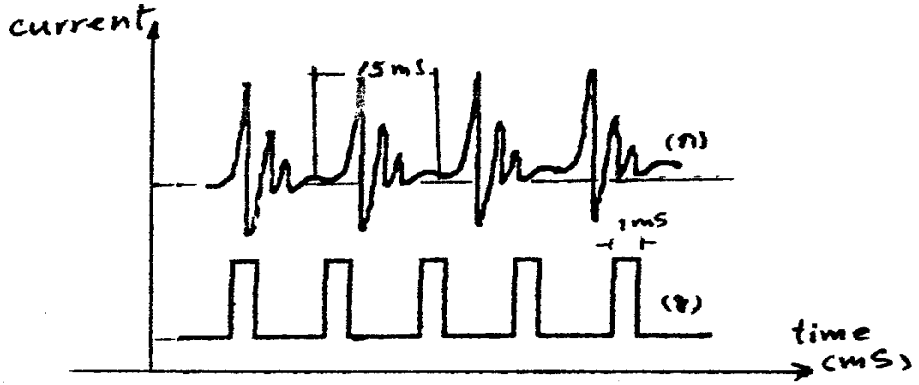
7

การกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟาราดิก

คำว่า'ฟาราดิก' [1,2] มักใช้เรียกกระแสที่สร้างจากขดลวดเหนี่ยวนำ เช่น faradic coil ซึ่ง Faraday เป็นผู้ค้นพบ กระแสไฟฟาราดิกนี้ ได้ถูกนำมาใช้ทางคลินิกตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 ลักษณะเฉพาะของกระแสฟาราดิก ในสมัยแรก ๆ ซึ่งสร้างจาก faradic coil (รูปที่ 7.1) มักเป็นกระแสชนิดเฟสคู่อสมมาตร (asymmetrical biphasic) มีความถี่ประมาณ 50-100 Hz ซึ่งในสมัยนั้น นักกายภาพบำบัดส่วนใหญ่เข้าใจผิด คิดว่ากระแสไฟฟาราดิกเป็นกระแสสลับ (AC) ในทศวรรษที่ 1940 ตอนต้น ถึงปลายทศวรรษที่ 1960 กระแสไฟฟาราดิกเป็นที่นิยมใช้เพราะไม่ค่อยเจ็บ (เมื่อเทียบกับกระแสแกลแวนิก) อาจเนื่องมาจากช่วงการกระตุ้นสั้นกว่าแกลแวนิก (ช่วงกระตุ้นกระแสฟาราดิก ประมาณ 1 มิลลิวินาที) นั่นเอง ในปัจจุบัน ถึงแม้กระแสฟาราดิก จะไม่ได้สร้างจากขดลวดเหนี่ยวนำแล้ว แต่ก็ยังเรียกกระแสนี้ว่า ไฟฟาราดิก ลักษณะเฉพาะของกระแสไฟฟาราดิก เป็นกระแสไฟ IDC (ช่วงกระตุ้น



รูปที่ 7.1 แสดงกระแสไฟฟาราดิกที่สร้างจากขดลวด faradic (ก), และสร้างจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (ข) (ดัดแปลงจาก: Ward AR. Electrical stimulation of nerve and muscle: Electricity, fields and waves in therapy. Marrickville 2204: Science Press, 1976: 75.)

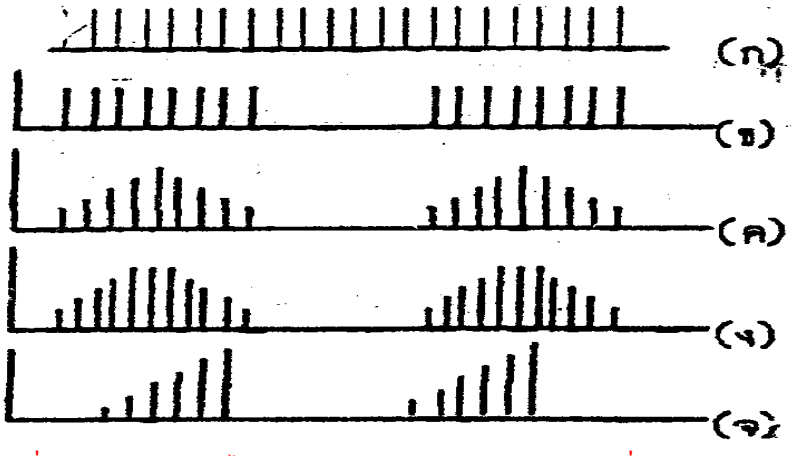
1 มิลลิวินาที) ที่ปล่อยออกเป็นชุด ๆ แต่ละชุด จะมีความถี่ประมาณ 50-100 เฮิรตซ์ มีช่วงพักและช่วงกระตุ้นคงที่ (ถูกกำหนดมาจากโรงงาน) ซึ่งจะแตกต่างจากกระแสไฟตรงที่ปล่อยออกเป็นช่วง ๆ สามารถปรับช่วงพักและช่วงกระตุ้นได้ กระแสไฟฟาราดิกจะกระตุ้นกล้ามเนื้อให้เกิดการหดตัวแบบหดตัวค้าง หรือเตตะนิก (tetanic contraction) และมักไม่ตอบสนองในกล้ามเนื้อที่ขาดเส้นประสาท เนื่องจากช่วงการกระตุ้นสั้นมากเกินกว่าจะทำให้กล้ามเนื้อเกิดการตอบสนอง

เนื่องจากกระแสไฟฟาราดิกมีช่วงพักการหดตัวของกล้ามเนื้อสั้น หรือไม่มีช่วงพักเลย จึงทำให้กล้ามเนื้อที่ถูกกระตุ้นเพลียล้าอย่างรวดเร็วจากการหดตัวค้าง ดังนั้น จึงมีผู้พยายามดัดแปลงกระแสไฟฟาราดิกออกเป็นลักษณะปล่อยออกเป็นชุด ๆ และเป็นแบบ surge (รูปที่ 7.2) ซึ่งสามารถช่วยลดปัญหาการเพลียล้าของกล้ามเนื้อ นอกจากนั้น ยังสามรถกระตุ้นให้

กล้ามเนื้อหดตัวตามจังหวะที่ต้องการได้เป็นอย่างดีอีกด้วย การใช้กระแสไฟฟาราดิกทางคลินิก พอสรุปได้ดังนี้

1 กระตุ้นเพื่อฝึกความแข็งแรงในกล้ามเนื้อปกติ [3,4]

การกระตุ้นกล้ามเนื้อเพื่อการรักษาได้ถูกนำมาใช้ในทางกายภาพบำบัดกว่าครึ่งศตวรรษแล้ว ในทศวรรษที่ 1960 เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อถูกนำมาใช้กระตุ้นกล้ามเนื้อที่ขาดเส้นประสาทมาเลี้ยง ต่อมาก็มีผู้สนใจที่ใช้เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อมากระตุ้นกล้ามเนื้อซึ่งยังมีเส้นประสาทมาเลี้ยงปกติ ซึ่งต่อมาเรียกวิธีการกระตุ้นนี่ว่า neuromuscular electrical stimulation หรือย่อว่า NMES



รูปที่ 7.2 แสดงกระแสไฟฟาราดิกชนิดต่าง ๆ (ก) แบบต่อเนื่อง หรือเรียก continuous IDC (ข) แบบปล่อยเป็นชุด ๆ (burst) (ค), (ง) แบบปล่อยเป็นชุดค่อย ๆ ขึ้นและลง (rampup and down) และ (จ) แบบ surge (ดัดแปลงจาก: Ward AR. Electrical stimulation of nerve and muscle: Electricity, fields and waves in therapy. Marrickville 2204: Science Press, 1976: 76.)

การใช้ NMES ได้เริ่มขึ้นในทศวรรษที่ 1970 เนื่องจากในปี ค.ศ. 1976 มีการแข่งขันโอลิมปิคที่เมือง Montreal ประเทศแคนาดา ในปีนั้นนักกีฬาโซเวียตได้ใช้วิธีการกระตุ้นกล้ามเนื้อร่วมกับการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และในปีต่อมา Kots นักวิจัยชาวรัสเซีย ได้รายงานผลการเพิ่มความแข็งแรงด้วยวิธี NMES ว่าความแข็งแรงสามารถเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกแบบธรรมดาถึง 30-40% และการหดตัวสูงสุด (maximal contraction) สามารถทำได้มากกว่าปกติถึง 10-30% จากรายงานนี้เองทำให้นักวิจัยทางตะวันตกเกิดการตื่นตัวเรื่อง NMES กันอย่างมาก

ในปัจจุบันกระแสที่ใช้กระตุ้นเพื่อฝึกความแข็งแรง มักใช้กระแสไฟตรงศักย์สูง (high voltage pulse galvanic) (ดูบทที่13) และกระแสอินเตอร์เฟอเรนเชียล (ดูบทที่ 14) ซึ่งกระแสทั้งสองชนิดนี้ต่างก็สามารถทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวแบบเตตะนิก คล้ายการหดตัวตามธรรมชาติขณะทำงาน โดยจะปรับความเข้มของกระแสให้เกิดการหดตัวสูงถึง 50-60% ของการหดตัวสูงสุด (วัดความแรงการหดตัวสูงสุดก่อนกระตุ้น) ร่วมกับการฝึกเป็น set, set ละประมาณ 8-15 ครั้ง ฝึกสัปดาห์ละ 4-5 ครั้ง คล้ายกับโปรแกรมการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงด้วยการออกกำลัง โปรแกรมการฝึก ได้สรุปไว้ในตารางที่ 7.1

นอกจากนั้น เทคนิค NMES ยังถูกนำมาใช้กระตุ้นเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ อีกมากมาย เช่น maintaining rang of motion [5], correction of contractures, spasticity management [6,7] ซึ่งรายละเอียดไม่ได้กล่าวในที่นี้

2 กระตุ้นเพื่อลดบวม [2,8,9]

การบวมเนื่องจากเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บ เช่น การแพลง ฟกช้ำ

ตารางที่ 7.1 โปรแกรมการกระตุ้นกล้ามเนื้อเพื่อฝึกความแข็งแรง
(ดัดแปลงจาก Currier[3] 150-151)

โปรแกรมของ	ลักษณะกระแส	รุ่นเครื่อง	ช่วงการกระตุ้น mS	ความถี่ Hz	ความเข้ม	จังหวะกระตุ้น (On :Off)xครั้ง	จำนวนในการฝึก
Currier	รูปชาย	ElectroStim180-2	0.1	2,500	60% MCV	10 ครั้ง	15
Eriksson	สี่เหลี่ยม	-	0.5	200	สูงสุดที่ทนได้	(15:15) X6	4-5 ครั้ง/wk(6 wk)
Godfrey	-	medicosonlator	-	60	สูงสุดที่ทนได้	(10::50) X10	12
Halbach	รูปครึ่งชาย	Jono modulator	-	50	สูงสุดที่ทนได้	10 วินาที	15 ครั้ง (3 wk)
Johnson	สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม	Neuroton	-	65	สูงสุดที่ทนได้	(10:15) X10	19 (95% ของผู้ป่วย)
Kramer	เฟสคู่สี่เหลี่ยม	Teca SPS/T	-	100	สูงสุดที่ทนได้	(10::10)	10-12 ครั้ง (4-5wk)
Lainey	อินเตอร์เฟอ-เรนเชียล	Medelco/ Nemectrodyn	-	4,000 4,100	สูงสุดที่ทนได้ สูงสุดที่ทนได้	(10::50) X10 (1:15) X10	25 9 wk
Massey	สี่เหลี่ยม	Isotron	-	1,000	สูงสุดที่ทนได้	(1:5)	4ครั้ง/wk (3 wk)
Mc Miken	ฟาราดิก	stewart/ Faradic GFo1	0.1	75	80% MVC	(5:25)X 1ชมทุกวัน	ทุกวัน (1-2 wk)
Munsat	สี่เหลี่ยม	-	0.2	33	50% MVC	(4:4) x 15นาที	10 ครั้ง (5 wk)
Romero	เฟสคู่	Teca SP5	-	2,000	สูงสุดที่ทนได้	(2:3) 20 นาที	8-12 ครั้ง(12wk)
William	สี่เหลี่ยม	Multitone	-	-	-	X10 ครั้ง	

MVC - การหดตัวสูงสุดที่ผู้ป่วยสามารถทำได้เอง

จากการล้ม หรือถูกกระแทก มักพบเสมอ การใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้นกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการหดตัวเป็นจังหวะเพื่อไล่เลือดและน้ำเหลือง จากบริเวณที่บาดเจ็บนั้น ให้เกิดการไหลเวียนดีขึ้น นอกจากนั้น ผลของการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้ายังมีส่วนช่วยระงับปวดอีกด้วย (ดูบทที่ 10)

หลักการกระตุ้นเพื่อลดบวมมักใช้กระแสไฟ IDC ที่ปล่อยออกเป็นชุด ๆ เพื่อกระตุ้นให้กล้ามเนื้อหดตัวค้างเป็นจังหวะ ๆ ร่วมกับการพันรัดด้วยผ้ายืด และยกอวัยวะส่วนนั้น ให้สูงขึ้นกว่าระดับหัวใจ[2] Michlovitz [10] และคณะ ได้รายงานผลการใช้กระแสไฟตรงศักย์สูง กระตุ้นผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บที่บริเวณ ข้อเท้าอย่างเฉียบพลัน โดยปล่อยไฟกระตุ้นร่วมกับ การประคบเย็น และยกขาสูง พบว่า สามารถลดบวมอย่างได้ผล เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

การกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้าให้หดตัวเลียนแบบการหดตัวของกล้ามเนื้อธรรมชาติ จะช่วยไล่น้ำเหลืองและโลหิตกลับสู่หัวใจ ในผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บ และเกิดการบวมเรื้อรัง การหดตัวของกล้ามเนื้อตามลำพังเพื่อเพิ่มการไหลเวียนนั้นไม่เพียงพอสำหรับไล่โลหิตและน้ำเหลือง ดังนั้น การใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้นเสริมจึงช่วยการลดบวมได้ดียิ่งขึ้น

Apperty และ Cary [11] ได้ใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้นกล้ามเนื้อเพื่อหดตัว

คารางที่ 7.2 แสดงโปรแกรมการกระตุ้นเพื่อเพิ่มการไหลเวียนโลหิต [9]

ข้อบ่งชี้	ชนิดกระแส	ช่วงการกระตุ้น (ไมโครวินาที)	ขนาดความแรง	ระยะเวลารักษา
ลดบวม	IDC แบบเป็นชุด ๆ	>100	หดตัวเป็นจังหวะ	
เพิ่มการไหลเวียน	IDC แบบเป็นชุด ๆ	>100	10% MCV	10 นาที

MVC คือการหดตัวสูงสุดที่ผู้ป่วยทำได้เอง

ในการรักษาผู้ป่วยซึ่งมีปัญหาเกี่ยวกับการไหลเวียนรอบนอก พบว่าผลของไฟฟ้าช่วยให้เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ เพิ่ม diastolic blood pressure และลด systolic blood pressure Doran [12] และคณะได้รายงาน การกระตุ้นด้วยไฟฟ้าเพื่อป้องกัน thromboemboli ในผู้ป่วยหลังผ่าตัด (ตารางที่ 7.2) จากการทดลองสรุปว่า ผลการลดบวมเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ และการเพิ่ม venous return ดังนั้น จึงควรกระตุ้นระดับ motor level ให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อซึ่งมีประโยชน์ในการ control posttraumatic และ chronic edema

3 กระตุ้นเพื่อเพิ่มการไหลเวียน

เป็นที่ทราบแล้วว่าการไหลเวียนของร่างกายที่เพิ่มขึ้นจากการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าอาจเกิดจากกลไก 2 ประการ คือ กระแสไฟฟ้ากระตุ้นนั้นทำให้เกิดการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติ เกิดการขยายตัวของของเส้นเลือด อีกประการหนึ่งอาจเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ

3.1 ผลของกระแสไฟฟ้าต่อการขยายตัวของหลอดเลือดโดยตรง

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมามีนักวิจัยได้ศึกษาถึงผลของกระแสไฟฟ้าต่อการขยายของหลอดเลือดพบว่า กระแสไฟ TENS มีส่วนทำให้เส้นเลือดเกิดการขยายตัว เช่น การศึกษาของ Wong และ Jette [13] ในปี ค.ศ. 1984 โดยใช้กระแส TENS ช่วงกระตุ้นต่างกัน (ก) ช่วงการกระตุ้น 100 มิลลิวินาที ความถี่ 85 Hz (ข) ช่วงการกระตุ้น 250 มิลลิวินาที ความถี่ 2 Hz (ค)ช่วงการกระตุ้น 250 มิลลิวินาที ความถี่ 85 Hz เป็นเวลา 25 นาที พบ

ว่าการกระตุ้นทั้ง 3 แบบมีผลต่อการลดอุณหภูมิ เกิดการลดลงของ sympathetic tone Kaada [14] และคณะได้ทำการศึกษาโดยใช้ TENS ในผู้ป่วย Raynaud's disease เบาหวาน และ polyneuropathy โดยใช้ กระแส IDC ความถี่ 100 Hz ชนิด เฟสคู่อสมมาตร 5 ชุด/วินาที เป็นเวลา 30 นาที พบว่ามีผลทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด

3.2 ผลของการหดตัวของกล้ามเนื้อ

การหดตัวเป็นจังหวะของกล้ามเนื้อจะช่วยเพิ่มการไหลเวียน จากการศึกษาพบว่า ถ้าใช้กระแสไฟซึ่งมีความแรงน้อยกว่า motor threshold (ไม่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อ) กระตุ้น จะไม่เกิดการเพิ่มการไหลเวียนของกล้ามเนื้อและอวัยวะส่วนที่อยู่ปลาย จากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่า ถ้ากระตุ้นให้กล้ามเนื้อหดตัวเบาๆ ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของการหดตัวสูงสุดและพักเป็นระยะ ๆ จะเป็นการเพิ่มอัตราการไหลเวียนไปยังบริเวณใกล้เคียง Wakim [15] ใช้กระแสชนิดเฟสเดียว ความถี่ประมาณ 4-250 Hz กระตุ้นกล้ามเนื้อสุนัขพบว่า ถ้าใช้ความถี่ประมาณ 16 Hz จะช่วยเพิ่มการไหลเวียนจากการหดตัวเป็นจังหวะ ถ้าใช้ความถี่มากกว่า 64 Hz จะเกิดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ Barcroft [16] ศึกษาการหดตัวเป็นจังหวะของกล้ามเนื้อพบว่าถ้ากล้ามเนื้อหดตัวประมาณ 10-30 เปอร์เซนต์ ของการหดตัวสูงสุดจะช่วยเพิ่มการไหลเวียนเป็นช่วงๆ และการศึกษาของ Currier [17] และ Threlkeld ได้สนับสนุนงานของ Barcroft โดยใช้กระแสไฟตรงศักย์สูงชนิดเฟสคู่แบบสมมาตร ช่วงกระตุ้น 200 ไมโคร วินาที ความถี่ 30 Hz และ 50 Hz กระตุ้นกล้ามเนื้อให้เกิดการหดตัวเช่นกัน

กล่าวโดยสรุปแล้ว การเพิ่มการไหลเวียนด้วยการกระตุ้นไฟฟ้านั้น จะใช้หลัก 2 ประการ คือ กระตุ้นกระบบประสาทอัตโนมัติโดยใช้กระแส TENS

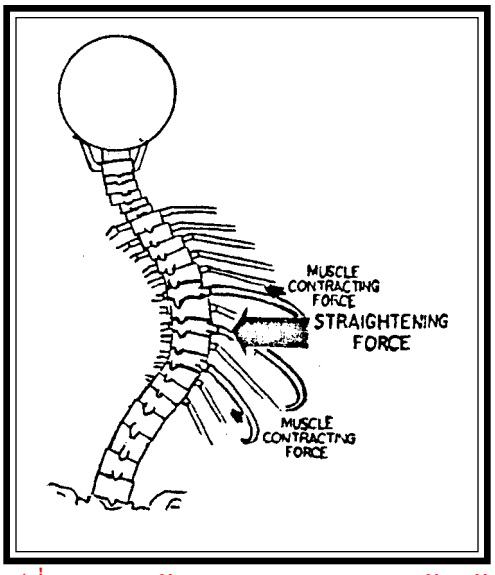
ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ การกระตุ้นให้มีการหดตัวของกล้ามเนื้อ ให้เหมือนการหดตัวแบบธรรมชาติ เพื่อการบีบไล่โลหิตเพิ่มการไหลเวียน ซึ่งมักจะใช้กระแส IDC ชนิดปล่อยออกเป็นชุด ๆ หรือกระแสไฟตรงศักย์สูง โดยปรับช่วงกระตุ้นประมาณ 200 ไมโครวินาที

4 กระตุ้นเพื่อแก้ไขแนวกระดูกสันหลังคด

กระดูกสันหลังคด (idiopathic scoliosis) อย่างถาวรชนิดไม่รู้สาเหตุ มักเป็นในหญิงมากกว่าชาย หากเป็นแล้วไม่ทำการรักษาหรือแก้ไขความพิการนั้น การคดของกระดูกมักจะเพิ่มขึ้นจนประสบปัญหาแทรกซ้อนอื่น ๆ เช่น โรคปวด หลังเรื้อรัง การทำงานของระบบหายใจผิดปกติ [18] ในสมัยก่อนมักนิยมทำการผ่าตัดเพื่อจัดแนวกระดูกใหม่และการดามด้วยเหล็ก [19] Harrington rod ในทศวรรษที่ 1970 มักใช้วิธีการใส่ brace (Milwaukee brace) [20] เกือบตลอดเวลา (ประมาณ 23 ชั่วโมง/วัน) ร่วมกับการออกกำลังกล้ามเนื้อหลัง เพื่อแก้ไขความพิการนั้น แต่ก็ประสบกับปัญหาเรื่องแผลกดทับจากแรงกดของ brace และภาวะเครียดทางด้านจิตใจเนื่องจากต้องใส่ brace ตลอดเวลา การเล่นกีฬา และกิจกรรมนันทนาอื่น ๆ ก็ทำได้ไม่สะดวก

ต่อมาใน ค.ศ. 1974 การแก้ไขกระดูกสันหลังคด มักใช้วิธีฝังขั้วกระตุ้น [21] เข้าไปในแนวกล้ามเนื้อหลัง แล้วกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าเพื่อให้กล้ามเนื้อหดตัว ถึงแม้จะมีรายงานว่าสามารถแก้ไขความพิการอย่างได้ผลถึง 83% แต่ก็ยังไม่ได้รับการยอมรับเรื่องวิธีการ เนื่องจากผู้ป่วยต้องถูกทำผ่าตัดฝังขั้ว และเอาขั้วกระตุ้นออก ใน ค.ศ. 1976 Axelgaard และ คณะ [22] ได้รายงานผลการกระตุ้น ไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดสันหลังคดประมาณ 50 องศา (จากเดิมกระดูกสันหลังอยู่ในแนวตรง) ในแมว ด้วยการวางขั้วกระตุ้นที่ผิวหนัง

ต่อมาได้นำไปประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยที่มีปัญหาเรื่องกระดูกสันหลังคด สามารถแก้ไขอย่างได้ผลโดยใช้หลักการกระตุ้นกล้ามเนื้อบริเวณซี่โครงด้านนูนของแนวกระดูกที่คด ให้เกิดการหดตัวเพื่อส่งแรงดันแนวกระดูกให้กลับคืนสภาพตรง (รูปที่ 7.3) พบว่า วิธีนี้เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่มีกระดูกสันหลังคด ประมาณ 20-45 องศา (Cobb's angle) ต้องใช้เวลากระตุ้นอย่างน้อย 1 ปี ซึ่งได้ผลประมาณ 84%

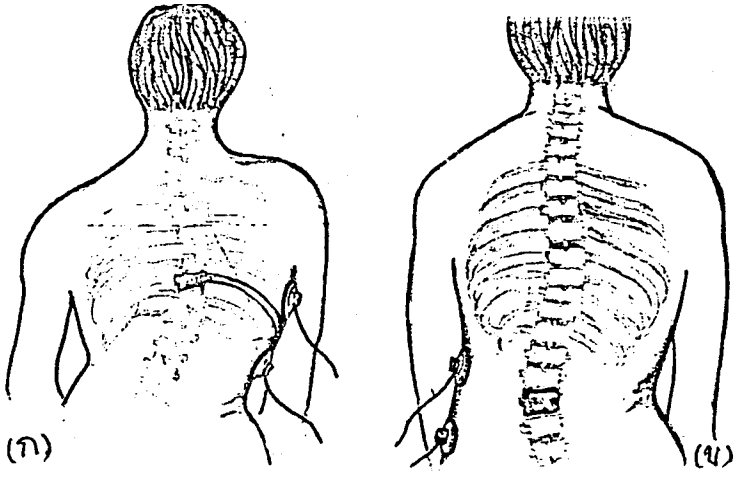


รูปที่ 7.3 แสดงลักษณะการคดของกระดูกสันหลัง

4.1 วิธีการกระตุ้น

โปรแกรมการรักษา Eckerson และ Axelgaard [22] ได้รายงานว่า ภายหลังจากได้ซักประวัติ ตรวจร่างกาย ถ่ายภาพรังสีของกระดูกสันหลังแล้ว จะอธิบายหลักการและโปรแกรม การกระตุ้นให้กับผู้ป่วยและผู้ปกครอง เพื่อขอความร่วมมือ (อย่างเคร่งครัด) จากนั้น จะใช้เครื่องกระตุ้นที่มีขนาดเล็ก (สามารถพกพาได้สะดวก) ที่มีขั้วกระตุ้น 2 ชุด ซึ่งให้กระแส IDC ชนิด train รูปคลื่นสี่เหลี่ยม ช่วงการกระตุ้น 220 ไมโครวินาที ช่วงปล่อยไฟ 6 วินาที ช่วงพัก 6 วินาที วางขั้วกระตุ้นชุดหนึ่งที่ thoracic curve และอีกชุดหนึ่งที่ lumbar curves (ดังรูปที่ 7.4) โดยใช้ขั้วกระตุ้นแผ่นยางสังเคราะห์ทาด้วยเจลนำไฟฟ้า ค่อย ๆเพิ่มความเข้มกระแสอย่างช้า ๆ จนถึงจุดหดตัวของ

กล้ามเนื้อสูงสุดที่ผู้ป่วยทนได้ (ประมาณ 50-70 มิลลิแอมแปร์) ระยะเวลาการกระตุ้นค่อย ๆเพิ่มขึ้นจากวันแรกครั้งละ 1.5 ชั่วโมง วันละ 3 ครั้ง จนกระทั่งวันละ 8 ชั่วโมง โดยเฉพาะเวลานอนควรกระตุ้น อย่างต่อเนื่อง ซึ่งโปรแกรมนี้จะใช้กระตุ้นด้วยไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวไม่ต้องออกกำลัง ทำการประเมินผลภาพถ่ายรังสีเป็นระยะ ๆ เป็นเวลา 6 เดือน -1 ปี ผลการรักษาผู้ป่วยทั้ง 57 รายได้ผลดี และส่วนใหญ่ยอมรับการรักษานี้ เนื่องจากผู้ป่วยไม่มีปัญหาเรื่องแผลกดทับจาก brace และไม่มีปัญหาภาวะจิตใจที่ต้องใส่ brace ตลอดเวลา



รูปที่ 7.4 แสดงตำแหน่งวางขั้วกระตุ้นเพื่อแก้ไขแนวขดของกระดูกสันหลัง (ก) thoracic curve (ข) lumbar curve (ดัดแปลงจาก:.Eckerson LF, Axelgaard J. Lateral electrical surface stimulation as an alternative to bracing in the treatment of idiopathic scoliosis. Phys Ther. 1984; 64(4): 486).

5 แก้ไขกระเพาะปัสสาวะทำงานผิดปกติ [23]

hyperreflexic bladder (spastic, inhibited, irritable, hyperactive or hypertonic) มักเป็นปัญหาทางระบบทางเดินปัสสาวะ (urology) การรักษาทางยามักไม่ได้ผลเท่าที่ควร ส่วนการรักษาทางการทำผ่าตัดก็ทำได้ค่อนข้าง ลำบากและมีความซับซ้อนมาก Glen ได้รายงานวิธีการกระตุ้นไฟฟ้าที่บริเวณ pelvic floor ในการรักษา Urinary incontinence อย่างได้ผล โดยการใช้ขั้วกระตุ้นสอดเข้าไปในช่วงทวารหนัก (anal plug approach) ซึ่งวิธีนี้ถึงแม้จะเป็นวิธีที่ได้ผล แต่ก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจาก จำเป็นต้องใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนมากกระตุ้น และกระแสส่วนใหญ่จะผ่านไปตามเนื้อเยื่อบริเวณทวารหนัก (rectal mucosa)

McGuire และคณะได้รายงานผลการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า ผ่านขั้วกระตุ้นที่วางอยู่ที่จุดฝังเข็ม บริเวณจุดมอเตอร์ของ posterior tibial nerve หรือจุดมอเตอร์ของ common peroneal nerve ของขาทั้งสองข้าง, ปรับความแรงของกระแสประมาณ 5-8 โวลต์, ความถี่ 2-10 HZ ช่วงกระตุ้น 5-20 มิลลิวินาที ในผู้ป่วย 12 คน พบว่าสามารถ inhibited detrusor activity ได้ 90%

Abbate และคณะได้รายงานผล การใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้นผู้ป่วยอัมพาตจากโรค multiple sclerosis ระดับ thoracic ซึ่งมีปัญหา hypothonic (hyporeflexic, areflexic) bladders โดยใช้กระแส IDC รูปสี่เหลี่ยม จากการประเมินด้วย cystometry และ EMG พบว่า ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้น 42.5% สามารถถ่ายปัสสาวะ ได้เอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Merrill โดยวิธีฝังขั้วกระตุ้นไว้ที่ฐานของกระเพาะปัสสาวะ(base of the bladders) ของผู้ป่วยอัมพาตทั้งชนิด upper และ lower motor neurone lesion จำนวน

155 ราย หลังการกระตุ้นพบว่าผู้ป่วยกลุ่ม vesical hypofunction ใช้วิธีการดังกล่าวได้ผลดีมาก (ในกลุ่ม multiple sclerosis ก็ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเพียง 62%)

การใช้กระแสไฟฟ้าเพื่อกระตุ้นแก้ไขกระเพาะปัสสาวะทำงานผิดปกติในปัจจุบันไม่เพียงแต่ใช้เทคนิคกระตุ้นผ่านช่องทวารเท่านั้น แต่ยังสามารถกระตุ้น ผ่านผิวหนังซึ่ง Jones ได้แนะนำให้ใช้กระแส ไฟ IDC ที่มีช่วงกระตุ้น 0.5-5 มิลลิวินาที ความถี่ 15-25 HZ, ปรับความแรงกระแส 1.5-15 โวลต์ ซึ่งสอดคล้องกับ Flanigan และคณะ [24] ได้รายงานผลการรักษาผู้ป่วยหญิงอายุ 19 ปี ที่เป็นโรค multiple sclerosis และมีปัญหา hypotonic bladder โดยใช้กระแส ไฟ IDC รูปสี่เหลี่ยม ช่วงการ กระตุ้น 40-200 มิลลิวินาที ความถี่ 2-110 Hz, วางขั้วกระตุ้นที่บริเวณต้นขาด้านใน, พบว่าหลังกระตุ้นเพียง 15-30 นาที ผู้ป่วยเริ่มสามารถถ่ายปัสสาวะได้และถ่ายได้เกือบสุด หลังติดตามผลการรักษาผู้ป่วยเป็นเวลา 1 ปี ผู้ป่วยสามารถถ่ายปัสสาวะเองได้เกือบปกติ เหลือปัสสาวะ ค้างน้อยกว่า 10 cc.

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันยังไม่สามารถหาเหตุผลในการอธิบายกลไก ผลการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าในการแก้ไขกระเพาะปัสสาวะที่ทำงานผิดปกติ (hypotonic and hypertonic bladders) แต่ก็มีการรายงานผลการรักษาอย่างได้ผลออกมาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น วิธีการก็น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการรักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาดังกล่าว

ปฏิบัติการที่ 7 การกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟาราดิก

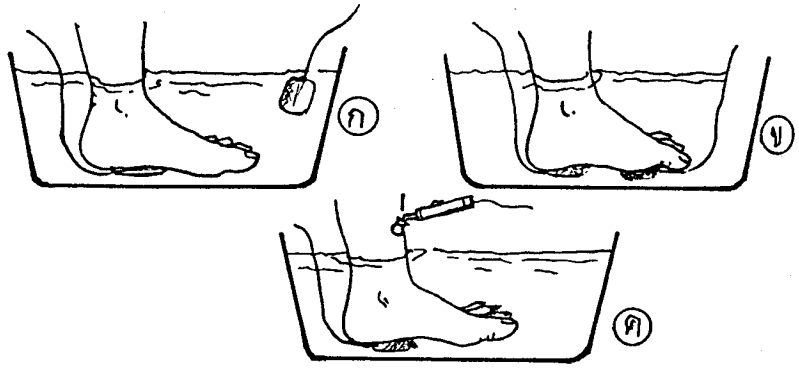
วัตถุประสงค์

หลังจากปฏิบัติการครั้งนี้แล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายลักษณะของกระแสไฟฟาราดิก
2. แสดงวิธีการลดบวมด้วยกระแสไฟฟาราดิก
3. แสดงวิธีการกระตุ้นกระแสไฟฟ้าในน้ำได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อที่สามารถให้กระแสไฟตรงแบบเป็นช่วง ๆ ที่ปล่อยเป็นชุดๆ ซึ่งสามารถปรับช่วงพักและช่วงปล่อยไฟ (on-off time) หรือไฟฟาราดิก
2. แผ่นขั้วกระตุ้นไฟฟ้า, ผ้าสำลี ยางรัดและสายไฟ
3. ผ้ายืด
4. สำลี แอลกอฮอล์
5. ถาดใส่น้ำ, หรือกาละมัง



รูปที่ 7.5 แสดงวิธีการกระตุ้นกล้ามเนื้อในน้ำด้วยกระแสไฟฟาราดิก (ก) ขั้วกระตุ้นอยู่ใต้ฝ่าเท้า (ข) ขั้วทั้งสองอยู่ใต้ฝ่าเท้า (ค) ใช้ขั้วกระตุ้นมือถือ (ดัดแปลงจาก: Foster A, Palastanga N. Clayton's electrotherapy, 9th edition. London; Balliere Tindall, 1985: 77-78).

วิธีปฏิบัติการ

ตอนที่ 1 กระตุ้นกล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ ใต้ฝ่าเท้า[4]

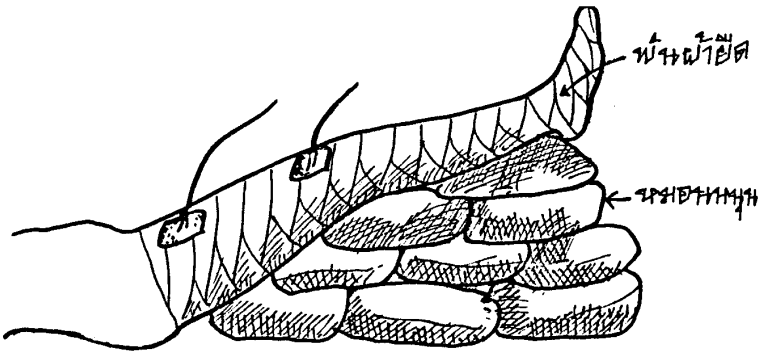
1. ปรับเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อให้สามารถปล่อยกระแสไฟฟาราดิก
2. ปรับช่วงปล่อยไฟประมาณ 10 วินาที ช่วงพัก 5 วินาที
3. เตรียมถาดหรือกาละมังใส่น้ำระดับข้อเท้า
4. วางขั้วกระตุ้นลบไว้ที่ใต้ฝ่าเท้าในถาดน้ำ
5. ส่วนขั้วบวกวางในน้ำ (รูปที่ 7.5ก)
6. ค่อย ๆ ปรับความเข้มกระแส สังเกตอาการแล้วบันทึกผล
7. วางขั้วกระตุ้นทั้งสองไว้ที่ใต้ฝ่าเท้า (รูปที่ 7.5ข)
8. ค่อย ๆ เพิ่มความเข้มกระแส สังเกตอาการ แล้วบันทึกผล
9. ใช้ขั้วกระตุ้นมือถือ กระตุ้นแบบเทคนิค monopolar ที่บริเวณหน้าต่อ medial malleolus (รูปที่ 7.5 ค)
10. ค่อย ๆ เพิ่มความเข้มกระแส สังเกตอาการ แล้วบันทึกผล

ข้อควรระวัง

หากเกิดอาการค้นที่ผิวหนังระดับน้ำควรทาด้วยวาสลินก่อน

ตอนที่ 2 การกระตุ้นเพื่อลดบวม [2]

1. ให้ผู้ถูกกระตุ้นนอนหงายในท่าที่สบาย
2. ปรับเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อให้สามารถปล่อยกระแสไฟฟาราดิก
3. ปรับช่วงปล่อยไฟประมาณ 20 วินาที, หรือมากกว่าช่วงพัก 10 วินาที หรือมากกว่า



รูปที่ 7.6 แสดงวิธีการกระตุ้นเพื่อลดบวมโดยใช้กระแสไฟฟาราดิก ร่วมกับการพันผ้ายืด

4. ชุบผ้าหนาหรือแผ่นฟองน้ำในเปียก

5. วางแผ่นฟองน้ำขั้วหนึ่งที่บริเวณใต้ต่อ head of fibular วางแผ่นโลหะ ขั้วกระตุ้นแล้วหุ้มด้วยพลาสติกกันน้ำ รัดด้วยยางให้แน่นพอสมควร

6. วางแผ่นฟองน้ำอีกแผ่นหนึ่งบริเวณต้นขาเหนือ patellar วางแผ่นโลหะขั้วกระตุ้นแล้วหุ้มด้วยพลาสติกกันน้ำ รัดด้วยยางให้แน่นพอสมควร

7. ต่อสายขั้วกระตุ้นโดยให้ข้อ 5 เป็นขั้วลบ ข้อ 6 เป็นขั้วบวก

8. พับด้วยผ้ายืดจากส่วนปลายของเท้าจนถึงต้นขาให้แน่นพอสมควร ยกขาสูงโดยหนุนด้วยหมอน (ดังรูปที่ 7.6)

9. ค่อย ๆ ปรับความแรงของกระแสให้เห็นการหดตัวสูงสุด ที่ผู้ถูกกระตุ้นทนได้

10. สังเกตอาการ แล้วบันทึกผล

คำถามท้ายบท

1. ท่านคิดว่าวิธีการดังกล่าว (ตอน 1, ตอน 2) สามารถใช้กระแส

ไฟชนิดอื่นกระตุ้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

2. เหตุใดการกระตุ้นเพื่อลดบวมจึงต้องพันด้วยผ้ายืด และยกขาสูง

เอกสารอ้างอิง

1.Ward AR. Electrical stimulation of nerve and muscle: Electricity, fields and waves in therapy. Marrickville 2204: Science Press, 1976: 74-8.

2. Wadsworth H, Chanmugam APP. Low frequency current. Electrophysical agents in physical therapy, 2nd edition. Sydney: Science Press, 1985: 218-42.

3. Currier DP. Electrical stimulation for improving muscle strength and blood flow. In: Nelson RM, Currier DP eds. Clinical electrotherapy. California: Appleton and Lange, 1987: 141-55.

4. Delitto A, Robinson AJ. Electrical stimulation of muscle. In: Mackler LS, Robinson AJ eds. Clinical electrophysiology. Baltimore: Williams and Wilkins, 1989: 102-14.

5.Baker LL. Clinical used of neuromuscular electrical stimulation. In: Nelson RM, Currier DP eds. Clinical electrotherapy. California: Appleton and lange, 1987: 116-39.

6.Baker LL, Yeh C, Wilson D, Waters RL. Electrical stimulation of wrist and fingers for hemiplegic patients. Phys Ther 1979; 59: 1495.

7. Fulbright JS. Electrical stimulation to reduce chronic toe-flexor

hypertonicity. a case report. Phys Ther 1984; 64: 523.

8.Cummings JP. Additional therapeutic uses of electricity. In: Gersh MR. eds. Electrotherapy in rehabilitation. Philadelphia; Davis Company, 1992: 337.

9.Mackler LS. Electrical stimulation for tissue repair. In: Mackler LS and Robinson AJ eds. Clinical electro physiology. Baltimore: Williams and Wilkins, 1989: 230-5.

10.Michlovitz S, Smith W, Watkins M. Ice and high valtage pulse stimulation in treatment of lateral ankle sprains. Orthop Sports Phys Ther 1988; 9: 301-4.

11.Apperty FL, Cary MK. The control of circulatory stasis by the electrical stimulation of large muscle group. Am J Med Sci 1948; 216: 403-6.

12.Doran FSA, White M, Frury M. A clinical trial designed to test the relative value of two simple methods of reducing the rick of venous stasis in the lower limbs during surgical operations, Br J Surg 1970; 57: 20-30.

13. Wong RA, Jette PV. Changes in sympathetic tone associated with different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation in healthy subject. Phys Ther 1984; 64(4): 478-82.

14. Kaada B. Vasodilatation induced by transcutaneous nerve stomulation in peripheral ischemia (Raynaud's phenomenon and diabetic polyneuropathy). Eur hart J 1982; 3: 303-14.

15. Wakim KC. Influence of frequency of muscle stimulation on circulation in the stimulated extremity. Arch Phys Med Rehabil 1953; 34: 291-5.

16. Barcroft H, Millen JLE. The blood flow through muscle during sustained contraction. J Physiol 1939; 97: 17-31.

17.Currier DP, Petrilli CR, Threlkeld AJ. Effect of medium frequency electrical

stimulation on local blood circulation to healthy muscle. Phys Ther 1986; 66: 937.

18.Bjure J, Nachemson AL. Non-treatment scoliosis. Clin Orthop 1973; 93: 44-52.

19.Harrington PR. The etiology of idiopathic scoliosis. Clin Orthop 1977; 126: 17-25.

20.Blount WP, Moe JH. The Milwaukee brace. Baltimore: Williams and Wilkins, 1980: 76-82.

21.Bobechko WP, Herbert MA, Friedman HG. Electrospinal instrumentation for scoliosis. Orthop Clin North Am. 1979; 10: 927-41.

22.Eckerson LF, Axelgaard J. Lateral electrical surface stimulation as an alternative to bracing in the treatment of idiopathic scoliosis. Phys Ther. 1984; 64(4): 483-90.

23.Cummings J. Electrical stimulation of healthy muscle. In: Nelson RM, Currier DP. eds. Clinical electrotherapy. California: Appleton and Lange, 1987: 92-3.

24.Flanigan RC. August HM, Young B, Lucas BA, Mc Roberts JW. Cutaneous stimulation of the bladder in multiple sclerosis: a case report. J. Urol 1983; 129:1047.

25.Foster A, Palastanga N. Clayton's electrotherapy, 9th edition. London; Balliere Tindall, 1985: 70-80, 55-57.