

The Effects of Peripheral Magnetic Stimulation on Improving Impairment and Functional Activity in Individuals with Stroke

Sakaowrat Techataweesub, PT*, Fuengfa Khobkhun, PhD, PT**

**Physical Therapy Center, Faculty of Physical Therapy, Mahidol University, Bangkok 10700 Thailand*

***Faculty of Physical Therapy, Mahidol University, Salaya, Nakhon Pathom 73170 Thailand*

Abstract

Peripheral magnetic stimulation (PMS) is one of several novel non-invasive treatment of individuals with stroke, in terms of improving impairments and functional activities debilitated by brain dysfunction. Studies focusing on the effects of PMS have shown that impairments such as a decrease in muscle tone or muscle guarding have been restored. It has also been shown to be useful in the relieving of pain, increasing in muscle strength and improving the use of the upper and lower extremities function. In addition, PMS also assists in the promotion of improvement in gait and the activities associated with daily living in individuals with stroke. The purpose of this review was to identify the extent of the impact of the use of PMS in improving impairment and functional activities in individuals with stroke as well as to summarize the findings to date. Whatever the aim of the use of PMS the intensity and type of pulse need to be considered in relation to the needs of the patient status. It also needs to be recognized that the use of PMS is not appropriate in some stroke patients and the physiotherapist needs to screen all patients before applying this treatment.

Keywords: Peripheral magnetic stimulation: PMS, Stroke, Improve, Functional activity (J Thai Stroke Soc. 2022;21(1):58–74)

Corresponding author: **Sakaowrat Techataweesub, PT** (Email: sakaowrat.tec@mahidol.edu)

Received 31 October 2021 Revised 3 March 2022 Accepted 3 March 2022

ผลของการใช้เครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อความบกพร่องและความสามารถในการทำกิจกรรมในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

กก.สกวรัตน์ เตชทวีทรัพย์*, อ.ดร.ภก.เฟื่องฟ้า ขอบคุณ**

* ศูนย์กายภาพบำบัด คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10700 ประเทศไทย

**คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา นครปฐม 73170 ประเทศไทย

บทคัดย่อ

เครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นนวัตกรรมการรักษาแบบใหม่ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการรักษาฟื้นฟูผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เพื่อพัฒนาความบกพร่องทางด้านร่างกาย และ การทำกิจกรรมอันเกิดจากการสูญเสียการทำงานระบบประสาทของสมอง มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่เป็นที่ยอมรับ และศึกษาว่าเครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการฟื้นฟูผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ในแง่ของการลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ การลดอาการปวดของกล้ามเนื้อ การเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ อีกทั้งช่วย ส่งเสริมในการเคลื่อนไหวของร่างกายแขนและขา ช่วยเพิ่มศักยภาพในการเดินและการใช้ชีวิตประจำวันได้อีก ด้วย บทความนี้ได้เรียบเรียงข้อมูล และสรุปผลของการใช้เครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ทางคลินิกต่อไป ทั้งนี้การใช้เครื่องมือย่อมมี ข้อบ่งชี้ และแนวทางการรักษาที่แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ และการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ายังคงมีข้อจำกัด อยู่บ้าง จึงควรระมัดระวังในการใช้เครื่องมือกับผู้ป่วยบางกลุ่ม และนักกายภาพบำบัดควรคัดกรองผู้ป่วยก่อน ให้การรักษาด้วยเครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คำสำคัญ: เครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า, โรคหลอดเลือดสมอง, ความบกพร่อง, ความสามารถในการทำกิจกรรม, การเดิน (J Thai Stroke Soc. 2022;21(1):58-74)

บทนำ

โรคหลอดเลือดสมอง เป็นภาวะที่เกิดจากหลอดเลือดสมองตีบ/อุดตัน หรือมีเลือดออกในสมอง เส้นเลือดไม่สามารถไปเลี้ยงสมองได้ตามปกติ ส่งผลให้เซลล์สมองส่วนนั้นขาดออกซิเจน และในที่สุดจะทำให้สมองส่วนนั้นตาย¹ โดยโรคหลอดเลือดสมองเป็นปัญหาสาธารณสุขระดับโลก และเป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตอันดับหนึ่งของประชากรในประเทศไทย (จากสถิติในปี 2562)² จากรายงานสถิติสาธารณสุขกระทรวงสาธารณสุขพบว่า อัตราตายจากโรคหลอดเลือดสมอง ปี 2560 จำนวน 31,172 คน ปี 2561 จำนวน 30,837 คน และปี 2562 จำนวน 34,728 คน คิดเป็น 47.8, 47.1 และ 53 ตามลำดับ ของอัตราการเสียชีวิตอย่างหยาบจากโรคไม่ติดต่อที่สำคัญต่อประชากรหนึ่งแสนคน² และทำให้เกิดความพิการในรายที่รอดชีวิต ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญหลังเกิดโรคหลอดเลือดสมอง ซึ่งความรุนแรงของความพิการขึ้นอยู่กับบริเวณที่พยาธิสภาพในสมอง และระยะเวลาที่สมองขาดเลือดไป อากาศของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองโดยทั่วไป ได้แก่ อัมพาต หรืออาการอ่อนแรงส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย เจ็บปวดหรือชาบริเวณร่างกาย ปัญหาการพูดหรือการกลืน สูญเสียความทรงจำ หรือปัญหาเกี่ยวกับสมอง เช่น อารมณ์แปรปรวน พฤติกรรมเปลี่ยนแปลงและเกิดการทอดทิ้งตัวเอง เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้จะอยู่ชั่วคราวหรือถาวร ขึ้นอยู่กับการรักษาที่ทันเวลา และการฟื้นฟูที่ถูกต้อง²⁻⁴ นักกายภาพบำบัดมีหน้าที่สำคัญในการประเมินและรักษาตามกรอบแนวคิดปัญหชีสากลเพื่อการจำแนกการทำงาน ความพิการและสุขภาพ (International classification of functioning, disability and health หรือ ICF model) ได้แก่ ความบกพร่อง (impairment) เช่น อาการเกร็ง การอ่อนแรง การยึดติดของข้อ เป็นต้น ความสามารถในการทำกิจกรรม (functional activity) เช่น การเดิน การลุกขึ้นยืน การขึ้นบันได เป็นต้น และความสามารถในการมีส่วนร่วมในสังคม (social participation) เช่น การทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น การประกอบอาชีพ เป็นต้น⁵

การฟื้นฟูผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองสามารถเริ่มตั้งแต่ในระยะเฉียบพลัน โดยจะเน้นการฟื้นฟูเพื่อให้สมองเกิดการปรับเปลี่ยน (Neural plasticity) และ

การป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นจากการไม่เคลื่อนไหวนาน ๆ โดยการฟื้นฟูตัวผู้ป่วยนั้นจะสำเร็จมากน้อยเพียงใดจะขึ้นอยู่กับสภาพ และปัจจัยเฉพาะของตัวผู้ป่วย ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการฟื้นฟูตัว ได้แก่ ความสามารถในการรับรู้และการเรียนรู้ที่ดี มีการฟื้นตัวของการทำงานของกล้ามเนื้อที่อ่อนแรงแต่ละมัดภายในเวลา 2-4 สัปดาห์ รวมถึงการดูแล และการส่งเสริมจากครอบครัวและสังคมด้วย แนวทางในการฟื้นฟูผู้ป่วยนั้นจะขึ้นอยู่กับปัญหาที่พบในผู้ป่วยแต่ละคน เช่น ภาวะอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ ภาวะกล้ามเนื้อเกร็ง ปัญหาด้านการรับรู้ความเข้าใจ ปัญหาด้านการสื่อสาร ภาวะการกลืนลำบาก และการทำกิจวัตรประจำวันของผู้ป่วย โดยพบว่าร้อยละ 88 ของผู้ป่วยจะมีภาวะอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ ร่วมกับมีภาวะเกร็งตัวของกล้ามเนื้อในกลุ่มกล้ามเนื้อของแขน และกล้ามเนื้อเหยียดของขา ซึ่งการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นภายในสัปดาห์แรกนับตั้งแต่เกิดโรคหลอดเลือดสมอง โดยการฟื้นฟูจะเน้นในเรื่องของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ เพิ่มการเคลื่อนไหวของข้อต่อเพื่อป้องกันการยึดติดจากการไม่ได้ใช้งาน การฝึกกิจวัตรประจำวันให้ผู้ป่วย เช่น การเคลื่อนไหวบนเตียง การเคลื่อนย้ายตัว การลุกนั่ง/ยืน การเดิน ตลอดจนการรับประทานอาหาร การทำความสะอาดร่างกาย การใส่เสื้อผ้า^{3, 4}

การใช้เครื่อง PMS ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

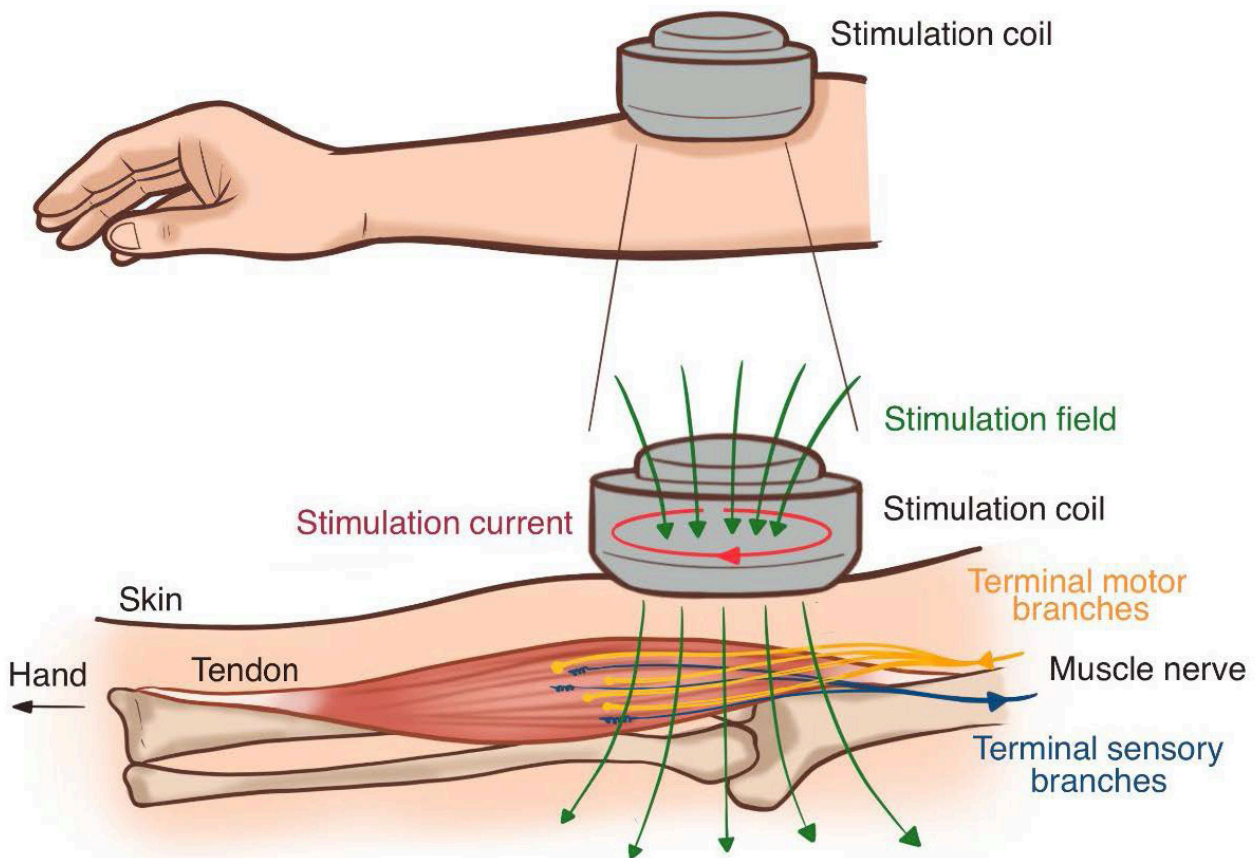
ปัจจุบันมีนวัตกรรมและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ช่วยเพิ่มศักยภาพการฟื้นฟูของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Peripheral magnetic stimulation: PMS) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ต้องการฟื้นฟูการทำงานของระบบกล้ามเนื้อและประสาทส่วนปลาย ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนามาจาก เครื่องกระตุ้นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านกะโหลกศีรษะ (Transcranial magnetic stimulation: TMS) ที่เป็นการกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กแบบไม่เกิดการรุกราน มีหลักการการทำงานที่คล้ายคลึงกัน การกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถูกใช้กันมายาวนานนับตั้งแต่การค้นพบของ Anthony Barker แห่งมหาวิทยาลัย

Sheffield ในประเทศอังกฤษ ในปี 1985 ซึ่งเครื่องมือนี้อาศัยหลักการของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้รับการค้นพบโดย Michael Faraday ในปี 1838 จากการทดลองผ่านกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวด สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสามารถส่งผ่านไปขดลวดที่สองและเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขดลวดที่สองได้⁶ จากพื้นฐานการเหนี่ยวนำนี้เป็นหลักการสำคัญของ PMS โดยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด จะเหนี่ยวนำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้สามารถทะลุผ่านเนื้อเยื่อและกระดูกได้อย่างอิสระ และเมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านเนื้อเยื่อเข้าไปจะเกิดการเหนี่ยวนำทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นในเนื้อเยื่อหรือเซลล์ในบริเวณนั้น กล่าวคือ PMS จะเป็นตัวกระตุ้นเนื้อเยื่อและเซลล์จน voltage-gate sodium channel เปิด และเกิดปรากฏการณ์ depolarization และปรับระดับ threshold potential ซึ่งผลนี้จะกระตุ้นให้เกิด action potential เร็วขึ้นและมีผลต่อ impulse ของเนื้อเยื่อและเซลล์นั้น ๆ จึงส่งผลทำให้มีการถ่ายทอดข้อมูลหรือการติดต่อสื่อสารระหว่างเซลล์ต่าง ๆ และเราจะใช้หลักการนี้เพื่อกระตุ้นเส้นประสาทและกล้ามเนื้อต่อไป⁷

เครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (PMS) ถูกใช้บำบัดรักษาอาการปวด เช่น อาการปวดกล้ามเนื้อ โรคเอ็นอักเสบ โรคปวดข้อต่อ และอาการชาจากเส้นประสาทได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการทำงานของคลื่นไฟฟ้าที่สามารถกระตุ้นทะลุผ่านเสื้อผ้าโดยไม่ต้องสัมผัสผิว ลงไปถึงเนื้อเยื่อและกระดูกชั้นลึก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากหัวกระตุ้นของ PMS จะไปกระตุ้นที่เส้นประสาทที่อยู่ใต้ชั้นผิวหนังโดยตรง ซึ่งการกระตุ้นเส้นประสาทจะเป็นไปตามแนวยาว ทำให้เกิดกระบวนการ Depolarization ผ่านเนื้อเยื่อ⁸⁻¹⁰ หากกระตุ้นผ่านตัวเซลล์ประสาทนำเข้า (Afferent neuron หรือ sensory neuron) จะเกิดผลในการลดปวด จากกลไกที่ A-beta fibers และ A-delta fibers ถูกกระตุ้นส่งผลให้เกิดการแย่งช่องสัญญาณจาก C-fibers โดยเกิดจากการที่การส่งกระแสประสาทจาก A-beta และ A-delta fibers จะไปกระตุ้น inhibitory neuron หรือเซลล์ประสาทตัวที่ทำหน้าที่ยับยั้งการส่งกระแสประสาทของทาง C-fibers ทำให้เกิดการส่งกระแสจาก C-fibers ลดลง จึงมีผลทำให้อาการปวดลดลง^{8, 11}

ในกรณีที่กระตุ้นผ่านเซลล์ประสาทนำออก (Efferent neuron หรือ motor nerve) ทำให้เกิดการหด-คลายตัวของกล้ามเนื้อสลับกันตามความถี่ที่กำหนดไว้ คล้ายกับการสั่นที่กล้ามเนื้อ มีผลทำให้เกิดการไหลเวียนของโลหิตบริเวณกล้ามเนื้อดีขึ้น และไม่ทำให้เกิดการบาดเจ็บต่ออวัยวะโดยรอบ ผู้ป่วยจะรู้สึกผ่อนคลายในขณะรักษา และยังเป็นการกระตุ้นให้มีการซ่อมเสริมของเนื้อเยื่อด้วย^{8, 11} (รูปที่ 1) นอกจากนี้การส่งคลื่นแม่เหล็กกระตุ้นแขนขา บริเวณที่เคลื่อนไหวไม่ได้ ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอ่อนแรงให้ส่งสัญญาณไปที่สมอง และให้สมองส่วนที่ยังทำงานได้มีการฟื้นตัว แล้วส่งสัญญาณกลับลงมาทำให้แขนขาขยับได้มากขึ้น⁸⁻¹⁰ การศึกษาเพิ่มเติมยังพบว่า PMS สามารถลดการเกร็งในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยเชื่อว่าเป็นผลจากกลไกที่มาจากการหดตัวของกล้ามเนื้อสลับกัน และไปเพิ่มการทำงานของตัวรับรู้ของข้อต่อและกล้ามเนื้อ (proprioceptive) จำนวนมาก เช่น muscle spindles และ Golgi tendon organs และกลไกการส่งสัญญาณกลับไปยังระบบประสาทส่วนกลาง จึงทำให้การเกร็งของกล้ามเนื้อลดลงได้^{8, 11, 12}

รูปที่ 1. แสดงหลักการทำงานของเครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (PMS)



ปัจจุบันมีพบบงานวิจัยที่ใช้ PMS ในการฟื้นฟูรักษาผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมากขึ้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีประโยชน์กับผู้ป่วยในหลายด้าน การทบทวนวรรณกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลของการใช้เครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (PMS) ต่อความบกพร่องและความสามารถในการทำกิจกรรมในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยประโยชน์ที่ได้รับคาดว่าจะการใช้ PMS จะสามารถช่วยเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ ร่วมกับการลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ เพื่อให้การทำงานของกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพิ่มศักยภาพในการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้ป่วยด้วย

1. ผลของ PMS ต่อความบกพร่องในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

1.1 ลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ จากการวิจัยของ Tittu et al. (2020)¹³ Lavinia et al. (2016)¹⁴ และ Chen et al. (2020)¹⁵ พบว่าการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วย PMS สามารถลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อได้ โดยเชื่อว่าเป็นผลมาจากการถูกกระตุ้นที่ A-delta fibers รวมถึงการเพิ่มการทำงานของตัวรับรู้ทั้งที่ข้อต่อและกล้ามเนื้อ และทำให้ความเร็วของการนำกระแสประสาท (nerve conduction) มีการเปลี่ยนแปลงในความเร็วที่เหมาะสม จึงมีผลทำให้ลดอาการหดค้างของกล้ามเนื้อ หรือลดอาการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อได้^{8, 11, 12} โดยมีแนวทางการรักษาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. การศึกษาเครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Peripheral magnetic stimulation: PMS) ต่อการลดเกร็ง

ผู้วิจัย/รูปแบบการศึกษา	ชนิดเครื่อง PMS	การตั้งค่าเครื่อง	กล้ามเนื้อที่ลดเกร็ง	ระยะเวลาในการรักษา	ผลการรักษา
Tittu et al. 2020 ¹³ (Case report)	BTL-6000 Super Inductive System	Intensity 20-23% of 2.5 Tesla for spastic reduction and intensity 35-40% of 2.5 Tesla for muscle reduction	Biceps brachii, triceps brachii, forearm pronators, and wrist flexors	Total duration of the treatment was 16 minutes and used 2 protocols 1. 'Spasticity Reduction', with applicator placed over biceps and over wrist flexors for 4 minutes each 2. 'Muscle Reeducation' wrist extensors for 8 minutes 10 session of treatment	Significant changes were demonstrated after 10 sessions of treatment using repetitive PMS (rPMS) and exercise therapy by reducing the Modified Ashworth scale from grade 2 to grade 1+ for biceps and from grade 1+ to grade 1 for triceps, pronators and wrist flexors.
Lavinia et al. 2016 ¹⁴ (Pilot study (N=12))	Magstim Rapid stimulator with two circular coils (diameter 9 cm)	- Frequency 20 Hz - Suprathreshold intensity - 10 s trains of stimulation - 40 s pause - A total of 2000 magnetic stimuli	Be placed 2 cm. paravertebrally, at the level of vertebra L3 and L4 and it was oriented with the A-side vertical on the spinal cord	10 sessions 1 time per day, 10 days consecutive.	The mean knee flexion deficit decreased significantly (passive with 20.97% and active with 13.95%)

ผู้วิจัย/รูปแบบการศึกษา	ชนิดเครื่อง PMS	การตั้งค่าเครื่อง	กล้ามเนื้อที่ลดเกร็ง	ระยะเวลาในการรักษา	ผลการรักษา
Chen et al. 2020 ¹⁵ (Double-blinded study, non-randomized (N=32))	Mag-Pro R30 magnetic	<ul style="list-style-type: none"> - Intensity 100% of the muscle contraction threshold at a resting state - Modified Ashworth Scale of the antagonistic muscle was ≥ 1, a 5-Hz stimulation was still used 15 stimulus per train was applied for a total of 750 stimuli, and magnetic stimulation at 20Hz with 30 stimulus per train was applied for a total of 5100 stimuli 	The targeted points in the muscle groups were all started from shoulder adductors to extensors, from elbow flexors to extensors, and from wrist flexor to extensors.	average duration of repetitive peripheral magnetic stimulation was ~30 min. (1 time)	After one session of rPMS intervention, spasticity was reduced in elbow flexors and wrist flexors ($p < 0.05$).

ผู้วิจัย/รูปแบบการ ศึกษา	ชนิดเครื่อง PMS	การตั้งค่าเครื่อง	กล้ามเนื้อที่ลดเกร็ง	ระยะเวลาในการรักษา	ผลการรักษา
Krewer et al. 2014 ²⁰ (A Randomized, Double-Blind, Sham-Controlled Study (N=66))	P-Stim 160 magnetic stimulator	<ul style="list-style-type: none"> - 5000 stimuli at frequency 25Hz - Training duration of 1 second - Inter-training interval of 2 seconds - Intensity was individually set at 10% above the level that evoked a wrist or elbow movement taken at rest 	<ul style="list-style-type: none"> - Extensors and flexors of the upper and lower arm 	20 minute per sessions 2 times a day, 5 times a week, for 2 weeks	<ul style="list-style-type: none"> - The repetitive PMS (rPMS) group showed short-term effects on spasticity for wrist flexors, and long-term effects for elbow extensors compared to the sham group. - Arm motor function (rPMS group: median 5; sham group: median 4) did not significantly change over the study period in either group, whereas rPMS had a positive effect on sensory function.

1.2 ลดอาการปวด จากกลไกการทำงานของ PMS มีประสิทธิภาพในการลดปวดในผู้ป่วยที่มีปัญหาาระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ รวมทั้งผู้ป่วยระบบประสาทที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อด้วย โดยจากงานวิจัยของ Beaulieu et al. (2015)¹⁶, Young et al. (2018)¹⁷ และ Dragana et al. (2016)¹⁸ พบว่าหลังการรักษาด้วย PMS อาการปวดกล้ามเนื้อลดลงทันที โดยเป็นผลมาจากสารเคมีที่เซลล์ประสาทส่วนปลายปล่อยออกมาเพื่อเปลี่ยนแปลงการส่งสัญญาณ (Peripheral neuromodulation) ซึ่งในกระบวนการนี้ทำให้เกิดการยับยั้งการทำงานของ C-fibers ที่เป็นตัวนำกระแสประสาทความรู้สึกเจ็บปวด เมื่อถูกยับยั้งความรู้สึกปวดก็จะน้อยลง

ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองก็พบงานวิจัยที่นำ PMS มากระตุ้นกล้ามเนื้อเพื่อลดอาการปวดจากภาวะไหล่หลวมได้เช่นกัน จากงานวิจัยของ Fujimura et al. (2020)¹⁹ พบว่าการกระตุ้นที่กล้ามเนื้อ Posterior deltoid, Supraspinatus และ Infraspinatus ทำการรักษาในผู้ป่วย 12 คน โดยเครื่อง Pathleader, IFG, Sendai, Japan ใช้ความถี่ที่ 30 Hz. เป็นเวลา 2 วินาที และหยุดพัก 3 วินาที ทำการกระตุ้น 100 รอบในกล้ามเนื้อแต่ละมัด (6000 pulses) เป็นเวลา 17 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ ใช้เวลา 4 สัปดาห์ จะช่วยลดอาการปวด และเพิ่มองศาในการเคลื่อนไหวของข้อไหล่อีกด้วย

1.3 เพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ การใช้ PMS ช่วยเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อแขนของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองให้สามารถทำงานได้มากขึ้น จากการลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ จนสามารถมีการเคลื่อนไหวได้มากขึ้น โดยจากงานวิจัยของ Krewer et al. (2014)²⁰ Prouza et al. (2018)²¹ Obayashi et al. (2020)²² และ Ruthiraphong et al. (2021)²³ ที่ใช้เวลาในการรักษาประมาณ 20 นาที กระตุ้นบนกล้ามเนื้อที่นั้น ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. การศึกษาเครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Peripheral magnetic stimulation: PMS) ต่อการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ

ผู้วิจัย/รูปแบบการศึกษา	ชนิดเครื่อง PMS	การตั้งค่าเครื่อง	กล้ามเนื้อที่กระตุ้น	ระยะเวลาในการรักษา	ผลการรักษา
Prouza et al. 2018 ²¹ (Case present)	BTL-6000 Super Inductive System	<ul style="list-style-type: none"> - Frequency 25 – 150 Hz - Setting mode for decreasing muscle tone or muscle spasm - The intensity of the therapy was set at the beginning and was increased/decreased by patient's tolerance 	<ul style="list-style-type: none"> - Agonist muscle in the upper extremities was stimulated to achieve post-facilitatory inhibition - The weakened antagonist muscles were stimulated. 	10 session	<ul style="list-style-type: none"> - According to Barthel Index, 81% level of improvement was observed in treatment group during 1-month follow-up vs. 72% level of improvement observed for the control group in a 1-month follow-up. - Treatment group improved results up to 66% decreasing spasticity from 2.33±0.90 in the beginning to 0.87±0.64 points on the Modified Ashworth Scale. The control group, during the 1-month follow-up, improved up to 31% decreasing spasticity from 2.13±0.74 in the beginning to 1.47±0.74 points on the Modified Ashworth Scale.

ผู้วิจัย/รูปแบบการศึกษา	ชนิดเครื่อง PMS	การตั้งค่าเครื่อง	กล้ามเนื้อที่กระตุ้น	ระยะเวลาในการรักษา	ผลการรักษา
Obayashi et al. 2020 ²² (Pilot study (N=19))	Pathleader, IFG, Sendai, Japan	<ul style="list-style-type: none"> - Biphasic 350 μsec with magnetic gradients of up to 15 kT/sec, intermittent ON/OFF stimulation protocol consisting of 3 times 10 consecutive stimulations for each muscle per session, continued for 2 sec with a frequency of 30Hz and intensity of 70% maximal stimulator output (corresponding to 0.65 Tesla), intervals (OFF period) were set at 2 sec. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extensor digitorum communis, extensor carpi radialis, flexor digitorum superficialis, triceps brachii, biceps brachii, and anterior or middle head of deltoid.biceps brachii and flexor digitorum superficial (apply to patients with flaccid muscle tone) 	15–20 minutes of group and 20 minutes of standard care every other day, 3 days per week, or two consecutive 20 minutes of standard care 2 days per week.within a restricted time period of approximately 2 to 4 weeks	<ul style="list-style-type: none"> - The repetitive PMS (rPMS) group received treatment (average sessions: 7.8) after a median 9.2 days from stroke (16.5 sessions after 5 days for control). - To adjust the different treatment durations, we defined “progress rate” as the gains of upper extremity function scores divided by treatment duration. - The progress rate was significantly different in the Fugl–Meyer Assessment for upper extremity and the Wolf Motor Function Test (WMFT), but not in Box and Block test.

ผู้วิจัย/รูปแบบการศึกษา	ชนิดเครื่อง PMS	การตั้งค่าเครื่อง	กล้ามเนื้อที่กระตุ้น	ระยะเวลาในการรักษา	ผลการรักษา
Ruthiraphong et al. (2021) ²³ (Pilot study (N=13))	Neuro MS/D model Magnetic Stimulation by Neurosoft, Ivanovo, Russia 2020. A figure eight magnetic coil model FEC-02-100-C	<ul style="list-style-type: none"> - 20 Hz frequency - 4 seconds pulse width - 4 second pause in between - Intensity 120% of motor threshold level, 	<ul style="list-style-type: none"> - Supraspinatus, infraspinatus, deltoid, biceps brachii, triceps brachii and pectoralis major muscles 	Each subject received one session of 12 minutes	<ul style="list-style-type: none"> - The mean (SD) of the Fugl-Meyer Assessment for upper extremity score before and after the use of repetitive PMS (rPMS) stimulation were 21.6 (10.5) and 23.3. - The median (Q1-Q3) of Fugl-Meyer Assessment for upper extremity score before and after the stimulation in more-severe paresis group were 12.5 (9.3 to 13.3) and 16.0 (11.8 to 17.3). - The median (Q1-Q3) of the Fugl-Meyer Assessment for upper extremity score of the less-severe group before and after stimulation were 32.0 (24.0 to 35.0) and 32.0 (25.0 to 35.0).

2. ผลของ PMS ต่อความสามารถในการทำกิจกรรมในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

เมื่อความเกร็งตัวของกล้ามเนื้อขาอ่อนลง ส่งผลให้กล้ามเนื้อขามีความพร้อมในการทำงานมากขึ้นจึงส่งผลต่อการเดินและการทำกิจวัตรประจำวันด้วย จากงานวิจัยของ Kinoshita et al. (2020)²⁴ ทำการกระตุ้นลดเกร็งที่กล้ามเนื้อขา (gluteus maximus muscle, gluteus medius, hamstring muscle, musculus quadriceps femoris, gastrocnemius, and soleus) ในผู้ป่วย 7 คน (Pilot study) โดยใช้ความเข้มข้น 10% ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของสะโพกเข้า หรือข้อเท้า เพียงเล็กน้อย ด้วยความถี่ 20 Hz. กระตุ้น 3 วินาที พัก 27 วินาที กระตุ้นทั้งหมด 80 trains (4800 pulses) เป็นเวลา 40 นาที 6 วันต่อเนื่อง หลังการรักษา 10MWT, cadence, Functional Ambulation Categories (FAC), and Berg balance scale (BBS) ของผู้ป่วยดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

จะเห็นได้ว่า การค้นคว้าและทบทวนหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผ่านมาพบว่า การใช้ PMS เพื่อรักษาผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองยังมีไม่มากนัก เนื่องจากเครื่อง PMS ยังมีราคาแพง อีกทั้งยังเป็นการรักษาทางเลือกที่ยังไม่ได้ใช้อย่างแพร่หลาย งานวิจัยที่มาสสนับสนุนการใช้เครื่อง PMS ในการรักษาจึงมีน้อย และเนื่องด้วยเครื่อง PMS เป็นการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จึงมีข้อห้ามในผู้ที่ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือโลหะต่าง ๆ ติดตั้งอยู่ในตัว เช่น ผู้ป่วยที่มีการใส่เครื่องกระตุ้นหัวใจ (เมื่อต้องใช้เครื่อง PMS ใกล้กับบริเวณนั้น) ผู้ป่วยที่พกเหรียญหรือโลหะในกระเป๋าใกล้กับบริเวณที่กระตุ้นและหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องกับผู้ป่วยที่ตั้งครรภ์ เพราะคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอาจส่งผลต่อเด็กในครรภ์ได้²⁵ ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้เขียนจึงแนะนำว่านักกายภาพบำบัดควรคัดกรองผู้ป่วยแต่ละคนเกี่ยวกับข้อห้ามข้อควรระวังข้างต้น

สรุป

จากการทบทวนวรรณกรรมการใช้เครื่องกระตุ้นระบบประสาทด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า PMS ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง พบว่า มีการศึกษาเชิงประจักษ์ถึงผลของ PMS ต่อการพัฒนาความบกพร่องและเพิ่ม

ความสามารถในการทำกิจกรรม ทั้งในเรื่องของการลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ การลดอาการปวดจากปัญหาข้อไหล่หลวมในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง การเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อแขนและขา รวมไปถึงการเดินและการใช้ชีวิตประจำวันของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ซึ่งการใช้เครื่อง PMS นี้เหมาะกับผู้ป่วยบางรายที่ไม่มีข้อห้ามหรือข้อควรระวังสำหรับการใช้เครื่อง PMS และหากนักกายภาพบำบัดหรือผู้สนใจต้องการประยุกต์ใช้เครื่อง PMS เพื่อลดความบกพร่องและเพิ่มความสามารถในการเดินสามารถใช้ข้อมูลการทบทวนวรรณกรรมนี้ไปใช้ในทางคลินิกได้ อย่างไรก็ตามการศึกษาเครื่อง PMS ยังมีจำกัด จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการระยะเวลาการรักษา ความเข้มข้น การวางขั้ว เพื่อเป็นแนวทางในการนำองค์ความรู้มาประยุกต์ใช้ทางคลินิกต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. สมชาย ไตฉะบุตร, สุชาติ หาญไชยพิบูลย์กุล ทศนีย์ ดันติฤทธิศักดิ์, ธนศ เต็มกลิ่นจันทร์, ลินดา เหล่ารัตนใส และจิตาภา ตรีเจริญวงศ์. โรคหลอดเลือดสมอง (Stroke). ใน: ชุษณะ มะกรสาร. (บรรณาธิการ) การแพทย์ไทย 2554-2557 พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข;2557.หน้า(4-1)-(4-29)
2. กองโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. รายงานประจำปีกองโรคไม่ติดต่อ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์;2564 หน้า 88-90.
3. ภัทรา วัฒนพันธุ์. การฟื้นฟูสภาพผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง และการป้องกันภาวะแทรกซ้อน. North-Eastern Thai journal of neuroscience. 2560;12(1):31-43.
4. ปรีดา อารยาวิชานนท์. การฟื้นฟูผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. สรรพสิทธิเวชสาร. 2559;37(1): 43-58.

5. Smith M. International Classification of Function, Disability and Health (ICF) World Health Organization, Geneva 2001; 2013; Virginia, USA.
6. Masahito K, Alvaro PL. Transcranial magnetic stimulation in neurology. *Lancet Neurology* 2003;2:145-156.
7. ภารดี เอื้อวิทย์แพทย์, รัชชัย กฤษณะประกรกิจ. เครื่องกระตุ้นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านกะโหลก. *ศรีนครินทร์เวชสาร*. 2552;24(2):148-53.
8. Momosaki R, Yamada N, Ota E, Abo M. Repetitive peripheral magnetic stimulation for activities of daily living and functional ability in people after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;6(6):CD011968.
9. Struppler A, Havel P, Müller-Barna P. Facilitation of skilled finger movements by repetitive peripheral magnetic stimulation (RPMS) – a new approach in central paresis. *NeuroRehabilitation*. 2003;18(1):69-82.
10. Beaulieu LD, Schneider C. Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on normal or impaired motor control: a review. *Neurophysiol Clin*. 2013;43(4):251-260.
11. Beaulieu LD, Massé-Alarie H, Brouwer B, Schneider C. Noninvasive neurostimulation in chronic stroke: a double-blind randomized sham-controlled testing of clinical and corticomotor effects. *Top Stroke Rehabil*. 2015;22(1):8-17.
12. Gallasch E, Christova M, Kunz A, Rafolt D, Golaszewski S. Modulation of sensorimotor cortex by repetitive peripheral magnetic stimulation. *Front Hum Neurosci*. 2015;9:407.
13. Tittu TJ, Ragupathy S, Naveen V, Dhargave P. Effectiveness of repetitive magnetic stimulation in improving upper extremity function in post-stroke hemiparesis: A case report. *J Soc Indian Physiother*. 2020;4(2):97-100
14. Lavinia G, Andreea GM, Ileana C, and Mihai B. Spastic tone increase reduced using repetitive peripheral magnetic stimulation: pilot study. *Int J Social Scienc*. 2017;7(1):56-59.
15. Chen S, Li Y, Shu X, Wang C, Wang H, Ding L, Jia J. Electroencephalography mu rhythm changes and decreased spasticity after repetitive peripheral magnetic stimulation in patients following stroke. *Front Neurol*. 2020;11:546599.
16. Beaulieu LD, Schneider C. Repetitive peripheral magnetic stimulation to reduce pain or improve sensorimotor impairments: a literature review on parameters of application and afferents recruitment. *Neurophysiol Clin*. 2015;45(3):223-237.
17. Young HL, Ji MS, MD1, Eun HC, Jang WL. Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on patients with acute low back pain: a pilot study. *Ann Rehabil Med*. 2018;42(2):229-238.
18. Dragana Z, Krasimira K. Repeptitive peripheral magnetic stimulation as pain management solution in musculoskeletal and neurological disorder – a pilot study. *Int J Physiother*. 2016;3(6):721-725.
19. Fujimura K, Kagaya H, Endou C, Ishihara A, Nishigaya K, Muroguchi K, Tanikawa H, Yamada M, Kanada Y, Saitoh E. Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on shoulder subluxations caused by stroke: a preliminary study. *Neuromodulation*. 2020;23(6):847-851.
20. Krewer C, Hartl S, Müller F, Koenig E. Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on upper-limb spasticity and impairment in patients with spastic hemiparesis: a randomized, double-blind, sham-controlled study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(6):1039-1047.

21. Prouza O, Kouloulas E, Zarkovic D. High intensity electromagnetic field stimulation can reduce spasticity in post-stroke patients. *Int J Physio.* 2018;5(3):87–91.
22. Obayashi S, Takahashi R. Repetitive peripheral magnetic stimulation improves severe upper limb paresis in early acute phase stroke survivors. *NeuroRehabilitation.* 2020;46(4):569–575.
23. Ruthiraphon P, Sukhumvada T, Wongphaet P. Immediate effect of repetitive peripheral magnetic stimulation in hemiplegic patients with arm paresis: a pilot study. *ASEAN J Rehabil Med.* 2021;31(1):16–22.
24. Kinoshita S, Ikeda K, Hama M, Suzuki S, Abo M. Repetitive peripheral magnetic stimulation combined with intensive physical therapy for gait disturbance after hemorrhagic stroke: an open-label case series. *Int J Rehabil Res.* 2020;43(3):235–239.
25. Kanjanapanang N, Munakomi S, Chang KV. *Peripheral Magnetic Stimulation.* 2021. Treasure Island (FL); StatPearls.

ภาคผนวก

Fugl-Meyer assessment

Fugl-Meyer assessment (FMA) เป็นแบบประเมินความสามารถในการควบคุมเคลื่อนไหวของผู้ป่วย ถูกสร้างขึ้นบนแนวความคิดในการฟื้นตัวของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองของ Brunnstrom มีความเที่ยงในการวัดซ้ำโดยผู้ประเมินคนเดิม และระหว่างผู้ประเมินและความตรงสูงเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในงานวิจัยและทางคลินิก โดยเฉพาะในประเทศ สหรัฐอเมริกาแม้จะใช้เวลาในการประเมินค่อนข้างนาน นอกจากการประเมิน motor ส่วนรยางค์แขน และ รยางค์ขา ยังมีการประเมินการทรงตัวในท่านั่งและท่า ยืน ช่วงการเคลื่อนไหวข้อต่อ และการประเมิน sensory อาการปวดของรยางค์แขนและขา รวมคะแนนเต็ม 226 คะแนน ให้คะแนนเชิงเรียงอันดับจาก 0-2 คะแนน โดย 0 คือไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เลย 1 คือสามารถทางการเคลื่อนไหวได้บ้างแต่ไม่สมบูรณ์ และ 2 คือสามารถทำการเคลื่อนไหวได้ตามปกติและเกณฑ์การประเมิน

การรับรู้ความรู้สึก คะแนน 0 คือไม่รู้รู้สึกเลย 1 คือมีความบกพร่องในการรับรู้ความรู้สึก และ 2 คือรับรู้ความรู้สึกได้ ตามปกติ แบบประเมิน FMA ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วย (responsiveness) ได้ดี แต่ก็มีข้อจำกัดคือไม่สามารถประเมินผู้ป่วยที่สามารถเคลื่อนไหวได้ดี (ceiling effect) คะแนนรวมจากการประเมินผู้ป่วยแรกรับด้วย FMA สามารถใช้ทำนายการ ฟื้นตัวของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง และยังพบว่ามีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน (Barthel Index) ของผู้ป่วย ($r = 0.58-0.92$, $p < 0.001$) หากใช้ทุกหัวข้อของแบบประเมินจะใช้ ระยะเวลาในการตรวจค่อนข้างนานและมีน้ำหนักการประเมินส่วนแขนมากกว่าส่วนขา แต่สามารถแยกประเมินเฉพาะส่วนแขน หรือส่วนขาตามปัญหาของผู้ป่วยแต่ละรายได้

อ้างอิงจาก: ผกามาศ พิริยะประสาธน์. เครื่องมือประเมินผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. วารสารกายภาพบำบัด. 2559; 38(3):128-139.

Table 1. Fugl-Meyer Assessment—Motor Domain Items^a

Upper Extremity (66 points)	Lower Extremity (34 points)
Shoulder: retraction	Hip flexion
Shoulder: elevation	Hip extension (supine)
Shoulder: abduction	Hip adduction (supine)
Shoulder: abduction to 90 degrees	Knee flexion (supine)
Shoulder: adduction/internal rotation	Knee flexion (sitting)
Shoulder: external rotation	Knee flexion (standing)
Shoulder: flexion 0–90 degrees	Knee extension (supine)
Shoulder: flexion 90–180 degrees	Ankle dorsiflexion (supine)
Elbow flexion	Ankle dorsiflexion (sitting)
Elbow extension	Ankle dorsiflexion (standing)
Forearm supination	Ankle plantar flexion (supine)
Forearm pronation	Heel-shin speed
Forearm supination/pronation (elbow at 0 degrees)	Heel-shin tremor
Forearm supination/pronation (elbow at 90 degrees, shoulder at 0 degrees)	Heel-shin dysmetria
Hand to lumbar spine	Knee reflex
Wrist flexion/extension (elbow at 0 degrees)	Hamstring reflex
Wrist flexion/extension (elbow at 90 degrees)	Ankle reflex
Wrist extension against resistance (elbow at 0 degrees)	
Wrist extension against resistance (elbow at 90 degrees)	
Wrist circumduction	
Finger flexion	
Finger extension	
Extension of MCP joints, flexion of PIPs/DIPs	
Thumb adduction	
Thumb opposition	
Grasp cylinder	
Grasp tennis ball	
Finger-nose speed	
Finger-nose tremor	
Finger-nose dysmetria	
Finger flexion reflex	
Biceps reflex	
Triceps reflex	

^aSee Fugl-Meyer and others¹ for details and scoring instructions.

อ้างอิงจาก: Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The Fugl Meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties. *Neurorehabil Neural Repair*. 2002;16(3):232–40.

การประเมินผลความรุนแรง

FMA-Upper Extremity scores (66/100)	FMA-Lower Extremity scores (34/100)
- severe < 32 points	- severe < 19 points
- moderate 32 – 47 points	- moderate 20 – 28 points
- mild ≥ 48 points	- mild ≥ 29 points

Modified Ashworth Scale

Modified Ashworth Scale (MAS) เป็นเกณฑ์การประเมินความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (muscle tone) จาก แรงต้านต่อการเคลื่อนไหวที่ผู้ตรวจทำให้ (passive movement) ให้คะแนน 6 ระดับ ตั้งแต่ 0 คือ ไม่มีการเพิ่มขึ้นของ muscle tone ไปจนถึง 4 คือคงค้าง (rigid) อยู่ในท่างอหรือท่าเหยียด เกณฑ์นี้มีความเที่ยงปานกลางถึงดีในการประเมินซ้ำ โดยผู้ประเมินคนเดิม ใน กล้ามเนื้อกลุ่มงอข้อศอก (kw = 0.77–0.84) ข้อมือ (kw = 0.80–0.88) ข้อเข่า (kw = 0.77–0.94) และข้อเท้า (kw = 0.59–0.64) แต่ความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินยังอยู่ในระดับต่ำ ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประเมิน muscle tone โดยใช้ Modified Ashworth Scale เทียบกับวิธีอื่น ๆ มี

ความหลากหลาย โดยมีความสัมพันธ์น้อยกับการประเมินด้วย EMG (soleus H-reflex) ($r = 0.468$) มีความสัมพันธ์สูงกับ Relaxation index (RI) ในขณะที่บางการศึกษาพบความสัมพันธ์ของการประเมินด้วย EMG และ Modified Ashworth Scale เฉพาะกล้ามเนื้อ knee extensor มีการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนไหวในการประเมินด้วย Velocity-corrected Modified Ashworth Scale (VMAS) และพบว่ามี inter-rater reliability สูง ($ICC(2,1) = 0.59–0.75$)

อ้างอิงจาก: ผกามาต พิริยะประสาธน์. เครื่องมือประเมินผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. วารสารกายภาพบำบัด. 2559; 38(3):128–139.

Table 1 Modified Ashworth Scale (MAS) Scoring System

Grade	Description
0	No increase in muscle tone
1	Slight increase in muscle tone, manifested by a catch and release or by minimal resistance at the end of the range of motion when the affected part(s) is moved in flexion or extension
1+	Slight increase in muscle tone, manifested by a catch, followed by minimal resistance throughout the remainder (less than half) of the ROM
2	More marked increase in muscle tone through most of the ROM, but affected part(s) easily moved
3	Considerable increase in muscle tone, passive movement difficult
4	Affected part(s) rigid in flexion or extension

อ้างอิงจาก: Richard WB, Melissa BS. Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity. Physical Therapy. 1987; 67(2):206–207