4

การกระตุ้นด้วยกระแสไฟแกลแวนิก

กระแสไฟตรงหรือกระแสแกลแวนิก เป็นกระแสที่สร้างจากเซลล์ไฟฟ้าหรือไฟกระแสสลับโดยผ่านวงจร rectifier เพื่อเปลี่ยนไฟสลับเป็นไฟตรง กระแสนี้เป็นกระแสที่ไหลไปทางเดียวจากขั้วบวกมายังขั้วลบ ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่เครื่องกระตุ้นยังเปิดอยู่ ในปัจจุบันกระแสไฟตรงอย่างต่อเนื่องนี้ไม่นิยม ใช้กระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาท เพราะมักเกิดผลแทรกซ้อนทำให้เกิดแผลพอง หรือการไหม้ (burn) จากปฏิกิริยาไฟฟ้า-เคมี ไฟฟ้า-ความร้อนใต้ขั้วได้ง่าย เนื่องจากช่วงการกระตุ้นยาวมากและไม่มีช่วงพักขณะทำการกระตุ้น ในปัจจุบัน นิยมใช้กระแสไฟตรงอย่างต่อเนื่องนี้ในการผลักดันน้ำยาผ่านผิวหนัง (iontophoresis) และมักใช้ร่วมกับกระแสชนิดอื่น ๆ ในการลดศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ (membrane potential) เพื่อสามารถกระตุ้นให้เซลล์เกิดการตอบสนองได้ง่ายขึ้น เช่น การใช้ร่วมกับกระแสไดอะไดนามิกส์ (ดูบทที่ 12) เป็นต้น ดังนั้น ก่อนจะพิจารณาใช้กระแสไฟตรง

อย่างต่อเนื่องทางคลินิกควรจะ ต้องคำนึงถึงผลของกระแสไฟชนิดนี้ ดังต่อไปนี้

1. ผลทางไฟฟ้า-ความร้อน [1] (electro-thermal effect)

กระแสไฟฟ้ามีส่วนทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอนุภาคประจุในตัวนำ ทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนของอนุภาคส่งผลให้เกิดความร้อน ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนเป็นความร้อนสามารถอธิบายได้โดย Joule's Law ซึ่งกล่าวว่า 'ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น (H) จะเป็นอัตราส่วนกับปริมาณกระแสยกกำลังสอง (I^2) ความต้านทาน (R) และเวลา (t) ดังสมการ

$$H = 0.24\ I^2\ Rt$$

หน่วยของปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นกรัม-แคลอรี ในทางปฏิบัติ ถ้าเพิ่มปริมาณกระแสบริเวณผิวหนังที่มีความต้านทานสูงพอและใช้เวลาในการกระตุ้นนานพอ จะเกิดปริมาณความร้อนจนสามารถวัดได้ การกระตุ้นด้วยกระแสไฟตรงต่อผิวหนังซึ่งมีความต้านทานสูง ๆควรใช้ช่วงเวลาในการรักษาและความแรงของกระแสที่น้อย เพื่อหลีกเลี่ยงผลของความร้อนที่มากเกินไป ควรใช้กระแสที่มีช่วงการกระตุ้นที่สั้นมาก ๆ ร่วมกับการมีช่วงพักระหว่าง การกระตุ้นยาว ซึ่งสามารถลดปัญหาความร้อนที่เกิดขึ้นได้ เนื่องจากปริมาณ กระแสเฉลี่ยจะลดลง

2. ผลทางไฟฟ้า-เคมี [1] (electro-chemical effect)

ปฏิกริยาเคมีที่เกิดจากการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าเกิดทั้งในระดับเซลล์และระดับเนื้อเยื่อ ผลทางเคมีส่วนใหญ่มักเกิดจากผลการกระตุ้นด้วยกระแส

ไฟตรง ซึ่งเป็นลักษณะการไหลของกระแสไปในทางเดียว ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำไอออน เกิดเป็นสารประกอบใหม่ เช่นปฏิกริยาเคมีที่เกิดขึ้นใต้ขั้วไฟฟ้าดังสมการ

ที่ขั้วลบ : $2\ Na + 2\ H_2O = 2\ NaOH + H_2$
ที่ขั้วบวก : $2\ Cl_2 + 2\ H_2O = 4\ HCl + O_2$

จากสมการนี้จะเห็นว่าที่ใต้ขั้วลบจะเกิดภาวะความเป็นด่างจาก NaOH และที่ใต้ขั้วบวกจะเกิดภาวะความเป็นกรดจาก hydrochloric acid (HCl) ตามลำดับ ในทางปฏิบัติปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นใต้ขั้วไฟฟ้าไม่มากพอจนเกิดอันตราย โดยร่างกายจะพยายามต่อต้านด้วยการเพิ่มการไหลเวียนเฉพาะที่เพื่อปรับความสมดุลของความเป็นกรด-ด่างของเนื้อเยื่อ ถ้าปฏิกิริยาเคมีใต้ขั้วไฟฟ้าเกิดมากเกินกว่าร่างกายจะปรับสมดุลได้จะเกิดการพองเป็นแผล (blis-ter) ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการลดปริมาณกระแสลง, ลดระยะเวลาในการรักษา, สลับขั้วไฟฟ้าทุก ๆ 2-3 นาที เช็ดบริเวณนั้นด้วยแอลกอฮอล์ นอกจากนั้น ยังสามารถลดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นด้วยการปรับช่วงการกระตุ้นให้สั้นลง เพิ่มช่วงพักระหว่างการกระตุ้นให้ยาวขึ้น อย่างไรก็ตาม การที่สามารถลดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดใต้ขั้วได้ ก็มิได้หมายความว่าจะไม่เกิดปฏิกิริยาภายในเนื้อเยื่อ ปริมาณประจุไฟฟ้าจากกระแสที่กระตุ้น สามารถกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณของ Ca^{++} K^{+} Na^{+} ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการทำงานของระบบประสาท กล้ามเนื้อ และการซ่อมสร้างเนื้อเยื่อและกระดูก

3. ผลทางไฟฟ้า-ฟิสิกส์ [1,2] (electro-physical effect)

ปฏิกิริยาฟิสิกส์ในที่นี้ไม่ได้หมายถึงผลของไฟฟ้าต่อการเปลี่ยนแปลง

โครงสร้างโมเลกุลของไอออน แต่จะกล่าวถึงประจุไฟฟ้าจากกระแสที่กระตุ้นจนเป็นเหตุให้เกิดการเคลื่อนไหวของไอออนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น proteins หรือ lipoproteinsหนังสือบางเล่มอาจใช้คำว่า electrokinetic หรือ electro-physics ประจุไฟฟ้าจากกระแสไฟฟ้าที่กระตุ้น จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าที่เส้นประสาท และส่งผ่านกระแสประสาทจากประสาทรอบนอกไปยังกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อหดตัว นอกจากนั้นการกระตุ้นด้วยไฟฟ้ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่ไม่ไวต่อตัวกระตุ้น (non-excitatory tissue) ในการกระตุ้นให้เกิดการติดของกระดูกเร็วขึ้น ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกรดอะมิโน (amino acid) ผ่าน cell membrane ช่วยเพิ่มการสังเคราะห์ protein และ collagen fiber ในการซ่อมสร้างเนื้อเยื่อ

4 ผลการดึงน้ำออกจากเซลล์ [1,2]

ผิวหนังบริเวณที่วางขั้วกระตุ้น จะทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าขณะที่เปิดเครื่องกระตุ้น ความสามารถในการนำไฟฟ้าของผิวหนังขึ้นกับปริมาณน้ำในเนื้อเยื่อนั้น โดยทั่ว ๆ ไป ไขมันถือเป็นตัวนำไฟฟ้าที่เลว (ฉนวนไฟฟ้าที่ดี) กล้ามเนื้อที่มีเลือดมาเลี้ยงจัดเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี กระแสไฟจึงมักจะเลือกผ่านทางที่มีความต้านทานไฟฟ้าน้อยกว่าเสมอ (ตัวนำไฟฟ้าที่ดี) ผิวหนังคนเราจัดเป็นตัวต้านทานไฟฟ้าที่ดี โดยเฉพาะผิวหนังที่แห้ง อาจมีความต้านทานถึง 1 ล้านโอห์มและอาจลดลงเหลือประมาณ 200,000 โอห์ม ถ้ามีความชื้นมากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นกับผิวหนังของแต่ละคนด้วยที่ขั้วลบมีคุณสมบัติในการดึงน้ำออกจากเซลล์ (ให้มาอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์) ทำให้เกิดการบวมน้ำในเนื้อเยื่อ เนื้อเยื่อเกิดการอ่อนตัวลง ส่วนที่ขั้วบวกมีคุณสมบัติในการผลักดันน้ำออกจากใต้ขั้วบวกจึงมักใช้ในการลดบวมทางคลินิก

อย่างไรก็ตาม ผลจากการลดบวมนี้จะเกิดเฉพาะที่ใต้ขั้วบวกเท่านั้น

5. ผลการเกิดผื่นแดง [1] (hyperemia)

การเปลี่ยนแปลงระบบการไหลเวียนที่เกิด จากการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าบริเวณผิวหนังที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือ ถ้าความแรงของกระแสไฟที่กระตุ้นนั้นมากพอประมาณ (0.8 mA/cm^2) ผิวหนังบริเวณใต้ขั้วกระตุ้นทั้งสองจะเกิดกระบวนการ couterirritant ของเส้นเลือดฝอย เป็นผลให้เกิดการขยายตัวให้เห็นเป็นผื่นแดง (hyperemia) ที่ผิวหนังอย่างเห็นได้ชัด และจะหายไปภายในเวลา 2-3 ชั่วโมง

6. เกิดการทำให้สงบ (sedation)

ที่ใต้ขั้วกระตุ้นทั้งสอง โดยเฉพาะที่ใต้ขั้วบวก ถ้าให้กระแสไฟฟ้าปริมาณน้อย ๆ (0.3 mA/cm^2) เป็นเวลานาน (30 นาที) ผิวหนังบริเวณใต้ขั้วกระตุ้น จะรู้สึกชา เนื่องจากกระแสไฟตรงนี้มีส่วนไปลดความเร็วของการนำกระแสประสาท (nerve conduction velocity)

7. ผลการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าเยื่อหุ้มเซลล์ [1,2] (membrane potential)

ที่ใต้ขั้วกระตุ้นของไฟกระแสตรงต่อเนื่อง มีส่วนทำให้ศักย์ไฟฟ้าเยื่อหุ้มเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ที่ใต้ขั้วบวกจะเกิดภาวะไฮเพอร์โพลาไรเซชัน ส่วนที่ใต้ขั้วลบเกิดภาวะดีโพลาไรเซชัน ทำให้เซลล์ไวต่อตัวกระตุ้นจึงถูกกระตุ้นได้ง่ายขึ้น

8. ผลการผลักดันไอออนสู่เนื้อเยื่อ [3,4] (iontophoresis)

iontophoresis เป็นวิธีการส่งผ่านประจุ หรือไอออนของยาเข้าสู่ร่างกายโดยผ่านทางผิวหนังด้วยกระแสไฟตรง นำยาที่มีไอออนบวกจะวางไว้ที่ใต้ขั้วบวกและน้ำยาที่มีไอออนลบจะวางไว้ที่ใต้ขั้วลบ เพื่อหวังผลประจุชนิดเดียวกันจะผลักดันซึ่งกันและกันเข้าสู่ผิวหนัง อย่างไรก็ตาม การใช้เทคนิคดังกล่าวนี้จะต้องคำนึงถึงชนิดของไอออน ควรเป็นไอออนที่สามารถแตกตัวในน้ำ ปริมาณและความลึกของการเคลื่อนที่ของไอออน ปฏิกิริยาเคมีที่อาจเกิดขึ้นกับสารประกอบอื่น ๆ ในร่างกาย

9.การกระตุ้นด้วยกระแสไฟแกลแวนิกทางคลินิก

กระแสไฟตรงอย่างต่อเนื่องหรือกระแสไฟแกลแวนิก เป็นกระแสไฟตรงที่ไม่มีช่วงพักระหว่างการกระตุ้น (ช่วงกระตุ้นเป็นอนันต์) จึงไม่สามารถทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัว ผลของการกระตุ้นด้วยกระแสไฟชนิดนี้จึงจำกัดอยู่เพียงแค่ชั้นของผิวหนังเท่านั้น ถ้าจำเป็นต้องใช้กระแสไฟตรงต่อเนื่องนี้เพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อหรือเส้นประสาท เพื่อให้เกิดการหดตัวก็จำเป็นต้องทำให้กระแส นี้มีช่วงกระตุ้นที่สั้นเข้าเป็นจังหวะซึ่งเรียกว่า การกระตุ้นด้วยกระแสไฟตรงชนิดเป็นช่วง ๆ (interrupted direct current) โดยปรับให้มีช่วงกระตุ้น (pulse duration) และช่วงพัก (pause duration) สลับกันไป อย่างไรตาม ในปัจจุบัน ได้มีการนำกระแสแกลแวนิกมาใช้ เพื่อจุดประสงค์พอสรุปได้ดังนี้

9.1 ใช้ระงับปวด

ขั้วกระตุ้นที่ใช้ลดปวดโดยกระแสไฟตรงแกลแวนิกนั้น สามารถลดปวดได้ทั้งสองขั้ว โดยที่ขั้วลบมีผลต่อการกระตุ้นหลอดเลือดบริเวณใต้ขั้วกระตุ้น ทำให้หลอดเลือดขยายตัวมากขึ้นเลือดมาเลี้ยงมากขึ้นทำให้ขจัดเอาของเสียที่ทำให้เกิดความเจ็บปวด เช่น lactic acid, kinin ส่วนขั้วบวกนั้นการลดปวดเนื่องจากผลการกระตุ้นแล้วทำให้รู้สึกสบายและชา

9.2 ใช้ลดบวม

ในกรณีที่ต้องการลดบวมเฉพาะที่ด้วยกระแสไฟตรงอย่างต่อเนื่องควรใช้ขั้วบวกวางลงบริเวณนั้น เพราะขั้วบวกมีคุณสมบัติในการผลักดันน้ำออกจากใต้ขั้ว

กระตุ้นจึงสามารถลดบวมได้ โดยเฉพาะที่ใต้ขั้วเท่านั้น ส่วนกรณีที่ต้องการทำให้เนื้อเยื่อหรือแผลเป็นบริเวณผิวหนังอ่อนนุ่มขึ้น ควรใช้ขั้วลบวางบริเวณ ดังกล่าว เพราะขั้วลบมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำออกจากเซลล์ให้มาอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ จึงทำให้เนื้อเยื่ออ่อนตัว

9.3 ใช้ผลักดันไอออนของตัวยา

การใช้ไฟกระแสตรงอย่างต่อเนื่องในการผลักดันตัวยานั้นขึ้น อยู่กับไอออน ของยาที่จะถูกผลัก ควรเลือกไอออนที่เป็นชนิดเดียวกับขั้วกระตุ้น ตัวอย่าง เช่น การผลักดันยา aspirin เพื่อลดปวดลดบวมในข้อ ควรวางไว้ที่ใต้ขั้วลบ หรือการใช้ zinc เพื่อฆ่าเชื้อโรคในหูน้ำหนวก ควรวางไว้ที่ใต้ขั้วบวก เป็นต้น

ในปัจจุบันการกระตุ้นเพื่อการรักษาทางคลินิกด้วยกระแสไฟตรง อย่าง

ต่อเนื่องไม่เป็นที่นิยมใช้เนื่องจากข้อจำกัดในแง่ของปริมาณกระแสที่ใช้ เพราะมักเกิดผลแทรกซ้อนทำให้ผิวหนังไหม้ได้ง่าย

10. ข้อควรระวังในการกระตุ้นด้วยกระแสไฟแกลแวนิก

กระแสไฟแกลแวนิกเป็นไฟที่ไม่มีช่วงพักระหว่างการกระตุ้น ถ้าใช้เวลากระตุ้นเป็นเวลานานหรือเปิดไฟแรงเกินไป ก็จะทำให้เกิดการไหม้จากปฏิกิริยาเคมีใต้ขั้วและความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้า นอกจากนั้นควรหลีกเลี่ยงไม่ใช้กระแสชนิดนี้ที่บริเวณต่อไปนี้

1 บริเวณที่เป็นแผลเปิดบนผิวหนัง เพราะมีแนวโน้มที่ความหนาแน่นของกระแสจะ เพิ่มขึ้นบริเวณนี้ ถ้าจำเป็นต้องใช้ควรทาทับด้วยขี้ผึ้งหรือวาสลินก่อนเสมอ

2 บริเวณผิวหนังที่มีการติดเชื้อ หรือโรคผิวหนัง เพราะจะทำให้เชื้อโรคแพร่กระจายได้อย่างรวเร็ว

3 บริเวณที่เป็นปุ่มกระดูก ผิวหนังบริเวณที่เป็นปุ่มกระดูก ถ้าใช้ขั้วกระตุ้นที่บางมักจะทำให้เกิดการไหม้ได้ง่าย ถ้าจำเป็นต้องใช้ควรจะใช้ด้วยความระมัดระวัง และควรเพิ่มความหนาของผ้าที่รองใต้ขั้วกระตุ้นให้มากกว่าปกติ

4 ผิวหนังที่เสียความรู้สึก การกระตุ้นด้วยไฟฟ้าที่ผิวหนังบริเวณเสียความรู้สึก มักจะเสี่ยงต้องการเกิดการไหม้ได้ง่าย โดยเฉพาะถ้าใช้กระแสไฟที่แรง

5 ผิวหนังที่แห้งและหยาบหนา หรือแผลเป็น ผิวหนังของผู้ป่วยสูงอายุมักจะแห้งกว่าวัยอื่น ๆ การใช้กระแสไฟฟ้าจึงควรระวัง นอกจากนั้น บริเวณผิวหนังที่หยาบหนาหรือมีแผลเป็นมักจะทำให้กระแสกระจายความเข้มไม่เท่ากัน

มักเกิดการไหม้ได้ง่าย ดังนั้นควรใช้ผ้าชุบน้ำวางบริเวณที่กระตุ้นก่อนทำการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า จะสามารถช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

11. เทคนิคการกระตุ้นด้วยกระแสไฟแกลแวนิก[5]

กระแสไฟแกลแวนิกมักทำให้เกิดการไหม้พองจากปฏิกิริยาเคมีใต้ขั้วกระตุ้นได้ง่ายถ้าไม่ระวัง ดังนั้น จึงควรใช้ผ้าที่หนาไม่น้อยกว่าครึ่งนิ้วชุบน้ำเปียกพอหมาดรองใต้ขั้ว เทคนิคที่ใช้ควรปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1 ทดสอบขั้ว ก่อนทำการกระตุ้นผู้ป่วยจำเป็นต้องรู้ขั้วไฟฟ้าที่ใช้เสียก่อนโดยทั่วไปที่เครื่องกระตุ้นทุกเครื่องจะมีเครื่องหมายบอกขั้วกระตุ้นว่าขั้วใดเป็นขั้วบวกหรือลบอยู่แล้ว

2 กำหนดตำแหน่งการวางขั้ว ก่อนทำการกระตุ้นควรจะทราบว่าจุดประสงค์ของการกระตุ้นนั้นเพื่อเหตุใด เพื่อจะได้วางตำแหน่ง และชนิดของขั้วกระตุ้นได้อย่างถูกต้อง

3 ขนาดของขั้วกระตุ้น ขนาดของขั้วกระตุ้นจะขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการกระตุ้น โดยทั่วไป ควรเลือกขั้วกระตุ้นที่มีขนาดเท่ากันเสมอ โดยมีแผ่นตะกั่วเรียบรองระหว่างแผนอิเล็กโทรด กับแผ่นผ้าชุบน้ำเพื่อการโค้งเข้ากับส่วนของร่างกาย รัดขั้วกระตุ้นด้วยยางรัดไม่แน่นหรือหลวมจนเกินไป

4 ปริมาณกระแส ปรับปุ่มความแรงของกระแส ให้พอเหมาะกับจุดประสงค์ของการใช้งาน ควรถามความรู้สึกผู้ถูกกระตุ้น และตรวจผิวหนังใต้ขั้วกระตุ้นเป็นระยะๆ เพื่อไม่ให้เกิดการไหม้จากปฏิกิริยาใต้ขั้ว นอกจากนั้นอาจใช้แอลกอฮอล์ เช็ดบริเวณผิวหนังใต้ขั้วกระตุ้น เพื่อลดปฏิกิริยาเคมีใต้ขั้ว

ปฏิบัติการที่ 4 กระแสไฟแกลแวนิก

วัตถุประสงค์

หลังจากปฏิบัติการครั้งนี้แล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายผลจากการกระตุ้นด้วยกระแสไฟตรง
2. อธิบายข้อบ่งชี้และข้อควรระวังจากการใช้ไฟกระแสตรง
3. แสดงวิธีการกระตุ้นด้วยกระแสไฟตรงได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าที่สามารถสร้างกระแสไฟตรง (galvanic)
2. แผ่นขั้วไฟฟ้า และสายไฟ
3. ยางหรือผ้ายืดสำหรับรัดขั้วกระตุ้น
4. ผ้าสำลี หรือแผ่นฟองน้ำ
5. แก้วน้ำ น้ำประปา น้ำกลั่น
6. กระดาษลิตมัส
7. ขั้วกระตุ้นมือถือ ชนิดมีสวิตช์ปิดเปิด
8. คลิบหนีบกระดาษ
9. แอลกอฮอล์ และสำลี
10. ครีมหรือแป้งสำหรับทาผิว
11. วาสลีน

วิธีปฏิบัติการ

ตอนที่ 1 ทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของกระแส

1. ผลการแยกสลายด้วยไฟฟ้า (electrolysis)

1. ปรับปุ่มเลือกชนิดกระแสเป็นไฟตรง (galvanic)

2. ต่อสายไฟเข้ากับคลิบหนีบกระดาษ ซึ่งจุ่มลงไปในแก้วน้ำประปา ส่วนอีกปลายต่อเข้ากับ output ของเครื่อง (รูปที่ 4.1)

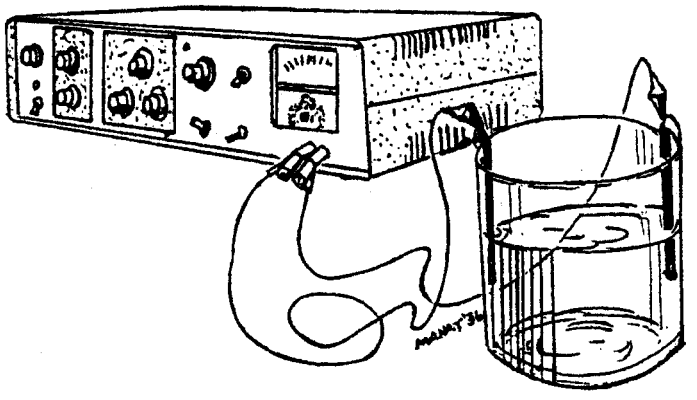
3. ค่อย ๆ ปรับความแรงของกระแสแล้วสังเกตผลการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลความแรงของกระแสขณะเกิดการเปลี่ยนแปลง

4. ปรับปุ่มเปลี่ยนขั้วกระตุ้นจากบวกมาลบ ค่อยๆปรับความแรงของกระแส แล้วสังเกตผล

5. ปรับปุ่มเลือกชนิดกระแสเป็น IDC ชนิดสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม และฟาราดิก แล้วทำตามขั้นตอนจาก 1-4

6. บันทึกผลและเปรียบเทียบผลการทดลองในตารางที่ 4.1

7. เปลี่ยนน้ำประปาเป็นน้ำกลั่นแล้วทำการทดลองจาก 1-5 เปรียบเทียบผล การทดลอง



รูปที่ 4.1 แสดงการต่อวงจรสำหรับทดลองการแยกสลายด้วยกระแสไฟฟ้า

ตารางที่4.1 บันทึกผลการแยกสลายสารละลายด้วยน้ำ

ชนิดตัวกลาง	ชนิดกระแส	ความแรงกระแส	การเปลี่ยนแปลงที่เห็น	
			ขั้วบวก	ขั้วลบ
น้ำประปา	DC IDCสามเหลี่ยม IDCสี่เหลี่ยม ฟาราดิก			
น้ำกลั่น	DC IDCสามเหลี่ยม IDCสี่เหลี่ยม ฟาราดิก			

2. ผลความเป็นกรดด่าง

1.ปรับปุ่มเลือกกระแสเป็นกระแสไฟตรง

2.ต่อสายไฟเข้ากับคลิบหนีบกระดาษซึ่งจุ่มลงในน้ำ ปรับกระแสจนเกิดปฏิกิริยาทางไฟฟ้า

3.นำขั้วทั้งสองมาแตะกับกระดาษลิตมัสซึ่งชุบน้ำแล้ว

4.สังเกตการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสแล้วบันทึกผล

5.ปรับปุ่มเปลี่ยนขั้วกระตุ้นจากบวกมาลบ แล้วทำตามขั้นตอนจาก 1-4 แล้วบันทึกผลในตารางที่ 4.2

6.ปรับชนิดของกระแสเป็น IDC ชนิดสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม และกระแสฟาราดิก ตามลำดับ แล้วทดลองตาม 1-5

ตอนที่ 2 ผลการตอบสนองของร่างกายต่อของกระแสไฟแกลแวนิก

1. วางขั้วกระตุ้นทั้งสองที่มีขนาดเท่ากันหรือใกล้เคียงกันบนแขน

ตารางที่4.2 บันทึกความเป็นกรด-ด่างของกระแสไฟฟ้า

ชนิดกระแส	ความแรงกระแส	การเปลี่ยนแปลงที่เห็น	
		ขั้วบวก	ขั้วลบ
น้ำประปา	DC IDCสามเหลี่ยม IDCสี่เหลี่ยม ฟาราดิก		
น้ำกลั่น	DC IDCสามเหลี่ยม IDCสี่เหลี่ยม ฟาราดิก		

โดยมีระยะห่างพอสมควร (รูปที่ 4.2)

2. ต่อสายไฟจากเครื่องมายังขั้วกระตุ้น บันทึกตำแหน่งขั้วบวกและลบ

3. ปรับปุ่มเลือกชนิดกระแสมาที่ตำแหน่งแกลแวนิก (galvanic)

4. ค่อย ๆ เพิ่มกระแสจนผู้ถูกกระตุ้นทนไม่ได้ แล้วบันทึกผลความรู้สึกผู้ถูกกระตุ้น ในตารางที่ 4.3 และสังเกตผิวหนังใต้ขั้วการกระตุ้นในแต่ละขั้ว

5. เปลี่ยนตำแหน่งการวางขั้วกระตุ้นลงบนแขนอีกข้าง

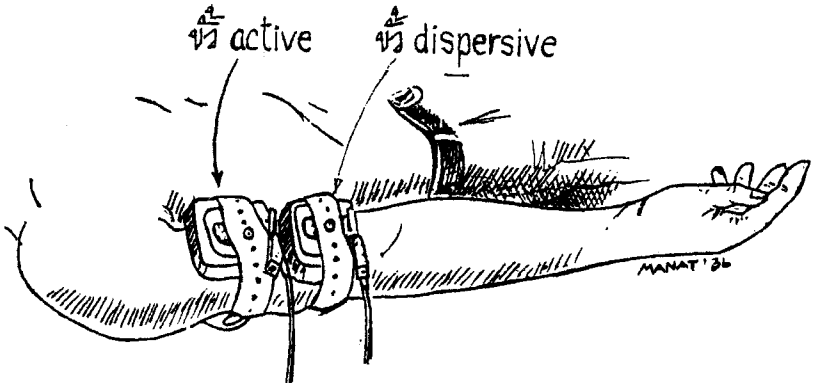
6. เปลี่ยนปุ่มปรับขั้วกระตุ้นจากบวกมาลบ แล้วทำตามข้อ1-4

7. เปรียบเทียบผลการกระตุ้นระหว่างขั้วไฟฟ้า

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบกระแสไฟ DC และ IDC

1.เสียบสายต่อขั้วลบเข้าบริเวณรูเสียบส่วนต้นขั้วกระตุ้นมือถือ (point electrode) ดังรูปที่ 4.3ค

2.วางขั้วกระตุ้นแบบเทคนิค monopolar โดยขั้วหนึ่งที่ต้นแขน ส่วน



รูปที่ 4.2 แสดงวิธีวางขั้วกระตุ้นด้วยกระแสไฟแกลแวนิก

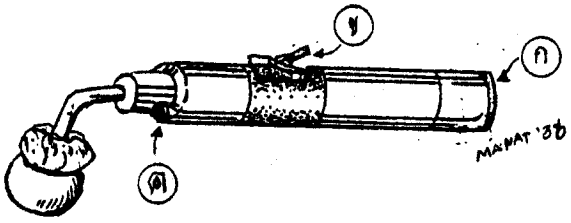
ตารางที่4.1 บันทึกผลของกระแสไฟตรงอย่างต่อเนื่อง (แกลแวนิก)

	ขั้วบวก		ขั้วลบ	
	ความรู้สึก	สังเกต	ความรู้สึก	สังเกต
แขนซ้าย				
แขนขวา				

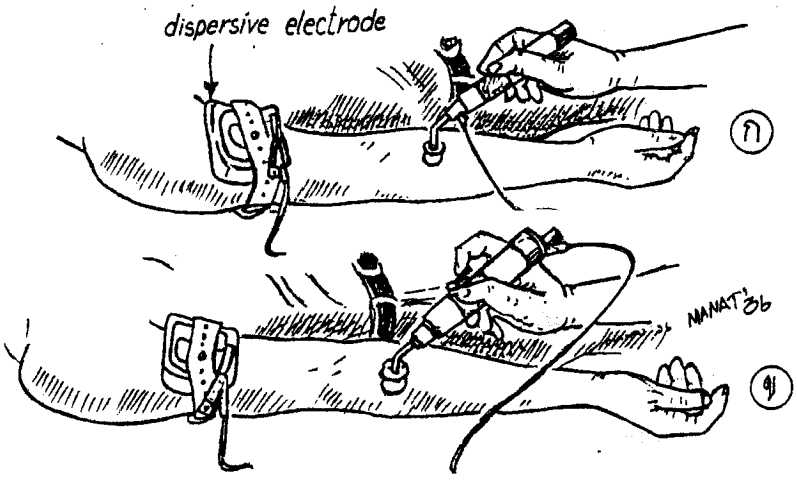
อีกขั้วเป็น point electrode (รูปที่ 4.4ก)

3.ค่อยๆเพิ่มกระแสจนผู้ถูกกระตุ้นรู้สึกทนไม่ได้ แล้วบันทึกผลในตารางที่ 4.4

4.เสียบขั้วไฟฟ้าเข้ารูเสียบที่ส่วนปลายของขั้วกระตุ้นมือถือ (รูปที่ 4.3ก) แล้วใช้ปลายนิ้วเคาะสวิตช์ที่ด้ามขั้วกระตุ้นให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ บันทึกความเร็วที่เคาะได้ใน 1 นาทีแล้วคำนวณหาช่วงกระตุ้น และช่วงพักระหว่างการกระตุ้น



รูปที่ 4.3 แสดงขั้วกระตุ้นมือถือ (ก), รูเสียบส่วนปลายขั้ว กระแสต้องผ่านสวิตช์ (ข) และ(ค) รูเสียบส่วนต้นขั้วกระแสไม่ต้องผ่านสวิตช์



รูปที่ 4.4 การกระตุ้นแบบเทคนิค monopolar โดยใช้ขั้วกระตุ้นมือถือ (ก) กระแสไม่ผ่านสวิตช์ และ (ข) กระแสผ่านสวิตช์

5.ค่อย ๆปรับกระแสแล้วเคาะสวิตช์ตามข้อ 4 บันทึกผลและนับจำนวนการหดตัวของกล้ามเนื้อ (รูปที่ 4.4ข)

6.ปรับปุ่มเลือกกระแสเป็น IDC ชนิดสี่เหลี่ยม และปรับช่วงการ

ตารางที่4.1 บันทึกผลการเปรียบเทียบกระแส DC และ IDC

ชนิดกระแส	จำนวนครั้งที่เคาะ (ครั้ง/นาที)	ความแรงของไฟ	การหดตัวของกล้าม-เนื้อ (ครั้ง/นาที)	ความรู้สึกของผู้ถูกกระตุ้น
DC DCแบบเคาะ IDC (สี่เหลี่ยม)	0 pulse -..... pause -.....			

กระตุ้น และช่วงพักให้ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้ตามข้อ 4

7.ค่อย ๆปรับกระแสจนกระทั่งเห็นการหดตัวของกล้ามเนื้อ บันทึกผลและเปรียบเทียบผลการหดตัวกับข้อ 5

คำถามท้ายบท

1.ผลการแยกสลายด้วยไฟฟ้า (electrolysis) คืออะไร?

2.จงเปรียบผลกระแสไฟตรงอย่างต่อเนื่องที่เกิดขึ้นใต้ขั้วบวกและลบ

3.จำนวนครั้งของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ระหว่างการกระตุ้นด้วยกระแสไฟ DC แบบเคาะ และ DC แบบปรับค่า โดยพิจารณาช่วงพัก และช่วงการกระตุ้น ต่างกันอย่างไร? เพราะเหตุใด? จงอธิบายผลที่เกิดขึ้น

4.ท่านคิดว่าความรู้สึกเจ็บและแสบผิว หรือคัน จากการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าเกิดจากอะไร? และมีวิธีป้องกันได้อย่างไร?

5.เพราะเหตุใดจึงต้องค่อย ๆ ลดความแรงของกระแสมาที่ศูนย์ก่อนปิดเครื่อง หรือปลดขั้วออกจากผิวหนังทุกครั้ง

เอกสารอ้างอิง

1. Alon G, Domenico GD. Principles of electrophysiology for clinicians, chapter 3. High voltage stimulation. Tennessee: Chattanooga, 1987:21-8.

2. Wadsworth H, Chanmugam APP. Direct current, chapter 7. Electrophysical agents in physicaltherapy, 2nd edition. Sydney: Science Press, 1985: 182-98.

3. Glick E. Mackler LS. Iontophoresis. In:Mackler LS, Robinson AJ. eds. Clinical electrophysiology. Baltimore: Williams and Wilkins, 1989: 247-60.

4. Cummings J. Iontophoresis. In: Nelson RM, Currier DP eds. Clinical electrotherapy. California: Applenton and Lange, 1987: 231-41.

5. Downer AH. Electrical stimulation: Physical therapy procedures, 4th edition. spring field: Chartes C Thomas, 1988: 183-8.