข้อศอกอักเสบ (lateral epicondylitis) (Hoppenrath and Ciccone. 2006) ซึ่งตรงข้ามกับรายงานการศึกษาวิจัยอีกส่วนหนึ่งที่กลับพบว่า เทคนิค phonophoresis มีประสิทธิภาพในการลดปวด ลดการอักเสบได้ดีกว่า เช่น การศึกษาวิจัยของ Kim TY และคณะในปี ค.ศ. 2007 (Kim, Jung et al. 2007) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าระดับกั้นของความรู้สึกปวด (pressure pain threshold) ในอาสาสมัครสุขภาพดี ผลการวิจัยสรุปว่ากลุ่มที่ให้ phonophoresis ด้วยยา lidocaine มีระดับกั้นของความรู้สึกปวดหรือ pain pressure threshold สูงกว่ากลุ่มที่ให้การรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอธิบายเหตุของการที่อัลตร้าซาวด์บำบัดไม่มีผลในการลดปวดว่า คลื่นอัลตร้าซาวด์ให้ผลเปลี่ยนแปลงเฉพาะการนำกระแสไฟฟ้า (electrical activity) ของเส้นประสาทแต่ไม่มีอิทธิพลต่อระดับกั้นของความรู้สึกปวด (pain threshold) อีกทั้งยังพบว่าการให้การรักษาด้วยเทคนิค phonophoresis ด้วยยา lidocaine ในอาสาสมัครสุขภาพดี โดยใช้คลื่นอัลตร้าซาวด์ 1 MHz ปริมาณความเข้มคลื่นเท่ากับ 1 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร รูปแบบคลื่นเป็นจังหวะ (pulse mode) ที่ 20 % duty cycle เป็นเวลา 5 นาที ให้ผลในการลดระดับความรู้สึก (anesthesia) ได้ดีกว่ากลุ่มที่ทายา lidocaine เพียงอย่างเดียว และยังให้ผลดีกว่ากลุ่มที่ทำการรักษาด้วยเทคนิค phonophoresis ด้วยพารามิเตอร์เดียวกันแต่ให้รูปแบบคลื่นเป็นแบบต่อเนื่องหรือ continuous mode (Ebrahimi, Abbasnia et al. 2011)

การวัดระดับความรู้สึกปวดด้วยแรงกด (pressure algometry) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาผลของบางสิ่งต่อระดับความรู้สึกปวด เป็นการให้แรงกดในอัตราคงที่ระดับหนึ่งเพื่อกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกปวด จัดเป็น mechanic pain (Fischer. 1998; Farasyn and Meeusen. 2003; Ylinen, Nykanen et al. 2007; Stubhaug. 2012) รูปแบบของการวิจัยที่เกี่ยวกับการกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกปวด นอกจากจะกระทำโดยใช้แรงกด (mechanical

inducing pain) ยังสามารถกระตุ้น ด้วยกระแสไฟฟ้า (electrical inducing pain) อย่างไรก็ตาม พบว่า วิธีการกระตุ้นความรู้สึกปวดด้วยกระแสไฟฟ้านั้นไม่เป็นธรรมชาติ ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับความรู้สึกที่เกิดขึ้นจริงจากแรงกด (pressure) ความร้อน (heat) หรือการรับสัมผัส (touch) นอกจากนี้กระแสไฟที่กระตุ้นเข้ามาในเนื้อเยื่อจะข้ามเลย (bypass) ตัวรับความรู้สึกที่มีความต้านทานสูง (high resistance receptors) และไปกระตุ้นเส้นประสาทโดยตรง ดังนั้นวิธีการกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกปวดในการวิจัยจึงนิยมใช้แบบแรงกด เพื่อวัด pressure pain threshold การวัดความรู้สึกปวดด้วยวิธีนี้ สามารถประเมินระดับความรู้สึกปวดในเนื้อเยื่อชั้นลึก (deep tissue) เช่นกล้ามเนื้อ (muscle) ได้ (Kosek, Ekholm et al. 1993; Ylinen, Nykanen et al. 2007)

การวัดระดับความรู้สึกปวดในการวิจัย ประเมินโดยการวัดที่ระดับกั้นของความรู้สึกปวด หรือ pressure pain threshold (PPT) เป็นการให้แรงกดอย่างช้า ๆ ด้วยอัตราคงที่ระดับหนึ่ง จนกระทั่งถึงระดับการรับรู้แรกของความรู้สึกปวด หรือก็คือแรงกดที่น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดความรู้สึกที่เริ่มปวด เป็นวิธีการที่ใช้กันทั่วไปในงานวิจัยสำหรับวิเคราะห์ปริมาณของความรู้สึกปวดเฉพาะที่ (Fuentes C, Armijo-Olivo et al. 2011) ใช้มากในทางคลินิก (Ylinen, Nykanen et al. 2007) และในการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ (McManus, Ward et al. 2006; Willett, Hebron et al. 2010) นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถนำไปใช้ประเมินผลการรักษาที่เกิดขึ้นในทางคลินิกได้เป็นอย่างดี (Fischer. 1998)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

อาการปวดจากการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ จัดเป็นปัญหาสำคัญในการรักษา เนื่องจากอาการปวดเหล่านี้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดพยาธิสภาพอื่นๆ ตามมา เช่นการเคลื่อนไหวที่น้อยลง ทำให้เกิดการหดรั้งของเนื้อเยื่อ กล้ามเนื้ออ่อนแรง และส่งผลกระทบต่อการทำงานและกิจวัตรการดำรงชีวิตได้ ในการรักษาทางกายภาพบำบัดเพื่อลดอาการปวดมีได้หลายวิธี และวิธีที่นิยมใช้มากในทางคลินิก คือการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัด

อัลตร้าซาวด์บำบัดจัดเป็นเครื่องมือการรักษาชนิดหนึ่งที่นิยมใช้มากในทางคลินิก เป็นการใช้คลื่นเหนือเสียงทำให้เกิดความร้อนในเนื้อเยื่อชั้นลึก เช่น เส้นเอ็น กล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อรอบข้อ เป็นต้น เหมาะสำหรับการรักษาเพื่อการลดปวดเฉพาะที่ของเนื้อเยื่อที่เกิดการบาดเจ็บ สามารถใช้รักษาได้ตั้งแต่ระยะเฉียบพลัน (acute inflammation) ระยะหลังเฉียบพลัน (subacute inflammation) และระยะเรื้อรัง (chronic inflammation) อีกทั้งมีข้อห้ามในการรักษาน้อยกว่าการรักษาด้วยเครื่องมืออื่น ๆ เช่น shortwave diathermy หรือ microwave diathermy นอกจากนี้ยังสามารถใช้

ผลของอัลตร้าซาวด์เพื่อเร่งการดูดซึมของยาทาบางผ่านผิวหนังลงสู่เนื้อเยื่อชั้นลึกได้อย่างเฉพาะเจาะจง แม้ว่าอัลตร้าซาวด์บำบัดจะให้ผลการรักษาที่หลากหลายและปลอดภัย แต่จากการรวบรวมรายงานการศึกษาวิจัยที่ผ่านมากลับพบว่าไม่สามารถยืนยันถึงผลของประสิทธิภาพการรักษาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเทคนิค phonophoresis ต่อการลดระดับความรู้สึกปวด ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่า phonophoresis ให้ผลดีและเหนือกว่าการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดเพียงอย่างเดียว คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดปวดระหว่าง phonophoresis ด้วย diclofenac กับการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์

ในการรักษาเทคนิค phonophoresis ที่ใช้ยาทาเข้ามามีส่วนในการรักษานั้น ลำดับขั้นตอนในการใช้ยาทามีความหลากหลายตั้งแต่การใช้ยาทาแทนเจลที่ปกติต้องมีเจลเป็นตัวกลางในการส่งผ่านคลื่นอัลตร้าซาวด์ลงสู่ผิวหนัง ซึ่งวิธีนี้จะสูญเสียเนื้อยาเป็นจำนวนมาก หรือการใช้ยาปริมาณระดับหนึ่งทาลงไปก่อน แล้วตามด้วยการรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัด หรือจะให้การรักษาด้วยอัลตร้าซาวด์บำบัดก่อน แล้วตามด้วยการทายา ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่าขั้นตอนในการใช้ยาทา ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลดปวดหรือไม่ และควรใช้ยาทาในขั้นตอนใดจึงจะให้ประสิทธิภาพการรักษาดีที่สุด

HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學