2

กระแสไฟฟ้าที่ใช้รักษาทางกายภาพบำบัด

วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนประกอบทางไฟฟ้า ได้แก่ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ หลอดอิเล็กทรอนิกส์ ทรานซิสเตอร์ชนิดต่าง ๆ ประกอบกันเพื่อสร้างสัญญาณไฟฟ้าขึ้นตามแต่จุดประสงค์ของการใช้งาน ตัวอย่าง เช่น เครื่องวิทยุทรานซิสเตอร์ จะประกอบด้วยวงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นวิทยุที่ส่งมาตามอากาศให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงตามลำดับ เป็นต้น

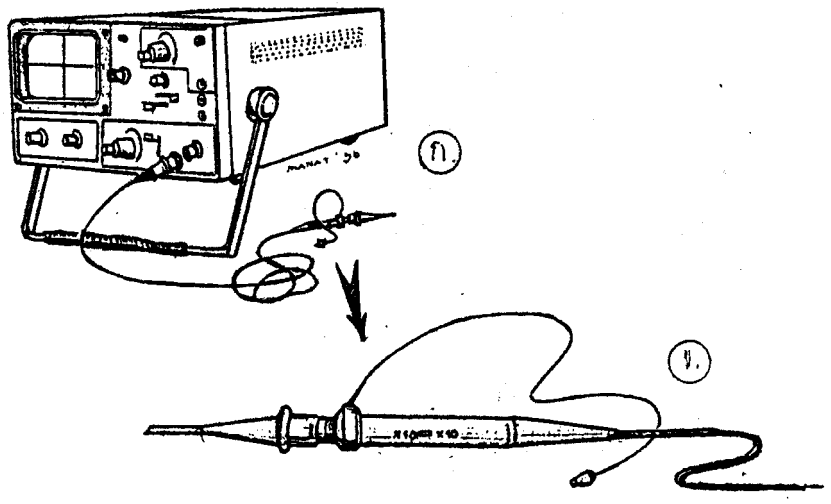
เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าที่ใช้สำหรับกายภาพบำบัดประกอบด้วยวงจรไฟฟ้าชนิดต่าง ๆมากมาย เพื่อทำหน้าที่สร้างสัญญาณไฟฟ้าที่มีช่วงการกระตุ้น ช่วงพัก และความแรงของไฟฟ้าพอเหมาะ เพื่อสำหรับการกระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาท โดยทั่วไป เครื่องกระตุ้นไฟฟ้ามักจะประกอบด้วยวงจรเรคติไฟล์ วงจรสร้างคลื่นกระตุ้น วงจรปรับและขยายสัญญาณไฟฟ้าที่ปล่อยออกไปกระตุ้น เป็นต้น

1.สัญญาณไฟฟ้า

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่ากระแสไฟฟ้าก็คืออัตราการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าหรืออิเล็กตรอน ซึ่งสามารถวัดปริมาณกระแสโดยแอมมิเตอร์ และวัดศักย์ของกระแสไฟฟ้าโดยโวลต์มิเตอร์ (ดูบทที่ 1) ถ้ากระแสไฟฟ้าที่ไหลนั้นไม่ต่อเนื่อง บางขณะมีกระแสไหล และบางขณะไม่มีกระแสไหล หรือบางขณะ กระแสไหลน้อย บางขณะกระแสไหลมาก การวัดกระแสคงทำได้ยาก (เข็มจะกระดิกไม่อยู่นิ่ง) ซึ่งการวัดด้วยแอมมิเตอร์ทำให้ทราบปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลจริงในวงจรขณะนั้น ดังนั้น การวัดกระแสไฟฟ้าเป็นลักษณะรูปสัญญาณ หรือคลื่นไฟฟ้าจะมีความถูกต้องชัดเจนกว่า ถ้ากระแสนั้นไหลอย่างคงที่สัญญาณ ไฟฟ้าที่วัดได้จะเป็นเส้นตรงต่อเนื่อง หากช่วงใดกระแสลดลงเส้นสัญญาณไฟฟ้า จะลดลงด้วย ถ้ากระแสนั้นไหลไม่สม่ำเสมอ สัญญาณที่วัดได้จะมีลักษณะเป็นคลื่นไฟฟ้า เช่น สัญญาณกระแสไฟสลับเป็นคลื่นรูปซายเป็นต้น

2. เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า [1,2]

เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้ามีชื่อเรียกว่า ออสซิลโลสโคป (oscilloscope) เป็นเครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้า หรือกระแสที่ไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา รูปสัญญาณไฟฟ้าที่วัดได้จะปรากฏบนจอภาพ โดยแกนระนาบ (X) ใช้วัดในหน่วยเวลา (วินาที) ส่วนแกนตั้ง (Y) ใช้วัดสัญญาณในหน่วยความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์) นอกจากนั้น ยังสามารถวัดลักษณะรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหรือความสว่างของสัญญาณไฟฟ้า (หนังสือบางเล่มหมายถึงแกน Z) ได้อีกด้วย (ดัง รูปที่ 2.1)



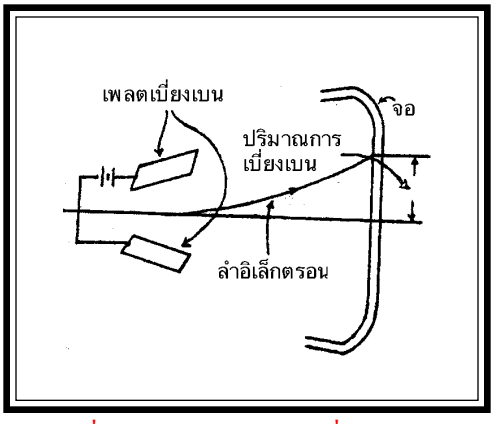
รูปที่ 2.1 แสดงเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าหรือออสซิลโลสโคป (ก) และ (ข) โพรบ

ดังนั้น เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าออสซิลโลสโคป คืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แสดงรูปสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ เวลา (แกน X), ศักย์ไฟฟ้า (แกน Y) และลักษณะคลื่นหรือความสว่าง (แกน Z) การใช้ออสซิลโลสโคปเพื่อวัดสัญญาณไฟฟ้าหรือ ปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าอื่น ๆที่กระทำได้ โดยผสมผสานองค์ประกอบต่าง ๆดังกล่าว ให้สอดคล้องกับสภาพสัญญาณที่ต้องการวัดนั้น ๆ

3. หลักการทำงานของเครื่องออสซิลโลสโคป [1,2]

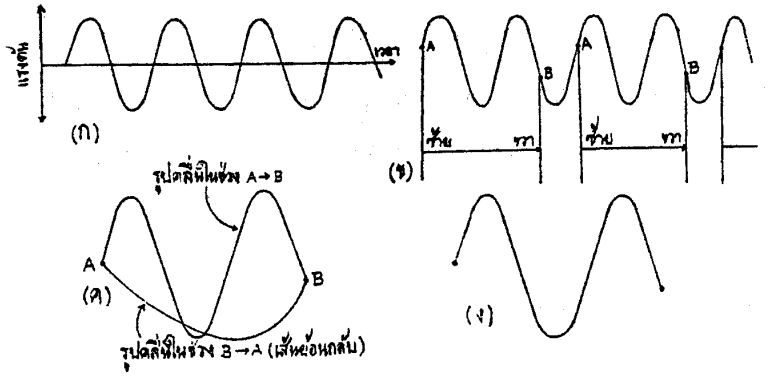
เครื่องออสซิลโลสโคปประกอบด้วยหลอดแคโทดคล้ายหลอดภาพของจอภาพทีวี จอภาพนี้ฉาบด้วยสารเรืองแสง ส่วนอีกด้านของหลอดแคโทดประกอบด้วยส่วนที่เป็นขั้วแคโทด โดยมีเพลตเบี่ยงเบนคั่นอยู่ตรงกลาง ที่

ขั้วแคโทดนี้ ถ้าให้ศักย์ไฟฟ้าจนร้อน จะเกิดการปลดปล่อยอิเล็กตรอน ลำอิเล็กตรอน เมื่อผ่านสนามไฟฟ้าระหว่างเพลตจะเกิดการเบี่ยงเบนในแนวราบและแนวดิ่ง ก่อนที่จะพุ่งกระทบจอภาพ แล้วถ่ายทอดพลังงานให้แก่สารเรืองแสงที่ฉาบไว้ ทำให้บริเวณที่อิเล็กตรอน กระทบเกิดเรืองแสงขึ้น (รูปที่ 2.2)



รูปที่2.2 แสดงลักษณะการเบี่ยงเบนของลำอิเล็กตรอนเมื่อผ่านสนามไฟฟ้า

ตัวอย่าง เช่น การวัดสัญญาณ ไฟฟ้ารูปซาย (รูปที่ 2.3) ศักย์ไฟฟ้าที่ป้อนกับเพลตเบี่ยงเบนแนวราบ จะเบี่ยงเบนให้ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากซ้ายไปขวาเรียกว่าการกวาดภาพ แต่เนื่องจากจอภาพที่ใช้มีขนาดจำกัดที่



รูปที่ 2.3 แสดงการวัดัสัญญาณไฟฟ้ารูปซาย (ก), การกำหนดช่วงการกวาดภาพ (ข), การพับซ้อนของภาพที่กวาด (ค) และ (ง) ภาพที่ปรากฏบนจอออสซิลโลสโคป (ดัดแปลงจาก:2.กฤษดา วิศวธีรานนท์, ประยูร เชี่ยววัฒนา. หลักการทำงานและเทคนิคการใช้งานออสซิลโลสโคป. กรุงเทพ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2521: 14-15.

แน่นอน จึงไม่สามารถปล่อยให้มีการกวาดภาพจากซ้ายไปขวาโดยไม่มีการกำหนดเวลา ดังนั้น เครื่องออสซิลโลสโคปทั่วไป จึงมักออกแบบให้การกวาดภาพจากซ้ายไปขวาสิ้นสุดที่จุดจุดหนึ่ง (รูปที่ 2.3ข) แล้วให้มีการเริ่มต้นกวาดภาพจากซ้ายไปขวาใหม่ซ้ำ ๆกันเช่นนี้อยู่เรื่อย ๆ ทำให้ภาพรูปคลื่นสัญญาณที่เห็นเป็นภาพซ้ำบนจอภาพซ้ำแล้วซ้ำอีก

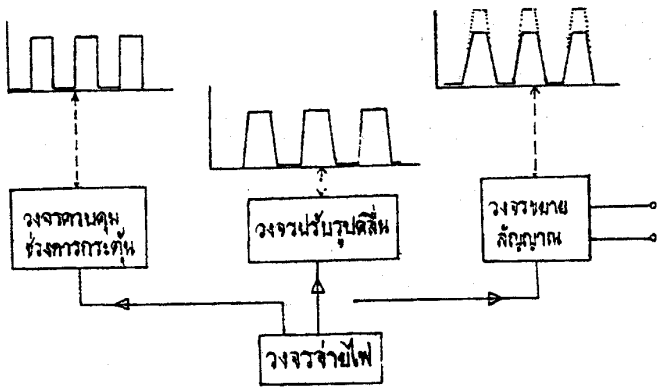
อย่างไรก็ตาม วิธีการดังกล่าวก็ยังมีปัญหา กล่าวคือ ขณะที่การกวาดภาพย้อนกลับมายังจุดทางซ้ายมือนั้น เป็นการกวาดภาพจากขวาไปซ้าย ทำให้มีเส้นจาก B ---> A ทับซ้อนบนช่วง A ---> B (รูปที่ 2.3ค) ดังนั้นจึงต้องทำให้การกวาดภาพจาก B -->A ไม่ปรากฏบนจอภาพ ด้วยการเปิดกั้นลำอิเล็กตรอน ไม่ให้เคลื่อนไปยังจอภาพในช่วงที่การกวาดภาพมาถึงตำแหน่งทางขวามือ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ทำให้ความสว่างของจอภาพเป็นศูนย์ ในช่าง B ---> A ซึ่งจะได้สัญญาณ ดังรูปที่ 2.3ง

4. หลักการทำงานของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาท [3]

เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาทที่ใช้ทางกายภาพบำบัดโดยทั่วไปเป็นเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างสัญญาณกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ มักเป็นกระแสไฟตรงซึ่งสามารถปรับความแรงของกระแส ช่วงเวลาการกระตุ้น และช่วงเวลาพัก ที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน เพื่อให้เกิดการตอบสนอง ทางสรีรวิทยา ของเนื้อเยื่อ พิจารณาผังอย่างง่ายของเครื่อง (รูปที่ 2.4) ซึ่งมักประกอบด้วย วงจรหลัก ๆ ดังต่อไปนี้

4.1.วงจรจ่ายไฟ (power supply)

วงจรจ่ายไฟ ทำหน้าที่แปลงไฟกระแสสลับจาก 220 โวลต์ เป็นกระแส



รูปที่ 2.4 แสดงผังวงจรอย่างง่ายของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาท (ดัดแปลงจาก: Ward AR. Electrical stimulation of nerve and muscle: Electricity, field and waves in therapy, Marrickville 2204: Science Press, 1976: 73).

ตรง ตามที่วงจรย่อยแต่ละวงจรต้องการ ดังนั้น ส่วนประกอบของวงจรนี้มักประกอบด้วย วงจรเรคติไฟล์ วงจรกรองกระแส และวงจรปรับไฟเรียบ เป็นต้น

4.2 วงจรควบคุมช่วงการกระตุ้น (timing circuit)

วงจรควบคุมช่วงการกระตุ้นเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ในการสร้าง และควบคุมช่วงการกระตุ้น ช่วงพัก และความถี่ของการกระตุ้นเพื่อส่งออก วงจรนี้มักประกอบด้วยตัวต้านทานที่ปรับเปลี่ยนค่าได้ ซึ่งมักต่อร่วมกับวงจรมัลติไวเบรเตอร์

4.3 วงจรปรับรูปคลื่นกระตุ้น (pulse shaping circuit)

วงจรปรับรูปคลื่นกระตุ้นเป็นวงจรสร้างคลื่นเดี่ยว มักต่อจากวงจร

ควบคุมช่วงการกระตุ้น ซึ่งวงจรนี้จะควบคุมรูปร่าง และช่วงเวลาของไฟที่ใช้กระตุ้น

4.4.วงจรขยายสัญญาณ (power amplifier)

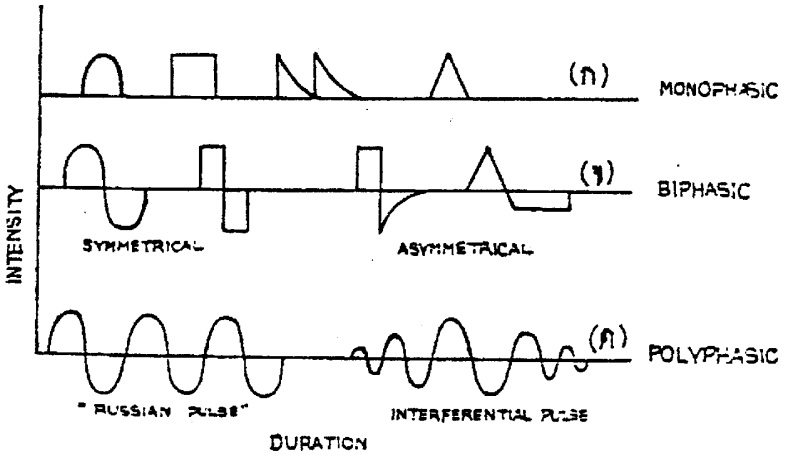
วงจรขยายสัญญาณเป็นวงจรที่ช่วยขยายสัญญาณ ที่สร้างจากวงจรปรับรูปคลื่นกระตุ้น ซึ่งจะเป็นตัวปรับเปลี่ยนให้ได้กระแสไฟฟ้าที่พอเหมาะกับการนำไปใช้งาน ลักษณะของวงจรมักประกอบด้วยตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ แอมมิเตอร์ และโวลต์มิเตอร์ เพื่อเป็นตัวแสดงค่าปริมาณ กระแสไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้าที่ส่งออกจากเครื่องไปยังผู้ป่วย โดยทั่วไป หน่วยความแรงของไฟที่ส่งออก จะมี 2 ชนิดคือ ชนิดแสดงค่าเป็นกระแส หรือแอมแปร์ (constant current) และชนิดแสดงค่าเป็นศักย์ไฟฟ้า หรือโวลต์ (constant voltage)

5. ลักษณะพื้นฐานของกระแสไฟฟ้าที่ใช้กระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาท [4]

ในปัจจุบันกระแสที่ปล่อยออกจากเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาท ทางกายภาพบำบัด มีลักษณะแตกต่างกัน และมักจะถูกเรียกชื่อทางการค้าต่าง ๆ มากมาย เช่น กระแสรัสเซีย (Russian pulse) กระแสไดอะไดนามิกส์ หากพิจารณาถึงลักษณะพื้นฐานทางไฟฟ้าแล้ว กระแสต่าง ๆ สามารถพิจารณา จำแนกออกได้ดังนี้

5.1 ลักษณะของคลื่น (wave forms)

กระแสไฟที่ใช้กระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาททางกายภาพบำบัดมักเป็น กระแสไฟตรงที่ถูกปล่อยเข้าไปในเนื้อเยื่อเป็น 2 ลักษณะคือ ปล่อย



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะคลื่นกระแสไฟฟ้า ที่ใช้กระตุ้นทางกายภาพบำบัด (ก) กระแสไฟฟ้าเฟสเดียว (ข) กระแสไฟฟ้าเฟสคู่ และ (ค) กระแสไฟฟ้าหลายเฟส (ดัดแปลงจาก: Alon G, Domenico GD. Therapeutic currents: High voltage stimulation. Tennessee: Chattanooga, 1987: 34).

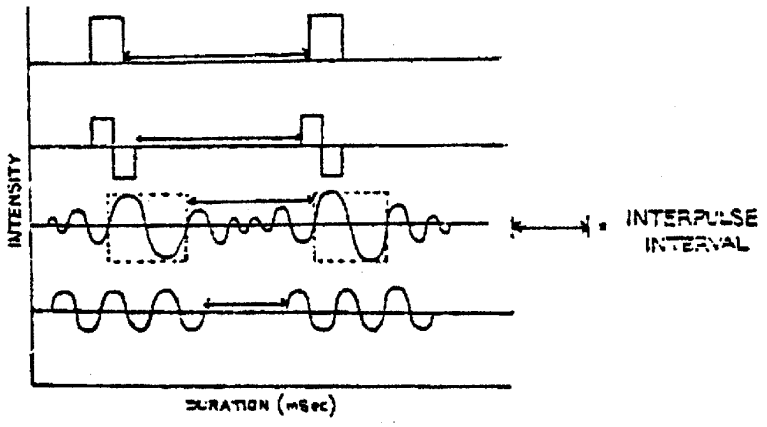
เข้าไปอย่างต่อเนื่องมักเรียก กระแสไฟตรงอย่างต่อเนื่อง หรือกระแสแกลแวนิก (true galvanic current) และเป็นช่วงๆ หรือ IDC (interrupted direct current) ซึ่งในกลุ่มที่เป็นช่วงๆนี้ พอจะแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ กระแสไฟเฟสเดียว (monophasic) กระแสไฟเฟสคู่ (biphasic) และกระแสไฟหลายเฟส (polyphasic) ซึ่งมักเป็นกระแสสลับ รูปร่างกระแส IDC อาจเป็นลักษณะสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม หรือรูปอื่นก็ได้ (ดูบทที่ 6) แล้วแต่บริษัทผู้ผลิต (รูปที่ 2.5)

5.2 ช่วงการกระตุ้นและช่วงพัก

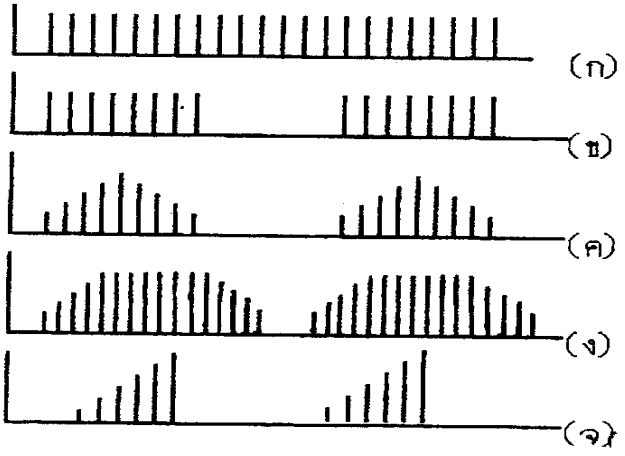
กระแสไฟที่ใช้กระตุ้นกล้ามเนื้อชนิดที่ปล่อยอย่างต่อเนื่องมักจะมีแต่ช่วงกระตุ้นโดยไม่มีช่วงพัก ส่วนกระแสไฟที่เป็นแบบช่วงๆ จะมีช่วงกระตุ้น

และช่วงพักสลับกัน ขนาดช่วงกระตุ้นและช่วงพักมักมีหน่วยมิลลิวินาที หรือน้อยกว่า (รูปที่ 2.6)

ช่วงกระตุ้นและช่วงพักในเครื่องกระตุ้นบางรุ่น มีปุ่มปรับแยกกันโดยอิสระไม่ขึ้นแก่กัน เช่น เครื่องกระตุ้น Neuroton 626, Neuroton 727 มักใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรค แต่บางรุ่นจะมีปุ่มปรับเฉพาะช่วงการกระตุ้น ส่วนปุ่มปรับช่วงพักไม่มี แต่จะมีปุ่มปรับความถี่การกระตุ้นแทน ซึ่งปุ่มปรับความถี่การกระตุ้นนี้ก็คือ ปุ่มปรับช่วงพักนั่นเอง กล่าวคือ ถ้าเพิ่มความถี่การกระตุ้นจังหวะการหดตัวของกล้ามเนื้อถี่ขึ้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งช่วงพักลดลงนั่นเอง (ดูบทที่ 6) เครื่องกระตุ้นกลุ่มนี้ ได้แก่ เครื่องกระตุ้นทีอีเอ็นเอส เครื่องกระตุ้นบางรุ่นจะไม่มีทั้งปุ่มปรับช่วงพักและช่วงการกระตุ้น (ช่วงพักและช่วงการ กระตุ้นถูกกำหนดมาจากโรงงานไม่สามารถปรับเปลี่ยน) แต่จะมีปุ่มปรับช่วงปล่อยไฟและช่วงหยุดมีหน่วยเป็นวินาทีแทน เครื่องกระตุ้นดัง



รูปที่ 2.6 แสดงช่วงกระตุ้นและช่วงพักของกระแสไฟฟ้าที่ใช้กระตุ้นทางกายภาพบำบัด(ดัดแปลงจาก: Alon G, Domenico GD. Therapeutic currents: High voltage stimulation. Tennessee: Chattanooga, 1987: 35.)



รูปที่ 2.7 แสดงกระแส IDC ที่ปล่อยออกเป็นช่วง ๆ ชนิดต่าง ๆ (ก) ต่อเนื่อง (ข) ปล่อยเป็นชุด (ค) ปล่อยเป็นชุดแบบค่อย ๆเพิ่ม และค่อย ๆ ลด (ง) ปล่อยเป็นชุดแบบค่อย ๆ เพิ่ม คงที่ แล้วค่อย ๆลด (จ)ปล่อยเป็นชุดแบบค่อย ๆ เพิ่ม แล้วลด ลงทันที (ดัดแปลงจาก: Ward AR. Electrical stimulation of nerve and muscle: Electricity, field and waves in therapy, Marrickville 2204: Science Press, 1976: 76.)

กล่าวมักเป็นเครื่องที่ให้กระแสไฟฟาราดิก (ดูหัวข้อ 5.3)

5.3 ชุดของการกระตุ้นและพัก

นอกจากกระแสที่ปล่อยออกเป็นช่วง ๆ (IDC) โดยมีช่วงการกระตุ้นและช่วงพัก (มีหน่วยเป็นมิลลิวินาทีหรือน้อยกว่า) แล้ว กระแสที่ปล่อยออกดังกล่าว หากปล่อยออกอย่างต่อเนื่อง มักเรียก continuous IDC หรือ ขบวน (train) ตัวอย่างเช่น กระแสทีอีเอ็นเอส กระแสไดอะไดนามิกส์ (บางชนิด) แต่ถ้าเป็นกระแสที่ปล่อยออกเป็นช่วง ๆ (IDC) สลับกับมีช่วงพัก (มักมีหน่วยเป็นวินาที) มักเรียกชุดของการกระตุ้นและพัก (รูปที่ 2.7) อย่างไรก็ตาม ลักษณะกระแสดังกล่าวพอสรุปได้ดังนี้

5.3.1 กระแสที่ปล่อยเป็นช่วง ๆอย่างต่อเนื่อง

กระแสที่ปล่อยออกเป็นช่วง ๆอย่างต่อเนื่องนี้ มักเรียกว่า กระแส IDC, continuous IDC, train IDC ตัวอย่าง เช่น กระแสทีอีเอ็นเอส กระแสไดอะไดนามิกส์ กระแสไฟตรงศักย์สูง เป็นต้น (รูปที่ 2.7ก)

5.3.2 กระแสที่ปล่อยเป็นช่วง ๆ อย่างเป็นชุด ๆ

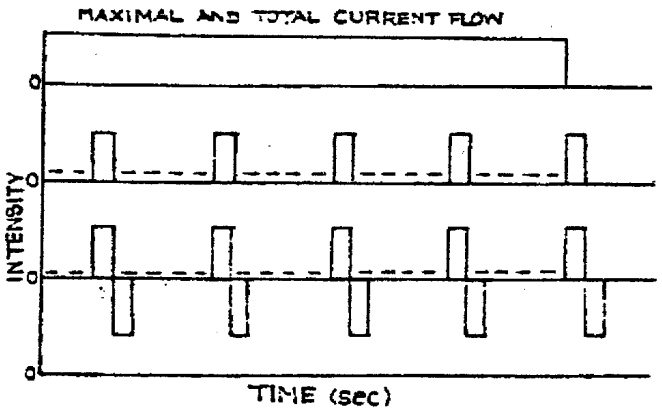
กระแสที่ปล่อยเป็นช่วง ๆอย่างเป็นชุดนี้ ก็คือกระแส IDC ที่มีช่วงพัก (มี หน่วยเป็นวินาที) นั่นเอง ในสมัยก่อนมักเรียกกระแสชนิดนี้ว่า กระแสฟาราดิก เสริด (surge faradic) ซึ่งเครื่องกระตุ้นดังกล่าว มักมีปุ่มปรับช่วงที่ปล่อยกระแส เรียกว่า ปุ่ม surge on และปุ่มปรับช่วงพักเรียกว่า ปุ่ม surge off ซึ่งมีหน่วยเป็นวินาที (ช่วงการกระตุ้นและช่วงพักในส่วนที่เป็น IDC ซึ่งมีหน่วยเป็น มิลลิวินาที มักปรับค่าไม่ได้) ปัจจุบันกระแสชนิดนี้มักมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น bursts current, duty cycle current (รูปที่ 2.7ข)

5.3.2 กระแสที่ปล่อยเป็นชุดแบบค่อย ๆเพิ่มและลด

กระแสชนิดนี้ไม่ต่างจากกระแสที่ปล่อยเป็นชุด ๆ (6.3.2) มากนัก เพียงแต่เพิ่มระยะเวลา ของการเพิ่มกระแสเป็นแบบค่อย ๆเพิ่ม (ramp up) และค่อย ๆลด (ramp down) ดังรูปที่ 2.7ค หรือค่อย ๆเพิ่มแล้วคงที่ช่วงเวลาหนึ่ง แล้วจึงค่อย ๆลด (รูปที่ 2.7ง) หรือค่อย ๆเพิ่มแล้วลดทันที (รูปที่ 2.7จ)

5.4 กระแสสุทธิ [5]

กระแสสุทธิจะหมายถึง ปริมาณของกระแสไฟกระตุ้นที่ถูกปล่อยเข้าไปในเนื้อเยื่อต่อวินาที บางครั้งอาจเรียกกระแสไฟเฉลี่ย ซึ่งก็คือกระแสเฉลี่ยของช่วงการกระตุ้นของกระแสนั่นเอง (รูปที่ 2.8)



รูปที่ 2.8 แสดงปริมาณกระแสของช่วงการกระตุ้น และปริมาณกระแสเฉลี่ย (ดัดแปลงจาก: Alon G, Domenico GD. Therapeutic currents: High voltage stimulation. Tennessee: Chattanooga, 1987: 14.)

ปฏิบัติการที่ 2 การวัดสัญญาณไฟฟ้า

วัตถุประสงค์

หลังจากปฏิบัติการครั้งนี้แล้วนักศึกษาสามารถ

1.อธิบายปุ่ม และหน้าที่ของปุ่มต่างๆ บนเครื่องกระตุ้นไฟฟ้าที่ใช้รักษาทางกายภาพบำบัดได้

2.อธิบายชนิด และลักษณะของกระแสไฟฟ้าที่ใช้รักษาทางกายภาพบำบัด

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.เครื่องสร้างกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำที่ใช้รักษาทางกายภาพบำบัดชนิดต่างๆ

2.เครื่องตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าหรือออสซิลโลสโคป (oscilloscope)

3.ค่าความต้านทานไฟฟ้าขนาดต่าง ๆ

4.สายต่อขั้วไฟฟ้าและขั้วกระตุ้น

วิธีปฏิบัติการ

1.ศึกษาการทำงานของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อและเส้นประสาทชนิดต่าง ๆ โดยบอกชนิดของเครื่อง และบันทึกปุ่มต่าง ๆดังต่อไปนี้

1.1 ปุ่มเลือกชนิดของคลื่น

1.2 ปุ่มปรับช่วงการกระตุ้น

1.3 ปุ่มปรับช่วงพัก หรือความถี่

1.4 ปุ่มปรับความแรงของกระแส

1.5 ขั้วกระตุ้น

1.6 ปุ่มอื่น ๆ

2.ศึกษาการทำงานของเครื่องออสซิลโลสโคป พร้อมทั้งบันทึกปุ่มต่าง ๆ รูปที่ 2.9 ดังต่อไปนี้

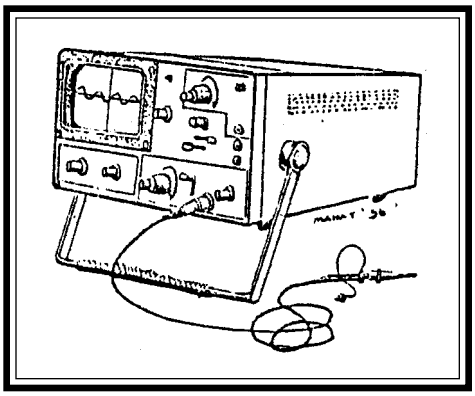
2.1 ปุ่มควบคุมการวัดสัญญาณแกนนอน

2.2 ปุ่มควบคุมการวัดสัญญาณแกนตั้ง

2.3การปรับค่ามาตรฐาน (caribration)

2.4 เกนขยายสัญญาณ

2.5 โพรบ (probe) และวิธีการใช้งาน



รูปที่ 2.9 แสดงเครื่องวัดสัญญาญไฟฟ้าหรือออสซิลโลสโคป

3.วัดสัญญาณไฟฟ้าที่ปล่อยออกจากเครื่องกระตุ้น

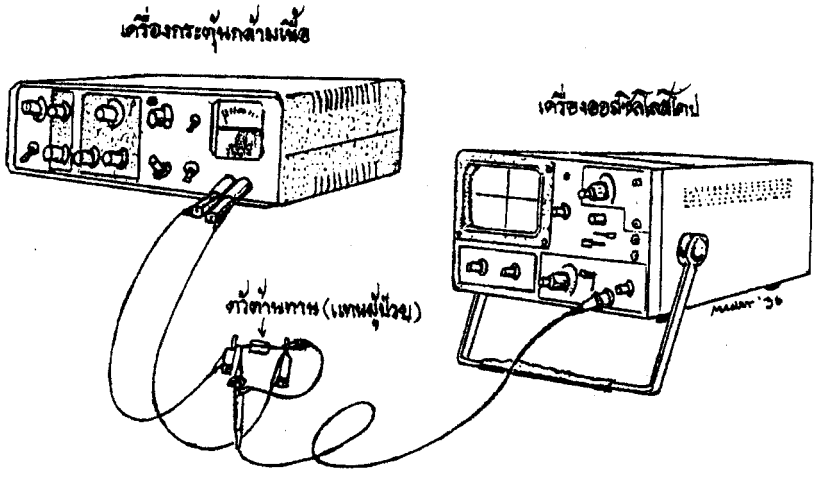
3.1ต่อวงจรไฟฟ้าจากขั้วกระตุ้นกล้ามเนื้อกับเครื่องออสซิลโลสโคป และตัวต้านทานไฟฟ้า (รูปที่ 2.10)

3.2ปรับปุ่มต่าง ๆของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อ แล้วสังเกตสัญญาณไฟฟ้าที่ปรากฏหน้าจอออสซิลโลสโคปพร้อมทั้งบันทึกผล

4.ทำการทดลองเหมือนข้อ 3 แต่เปลี่ยนเครื่องกระตุ้นไฟฟ้าเป็นเครื่องไดอะไดนามิกส์, ทีอีเอ็นเอส, กระแสไฟตรงศักย์สูง และกระแสอินเตอร์เฟอเรนเชียล ตามลำดับ

คำถามท้ายบท

1. จงเปรียบเทียบค่าของกระแสและลักษณะคลื่นไฟฟ้าที่อ่านจากเครื่องและ อ่านจากออสซิลโลสโคป



รูปที่ 2.10 แสดงการต่อวงจรเพื่อวัดสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อ

ตารางที่2.1 บันทึกผลสัญญานไฟฟ้าจากเครื่องกระตุ้นชนิดต่าง ๆ

ชนิดกระแส	อ่านจากเครื่อง			อ่านจาก oscilloscope			ลักษณะกระแสที่เห็นจากจอ
	ความแรง	ช่วงพัก	ช่วงกระตุ้น	ความแรง	ช่วงพัก	ช่วงกระตุ้น	
DC IDC สามเหลี่ยม IDC สี่เหลี่ยม faradic TENS diadynamic interferent high voltage							

2. ช่วงพักของกระแส IDC มีข้อแตกต่างอย่างไรกับช่วงพักของกระแสฟาราดิก

3. ท่านคิดว่าช่วงกระตุ้นและช่วงพักของกระแส อินเตอร์เฟอเรนเชียลมีค่าเท่าไร?

4. จงคำนวณช่วงกระตุ้นและช่วงพักของกระแสเอ็มเอฟ ของกระแสไดอะไดนามิกส์

5. การวัดความแรงของกระแสไฟตรงศักย์สูง ต่างจากการวัดกระแสชนิดอื่น ๆอย่างไร?

6. การต่อความต้านทานเข้ากับเครื่องกระตุ้นมีความสำคัญอย่างไร?

7. จงอธิบายวิธีการวัดสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยเครื่องออสซิลโลสโคป อย่างเป็นข้อ ๆโดยละเอียด

เอกสารอ้างอิง

1.Myklebust BM, Robinson AJ. Instrumentation. In: Mackler LS, Robinson AJ eds. Clinical electrophysiology. Baltimore: Williams and Wilkins, 1989: 54-8.

2.กฤษดา วิศวธีรานนท์, ประยูร เชี่ยววัฒนา. หลักการทำงานและเทคนิคการใช้งานออสซิลโลสโคป. กรุงเทพ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2521: 1-16.

3.Ward AR. Electrical stimulation of nerve and muscle: Electricity, field and waves in therapy, Marrickville 2204: Science Press,1976:63-88.

4.Alon G, Domenico GD. Therapeutic currents: High voltage stimulation. Tennessee: Chattanooga, 1987: 33-56.

5.Alon G, Domenico GD. Electricity for clinicians: High voltage stimulation. Tennessee: Chattanooga, 1987: 1-29