

3

เทคนิคการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ

การกระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาท ด้วยกระแสไฟฟ้าทางกายภาพ บำบัดนั้น มักใช้ขั้วกระตุ้นไฟฟ้าวางที่ผิวหนังโดยมีผ้าชุบน้ำหรือเจลนำไฟฟ้าเป็นตัวกลาง แล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำจากเครื่องกระตุ้น เข้าสู่ร่างกาย ผ่านขั้วกระตุ้น ที่วางอยู่บนผิวหนังนั้น เพื่อหวังผลการตอบสนองของร่างกาย

1 ขั้วกระตุ้น ⁽¹⁻³⁾

ขั้วกระตุ้นของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาทที่ใช้สำหรับการรักษาทางกายภาพบำบัดนั้น ทำหน้าที่ถ่ายทอดกระแสไฟฟ้าจากตัวเครื่องมายังผู้ถูกกระตุ้นเพื่อทำให้เกิดการตอบสนองทางสรีรวิทยา ในปัจจุบันขั้วกระตุ้นดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด (รูปที่ 3.1) ดังนี้คือ:-

1.1 ขั้วกระตุ้นที่เป็นโลหะชุบสารป้องกันสนิม

ขั้วกระตุ้นที่เป็นโลหะชุบสารป้องกันสนิมนี้ ขณะใช้งาน มักวางบนแผ่นโลหะตะกั่ว หรืออะลูมิเนียม ซึ่งมีตัวกลางเหนียวนำกระแสเข้าสู่เนื้อเยื่อ



ที่ทำจากวัสดุอุ้มน้ำได้ดี เช่น ผ้าหรือฟองน้ำหนารองอีกชั้นหนึ่ง ขณะใช้งานจะต้องชุบน้ำให้เปียกเพื่อเป็นตัวนำส่งผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าร่างกาย ขั้วกระตุ้นชนิดนี้เหมาะสำหรับการกระตุ้นด้วยกระแสที่มีช่วงการกระตุ้นยาว (ช่วงพักสั้น หรือไม่มีช่วงพัก) เพื่อลดปัญหาการไหม้พองจากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี, ไฟฟ้า-ความร้อนจากกระแสไฟฟ้า ซึ่งกระแสดังกล่าวได้แก่ กระแสไฟตรงอย่างต่อเนื่อง, กระแสไดอะไดนามิกส์ เป็นต้น

1.2 ขั้วกระตุ้นที่ทำจากยางสังเคราะห์ผสมโลหะ

ขั้วกระตุ้นชนิดนี้มักทำจากยางสังเคราะห์ผสมผงโลหะ เพื่อให้สามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ดี และสามารถแนบสัมผัสกับผิวหนังได้ดี ขณะใช้งานจะใช้เจลนำไฟฟ้าเป็นตัวกลางส่งผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าสู่เนื้อเยื่อ ขั้วกระตุ้นยางสังเคราะห์นี้เหมาะสำหรับการกระตุ้นด้วยกระแสที่มีช่วงการกระตุ้นสั้น ซึ่งเกิด

ปฏิกิริยาไฟฟ้า-เคมี, ไฟฟ้า-ความร้อนไม่มาก และจำเป็นต้องใช้เวลาในการ กระตุ้นนาน กระแสดังกล่าว ได้แก่ กระแสที่ไอเอ็นเอส กระแสไฟตรงศักย์สูง กระแสอินเตอร์เฟอเรนเชียล เป็นต้น ซึ่งข้อกระตุ้นชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กัน มาก ในปัจจุบัน

1.3 ข้อกระตุ้นสำเร็จรูป

ข้อกระตุ้นสำเร็จรูปเป็นข้อกระตุ้นที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้กระตุ้นตามวัตถุประสงค์เฉพาะ เช่น การกระตุ้นเพื่อลดปวดหลังผ่าตัด มีลักษณะเป็นวัสดุ บางเคลือบกาวสามารถแนบติดกับผิวหนังได้ดี และมีโลหะบางเคลือบด้วย สารตัวนำเป็นขั้วนำไฟฟ้า มักเป็นชนิดที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคมมาแล้ว ดังนั้นจึง ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง ข้อกระตุ้นชนิดนี้เหมาะสำหรับการกระตุ้นด้วยกระแส ที่มีช่วงการ กระตุ้นสั้น เกิดปฏิกิริยาไฟฟ้า-เคมี ไฟฟ้า-ความร้อนน้อย และ จำเป็นต้องใช้เทคนิคการปลอดเชื้อ

1.4 ข้อกระตุ้นแถบกาว

ข้อกระตุ้นแถบกาวทำจากโลหะอะลูมิเนียมบาง ถูกรีดให้เป็นเส้น ติดอยู่บนแถบกาวขดเป็นม้วน ขณะใช้งานจะฉีกหรือตัดแล้วลอกติดแนบไป กับร่างกายส่วนที่ต้องการกระตุ้น การใช้งานไม่แตกต่างจากข้อกระตุ้นชนิด สำเร็จ รูป ซึ่งข้อกระตุ้นชนิดนี้มักใช้ในงานศึกษาวิจัยเป็นส่วนใหญ่

ข้อกระตุ้นชนิดต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้ว ต่างก็มีข้อจำกัดในการใช้งาน แตกต่างกันไป เช่น ข้อกระตุ้นที่เป็นโลหะมีลักษณะแข็ง มักขาดความยืดหยุ่น ขณะ วางขั้วบนผิวหนังไม่สามารถแนบโค้งไปกับส่วนของร่างกายได้ทั้งหมด มักเลื่อนหลุดขณะที่ผู้ป่วยเคลื่อนไหว⁽⁴⁾ และพื้นที่ผิวของขั้วบางส่วนไม่

สัมผัสกับผิวหนังทำให้การกระจายของกระแสไม่สม่ำเสมอเกิดการไหม้
พองของผิวหนัง ส่วนขั้วกระตุ้นชนิดที่ทำจากยางสังเคราะห์ถึงแม้ว่าจะมี
ความยืดหยุ่นดี และแนบสนิท กับส่วนของร่างกายได้ดีกว่า แต่ก็มีราคาแพง
นอกจากนั้น ยังเสื่อมคุณสมบัติ หรือเกิดการฉีกขาดได้ง่าย ทำให้ต้องเปลี่ยน
ทุก 6 เดือน เนื่องจากการนำกระแส ไฟฟ้าลดลง ⁽⁵⁾ ลักษณะของขั้วกระตุ้น
ที่ดีมีคุณสมบัติดังนี้⁽⁴⁾ คือ:-

1. มีความต้านทานต่ำ
2. การกระจายกระแสไฟฟ้าสม่ำเสมอ
3. แนบสัมผัสกับผิวหนังได้ดี
4. ผู้ป่วยสามารถขยับเคลื่อนไหวร่างกายส่วนที่ติดขั้วได้โดยขั้วกระตุ้น
ไม่เลื่อนหลุด
5. ไม่ระคายเคืองผิวหนัง
6. หาได้ง่ายและมีราคาถูก

2. หลักการกระตุ้นและการเตรียมผู้ป่วย ⁽⁶⁾

หลังจากได้ตรวจร่างกาย ประเมินผล และวางแผนการรักษาผู้ป่วยเป็น
อย่างดี และได้พิจารณาเลือกชนิดกระแส และวิธีการกระตุ้นไฟฟ้าความถี่ต่ำ
ในการรักษาแล้ว ควรปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์

ก่อนการกระตุ้นเพื่อการรักษาทุกครั้ง ผู้ใช้เครื่องกระตุ้นควรมีการเตรียม
เครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อม เช่น ขั้วกระตุ้น แผ่นผ้ารองใต้ขั้ว น้ำเพื่อ
ชุบแผ่นขั้วกระตุ้น สายยางรัดขั้วกระตุ้น และสำลีชุบแอลกอฮอล์

ควรมีการตรวจสอบเครื่องให้ ปุ่มทุกปุ่มของเครื่องกระตุ้นอยู่ในตำแหน่งศูนย์เสมอ โดยเฉพาะปุ่มปรับความแรงของกระแส ควรตรวจปลั๊กสายไฟฟ้าว่าต่อแน่นดีแล้วพร้อมกับสายดิน จากนั้น ควรทดสอบว่ามีกระแสออกจากเครื่องหรือไม่ โดยการแตะขั้วกระตุ้นทั้งสองพร้อมกันด้วยมือข้างหนึ่ง ส่วนอีกข้างค่อยๆปรับความแรง ปล่อยกระแสไฟออกมา เมื่อแน่ใจว่าเครื่องอยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานแล้ว ก็ปรับให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์เหมือนเดิม ตัวเครื่องกระตุ้นควรอยู่ในตำแหน่งที่ผู้กระตุ้นเอื้อมมือไปปรับปุ่มต่างๆได้ง่าย โดยไม่เปลี่ยนมือ โดยทั่วไปมักอยู่ด้านตรงข้ามกับมือที่จับขั้วกระตุ้น (รูปที่ 3.2)

2.2 การเตรียมตัวผู้รักษา

ผู้รักษาควรมีการทำทางสุขุมสุภาพ ไม่แสดงท่าทางที่ตื่นเต้น ลูกลี้ลูกกลน เพราะจะทำให้ผู้ถูกกระตุ้นหวาดกลัว โดยเฉพาะถ้าการรักษาเป็นครั้งแรก ยิ่งถ้าผู้รักษามีที่ทำไม่มั่นใจจะยิ่งทำให้ผู้ถูกกระตุ้นยิ่งกลัวมากขึ้น ควรอธิบาย



รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งการวางเครื่องกระตุ้นที่ถูกต้อง

ถึงความรู้สึกที่ผู้ถูกระตุ้นจะได้รับ ดังนั้น ผู้กระตุ้นจึงควรมีประสบการณ์
การถูกระตุ้นด้วยไฟฟ้ามาก่อน

2.3 การเตรียมตัวผู้ถูกระตุ้น

จัดให้ผู้ป่วยอยู่ในท่านั่งหรือท่านอนก็ได้ ตามความเหมาะสมของ
ส่วนที่ถูกระตุ้น โดยคำนึงถึงผู้ถูกระตุ้นควรอยู่ในท่าที่สบายมีการ
ผ่อนคลายที่ดี ไม่มีการเกร็งหรือฝืนร่างกายส่วนหนึ่งส่วนใด โดยเฉพาะ
ส่วนที่ทำการกระตุ้น ควรจัดให้อยู่ในท่าที่ผ่อนคลาย กล้ามเนื้อที่ถูกระตุ้น
อยู่ในท่าที่ถูกระตุ้นเล็กน้อยเพื่อให้การหดตัวเกิดได้แรงขึ้น

2.4 การตรวจสอบผิวหนังบริเวณที่จะกระตุ้น

ผิวหนังบริเวณที่จะกระตุ้นด้วยไฟฟ้าควรสะอาด ไม่มีน้ำมัน หรือ
ครีมทาอยู่ หลีกเลี่ยงผิวหนังบริเวณที่เป็นแผลใด ๆ ทั้งสิ้น ถ้าจำเป็นต้องกระตุ้น
บริเวณผิวหนังที่เป็นแผล ควรรักษาความสะอาด อาจใช้วาสลีนทาบาง ๆ บริเวณ
รอบแผลก่อนกระตุ้นการกระตุ้นบริเวณผิวหนังที่สูญเสียความรู้สึก ผิวหนัง
ที่มีแผลเป็น ควรระวังอย่างมาก อาจให้ความร้อนขึ้นชนิดอื่น ๆ บริเวณ
ผิวหนังที่จะกระตุ้นก่อนสัก 10 นาที เพื่อลดความต้านทานไฟฟ้าของผิวหนัง
และทำให้กล้ามเนื้อบริเวณนั้นผ่อนคลายมากขึ้น

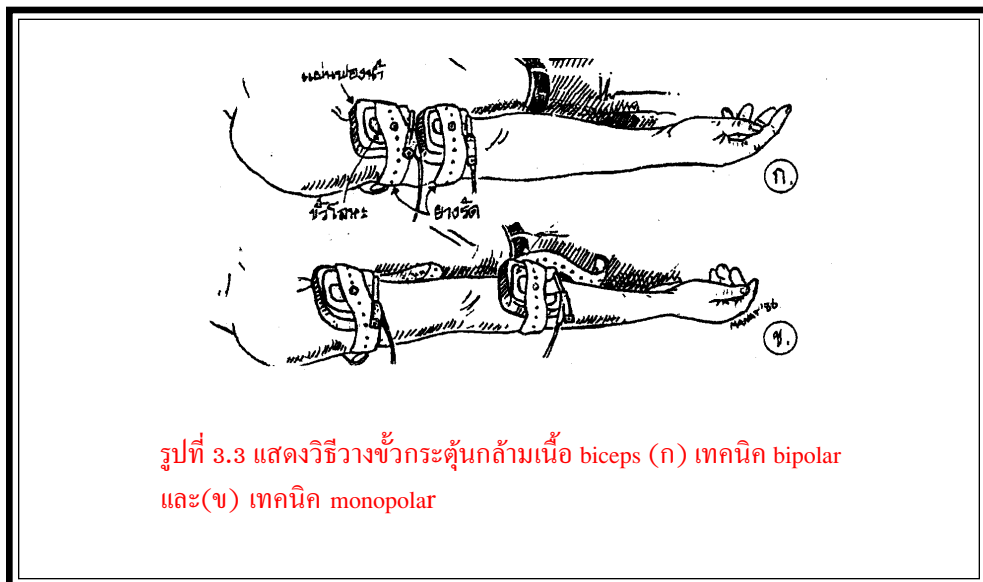
2.5 การวางขั้วกระตุ้น

การวางขั้วกระตุ้นควรแนบสนิทกับผิวหนัง ขั้วกระตุ้นที่ใช้ควรเรียบ
เข้ารูปกับร่างกายส่วนที่ถูกระตุ้น ขั้วกระตุ้นที่ดีควรมีขอบเรียบมนไม่เป็นที่
ระคายของประจุไฟฟ้า ส่วนที่เป็นผ้าหรือฟองน้ำควรสะอาด และโตกว่า

แผ่นโลหะอย่างน้อย 1 เซนติเมตรโดยรอบ ถ้าใช้กระแสที่มีช่วงการกระตุ้นค่อนข้างยาว เช่น กระแสไฟตรงอย่างต่อเนื่อง แผ่นผ้าที่รองใต้ขั้วกระตุ้นควรมีความหนาไม่น้อยกว่าครึ่งนิ้ว สายยางรัดขั้วไฟฟ้าและสายไฟที่ต่อจากตัวเครื่องมายังขั้วกระตุ้น ควรต่อกันอย่างแน่นหนาไม่เลื่อนหลุดได้ง่ายในระหว่าง ทำการกระตุ้น (รูปที่ 3.3)

2.6 การปรับกระแสเพื่อการรักษา

ก่อนที่จะปล่อยกระแสไฟฟ้าไปยังตัวผู้ป่วย ผู้ทำการกระตุ้นจะต้องแน่ใจก่อนว่าจะทำการกระตุ้นเพื่อจุดประสงค์ใด? จะใช้ไฟชนิดใดกระตุ้น ช่วงกระตุ้นและช่วงพักของกระแสเท่าใด? และจะกระตุ้นนานเท่าใด? จากนั้นจึงปรับชนิดของกระแส แล้วค่อยๆ ปล่อยกระแสไปยังตัวผู้ป่วย ควรบอกให้ผู้ถูกกระตุ้นรายงานความรู้สึกขณะกระตุ้นทุกครั้งที่มีการเพิ่มหรือลดปริมาณกระแส ถ้ามีความรู้สึกเจ็บร้อน หรือผิดปกติ ควรลดกระแสลงหรือปิดเครื่อง



แล้วตรวจ สอบผิวหนังใต้ข้อกระดูกทันที ไม่ควรให้ผู้ป่วยปรับกระแสจาก
เครื่องที่ใช้กระดูกเอง

2.7 การตรวจสอบเมื่อสิ้นสุดการรักษา

เมื่อเสร็จสิ้นการรักษาควรลดปริมาณกระแสให้อยู่ที่ศูนย์ก่อนทุกครั้งที่จะ
ปลดขั้วกระดูกออกจากตัวผู้ป่วย สังเกตที่ผิวหนังใต้ขั้วกระดูกว่ามีอะไร
ผิดปกติ หรือไม่ บันทึกผลการรักษา

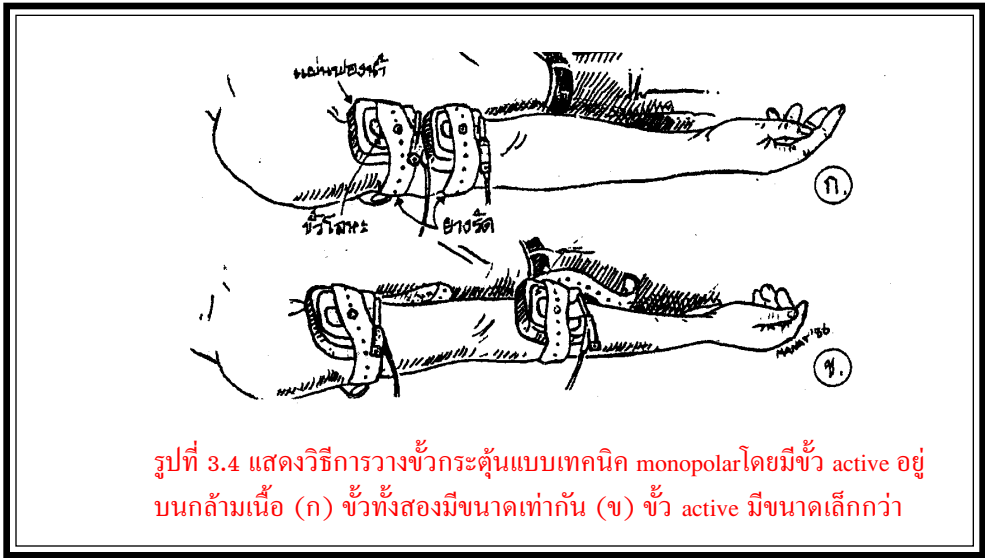
3.เทคนิคการวางขั้วกระดูก^(6,7)

การกระดูกด้วยเครื่องกระดูกไฟฟ้าในการรักษาผู้ป่วยด้วยไฟฟ้านั้น
สิ่งที่ทำให้ผู้ใช้เครื่องกระดูกสับสนมากก็คือ การวางขั้วกระดูกในที่ที่เหมาะสม
และการเลือกใช้เทคนิคของการกระดูกที่ถูกต้อง เทคนิคการวางขั้วกระดูก
ที่ใช้กันอยู่ปัจจุบันคือ เทคนิค monopolar และ bipolar ซึ่งทั้งสองเทคนิค
นั้นไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องชนิดของขั้ว ไฟฟ้า กระแส และชนิดของ
เครื่องกระดูก แต่จะต่างกันตรงที่วิธีการวางขั้วไฟฟ้า เทคนิค monopolar
จะมีขั้วไฟฟ้าเพียงขั้วเดียววางอยู่บนกล้ามเนื้อ หรือบริเวณที่จะกระดูกส่วน
เทคนิค bipolar ขั้วกระดูกทั้งสองจะต้องวางอยู่บนกล้ามเนื้อมัดเดียว
กับที่กำลังกระดูก ส่วนเทคนิค อื่นๆนอกเหนือจากนี้ มักจะเป็นการ
ประยุกต์ใช้วิธีการกระดูกดังกล่าวเพื่อให้ เหมาะกับสภาพการใช้งาน

3.1.เทคนิค monopolar

เทคนิค monopolar ขั้วกระดูกสำคัญจะมีเพียงขั้วเดียวเท่านั้น ซึ่งจะ

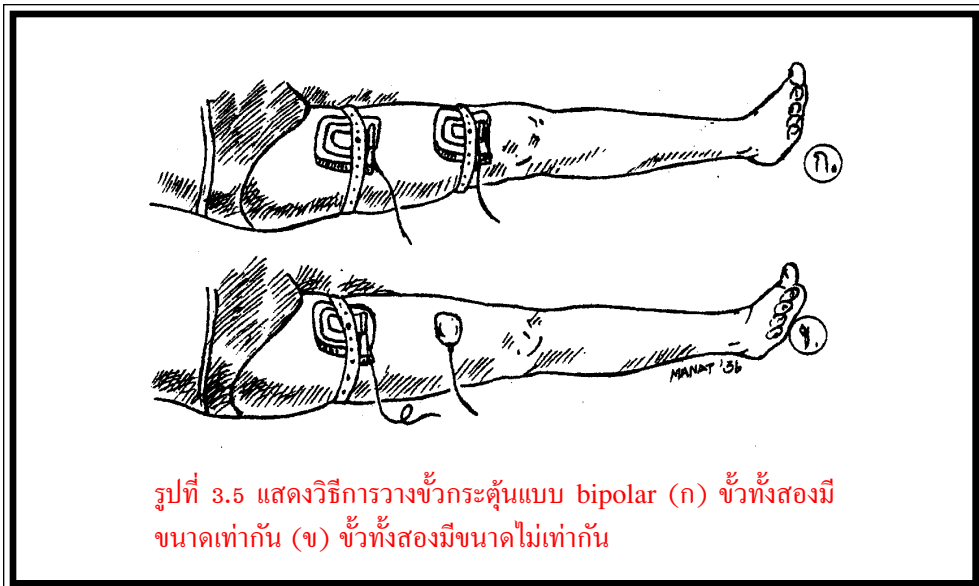
วางลงบนบริเวณที่ต้องการกระตุ้น ขั้วกระตุ้นนี้อาจเรียกว่า ขั้วรักษาหรือขั้วกระตุ้น (treatment or active or stimulating electrode) ส่วนขั้วกระตุ้นอีกขั้วจะวางบริเวณอื่นที่ไม่ต้องการกระตุ้น ซึ่งเรียก non treatment หรือ dispersive electrode มักจะเป็นขั้วกระตุ้นที่ใหญ่กว่าขั้ว active (รูปที่ 3.4) โดยทั่วไป ถ้าปรับความเข้มกระแสเท่ากัน ขั้วกระตุ้นที่ใหญ่กว่า จะมีความหนาแน่นของกระแสน้อยกว่า ทำให้ผิวหนังใต้ขั้วนั้นมีปริมาณกระแสน้อย ดังนั้น จึง สามารถวางขั้วนี้ไว้ที่ใดก็ได้บนส่วนต่างๆ ของร่างกายหลายแห่ง เช่น ต้นแขน, หลัง หรือขา เพื่อให้ครบวงจร และควรวางไว้ตลอดช่วงการกระตุ้น ถ้าขั้ว active ที่ใช้รักษามีขนาดเล็กมากๆ ขั้ว dispersive อาจไม่จำเป็นต้องใหญ่มาก ขนาดของขั้ว dispersive จึง ขึ้นอยู่กับผู้รักษาและการยอมรับของผู้ป่วย เทคนิค monopolar นี้ มักนิยมใช้ในการหาจุดมอเตอร์ (motor point) ของกล้ามเนื้อ (ดูบทที่ 8) และการกระตุ้นกล้ามเนื้อมัดเล็กๆ เช่น กล้ามเนื้อหน้าและกล้ามเนื้อบริเวณนิ้ว เป็นต้น



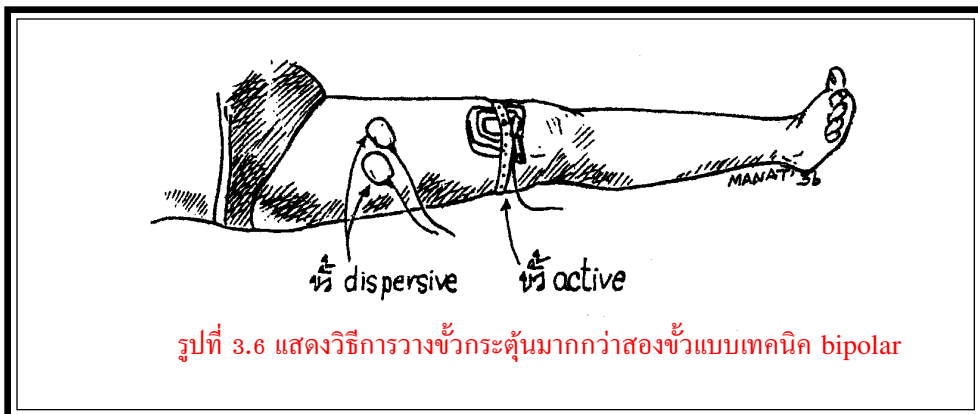
3.2.เทคนิค bipolar

เทคนิค bipolar นี้ เป็นเทคนิคที่ใช้ขั้วกระตุ้นทั้งสองวางบริเวณที่ต้องการกระตุ้น เช่น ที่กล้ามเนื้อมัดเดียวกัน เมื่อเปิดเครื่องและปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านขั้วทั้งสองจะเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ ขั้วกระตุ้นของเทคนิคนี้มักจะมีขนาดเท่ากัน (รูปที่ 3.5) และสามารถกระตุ้นได้ทั้งสองขั้ว ในปัจจุบันการใช้เทคนิค bipolar ก็มักนิยมแยกออกเป็น หลายขั้วเพื่อประโยชน์ทำให้สามารถกระตุ้นกล้ามเนื้อได้เป็นบริเวณกว้าง (รูปที่ 3.6)

ในทางคลินิก เทคนิค bipolar มักนิยมใช้กับเครื่องกระตุ้นที่ให้ไฟฟ้าชนิดหลายเฟส เพราะไฟชนิดนี้มีกระแสเฉลี่ยค่อนข้างมาก การใช้เทคนิคนี้จะช่วยให้ลดความหนาแน่นของกระแสได้ขั้วไฟฟ้าได้ นอกจากนั้น อาจใช้เทคนิค bipolar กับการกระตุ้นด้วยไฟเฟสเดียวและเฟสคู่ในการฝึกกล้ามเนื้อ การเพิ่มการเคลื่อนไหวของข้อ และการลดปวด โดยวางขั้วทั้งสองที่บริเวณ



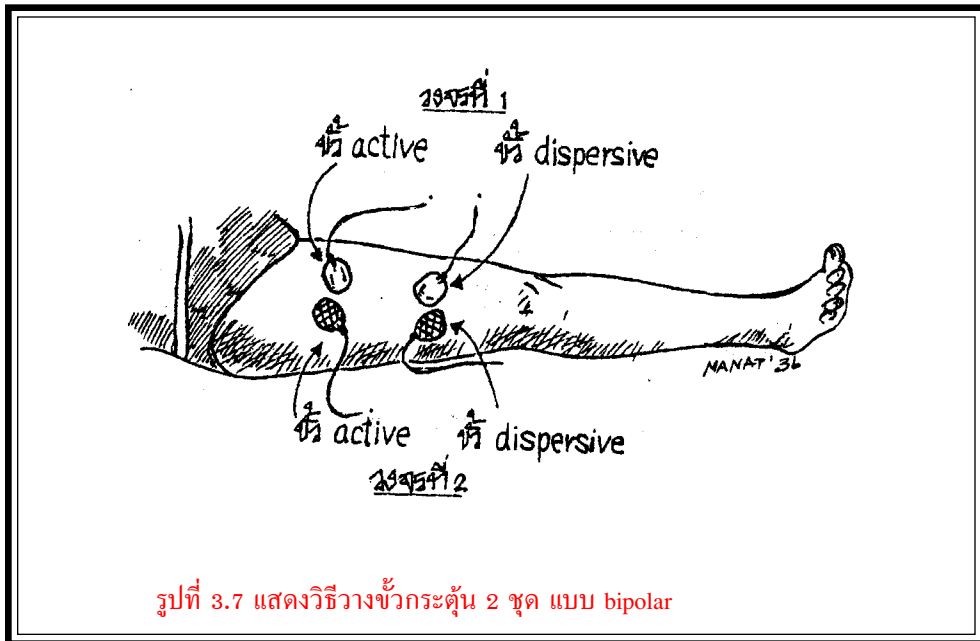
รูปที่ 3.5 แสดงวิธีการวางขั้วกระตุ้นแบบ bipolar (ก) ขั้วทั้งสองมีขนาดเท่ากัน (ข) ขั้วทั้งสองมีขนาดไม่เท่ากัน



ที่ที่ต้องการกระตุ้น เช่น ที่จุดมอเตอร์ (ดูบทที่ 8) และจุดจำเพาะ (ดูบทที่ 10) เป็นต้น นอกจากนี้เทคนิคทั้งสองดังได้กล่าวมาแล้ว ในปัจจุบันก็มีผู้นิยมกระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาทด้วยกระแสไฟ 2 ชุด (channels) หรือ 2 วงจร ในบริเวณเดียวกัน (รูปที่ 3.7) ซึ่งแต่ละชุดอาจใช้เทคนิค monopolar หรือเทคนิค bipolar หรือทั้ง 2 เทคนิครวมกันก็ได้ เช่น การกระตุ้นเพื่อลดปวด (ดูบทที่ 10) แต่ก็ยังไม่มีหลักฐานสรุปออกมาอย่างแน่ชัดว่าการวางขั้วไฟฟ้าอย่างไร จึงจะได้ผลการรักษามากที่สุด

4. การกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าทางคลินิก

ในสมัยก่อนๆ การกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำมักใช้เพื่อชะลอการเติบโตของกล้ามเนื้อ และเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อ ระหว่างที่คอยการงอก หรือการฟื้นตัวของเส้นประสาทรอบนอกที่เลี้ยงกล้ามเนื้อนั้น ในปัจจุบัน เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาทได้มีการพัฒนาไปมาก สามารถ สร้างกระแสไฟฟ้าชนิดต่างๆ ที่มีความจำเพาะมาก สามารถกระตุ้นให้ร่างกายเกิดการตอบสนองได้ค่อนข้างจำเพาะ เช่น



รูปที่ 3.7 แสดงวิธีวางขั้วกระตุ้น 2 ขุด แบบ bipolar

- 1 การกระตุ้นกล้ามเนื้อเพื่อชะลอการลึบของกล้ามเนื้อ (ดูบทที่ 6)
- 2 การกระตุ้นกล้ามเนื้อเพื่อหวังผลการฝึกความแข็งแรง ทนทาน (ดูบทที่ 7)
- 3 การกระตุ้นเพื่อระงับปวด (ดูบทที่ 10)
- 4 การกระตุ้นเพื่อการซ่อมแซมเนื้อเยื่อ (ดูบทที่ 15) และกระดูก
- 5 การกระตุ้นเพื่อผลัดดันตัวยานผ่านผิวหนัง (ดูบทที่ 5)

5. ปัญหาบางประการ ที่มักเกิดขึ้น ขณะทำการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ (6,7)

ขณะทำการกระตุ้นเพื่อการรักษามักประสบกับปัญหาต่างๆมากมาย เช่น ไฟดูด กล้ามเนื้อที่ต้องการกระตุ้นไม่หดตัว เป็นต้น ปัญหาบางอย่างเกิดจากความพลั้งเผลอ บางอย่างเกิดจากการขาดความรู้ความชำนาญ ปัญหาบาง

อย่างที่แก้ไขได้ก็ควรมีการปรับปรุงแก้ไข ปัญหาบางอย่างแก้ไขไม่ได้ก็ควรให้ความระวัง และเล็งเลียงเสีย อย่างไรก็ตาม ปัญหาในการกระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาทที่พบบ่อย ๆ พอสรุปได้ดังนี้

5.1 เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ไม่ต้องการ

การวางขั้วกระตุ้นเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อบางกลุ่ม แต่กลับเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อบางมัดใกล้เคียงหรือมัดอื่นแทน เช่น การกระตุ้นกล้ามเนื้อกลุ่มที่ใช้กำมือ กลับกลายเป็นการเหยียดมือ เป็นต้น ในกรณีเช่นนี้ควรแก้ไขโดย

ก. เปลี่ยนตำแหน่งของขั้วกระตุ้นให้กระแสผ่านกล้ามเนื้อที่ต้องการกระตุ้นให้มากที่สุด พยายามไม่ให้กระแสกระจายไปยังกล้ามเนื้ออื่นที่ไม่ต้องการ

ข. เปลี่ยนขั้วกระตุ้นให้มีขนาดเล็กลง หรืออาจเปลี่ยนเทคนิคการกระตุ้นจาก monopolar เป็น bipolar หรือสลับกัน

ค. ปรับความแรงของกระแสให้เหมาะสม ไม่น้อยหรือมากเกินไป จนเกิดการตอบสนองของกล้ามเนื้อมัดที่มีค่าความไว (excitability) สูงกว่า

ง. เปลี่ยนชนิดของคลื่นกระแสจากไฟสี่เหลี่ยมเป็นไฟสามเหลี่ยม เพื่อให้กล้ามเนื้อที่มีความไวมากกว่านั้น เกิดภาวะการปรับตัว (accommodation)

จ. เพิ่มช่วงการกระตุ้น (pulse/ phase duration) ให้ยาวมากขึ้น เช่น 100, 200, 300 มิลลิวินาที เพื่อให้เกิดภาวะการปรับตัวในกล้ามเนื้อที่ไม่ต้องการให้หดตัว

5.2 กล้ามเนื้อไม่เกิดการหดตัวเลยแม้จะเพิ่มไฟแล้วก็ตาม

ในกรณีที่กระตุ้นกล้ามเนื้อแล้วไม่เกิดการหดตัวเลย ถึงแม้จะปรับปริมาณกระแสให้มากพอ หรือช่วงการกระตุ้นให้กว้างแล้วก็ตาม ผู้ทำการ

กระตุ้นควรจะคำนึงถึงการเกิด fibrosis ในใยกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อที่ไม่มี การหดตัวเป็นเวลานาน โดยเฉพาะในรายที่มีการบาดเจ็บของเส้นประสาท รอบนอกที่เลี้ยงกล้ามเนื้อนั้นด้วยแล้ว ตัวกล้ามเนื้อนั้นอาจเปลี่ยนเป็น fibrosis ได้ โดยจะไม่สามารถเกิดการหดตัวได้อีกเลย ถึงแม้จะปรับไฟให้มากเพียงใด ก็ตาม อย่างไรก็ตาม ปัญหานี้มักจะพบได้ยาก โดยทั่วไปจะเกิดจากการใช้ เทคนิค การกระตุ้นไม่ดีมากกว่า ดังนั้น จึงควรตรวจสอบและแก้ไขให้แน่ใจ ว่าเทคนิคถูกต้องเสียก่อน ส่วนวิธีที่จะตรวจสอบว่าเกิด fibrosis ในตัว กล้ามเนื้อจริงหรือไม่นั้น การตรวจด้วย EMG.จะเป็นการยืนยันที่เชื่อถือได้

5.3 การกระตุ้นแล้วทำให้ผู้ป่วยเจ็บมาก

ความรู้สึกเจ็บนี้เป็นปัญหาอย่างยิ่งในการรักษาด้วยกระแสไฟฟ้า โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่ไม่เคยถูกกระตุ้น และผู้ที่มี pain threshold ต่ำ หรือในราย ที่มีการรับรู้ความรู้สึกบกพร่องจากการได้รับบาดเจ็บ หรือผิดปกติหรือเริ่มมีการ งอกใหม่ (regeneration) ของเส้นประสาท การแก้ไขอาจกระทำโดยเพิ่มผ้า รองใต้ขั้วไฟฟ้าให้หนาขึ้น หรือใช้ขั้วกระตุ้นที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และหมั่น ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่กระตุ้นด้วยแอลกอฮอล์เสมอ

5.4 ผิวหนังบริเวณที่กระตุ้นเกิดอาการคัน

หลังจากกระตุ้นแล้ว ในผู้ป่วยบางรายอาจเกิดอาการคัน หรือเป็นตุ่มเล็ก ๆ บริเวณผิวหนังที่กระตุ้น อาการเช่นนี้มักเกิดจากแผ่นผ้าที่รองใต้ขั้วกระตุ้นไม่ สะอาด หรือผิวหนังของผู้ป่วยไวต่อผลทางเคมีใต้ขั้วกระตุ้นที่เกิดขึ้น ฉะนั้น ก่อนทำการกระตุ้นจึงควรทำความสะอาด ผ้าที่รองขั้วกระตุ้น และเมื่อเลิก กระตุ้นแล้วควรทำความสะอาด ผิวหนังด้วยแอลกอฮอล์ แล้วทาด้วยแป้ง หรือโลชั่น (lotion) เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังใต้ขั้วกระตุ้น

5.5 การหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง

ขณะกระตุ้นด้วยไฟฟ้าในผู้ป่วยบางราย ความแรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อจะลดลงโดยไม่มีการปรับความแรงของกระแส ภาวะเช่นนี้อาจมีสาเหตุได้หลายประการ เช่น

ก. ขั้วกระตุ้นเลื่อนออกจากตำแหน่งเดิมที่เป็นจุดมอเตอร์ (motor point) ซึ่งมักจะเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหลายๆครั้ง จึงควรรัดขั้วกระตุ้นให้แน่นขึ้น

ข. เกิดภาวะการปรับตัว (accommodation) ควรจะปรับความแรงของไฟให้มากขึ้นอีก

5.6 ถูกไฟดูด

ขณะกระตุ้นไฟฟ้า ผู้กระตุ้น หรือ ผู้ถูกกระตุ้นรู้สึกถูกไฟดูด ทั้งที่มีการป้องกันด้วยระบบสายดินอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ซึ่งอาจมีสาเหตุจาก

ก. มือผู้กระตุ้นข้างหนึ่งจับขั้วกระตุ้น ส่วนอีกมือจับแท่นเครื่อง หรือ ส่วนที่เป็นโลหะของเครื่องพร้อมกัน ทำให้กระแสผ่านตัวผู้กระตุ้น ดังนั้น จึงควรหลีกเลี่ยง หรือควรใส่รองเท้ายางขณะกระตุ้น

ข. ผู้ถูกกระตุ้น (ถูกวางขั้วกระตุ้นที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกาย) ไปสัมผัส แท่นเครื่องหรือส่วนที่เป็นโลหะที่ต่อกับเครื่อง ทำให้กระแสไหลผ่านตัวผู้ถูก กระตุ้น ดังนั้น จึงไม่ควรให้ผู้ถูกกระตุ้นปรับเครื่องกระตุ้นเอง

ปัญหาต่างๆที่กล่าวมานี้ เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น อาจมีปัญหาคืออื่นๆอีกนอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว ฉะนั้นผู้ทำการกระตุ้นจึงควรมีความรู้ ความเข้าใจ ให้ถ่องแท้

ปฏิบัติการที่ 3 เทคนิคการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ

วัตถุประสงค์

หลังจากปฏิบัติการครั้งนี้แล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการกระตุ้นด้วยกระแสไฟชนิดต่าง ๆ ทางกายภาพบำบัดได้
2. แสดงวิธีการใช้เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าความถี่ต่ำได้อย่างถูกต้อง
3. อธิบายปัญหาบางประการที่เกิดขึ้นขณะทำการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าที่สร้างกระแสไฟฟ้าพื้นฐานทางกายภาพบำบัด
2. ขั้วกระตุ้นไฟฟ้า แผ่นโลหะนำไฟฟ้า และสายไฟฟ้า
3. สำลี ฟองน้ำ ผ้า แอลกอฮอล์เช็ดแผล
4. แก้วน้ำ
5. ยางรัด

วิธีปฏิบัติการ

ตอนที่ 1 การกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ

1. วางแผ่นโลหะนำไฟฟ้าลงบนแผ่นฟองน้ำหรือผ้าชุบน้ำที่มีขนาดเท่ากัน ซึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วกระตุ้น

2. วางขั้วกระตุ้นทั้งสองบนต้นแขน โดยมีระยะห่างพอสมควร พร้อมทั้งรัดด้วย ยางรัดให้แน่นพอสมควร (รูปที่ 3.3ข)

3. ต่อสายไฟฟ้าระหว่างขั้วกระตุ้นทั้งสองและเครื่องกระตุ้น

4. ปรับปุ่มความแรงกระแสไว้ที่ตำแหน่งศูนย์ แล้วเปิดสวิตช์เครื่องกระตุ้น

5. ปรับปุ่มเลือกชนิดกระแสเป็นกระแส galvanic แล้วค่อย ๆ เพิ่มกระแส สังเกตอาการและถามความรู้สึกผู้ถูกกระตุ้นเป็นระยะ ๆ แล้วบันทึกผล ในตารางที่ 3.1

6. ปรับปุ่มเลือกชนิดกระแสเป็นกระแส IDC ชนิดสามเหลี่ยม

6.1 ปรับค่าความยาวช่วงการกระตุ้น (pulse duration) ให้คงที่ประมาณ 50 มิลลิวินาที ช่วงพัก (pause duration) 5, 50, 500, 5000 มิลลิวินาที ตามลำดับ ค่อย ๆ เพิ่มความแรงของกระแส บันทึกค่าความแรงกระแส อาการแสดง และความรู้สึกของผู้ถูกกระตุ้น

6.2 ปรับค่าความยาวช่วงพักให้คงที่ประมาณ 100 มิลลิวินาที และช่วงกระตุ้น 0.5, 0.5, 5, 50, 500 มิลลิวินาทีตามลำดับ ค่อย ๆ เพิ่มความแรงของกระแส บันทึกค่าความแรงกระแส อาการแสดง และความรู้สึกของผู้ถูกกระตุ้น

7. ปรับปุ่มเลือกชนิดกระแสเป็นกระแส IDC ชนิดสี่เหลี่ยมแล้วทำตามขั้นตอน 6.1 และ 6.2 ตามลำดับ

8. ปรับปุ่มเลือกชนิดกระแสเป็นกระแสฟาราดีก (faradic)

8.1 ปรับช่วงเวลาการปล่อยกระแส 5 วินาที และช่วงพัก 3, 6, และ 9 วินาที ตามลำดับ ค่อย ๆ เพิ่มความแรงกระแสในจังหวะที่ไฟปล่อยกระแสนบนหน้าปัทม์ของเครื่องสว่างขึ้น บันทึกค่าความแรงกระแส อาการแสดง และความรู้สึกผู้ถูกกระตุ้น

ตารางที่ 3.1 บันทึกผลการกระตุ้นด้วยกระแสไฟชนิดต่างๆ

ชนิดของกระแส	ช่วงกระตุ้น (ms.)	ช่วงพัก (ms.)	ความแรงของกระแส (mA)	ความรู้สึกของผู้ถูกกระตุ้น
DC				
IDC (สามเหลี่ยม/สี่เหลี่ยม)	50 ms	5 ms 50 ms 500 ms 5000 ms		
	0.5 ms 5 ms 50 ms 500 ms	100 ms		
Faradic	5 S	3 S 6 S 9 S		
	3 S 6 S 9 S	5 S		

8.2 ปรับช่วงเวลาพัก 5 วินาที และช่วงเวลาการปล่อยกระแสเป็น 3, 6 และ 9 วินาที ตามลำดับ ค่อยๆเพิ่มความแรงกระแสในช่วงที่ไฟปล่อยกระแสสว่างขึ้น บันทึกค่าความแรงกระแส อาการแสดง และความรู้สึกผู้ถูกกระตุ้น

ตอนที่ 2 เทคนิคการกระตุ้น

1. เทคนิค bipolar

1.1 วางขั้วกระตุ้นทั้งสองที่มีขนาดเท่ากันลงบนกล้ามเนื้อ quadriceps มัดเดียวกัน ปรับชนิดของกระแสเป็น IDC รูปสี่เหลี่ยม ช่วงเวลาการกระตุ้น 30 มิลลิวินาที ช่วงพักการกระตุ้น 200 มิลลิวินาที ค่อยๆเพิ่มความแรง บันทึกผล สังเกตอาการ และความรู้สึกผู้ถูกกระตุ้น (รูปที่ 3.5ก) แล้วบันทึก

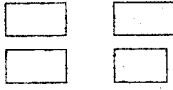
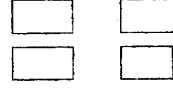

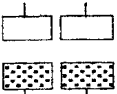
ผล ลงใน ตารางที่ 3.2

1.2 วางขั้วกระตุ้นทั้งสองที่มีขนาดต่างกันลงบนกล้ามเนื้อมัดเดียว ปรับ
ชนิดและช่วงเวลาการกระตุ้นเช่นเดียวกับ 1.1 (รูปที่ 3.5ข)

2. เทคนิค monopolar

2.1 วางขั้วกระตุ้นทั้งสองที่มีขนาดเท่ากัน โดยขั้วหนึ่ง (active elec-
trode) อยู่บนกล้ามเนื้อที่ต้องการกระตุ้น ส่วนอีกขั้ว (dispersive elec-
trode) อยู่ที่บริเวณอื่น ปรับชนิดของกระแสเป็น IDC รูปสี่เหลี่ยมช่วงเวลา
การกระตุ้น 30 มิลลิวินาที ช่วงพักการกระตุ้น 200 มิลลิวินาที ค่อยๆเพิ่ม
ความแรงการกระตุ้น บันทึกผล สังเกตอาการและความรู้สึกผู้ถูกกระตุ้น (รูป

ตารางที่ 3.1 บันทึกผลการกระตุ้นด้วยกระแสไฟด้วยเทคนิคต่างๆ

เทคนิคการกระตุ้น	วิธีวางขั้วกระตุ้น	บันทึกผล
bipolar		
monopolar		
ขั้วกระตุ้นมากกว่า 2 ขั้ว		
กระตุ้น 2 วงจร		

ที่ 3.4ก)

2.2 วางขั้วกระตุ้นทั้งสอง ที่มีขนาดต่างกันลงบนตำแหน่งเดิม ปรับกระแสกระตุ้นเหมือน 2.1 (รูปที่ 3.4ข)

3. เทคนิคการกระตุ้นมากกว่า 2 ขั้ว

3.1 วางขั้วกระตุ้น 3 ขั้วลงบนกล้ามเนื้อ โดยมีระยะห่างใกล้เคียงกัน

3.2 ต่อสายขั้วกระตุ้น โดยขั้วกระตุ้นเพียง 1 เส้น ส่วนขั้ว dispersive ทั้งสองต่อรวมสายเข้ากับจุดเสียบเพียงจุดเดียว (รูปที่ 3.6)

3.3 ปรับกระแสไฟชนิด IDC รูปสี่เหลี่ยม ช่วงการกระตุ้น 30 มิลลิวินาที ช่วงพัก 200 มิลลิวินาที ค่อยๆเพิ่มความแรง แล้วบันทึกผล สังเกตอาการ และความรู้สึกผู้ถูกกระตุ้น

4. เทคนิคการกระตุ้นไฟ 2 ชุด

4.1 ใช้เครื่องกระตุ้น 2 เครื่อง โดยแต่ละเครื่องใช้ขั้วกระตุ้น 1 คู่ (1 วงจร) วางบนกล้ามเนื้อมัดเดียว (quadriceps) ดังรูปที่ 3.7

4.2 ปรับชนิดของกระแสเป็น IDC รูปสี่เหลี่ยม ช่วงเวลาการกระตุ้น 30 มิลลิวินาที ช่วงพักการกระตุ้น 200 มิลลิวินาที ค่อยๆเพิ่มความแรง บันทึกผล สังเกตอาการและความรู้สึกผู้ถูกกระตุ้น

ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

1. แสบผิว
2. กล้ามเนื้อกระตุกแรง

คำถามท้ายบท

1. จงเปรียบเทียบผลการตอบสนองของเส้นประสาท และกล้ามเนื้อ เช่น ความรู้สึก, การหดตัวของกล้ามเนื้อและผลที่ผิวหนังต่อกระแสไฟ DC, IDC ชนิดสามเหลี่ยม, IDC ชนิดสี่เหลี่ยม และไฟฟาราดีก

2. ถ้าใช้เทคนิคการกระตุ้นแบบ monopolar, bipolar ขั้วกระตุ้นมากกว่า 2 ขั้ว และการกระตุ้น 2 วงจร จนสามารถทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เท่ากัน ท่านคิดว่าปริมาณกระแสที่ใช้จะแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด? จึงเป็นเช่นนั้น

3. อาการคันบริเวณผิวหนังใต้ขั้วกระตุ้นเกิดจากสาเหตุใดบ้าง? จงบอกวิธีแก้ไข

4. อาการผื่นแดงที่ผิวหนังใต้ขั้วกระตุ้น เกิดจากสาเหตุใดบ้าง? จงบอกวิธีแก้ไข

เอกสารอ้างอิง

1. Alon G. Principle of electrical stimulation. In: Nelson RM, Currier DP eds. Clinical electrotherapy. California: Appleton and Lange, 1987:65.

2. Low J, Reed A. Nerve and muscle stimulation. In: Electro therapy explained. London: Butterworth-Heinemann, 1990: 67-71.

3. Nelson HE, Smith MB, Bowman BR, Waters RL. Electrode effectiveness during transcutaneous motor stimulation. Arch Phys

Med Rehabil 1980; 61: 73-7.

4. De Vahl J. Neuromuscular electrical stimulation in rehabilitation. In: Gersh MR ed. Electrotherapy in rehabilitation. Philadelphia: F.A. Davis Company, 1992: 224-6.

5. Gersh MR. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for management of pain and sensory pathology. In: Gresh MR, ed. Electrotherapy in rehabilitation. Philadelphia: F.A. Davis company, 1992: 168-9.

6. Downer AH. Electrical stimulation: physical therapy procedures, 4th edition. Springfield: Charles C. Thomas, 1988: 163-76.

7. Along G. Principles of electrical stimulation In: Nelson RM, Currier DP eds. clinical electrotherapy. California: Appleton and Lange, 1987:65-72