J Med Biosci Vol. 4 No. 1 January - June 2022;37-47 DOI: 10.14456/jmbs.2022.XX

Review article

Effect of mirror therapy on neuro-rehabilitation in individuals with stroke

Suthida Ditthaphongphakdee[1,*], Chitanongk Gaogasigam[2]

[1]Department of Rehabilitation Medicine, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Thai Red Cross Society, Bangkok, Thailand
[2]Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

Abstract

Paresis of limbs in stroke survivors limits the activity of daily living and results in a decreasein the quality of life. Thus, rehabilitation of upper and lower limbs is an essential goal in the treatment program. Mirror therapy is an alternative training method for post-stroke impairments and functional movement in acute, sub-acute, and chronic phases. Mirror therapy uses the reflection of a moving non-affected limb for facilitating a desired movement in the affected limb. The mirror neuron system in the frontotemporal region and superior temporal gyrus is claimed to be responsible for the effect of training such as motor recovery, decrease sensory impairment, and improvement of activity of daily living. Moreover, mirror therapy is proper for home-based exercise. Although mirror therapy is proper for home-based exercise, there are some limitations in patients with cognitive deficits and low attention levels.

Keywords: Mirror therapy, stroke, rehabilitation.

***Correspondence to: Chitanongk Gaogasigam,** Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.
E-mail: gchitano@chula.ac.th
Received: August 13, 2021
Revised: December 8, 2021
Accepted: January 3, 2022

บทฟื้นฟูวิชาการ

ผลของการฝึกด้วยกระจกเงาต่อการฟื้นฟูประสาทสมองในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

สุธิดา ดิษฐพงศ์ภักดี[1], *จิตอนงค์ ก้าวกสิกรรม* [2]

[1]งานกายภาพบำบัด ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

[2]ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

อาการอ่อนแรงของแขนและขาในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเป็นสิ่งที่ทำให้จำกัดการทำกิจวัตรประจำวันของผู้ป่วยและทำให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยลดลง ดังนั้น การรักษาเพื่อฟื้นฟูความสามารถในการใช้งานแขนและขา จึงเป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งในการรักษาผู้ป่วย การฝึกด้วยกระจกเงา (mirror therapy) เป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่สามารถใช้กับผู้ป่วยในระยะเฉียบพลัน กึ่งเฉียบพลันและเรื้อรังได้ mirror therapy ใช้ภาพของการเคลื่อนไหวของแขนขาข้างปกติเป็นตัวกระตุ้นในการทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ต้องการของข้างที่อ่อนแรง โดยเชื่อว่าเกิดจากการทำงานของกลุ่ม mirror neuron system จากการศึกษาพบว่า mirror therapy สามารถช่วยในการฟื้นฟูแขนและขาในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ลดความบกพร่องของการรับความรู้สึก ทำให้ผู้ป่วยสามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการฟื้นฟูที่ผู้ป่วยสามารถกลับไปฝึกที่บ้านได้เอง อย่างไรก็ตาม mirror therapy มีข้อจำกัดในการนำมาใช้ในผู้ป่วยบางประเภท เช่น ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของการรับรู้ มีความสนใจลดลงภายหลังการเจ็บป่วย

คำสำคัญ: การฝึกด้วยกระจกเงา, โรคหลอดเลือดสมอง, การฟื้นฟู.

โรคหลอดเลือดสมอง (stroke) เป็นปัญหาสุขภาพหลักในประเทศไทย ซึ่งทำให้เกิดความพิการได้ในระยะยาว (disability) และเป็นสาเหตุอันดับหนึ่งที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตในประเทศไทยทั้งในเพศชายและเพศหญิง โดยอุบัติการณ์การเกิดโรคหลอดเลือดสมองในประเทศไทยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 1.9 ของผู้ใหญ่ที่มีอายุ 45 ปีขึ้นไป[1] พบว่าร้อยละ 55-75 ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีอาการอ่อนแรงของแขน เนื่องจากปัญหาการสั่งงานของสมอง[2] และการฟื้นตัวของแขนเกิดขึ้นช้ากว่าการฟื้นตัวของขา โดยส่วนใหญ่การฟื้นตัวของแขนและขาเกิดได้เร็วที่สุดในช่วง 30 วันแรกภายหลังจากเกิดโรคหลอดเลือดสมอง จากนั้นการฟื้นตัวค่อนข้างช้าโดยเฉพาะภายหลังเกิดโรค 6 เดือน[3] การฟื้นตัวของข้อต่อส่วนต้น (proximal joint) ได้แก่ ข้อไหล่และข้อศอกฟื้นตัวได้เร็วกว่าข้อต่อส่วนปลาย (distal joint) ได้แก่ ข้อมือและนิ้วมือ[4] นอกจากนั้นประมาณร้อยละ 40 ของผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพของหลอดเลือดสมองด้านขวาและประมาณร้อยละ 20 ของผู้ที่มีพยาธิสภาพของหลอดเลือดสมองด้านซ้ายเกิดภาวะความสนใจบกพร่องครึ่งซีกหรืออีกนัยหนึ่งคือละเลยส่วนของร่างกายที่เป็นอัมพาต (unilateral neglect) ซึ่งภาวะ unilateral neglect เกิดจากความผิดปกติของสมองส่วนที่ทำหน้าที่รับรู้ตำแหน่งของร่างกาย (spatial attention deficits) ภาวะนี้จำกัดการฟื้นตัวของระบบประสาทที่ควบคุมการทำงาน (functional recovery)[5, 6] โดยความผิดปกติของแขนในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเป็นผลมาจากอาการอ่อนแรงของแขนหรือกล้ามเนื้อแข็งเกร็ง (stiff muscle) ความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อสองฝั่ง กล้ามเนื้อมีความตึงตัวที่มากกว่าปกติ และการสูญเสียการรับรู้ความรู้สึก เป็นต้น[7] ซึ่งการอ่อนแรงของแขนจะทำให้ความสามารถในการใช้แขนทำกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ ของผู้ป่วยลดลงและเมื่อผู้ป่วยมีอาการอ่อนแรงของแขน ผู้ป่วยปรับตัวโดยใช้งานแขนข้างปกติทดแทนแขนด้านที่อ่อนแรง[8]

ดังนั้น การฟื้นฟูความสามารถในการใช้งานแขนและขาของผู้ป่วยจึงมีความสำคัญมากเนื่องจากทำให้ผู้ป่วยสามารถกลับไปใช้ชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง วิธีการฟื้นฟูผู้ป่วยที่มีปัญหาการสั่งงานของแขนและขาโดยวิธีทางกายภาพบำบัดและกิจกรรมบำบัดส่วนใหญ่เน้นการกระตุ้นให้ใช้งานด้านที่มีพยาธิสภาพเป็นหลัก[9] และเป็นการฝึกแบบกำหนดรูปแบบการทำงาน (task-oriented) ซึ่งปัจจุบันมีมากมายหลายวิธี เช่น constraint induced movement therapy และ robot-assisted training[10] วิธีการที่กล่าวมานี้ล้วนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของแขนและขาได้เช่นเดียวกันแต่อาจจะมีค่าใช้จ่ายสูงหรือต้องอาศัยเครื่องมือที่จำเพาะ[11, 12] รวมถึงต้องมีนักกายภาพบำบัดหนึ่งคนต่อผู้ป่วยหนึ่งคนซึ่งทำให้ผู้ป่วยเข้าถึงการฟื้นฟูได้ค่อนข้างยาก อีกทั้งการฟื้นฟูบางประเภทไม่สามารถใช้กับผู้ป่วยระยะแรกที่มีอาการอ่อนแรงของแขนหรือขาอย่างมาก ใช้ได้เฉพาะกับผู้ป่วยที่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวด้วยตนเองได้บ้างแล้ว อย่างไรก็ตามการฝึกการทำงานของแขนและขาโดยใช้การฝึกด้วยกระจกเงา (mirror therapy) เป็นการฟื้นฟูอีกรูปแบบหนึ่งที่มีประโยชน์ต่อการฟื้นฟูความสามารถในการใช้แขนขาของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองได้ ดังนั้น บทความนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำเสนอวิธีการฟื้นฟูเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานของแขนและขาในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองด้วย mirror therapy ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้รักษาอาการอ่อนแรงของแขนและขาระยะแรกที่ผู้ป่วยยังไม่มีการฟื้นตัวของระบบประสาท[6, 12-14]

ที่มาของวิธีการฝึกด้วย Mirror therapy

Mirror therapy ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในงานวิจัยของ Ramachandran และคณะ[15] เพื่อรักษาภาวะปวดหลอน (phantom limb pain) ในผู้ป่วยที่ถูกตัดแขน ซึ่งผลการศึกษาพบว่าการฝึก Mirror therapy สามารถลดอาการปวดหลอนได้ ต่อมามีการนำ mirror therapy มาใช้ในกลุ่มอาการ pain syndrome เช่น complex regional pain syndrome และใช้ในการลดอาการปวดในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บที่มือและมีภาวะไวต่อความรู้สึกปวด (hyperesthesia) หลังจากนั้นได้มีการศึกษาผลของ mirror therapy ต่อการฟื้นฟูในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองอย่างแพร่หลาย[14, 16, 17]

วิธีการฝึกด้วย Mirror therapy

ผู้ป่วยนั่งฝึกบนเก้าอี้และวางกล่องไม้ติดกระจกเงาไว้บนโต๊ะขนานกับแนวกลางลำตัวของผู้ป่วย โดยนำกล่องด้านที่มีกระจกเงาหันเข้าหาลำตัวผู้ป่วย ผู้ป่วยวางแขนหรือขาด้านปกติไว้ด้านหน้ากระจกเงา แล้วสอดแขนหรือขาข้างที่อ่อนแรงเอาไว้ด้านหลังกระจก ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถมองเห็นการเคลื่อนไหวของแขนหรือขาข้างที่อ่อนแรงจากนั้นให้ผู้ป่วยทำการเคลื่อนไหวแขนหรือขาด้านปกติ และมองที่กระจกเงาจะเห็นเป็นภาพสะท้อนกลับของแขนหรือขาด้านปกติเสมือนว่าด้านที่อ่อนแรงกำลังทำการเคลื่อนไหวอยู่ แสดงดังรูปที่ 1 โดยผู้ป่วยได้รับคำสั่งให้มองภาพสะท้อนของ

การเคลื่อนไหวแขนในกระจกตลอดเวลาที่ทำการฝึก[12, 13, 18-22] ซึ่งเป็นเสมือนการหลอกให้สมองรับความรู้สึกจากระบบการมองเห็น (visual feedback) มากกว่าการรับความรู้สึกทางกาย (somatosensory feedback) หรือการรับความรู้สึกของข้อต่อ (proprioception feedback)[23] จากงานวิจัยในปัจจุบัน เชื่อว่าผลการฝึกด้วย Mirror therapy ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เกิดจากกลุ่มเซลล์ประสาท mirror neuron system[18, 20, 24]

รูปที่ 1. การจัดสถานที่และอุปกรณ์ในการฝึกการเคลื่อนไหวของแขนด้วย mirror therapy

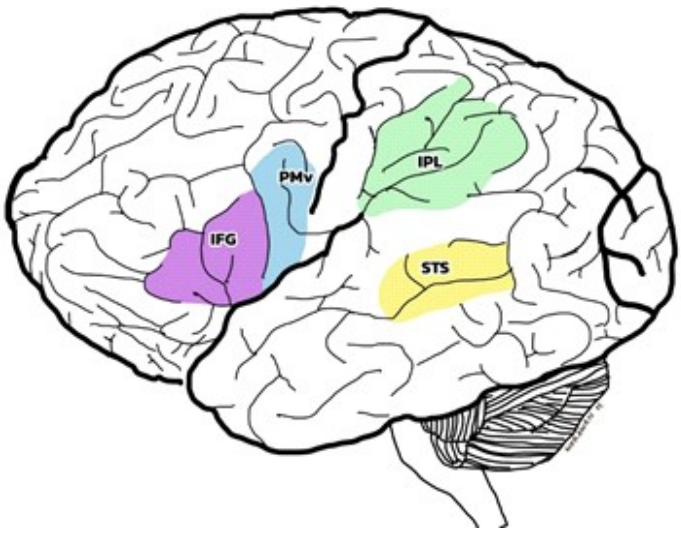
Mirror neuron system

Mirror neuron ถูกพบครั้งแรกบริเวณ ventral premotor area (F5) ในสมองของลิง[25] ต่อมามีรายงานการพบ mirror neuron บริเวณ inferior parietal lobule, lateral intraparietal, ventral intraparietal, dorsal premotor, primary motor cortex[26] จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า mirror neuron ในสมองของลิงตอบสนองต่อทิศทางการเคลื่อนไหวแบบเฉพาะเจาะจง[26] ต่อมาได้มีการค้นพบ mirror neuron ในสมองมนุษย์หลายบริเวณ เช่น inferior frontal gyrus (IFG) ซึ่งคือบริเวณเดียวกับ F5 ในสมองลิง, inferior parietal lobule (IPL), ventral premotor cortex (PMv), superior temporal sulcus (STS), supplementary motor area (SMA)[25, 27] โดย mirror neuron ทั้งหมดนี้มีการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ จึงถูกเรียกรวมกันว่า"mirror-neuron system"[25, 27, 28] ตำแหน่งต่าง ๆ ของ mirror neuron ในสมองมนุษย์แสดงดังรูปที่ 2 จากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า mirror neuron จัดอยู่ในกลุ่มของ multimodal visuomotor neuron ซึ่งถูกกระตุ้นให้ทำงานเมื่อสังเกตการเคลื่อนไหวจากผู้อื่น เมื่อคิดว่ากำลังทำการเคลื่อนไหวอยู่ และเมื่อทำการเคลื่อนไหวนั้นด้วยตนเอง[14, 19, 21, 26, 29] โดยยืนยันจากผลงานวิจัยก่อนหน้านี้ได้ทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วย Electroencephalography พบว่าสมองมีการทำงานไม่เพียงแต่เฉพาะขณะทำการเคลื่อนไหวอย่างเดียว แต่รวมถึงขณะสังเกตการเคลื่อนไหวของผู้อื่นร่วมด้วย[25] ต่อมางานวิจัยของ Garrison KA. และคณะ[30] ได้ทำการศึกษาการทำงานของสมองในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเรื้อรังที่มีพยาธิสภาพของสมองซีกซ้ายเปรียบเทียบกับคนที่มีสุขภาพดีซึ่งทั้งสองกลุ่มล้วนถนัดมือขวา จากนั้นตรวจประเมินการทำงานของสมองด้วยเครื่อง functional magnetic resonance imaging (MRI) โดยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งสองกลุ่มสังเกตการเคลื่อนไหวมือขวาของผู้อื่นในวิดิทัศน์และวัดการทำงานของสมองด้วยเครื่อง functional MRI พบว่า ในกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขณะสังเกตการเคลื่อนไหวมีการทำงานเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของสมองซีกซ้ายที่มีพยาธิสภาพเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีสุขภาพดีในส่วนของ left inferior frontal gyrus pars opercularis และ supramarginal gyrus โดยทั้งสองบริเวณนี้เป็นส่วนหนึ่งของ mirror neuron system จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ามีการเกิดการสร้างเซลล์ประสาทใหม่ (plasticity) ของสมองด้านที่มีพยาธิสภาพ ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่ามีการฟื้นตัวของระบบประสาทที่ดีและมีการพยากรณ์โรคที่ดีมากกว่าเมื่อเทียบกับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในกลุ่มที่พบว่าสมองด้านตรงข้ามกับที่มีพยาธิสภาพทำงานมากกว่า โดยหลังเกิดโรคหลอดเลือดสมองพบว่าสมองด้านตรงข้ามกับฝั่งที่มีพยาธิสภาพมีการส่งกระแสประสาทไปยับยั้งการทำงานของสมองด้านที่มีพยาธิสภาพที่เรียกกันว่า interhemispheric inhibition ซึ่งทำให้เกิดการทำงานที่ไม่สมดุลกันของสมองสองด้าน จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ขัดขวางการฟื้นตัวของระบบประสาทในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง[30] ในทางตรงกันข้ามการรักษาด้วย mirror neuron system กระตุ้นการทำงานของสมองด้านที่มีพยาธิสภาพให้ทำงานมากขึ้น การศึกษาของ Michielsen ME. และคณะ[18] พบว่าภายหลังการฝึกด้วย mirror therapy ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง มีการเปลี่ยนแปลงของการทำงานบริเวณ primary motor cortex (M1) จากสมองด้านที่ไม่มีพยาธิสภาพไปยังสมองด้านที่มีพยาธิสภาพและมีการเพิ่มการทำงานของสมองด้านที่มีพยาธิสภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงได้ว่าระบบ

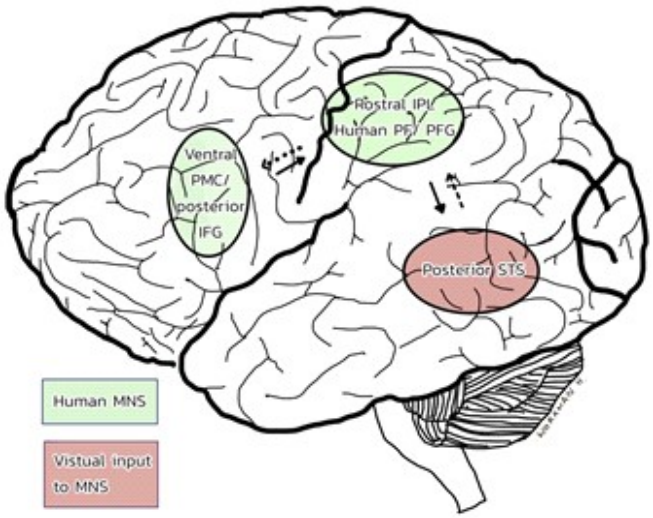
ประสาทมีการจัดระเบียบการทำงานใหม่ (reorganization) โดยถูกกระตุ้นจาก mirror neuron system[18, 20] นอกจากนี้ยังพบว่าภายหลังการฝึก mirror therapy ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีการทำงานเพิ่มขึ้นของ precuneus และ posterior cingulate cortex เช่นกัน ซึ่งทำงานเมื่อผู้ป่วยคิดว่ากำลังทำการเคลื่อนไหว โดยบริเวณ cingulate cortex นั้นทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้ตำแหน่งของร่างกาย (spatial navigation)[16] ซึ่งแสดงให้เห็นว่า mirror therapy สามารถแก้ไขภาวะละเลยส่วนของร่างกายที่เป็นอัมพาต (unilateral neglect) ที่เป็นผลมาจากการที่ spatial navigation ทำงานผิดปกติได้ด้วยเช่นกัน[31] นอกจากนั้นจากงานวิจัยของ Buccino และคณะ[32] ศึกษาโดยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยสังเกตการเล่นกีต้าร์จากนักดนตรีแล้วตรวจการทำงานของสมองด้วย functional MRI พบว่า มีการทำงานมากขึ้นของ inferior parietal lobule (IPL), inferior frontal gyrus (IFG) และ premotor cortex ซึ่งบริเวณ frontal gyrus ทำหน้าที่เป็นที่เก็บความจำในส่วนปฏิบัติงาน (working memory) และทำหน้าที่ในการเตรียมการเคลื่อนไหว (motor preparation) จึงกล่าวได้อีกนัยนึงว่า mirror neuron system เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้โดยการเลียนแบบ (learning by imitation)

ภายหลังการเกิดพยาธิสภาพที่หลอดเลือดสมองมีผลทำให้หลอดเลือดบริเวณที่มีพยาธิสภาพขาดออกซิเจนไปเลี้ยง จึงทำให้เกิดความผิดปกติของการส่งสัญญาณประสาทจากสมองไปยังไขสันหลังซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอาการอ่อนแรงของร่างกายด้านตรงข้าม โดยระยะแรกภายหลังเกิดพยาธิสภาพบริเวณอื่นที่ใกล้เคียงกับหลอดเลือดที่เกิดพยาธิสภาพเกิดการบวมของเซลล์ ซึ่งส่งผลให้การทำงานหรือการนำสัญญาณประสาทของบริเวณนั้นลดประสิทธิภาพลงหรือหยุดการทำงานชั่วคราว ในช่วงเวลาที่ไม่มีการทำงานของเซลล์ประสาท สมองได้รับเพียง negative visual feedback อย่างเดียวเท่านั้น[33] ซึ่ง mirror therapy ช่วยทำให้ mirror neuron ส่วนที่เหลือที่ยังสามารถทำงานได้เกิดการเรียนรู้ขึ้นใหม่โดยกระตุ้นการทำงานของ cortical motor neuron ต่อไป เป็นการให้ข้อมูลป้อนกลับทางสายตาที่ทดแทนการรับความรู้สึกข้อต่อ (proprioception) ที่ลดลงของร่างกายฝั่งที่อ่อนแรง ดังนั้น mirror therapy จึงสามารถช่วยเร่งการฟื้นฟูของระบบประสาทในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองได้[23, 33, 34]

กลไกการส่งสัญญาณของ mirror neuron system เริ่มเมื่อผู้ป่วยมองเห็นการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นและผู้ป่วยสนใจต้องการเลียนแบบการเคลื่อนไหวนั้น ภาพที่เห็นจะถูกส่งไปยัง visual cortex จากนั้นจะส่งข้อมูลไปกระตุ้นการทำงานของ superior temporal sulcus (STS) และส่งข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณภาพของการเคลื่อนไหวที่เห็นไปยัง inferior parietal lobule (IPL) ต่อจากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปยัง inferior frontal gyrus (IFG) และบริเวณ ventral premotor cortex (PMC) ซึ่งทำหน้าที่สั่งการให้เกิดการเคลื่อนไหว จัดลำดับการเคลื่อนไหวและคิดตามรูปแบบการเคลื่อนไหวตามภาพที่เห็น แต่ในทางตรงกันข้ามก็มีการส่งกระแสประสาทเกี่ยวกับรูปแบบการเคลื่อนไหวที่คิดไว้บริเวณ inferior frontal gyrus (IFG) และบริเวณ ventral premotor cortex (PMC) ส่งกลับไปยัง superior temporal sulcus (STS) เพื่อมาเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการเคลื่อนไหวที่คิดด้วยตนเองกับการเคลื่อนไหวที่มองเห็นจริงๆ[27, 35] ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 2. ตำแหน่งของ Mirror neuron [IFG =inferior frontal gyrus; PMv = ventral premotor area; IPL =inferior parietal lobule; STS = superior temporal sulcus][27]



รูปที่ 3. วงจรการส่งกระแสประสาทเวลามองเห็นการเคลื่อนไหว ลูกศรเส้นจุดแสดงถึง mirror neuron system ลูกศรเส้นประแสดงถึง visual input และลูกศรเส้นทึบแสดงถึงการส่งกลับของข้อมูลที่คิดตามการเคลื่อนไหว[35]

ผลที่ได้จากการฝึกด้วยกระจกเงา (Mirror therapy)

งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ศึกษาผลของการฝึกด้วย mirror therapy ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ ได้แก่ เพื่อเพิ่มความสามารถในการควบคุมการทำงานของแขนขา ลดความผิดปกติของการรับความรู้สึก และเพิ่มความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันทั้งในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะเฉียบพลันถึงระยะเรื้อรัง[36]

1. **ผลของการเพิ่มความสามารถในการควบคุมการทำงาน** (motor function)

จากการรวบรวมงานวิจัยที่ศึกษาผลของ mirror therapy ต่อการฟื้นฟูแขนในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะเฉียบพลันและเรื้อรังและนำมาวิเคราะห์อภิมาน (Meta-Analysis)[37, 38] ผลจากการวิเคราะห์พบว่าการฝึก mirror therapy เพียงอย่างเดียวให้ผลการฟื้นฟูการสั่งงานของแขน (motor recovery of upper limb) และการทำงานของแขน (upper limb function) ได้ดีกว่าการฝึกแบบการรักษาทางกายภาพบำบัดและกิจกรรมบำบัดแบบทั่วไป และใช้ระยะเวลาการฝึกที่น้อยกว่า[13, 39] mirror therapy สามารถนำมาฝึกในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีระยะการฟื้นตัวของแขนขาเมื่อประเมินจาก Brunnstrom stages ระยะที่ 1-4[14] โดยนำมาฝึกเพิ่มเติมจากการรักษาทางกายภาพบำบัดและกิจกรรมบำบัดแบบทั่วไป[37]

งานวิจัยของ Yavuzer G. และคณะ[14] ได้ทำการฝึก mirror therapy ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลันโดยสุ่มผู้เข้าร่วมการทดลองออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ทั้งสองกลุ่มได้รับรักษาด้วยกายภาพบำบัดตามปกติ 2-5 ชม.ต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ รวม 4 สัปดาห์ แต่ในกลุ่มทดลองได้รับการฝึกด้วย mirror therapy เพิ่มอีก 30 นาทีนอกเหนือจากการฝึกปกติ โดยฝึกในท่างอและเหยียดข้อมือและนิ้วมือ พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของ Brunnstrom stage ของแขน เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมหลังการรักษา 4 สัปดาห์และภายหลังการรักษา 6 เดือน[14] เช่นเดียวกับผลงานวิจัยของ Dohle C. และคณะได้ทำการฝึก mirror therapy ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะเฉียบพลันโดยสุ่มผู้เข้าร่วมการทดลองออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มได้รับการรักษาด้วยกายภาพบำบัดทั่วไป แต่ในกลุ่มทดลองได้รับการฝึก mirror therapy เพิ่มอีก 30 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ระยะเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ โดยให้ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการเคลื่อนไหวของแขนและมือตามที่นักกายภาพบำบัดกำหนด พบว่าภายหลังการฝึกในกลุ่มทดลองมีคะแนน Fugl-Meyer motor assessment (FMA) ในส่วนปลายของแขนมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ[31]

ต่อมาได้มีการนำ mirror therapy มาใช้รักษาร่วมกับ bilateral movement training คือให้ผู้ป่วยทำการเคลื่อนไหวมือและแขนทั้งสองข้างพร้อมกันขณะสังเกตการเคลื่อนไหว ในส่วนของแขนด้านที่อ่อนแรงนั้นให้ผู้ป่วยทำการเคลื่อนไหวเท่าที่สามารถทำได้ จากผลงานวิจัยของ Wu

CY. และคณะ[11] ได้ศึกษาในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง โดยสุ่มผู้เข้าร่วมการทดลองออกเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยในกลุ่มควบคุมได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดและกิจกรรมบำบัดแบบทั่วไป คือฝึกด้วยการกำหนดรูปแบบการทำงาน task-oriented training เป็นเวลา 90 นาที ส่วนในกลุ่มทดลองได้รับการฝึก mirror therapy แบบ bilateral movement training 60 นาทีร่วมกับ task-oriented training เป็นเวลา 30 นาที โดยฝึกแบบ transitive movements ได้แก่ บีบฟองน้ำ หยิบหมุดใส่ในหลุม สลับไพ่ และฝึกแบบเป็น intransitive movements ทั้งส่วนของแขนและมือ ได้แก่ การกระดกข้อมือขึ้น-ลง การนำปลายนิ้วหัวแม่มือไปแตะปลายนิ้วอื่น การคว่ำมือหงายมือ รวมทั้งฝึกแบบ gross motor คือให้เอามือเอื้อมไปปิดสวิตช์ รวมระยะเวลาฝึกทั้งหมด 1.5 ชั่วโมงต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ รวม 4 สัปดาห์ ภายหลังการรักษาพบว่า กลุ่มทดลองมีความแตกต่างของตัวแปรทางคิเนเมติคส์ (kinematic) ได้แก่ เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ระยะการเปลี่ยนตำแหน่งของข้อไหล่และข้อศอก เป็นต้น และพบว่ามีความแตกต่างของคะแนน FMA ใน ข้อต่อส่วนปลาย มากกว่าในกลุ่มควบคุม[11] แม้ว่าการฟื้นฟูของข้อต่อส่วนต้น จะฟื้นตัวเร็วกว่าข้อต่อส่วนปลาย (distal joint)[2] แต่ mirror therapy เป็นการรักษาอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยให้การฟื้นตัวของข้อต่อส่วนปลายเกิดได้เร็วขึ้น นอกจากนี้งานวิจัยของ Invernizzi M. และคณะ[13] ทำการฝึก mirror therapy ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลันโดยสุ่มเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ทั้งสองกลุ่มได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดและกิจกรรมบำบัดตามปกติ 15 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยในกลุ่มควบคุมได้รับการรักษาแบบหลอก (sham therapy) ส่วนกลุ่มทดลองได้รับการฝึก mirror therapy ร่วมกับ bilateral movement training เพิ่มเติมจากกลุ่มควบคุม 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมงต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ รวม 4 สัปดาห์โดยฝึกในท่างอเหยียดข้อไหล่ ท่างอเหยียดข้อศอก กระดกข้อมือขึ้น-ลง คว่ำมือและหงายมือ พบว่าภายหลังการรักษาในกลุ่มทดลองมีการเพิ่มขึ้นของการทำงานของแขน เมื่อทดสอบด้วย Action research arm test (ARAT) และ Motricity index (MI) ซึ่งงานวิจัยนี้เชื่อว่าผลของ bilateral movement training จะช่วยกระตุ้นให้เกิดการทำงานของสมองทั้งสองซีก ทำให้การทำงานของสมองทั้งสองซีกมีความสมดุลกันมากขึ้น และช่วยยับยั้ง interhemispheric inhibition จากสมองด้านตรงข้ามด้านที่มีพยาธิสภาพได้[13] ต่อมามีการศึกษาเปรียบเทียบผลการฝึก mirror therapy ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยงานง่าย (simple task) ได้แก่ การคว่ำมือ หงายมือ การกระดกข้อมือ การกำมือแบมือ และการนับนิ้ว เทียบกับกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยการกำหนดในรูปแบบการทำงาน (task-oriented) โดยเป็นงานที่ผู้ป่วยทำในชีวิตประจำวัน เช่น กำและปล่อยลูกบอล การหยิบช้อน เช็ดโต๊ะด้วยผ้าขนหนู หยิบกระป๋อง เป็นต้น ระยะเวลารักษาครั้งละ 30 นาที รักษาทุกวัน รวมทั้งสิ้น 15 ครั้งและทำการประเมินด้วย FMA พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทั้งสองกลุ่ม แต่ผลของการรักษาในกลุ่ม task-oriented คงอยู่ได้นานกว่ากลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย simple task อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ[40]

นอกจากการใช้ mirror therapy ในการฟื้นฟูการทำงานของแขนแล้ว ยังมีการนำมาใช้ฟื้นฟูการทำงานของขาในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลัน การศึกษาของ Sütbeyaz YG. และคณะ[41] ในการผนวกการฝึก mirror therapy 30 นาที โดยคณะผู้วิจัยศึกษาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับ mirror therapy เพิ่มเติมจากการฝึกทั่วไป โดยทำการฝึก 5 วันต่อสัปดาห์ 2-5 ชั่วโมงต่อวัน ต่อเนื่อง 4 สัปดาห์ ในการฝึก mirror therapy ให้ผู้ป่วยนั่งเหยียดขาบนเตียงและมีกระจกกั้นอยู่ตรงกลาง ฝึกในท่ากระดกข้อเท้าขึ้น-ลง (ankle dorsiflexion/ plantar flexion) เนื่องจากการกระดกข้อเท้าไม่ขึ้นเป็นปัญหาที่สำคัญมากในกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ผลการศึกษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้งสองกลุ่ม เมื่อประเมินด้วย functional independence measure (FIM) และคะแนน Brunnstrom stages ภายหลังจากการติดตามผล 6 เดือน โดยพบว่าภายหลังการฝึกเสร็จสิ้นไปแล้ว 6 เดือน กลุ่มทดลองมีการฟื้นตัวของขาดีกว่ากลุ่มควบคุม[41] นอกจากนี้ มีการศึกษาผลของ Mirror therapy ร่วมกับผลของการใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้นกล้ามเนื้อ ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลันที่มีปลายเท้าตก โดยแบ่งผู้เข้าร่วมงานวิจัยออกเป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ฝึกด้วย mirror therapy และกลุ่มที่ฝึก mirror therapy ร่วมกับการใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้นกล้ามเนื้อ ให้การรักษา 30 นาทีต่อครั้ง 5 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และประเมินด้วย Brunnstrom stage,10-meter walk test และองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้าขึ้น พบว่ากลุ่มที่ฝึกด้วย mirror therapy และกลุ่มที่ฝึก mirror therapy ร่วมกับการใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้นกล้ามเนื้อ มีความสามารถในการเดิน และลดภาวะ

หดเกร็งของกล้ามเนื้อกระดกปลายเท้าลง (plantar flexors spasticity) ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มที่ฝึก mirror therapy ร่วมกับการใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้นกล้ามเนื้อเพิ่มความสามารถในการเดินมากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วย Mirror therapy ส่วนการลดภาวะหดเกร็งของกล้ามเนื้อกระดกปลายเท้าลง (plantar flexors spasticity) ของทั้งสองกลุ่มไม่ต่างกัน [42]

2. **ผลของการลดความบกพร่องของการรับความรู้สึก** (sensory impairment)

นอกจาก mirror neuron มีบทบาทในการช่วยเพิ่มการสั่งงานของสมองแล้ว ยังพบว่าเซลล์ประสาทกลุ่มนี้สามารถเพิ่มการรับความรู้สึกได้ จากงานวิจัยรายงานว่า mirror neuron ทำงานเมื่อถูกสัมผัสด้วยตนเองและเมื่อสังเกตขณะผู้อื่นถูกสัมผัสด้วยเช่นเดียวกัน เรียก mirror neuron ที่ถูกกระตุ้นว่า “touch mirror neurons” แต่ในคนปกติเมื่อเราสังเกตขณะผู้อื่นกำลังโดนสัมผัสอยู่ถึงแม้ว่ามีการกระตุ้นที่ “touch mirror neurons” ก็ตาม แต่เรายังไม่ได้รับกระแสประสาทผ่านทางตัวรับความรู้สึกจากผิวหนัง ทำให้เราสามารถแยกแยะความรู้สึกได้ ซึ่งแตกต่างจากผู้ป่วย ในงานวิจัยพบว่าเมื่อให้ผู้ป่วยที่ถูกตัดแขน สังเกตแขนของผู้อื่นด้านเดียวกับที่ถูกตัด ขณะกำลังโดนสัมผัสอยู่ ผู้ป่วยรายงานว่ารู้สึกเหมือนแขนด้านที่โดนตัดถูกสัมผัสเช่นเดียวกันเนื่องจาก “touch mirror neurons” ถูกกระตุ้นและผู้ป่วยคิดภาพว่ากำลังถูกสัมผัสจริง ๆ และในขณะเดียวกันเมื่อผู้ป่วยสังเกตแขนของผู้อื่นขณะที่เอาเข็มแหลมทิ่มบริเวณฝ่ามือและแสดงสีหน้าเจ็บปวด ผู้ป่วยตอบสนองด้วยการกระตุกแขนด้านที่ถูกตัดออกจากที่เดิมและรายงานว่ารับรู้ถึงความรู้สึกเจ็บปวด ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าผู้ให้การรักษาสามารถนำ mirror therapy มาใช้รักษาในผู้ป่วยที่มีปัญหาการรับความรู้สึกผิดปกติได้เช่นเดียวกัน[11, 23, 43]

จากผลงานวิจัยของ Wu CY. และคณะ[11] พบว่าการฝึก mirror therapy ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเรื้อรังเป็นระยะเวลา 1.5 ชั่วโมงต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ รวม 4 สัปดาห์ สามารถเพิ่มคะแนนของ revised Nottingham sensory assessment ในส่วนของอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม[11] นอกจากนั้นงานวิจัยของ Dohle C. และคณะ[31] พบว่าการฝึก mirror therapy เป็นเวลา 30 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ รวม 6 สัปดาห์ สามารถเพิ่มคะแนน Fugl-Meyer non-motor subscores ในส่วนของการรับความรู้สึกสัมผัส (touch) และคะแนน neglect scores เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมด้วยเช่นกัน[31] อีกทั้งพบว่า mirror therapy สามารถเพิ่มการตระหนักรู้ในตนเอง (self-awareness) และการคำนึงถึงตำแหน่งและมิติของตนเอง (spatial attention)[21, 44] โดยไปกระตุ้นการทำงานของ precuneus, posterior cingulate cortex และ superior temporal gyrus ซึ่ง superior temporal gyrus มีบทบาทสำคัญในการฟื้นฟูผู้ป่วยที่มีภาวะละเลยร่างกายด้านที่เป็นอัมพาต[21, 31]

3. **ผลของการเพิ่มความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน**

การศึกษาของ Cacchio A. และคณะ[39] ทำการฝึกด้วยกระจกเงาในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะเฉียบพลัน โดยสุ่มผู้เข้าร่วมการทดลองออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดตามโปรแกรมปกติเป็นเวลา 1 ชั่วโมงต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ รวม 4 สัปดาห์ ในกลุ่มทดลองได้รับการฝึก mirror therapy เพิ่มอีกครั้งละ 30 นาทีต่อวันในสองสัปดาห์แรกและอีก 1 ชม. ต่อวันในสองสัปดาห์หลัง โดยให้เคลื่อนไหวในท่างอเหยียดข้อไหล่ ท่างอเหยียดข้อศอก กระดกข้อมือขึ้น-ลง คว่ำมือและหงายมือ โดยไม่จำกัดความเร็วในการการเคลื่อนไหว พบว่าภายหลังการรักษา เมื่อใช้แบบประเมิน motor activity log (MAL) ประเมินความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน กลุ่มทดลองมีค่าแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งภายหลังการเสร็จสิ้นการรักษาทันทีและหลังจากรักษาไปแล้ว 6 เดือน[39] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Invernizzi M. และคณะ[13] ที่รายงานว่าการฝึก mirror therapy ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลันทำให้ผู้ป่วยในกลุ่มทดลองเพิ่มความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันโดยวัดจาก FIM เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม[13]

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาที่ผ่านมาบางงานวิจัยรายงานว่าผลที่ได้จากการฝึกด้วย Mirror therapy ไม่ว่าจะเป็นผลของการเพิ่มความสามารถในการควบคุมการทำงานของแขนและขา ผลของการลดความบกพร่องของการรับความรู้สึกและผลของเพิ่มความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน ภายหลังจากการฝึกไปแล้ว 6 เดือน ผลของการฝึก mirror therapy นั้นไม่ได้คงอยู่[11, 18] ซึ่งอาจเป็นผลมาจากที่ผู้ป่วยไม่ได้ฝึกใช้งานแขนด้านที่อ่อนแรงต่อหลังเสร็จสิ้นการรักษาจึงทำให้ความสามารถในการใช้งานแขนลดลง

เป็นผลจากการเกิดการสร้างเซลล์ประสาทใหม่ของสมอง (brain plasticity) “use it or lose it” [18] ผลของ mirror therapy ให้ผลการรักษาที่ดีมากขึ้นเรื่อย ๆ ในช่วงเวลา 4 สัปดาห์แรกภายหลังจากการรักษา แต่หลังจากนั้นพบว่าผลที่ได้จากการรักษาค่อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป อาจเนื่องมาจากการที่ผู้ป่วยต้องฝึกงานเดิมซ้ำ ๆ เป็นเวลานานและเป็นการฝึกที่ค่อนข้างง่าย จึงทำให้ผู้ป่วยไม่ค่อยมีแรงจูงใจในการฝึก[40] ดังนั้น ระยะเวลาการฝึก mirror therapy ที่เหมาะสม คือประมาณ 20 นาทีต่อครั้ง 5 วันต่อสัปดาห์ ต่อเนื่อง 4 สัปดาห์[37]

ข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของ mirror therapy

Mirror therapy มีข้อได้เปรียบ คือ เพิ่มโอกาสเข้าถึงการฝึก เนื่องจาก mirror therapy ไม่จำเป็นต้องมีนักกายภาพบำบัดหนึ่งคนต่อผู้ป่วยหนึ่งคน ผู้ป่วยสามารถฝึกได้ด้วยตนเอง หาอุปกรณ์ได้ง่าย และฝึกได้ทุกสถานที่ เช่น โรงพยาบาล บ้าน ศูนย์ฟื้นฟู เป็นต้น[6, 14, 37] อย่างไรก็ตาม mirror therapy มีข้อจำกัดในการนำมาใช้ในผู้ป่วยบางประเภท ได้แก่ ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของการรับรู้[14] มีความสนใจลดลงภายหลังการเกิดโรค ทำให้ไม่สามารถตั้งใจฝึกโดยใช้ระยะเวลานานได้[33] มีพยาธิสภาพสมองฝั่งซ้ายส่งผลให้เกิด global aphasia ทำให้เกิดข้อจำกัดต่อการฝึก[13] ผู้ป่วยมีปัญหาเกี่ยวกับความจำ มีปัญหาทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อซึ่งอาจจะทำให้ผลการรักษาคลาดเคลื่อน[20] และผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับการมองเห็น[11, 30]

สรุป

Mirror therapy เป็นการฝึกโดยใช้ภาพสะท้อนการเคลื่อนไหวของรยางค์ข้างปกติในการฝึกการทำงานของแขนขาที่อ่อนแรง โดยจะใช้ข้อมูลป้อนกลับเสมือนว่าร่างกายฝั่งที่อ่อนแรงกำลังเคลื่อนไหวอยู่ ทำให้เกิดภาพลวงตาต่อสมองที่มีพยาธิสภาพ mirror therapy สามารถนำมาใช้ฟื้นฟูการทำงานของแขนและขา ลดความบกพร่องของความรู้สึก และเพิ่มความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองตั้งแต่ระยะเฉียบพลันจนถึงระยะเรื้อรัง โดยควรฝึกในรูปแบบกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนไหวแขนขาสองข้างพร้อมกัน และกำหนดรูปแบบการทำงานให้เฉพาะเจาะจง เพราะให้ผลการรักษาคงอยู่ได้นานกว่า สำหรับผู้ป่วยระยะแรกที่มีอาการอ่อนแรงอย่างมาก มีความยากในการควบคุมการเคลื่อนไหวของแขนและขา ควรฝึก mirror therapy ด้วย simple task ไปก่อน หากผู้ป่วยเริ่มมีการฟื้นตัวบ้างแล้ว ควรฝึก mirror therapy แบบ functional training โดย mirror therapy สามารถนำมาฝึกเพิ่มเติมจากการรักษาทางกายภาพบำบัดและกิจกรรมบำบัดแบบทั่วไปจะให้ผลดีมากขึ้น ดังนั้น mirror therapy จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เหมาะในการนำมาใช้รักษาผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ซึ่งเป็นเทคนิคที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ปลอดภัย และผู้ป่วยสามารถนำไปฝึกที่บ้านได้ด้วยตนเอง โดยระยะเวลาการฝึก mirror therapy ที่เหมาะสม คือประมาณ 20 นาทีต่อครั้ง 5 วันต่อสัปดาห์ ต่อเนื่อง 4 สัปดาห์

เอกสารอ้างอิง

1. Suwanwela NC. Stroke epidemiology in Thailand. J Stroke 2014;16:1-7.
2. Jørgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, Vive-Larsen J, Støier M, Olsen TS. Outcome and time course of recovery in stroke. Part II: Time course of recovery. The Copenhagen Stroke Study. Arch Phys Med Rehabil 1995;76:406-12.
3. Duncan PW, Goldstein LB, Horner RD, Landsman PB, Samsa GP, Matchar DB. Similar motor recovery of upper and lower extremities after stroke. Stroke 1994;25:1181-8.
4. Cauraugh J, Light K, Kim S, Thigpen M, Behrman A. Chronic motor dysfunction after stroke: recovering wrist and finger extension by electromyography-triggered neuromuscular stimulation. Stroke 2000; 31:1360-4.
5. Ringman Saver JL, Woolson RF, Clarke WR, Adams HP. Frequency, risk factors, anatomy, and course of unilateral neglect in an acute stroke cohort. Neurology 2004;63:468–74.
6. Thieme H, Mehrholz J, Pohl M, Behrens J, Dohle C. Mirror therapy for improving motor function after stroke. Cochrane Database Syst Rev 2012;3: CD008449.
7. Gracies JM, Marosszeky JE, Renton R, Sandanam J, Gandevia SC, Burke D. Short-term effects of dynamic lycra splints on upper limb in hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil 2000;81:1547-55.

8. Duncan PW, Goldstein, LB, Matchar D, Divine GW, Feussner J. Measurement of motor recovery after stroke. Outcome assessment and sample size requirements. Stroke 1992;23:1084-9.
9. Ertelt D, Small S, Solodkin A, Dettmers C, McNamara A, Binkofski F, et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. Neuroimage 2007;36 Suppl 2:164-73.
10. Masiero S, Celia A, Rosati G, Armani M. Robotic-assisted rehabilitation of the upper limb after acute stroke. Arch Phys Med Rehabil 2007;88:142-9.
11. Wu CY, Huang PC, Chen YT, Lin KC, Yang HW. Effects of mirror therapy on motor and sensory recovery in chronic stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2013;94:1023-30.
12. Samuelkamaleshkumar S, Reethajanetsureka S, Pauljebaraj P, Benshamir B, Padankatti SM, David JA. Mirror therapy enhances motor performance in the paretic upper limb after stroke: a pilot randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2014;95:2000-5.
13. Invernizzi M, Negrini S, Carda S, Lanzotti L, Cisari C, Baricich A. The value of adding mirror therapy for upper limb motor recovery of subacute stroke patients: a randomized controlled trial. Eur J Phys Rehabil Med 2013;49:311-7.
14. Yavuzer G, Selles R, Sezer N, Sutbeyaz S, Bussmann JB, Köseoğlu F, et al. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2008;89: 393-8.
15. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D, Cobb S. Touching the phantom limb. Nature 1995; 377:489-90.
16. Michielsen ME, Smits M, Ribbers GM, Stam HJ, van der Geest JN, Bussmann JB, et al. The neuronal correlates of mirror therapy: an fMRI study on mirror induced visual illusions in patients with stroke. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2011;82:393-8.
17. Ramachandran VS. Phantom limbs, neglect syndromes, repressed memories, and Freudian psychology. Int Rev Neurobiol 1994;37:291-333.
18. Michielsen ME, Selles RW, van der Geest JN, Eckhardt M, Yavuzer G, Stam HJ, et al. Motor recovery and cortical reorganization after mirror therapy in chronic stroke patients: a phase II randomized controlled trial. Neurorehabil Neural Repair 2011;25: 223-33.
19. Lin KC, Huang PC, Chen YT, Wu CY, Huang WL. Combining afferent stimulation and mirror therapy for rehabilitating motor function, motor control, ambulation, and daily functions after stroke. Neurorehabil Neural Repair 2014;28:153-62.
20. Ertelt D, Hemmelmann C, Dettmers C, Ziegler A, Binkofski F. Observation and execution of upper-limb movements as a tool for rehabilitation of motor deficits in paretic stroke patients: protocol of a randomized clinical trial. BMC Neurol 2012;12:42.
21. Rothgangel AS, Braun SM, Beurskens AJ, Seitz RJ, Wade DT. The clinical aspects of mirror therapy in rehabilitation: a systematic review of the literature. Int J Rehabil Res 2011;34:1-13.
22. Lee HJ, Kim YM, Lee DK. The effects of action observation training and mirror therapy on gait and balance in stroke patients. J Phys Ther Sci 2017;29: 523-6.
23. Moseley GL, Gallace A, Spence C. Is mirror therapy all it is cracked up to be? Current evidence and future directions. Pain 2008;138:7-10.
24. Lin KC, Chen YT, Huang PC, Wu CY, Huang WL, Yang HW, et al. Effect of mirror therapy combined with somatosensory stimulation on motor recovery and daily function in stroke patients: A pilot study. J Formos Med Assoc 2014;113:422-8.
25. Rizzolatti G, Craighero L. The mirror-neuron system. Annu Rev Neurosci 2004;27:169-92.
26. Kilner JM, Lemon RN. What we know currently about mirror neurons. Curr Biol 2013;23:R1057-62.
27. Werner JM, Cermak SA, Aziz-Zadeh L. Neural correlates of developmental coordination disorder:

the mirror neuron system hypothesis. J Behav Brain Sci 2012;02:258-68.

28. Kalénine S, Buxbaum LJ, Coslett HB. Critical brain regions for action recognition: lesion symptom mapping in left hemisphere stroke. Brain 2010;133: 3269-80.
29. Casile A, Caggiano V, Ferrari PF. The mirror neuron system: a fresh view. Neuroscientist 2011;17:524-38.
30. Garrison KA, Aziz-Zadeh L, Wong SW, Liew SL, Winstein CJ. Modulating the motor system by action observation after stroke. Stroke 2013;44:2247-53.
31. Dohle C, Püllen J, Nakaten A, Küst J, Rietz C, Karbe H. Mirror therapy promotes recovery from severe hemiparesis: a randomized controlled trial. Neurorehabil Neural Repair 2009;23:209-17.
32. Buccino G, Vogt S, Ritzl A, Fink GR, Zilles K, Freund HJ, et al. Neural circuits underlying imitation learning of hand actions: an event-related fMRI study. Neuron 2004;42:323-34.
33. Carvalho D, Teixeira S, Lucas M, Yuan TF, Chaves F, Peressutti C, et al. The mirror neuron system in post-stroke rehabilitation. Int Arch Med 2013;6:41.
34. Flor H, Diers M. Sensorimotor training and cortical reorganization. NeuroRehabilitation 2009;25:19-27.
35. Lacoboni M, Dapretto M. The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. Nat Rev Neurosci 2006;7:942-51.
36. Gandhi DB, Sterba A, Khatter H, Pandian JD. Mirror therapy in stroke rehabilitation: current perspectives. Ther Clin Risk Manag 2020;16:75-85.
37. Pérez-Cruzado D, Merchán-Baeza JA, González-Sánchez M, Cuesta-Vargas AI. Systematic review of mirror therapy compared with conventional rehabilitation in upper extremity function in stroke survivors. Aust Occup Ther J 2017;64:91-112.
38. Yang Y, Zhao Q, Zhang Y, Wu Q, Jiang X, Cheng G. Effect of mirror therapy on recovery of stroke survivors: A systematic review and network meta-analysis. Neuroscience 2018;390:318-36.
39. Cacchio A, De Blasis E, De Blasis V, Santilli V, Spacca G. Mirror therapy in complex regional pain syndrome type 1 of the upper limb in stroke patients. Neurorehabil Neural Repair 2009;23:792-9.
40. Paik YR, Kim SK, Lee JS, Jeon BJ. Simple and task-oriented mirror therapy for upper extremity function in stroke patients: A pilot study. Hong Kong J Occup Ther 2014;24:6-12.
41. Sütbeyaz S, Yavuzer G, Sezer N, Koseoglu BF. Mirror therapy enhances lower-extremity motor recovery and motor functioning after stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2007;88:555-9.
42. Xu Q, Guo F, Salem HMA, Chen H, Huang X. Effects of mirror therapy combined with neuromuscular electrical stimulation on motor recovery of lower limbs and walking ability of patients with stroke: a randomized controlled study. Clin Rehabil 2017;31: 1583-91.
43. Keysers C, Wicker B, Gazzola V, Anton JL, Fogassi L, Gallese V. A touching sight: SII/PV activation during the observation and experience of touch. Neuron 2004;42:335-46.
44. de Almeida Oliveira R, Cintia Dos Santos Vieira P, Rodrigues Martinho Fernandes LF, Patrizzi LJ, Ferreira de Oliveira S, Pascucci Sande de Souza LA. Mental practice and mirror therapy associated with conventional physical therapy training on the hemiparetic upper limb in poststroke rehabilitation: a preliminary study. Top Stroke Rehabil 2014;21:484-94.