

การเปรียบเทียบการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุขณะมีสิ่งกีดขวาง ระหว่างผู้สูงอายุและผู้วัยหนุ่ม

Comparison of reach-to-grasp coordination during obstacle avoidance between older and younger adults

ณัฐกาญจน์ รุณรงศ์^{1*}, จารุกูล ตริไตรลักษณ์², ขวัญฤดี ชูขาว¹, ธนัชชา โชติพิณ¹, รุจาภา คงพล¹
Nuttakarn Runnarong^{1*}, Jarugool Tretriluxana², Kwanrudee Chookhaw¹, Thanatcha Chotpinit¹,
Rujapa Khongphun¹

¹ สาขากายภาพบำบัด คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

² สาขากายภาพบำบัด คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล

¹ Physical Therapy Division, Faculty of Physical Therapy, Srinakharinwirot University

² Physical Therapy Division, Faculty of Physical Therapy, Mahidol University

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: การเอื้อมและจับวัตถุเป็นการเคลื่อนไหวพื้นฐานที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน ซึ่งต้องอาศัยการทำงานประสานสัมพันธ์กัน อย่างไรก็ตาม การวิจัยก่อนหน้านี้พบว่าการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุในผู้สูงอายุยังมีความขัดแย้งกัน

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนไหวและการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุขณะที่มีสิ่งกีดขวางระหว่างวัยหนุ่มและผู้สูงอายุ

วิธีการวิจัย: ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นอาสาสมัครที่ถนัดมือขวา จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มวัยหนุ่ม (19-22 ปี) และกลุ่มผู้สูงอายุ (61-69 ปี) กลุ่มละ 10 คน ทำการทดลองโดยการเอื้อมมือและจับวัตถุที่อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้น 30 เซนติเมตร โดยเคลื่อนไหวให้เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ และไม่ชนสิ่งกีดขวาง ข้อมูลการเคลื่อนไหวทางโคเนมาติกถูกบันทึกด้วยเครื่อง Electromagnetic motion analysis (MotionMonitor) และใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสหสัมพันธ์ไขว้ (Cross correlation analysis) เพื่อวิเคราะห์การประสานสัมพันธ์

ผลการวิจัย: ลักษณะการเคลื่อนไหวขององค์ประกอบ การเอื้อมที่เกี่ยวข้องทางด้านเวลา (ค่าเวลาที่เกิดความเร็วสูงสุดขณะเอื้อม, 291.67 ± 92.51 มิลลิวินาที) และความเร็วในการเอื้อมของกลุ่มผู้สูงอายุช้าลง (ค่าความเร็วสูงสุด, 93.42 ± 28.96 เซนติเมตร/วินาที) เมื่อเทียบกับกลุ่มวัยหนุ่ม (ค่าเวลาที่เกิดความเร็วสูงสุดขณะเอื้อม, 194.20 ± 55.83 มิลลิวินาที และค่าความเร็ว

สูงสุด, 128.80 ± 26.87 เซนติเมตร/วินาที; $p < 0.05$) ลักษณะการเคลื่อนไหวขององค์ประกอบการจับที่เกี่ยวข้องทางด้านเวลา (ค่าเวลาที่เกิดการเปิดมือสูงสุด, 516.40 ± 154.73 มิลลิวินาที) และการวางแผนการเปิดปิดนิ้วมือในกลุ่มผู้สูงอายุช้าลง (ค่าร้อยละของเวลาที่เกิดการเปิดมือสูงสุด, $73.11 \pm 5.29\%$) เมื่อเทียบกับวัยหนุ่ม (ค่าเวลาที่เกิดการเปิดมือสูงสุด, 330.47 ± 80.06 มิลลิวินาที; $p < 0.01$ และ ค่าร้อยละของเวลาที่เกิดการเปิดมือสูงสุด, $67.59 \pm 6.16\%$; $p < 0.05$) และกลุ่มผู้สูงอายุมีการทำงานประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมมือจับวัตถุทางด้านเวลาลดลง โดยพบว่าช่วงเวลาที่ทำให้เกิดค่าการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุ นานขึ้น (T_{max} , 215.40 ± 86.24 มิลลิวินาที) เมื่อเทียบกับกลุ่มวัยหนุ่ม (T_{max} , 98.20 ± 36.37 มิลลิวินาที; $p < 0.01$)

สรุปผล: กลุ่มผู้สูงอายุมีความเสื่อมลงของการประสานสัมพันธ์ทางด้านเวลา รวมทั้งลักษณะการเคลื่อนไหวทางด้านเวลาของการเอื้อมและการจับวัตถุเมื่อเทียบกับกลุ่มวัยหนุ่ม

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, การประสานสัมพันธ์ระหว่างการเอื้อมหยิบ, การประสานสัมพันธ์, การเอื้อมหยิบ, ความคล่องแคล่ว

ABSTRACT

Background: Reach-to-grasp movement is essential for activity daily living requiring the

*Corresponding author: Nuttakarn Runnarong, Physical Therapy Division, Faculty of Physical Therapy, Srinakharinwirot University, Nakonnayok, Thailand, E-mail: nuttakarn@g.swu.ac.th

coordination of reach and grasp components. However, there is a substantial controversy regarding previous findings that reach-to-grasp coordination deficits in older adult.

Objective: The purpose of this study was to compare reach-to-grasp kinematics and coordination during obstacle avoidance between younger and older adult.

Methods: Twenty right-handed participants were divided into younger (ages 19-22) and older group (ages 61-69), 10 participants in each group. The participants reached and grasped the object 30 cm far from starting switch. They were instructed to move as fast as possible and did not crash an obstacle. The kinematic data were recorded by electromagnetic motion analysis (MotionMonitor). Cross-correlation analysis was used for analyzing reach-to-grasp coordination.

Results: The results showed that the kinematic of reach component in timing aspect was longer (Time to maximum velocity; TMV, 291.67 $\pm$ 92.51 ms) and maximum velocity was slower in older adult (Maximum velocity; MV, 93.42 $\pm$ 28.96 cm/s) compared to younger (TMV, 194.20 $\pm$ 55.83 ms and MV, 128.80 $\pm$ 26.87 cm/s; $p < 0.05$). Kinematic of grasp component in timing aspect (Time to maximum aperture; TMA, 516.40 $\pm$ 154.73 ms) and grasp planning were slower in older adult compared to younger (TMA, 330.47 $\pm$ 80.06 ms; $p < 0.01$ and Relative time to maximum aperture; %TMA, 67.59 $\pm$ 6.16%; $p < 0.05$). For reach-to-grasp coordination, maximum time lag for temporal coordination was longer in older adult

(T_{max} , 215.40 $\pm$ 86.24 ms) compared to younger (T_{max} , 98.20 $\pm$ 36.37 ms; $p < 0.01$).

Conclusion: It can be concluded that the older adults have a deficit in kinematic movement and timing aspect of reach-to-grasp coordination compared with younger ones.

Keywords: Older adult, Reach to grasp coordination, Coordination, Reach to grasp movement, Dexterity

บทนำ

การเอื้อมและจับวัตถุเป็นการเคลื่อนไหวพื้นฐานที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน ซึ่งต้องอาศัยการทำงานประสานสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบการเอื้อม (transport component) และองค์ประกอบการจับ (grasp component) เพื่อให้สามารถเอื้อมและจับวัตถุได้สำเร็จ¹ การศึกษาปัจจุบันพบว่าประสิทธิภาพของการเอื้อมและจับวัตถุในผู้สูงอายุลดลง เนื่องจากการเสื่อมลงของระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการเคลื่อนไหวของแขนและมือ² ทำให้ผู้สูงอายุใช้เวลาในการเอื้อมมือนานขึ้น ความเร็วในการเอื้อมมือลดลง และต้องใช้แรงในการหยิบจับวัตถุมากขึ้น ส่งผลให้ความสามารถแคล่วคล่องของมือในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ลดลง²⁻⁴

การศึกษากการประสานสัมพันธ์ที่นิยมใช้ในงานวิจัยทางคลินิก ส่วนใหญ่เป็นการประเมินการประสานสัมพันธ์ในการทำงานของแขน (coordinated upper extremity function) ทดสอบด้วย Box and Block test โดยการหยิบลูกบาศก์จากกล่องด้านหนึ่งไปวางอีกด้านหนึ่งภายในเวลาที่กำหนด¹⁷ อย่างไรก็ตาม การทดสอบนี้ไม่เน้นการวิเคราะห์การประสานสัมพันธ์ขององค์ประกอบการเอื้อมและองค์ประกอบการจับ ซึ่งปัจจุบันพบว่าการศึกษาเกี่ยวกับการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุด้วยวิธีวัดที่จำเพาะเจาะจงทางด้านการวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหว (kinematics) ของผู้สูงอายุยังมีจำนวนน้อยและกลับพบ

ความขัดแย้งกันระหว่างผลการศึกษา⁵⁻⁷ โดยการศึกษาของ Bennett⁵ และคณะในปี ค.ศ. 1994 วัดการประสานสัมพันธ์ด้วยการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่เกิดการชะลอความเร็วสูงสุดขณะเอื้อมและเวลาที่เปิดมือสูงสุดขณะจับ พบว่าผู้สูงอายุ (อายุเฉลี่ย 64 ปี) มีการเสื่อมลงของการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุ เมื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเอื้อมจับวัตถุขนาดเล็กด้วยความเร็วปกติ แต่ไม่พบการเสื่อมลงเมื่อจับวัตถุขนาดใหญ่ ซึ่งตรงข้ามกับผลการศึกษาของ McWhirter⁷ ในปี ค.ศ. 2011 ที่ไม่พบการเสื่อมลงของการประสานสัมพันธ์ในผู้สูงอายุ (อายุเฉลี่ย 74 ปี) เมื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเอื้อมและจับวัตถุไปวางที่ตำแหน่งใกล้และไกลด้วยความเร็วมากที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยวัดการประสานสัมพันธ์ด้วยการประเมินความแตกต่างของเวลาขณะที่เกิดความเร็วสูงสุดขณะเอื้อมและเวลาที่เปิดมือสูงสุดขณะจับเมื่อเทียบกับระยะเวลาการเคลื่อนไหวทั้งหมด

ในการศึกษาการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุ Jeannerod ในปี ค.ศ. 1981 พบว่าการควบคุมการเอื้อมและจับวัตถุต้องอาศัยการทำงานประสานสัมพันธ์กันระหว่างสององค์ประกอบในขณะเอื้อมและจับวัตถุ เนื่องจากมีการศึกษาวิจัยพบว่าเมื่อมีการบกพร่องขององค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งไม่ถือว่าเป็นองค์ประกอบการเอื้อมหรือองค์ประกอบการจับ สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอีกองค์ประกอบด้วย ซึ่งการศึกษาการประสานสัมพันธ์ระหว่างการเอื้อมและจับวัตถุในผู้สูงอายุก่อนหน้านี้ ทดสอบโดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเอื้อมมือจับวัตถุที่มีตำแหน่งหรือขนาดต่างกัน⁵⁻⁷ เป็นรูปแบบการทดลองที่มีการบกพร่องเฉพาะองค์ประกอบการเอื้อม⁷ หรือเฉพาะองค์ประกอบการจับเท่านั้น⁵⁻⁶ จึงอาจทำให้ไม่พบความแตกต่างของการทำงานประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุระหว่างผู้สูงอายุและวัยรุ่นในบางการศึกษา เนื่องจากความยากของงานที่ทดสอบอาจไม่มากพอที่ทำให้เกิดความบกพร่องในการเคลื่อนไหว^{18, 19} อย่างไรก็ตาม มีการวิจัยที่พบว่าการเอื้อมมือจับวัตถุขณะที่มีสิ่งกีดขวางเป็นงานที่มีระดับ

ความยากเพียงพอเพื่อใช้ในการทดสอบการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุ^{8, 20} เนื่องจาก Saling และคณะในปี ค.ศ. 1998²¹ พบว่าเมื่อเอื้อมมือไปจับวัตถุขณะที่มีสิ่งกีดขวาง ส่งผลต่อลักษณะการเคลื่อนไหวของทั้งองค์ประกอบการเอื้อมและการจับมากกว่าการเคลื่อนไหวขณะไม่มีสิ่งกีดขวาง

เนื่องจากผลการศึกษาที่ผ่านมาคาดว่าความขัดแย้งของผลการศึกษาดังกล่าวอาจเกิดจากความแตกต่างของลักษณะงานที่ใช้ในการทดสอบการประสานสัมพันธ์ ดังนั้น ทางกลุ่มผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและเปรียบเทียบการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุระหว่างผู้สูงอายุและวัยรุ่น โดยออกแบบการทดลองให้มีความท้าทายมากขึ้น โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเอื้อมมือไปจับวัตถุขณะที่มีสิ่งกีดขวางวางอยู่ระหว่างจุดเริ่มต้นและวัตถุเป้าหมาย ด้วยความเร็วมากที่สุดเท่าที่ทำได้ นอกจากนี้การวิจัยนี้ใช้วิธีการประเมินการทำงานประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบไขว้ (cross correlation analysis)^{8,9} ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในทุกจุดขององค์ประกอบการเอื้อมและการจับวัตถุ มาวิเคราะห์การประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุรายละเอียดดูเพิ่มเติม Runnarong⁹

ดังนั้น การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนไหว (Kinematic) และการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุขณะมีสิ่งกีดขวางระหว่างผู้สูงอายุและวัยรุ่น สมมติฐานของการวิจัยนี้คือ ผู้สูงอายุจะมีลักษณะการเคลื่อนไหวเสื่อมลงโดยมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเคลื่อนไหวของทั้งองค์ประกอบการเอื้อมและการจับ รวมถึงมีการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุขณะมีสิ่งกีดขวางลดลงเมื่อเทียบกับวัยรุ่น

วิธีการวิจัย

รูปแบบการศึกษา

Observational research design

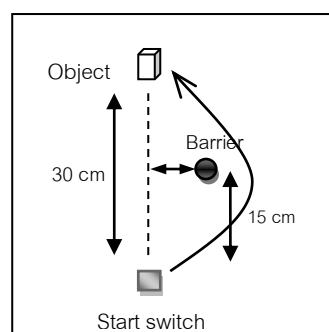
อาสาสมัคร

อาสาสมัครที่สนใจเข้าร่วมโครงการวิจัยจาก โปสเตอร์และแผ่นพับประชาสัมพันธ์ จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มผู้สูงอายุ (60-70 ปี) จำนวน 10 คน และกลุ่มวัยรุ่น (18-25 ปี) จำนวน 10 คน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม G Power ด้วยตัวแปรหลัก Maximum time lag⁹ โดยกำหนดอำนาจในการทดสอบที่ระดับ 0.8 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 1.33 ได้ขนาดตัวอย่างอย่างน้อย 8 ราย และเพิ่มขนาดตัวอย่างอีกร้อยละ 20 เพื่อป้องกันการขาดหายของกลุ่มตัวอย่าง การวิจัยนี้เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกคือ เป็นผู้ที่มีถนัดมือขวา สามารถเข้าใจคำสั่งโดยได้คะแนนแบบทดสอบสมรรถภาพทางสมองของไทย (TMSE) อย่างน้อย 24 คะแนน ไม่มีความผิดปกติของสายตาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยเลนส์ และไม่มีปัญหาทางการได้ยิน สำหรับเกณฑ์การคัดออกคือ มีความดันโลหิตสูงเกิน 140/90 มิลลิเมตรปรอท เป็นผู้ที่มีความผิดปกติทางระบบประสาท เช่น โรคพาร์กินสัน โรคหลอดเลือดสมองตีบหรือแตก มีความผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของแขนและมือ เช่น นิ้วล็อก ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ปวดตามข้อกระดูก เป็นหรือเคยเป็นนักกีฬาอาชีพ และมีอาการปวดหรือเวียนศีรษะในวันที่เข้าร่วมการวิจัย การวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจาก คณะกรรมการการวิจัยและจริยธรรมการวิจัย คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (รหัส HSPT 2014-027) โดยอาสาสมัครรับทราบขั้นตอนการศึกษา พร้อมลงนามในหนังสือให้ความยินยอมก่อนเข้าร่วมการวิจัย

อุปกรณ์การวิจัย

ผู้วิจัยทดสอบการเอื้อมมือจับวัตถุ โดยวางวัตถุเป้าหมายรูปทรงสี่เหลี่ยม ขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 2.5 x 2.5 x 10 ซม. ห่างจากจุดเริ่มต้นตามแนวกกลางลำตัว 30 ซม. และวางสิ่งกีดขวางเป็นรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ซม. สูง 30 ซม.

ระหว่างจุดเริ่มต้นและวัตถุเป้าหมาย โดยวางห่างจากจุดเริ่มต้น 15 ซม. และห่างจากแนวกกลางไปทางด้านขวา 2.5 ซม.⁸ ดังแสดงในรูปที่ 1 ข้อมูลลักษณะการเคลื่อนไหวถูกบันทึกด้วยเครื่อง electromagnetic motion analysis (MotionMonitor[®]) โดยติดตัวรับสัญญาณ (sensor) 3 ตัว ที่ตำแหน่งปุ่มกระดูก radius (ป่งถึงข้อศอก) และฐานนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ (ป่งถึงข้อนิ้วชี้) ตั้งค่า sampling rate ที่ 100 Hz ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่รายงานโดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือ เท่ากับ 0.5° สำหรับการหมุน (orientation) และเท่ากับ 0.18 ซม. สำหรับตำแหน่งการเคลื่อนที่ (position)²² ข้อมูลการเคลื่อนไหวถูกกรองด้วยตัวกรองสัญญาณ Butterworth filter ประเภท Low-pass filter มี cut-off frequency ที่ 20 Hz นอกจากนี้ มีการบันทึกภาพการเคลื่อนไหวในการเอื้อมจับวัตถุโดยตั้งกล้องวิดีโอทางด้านหน้าในระดับที่สามารถเห็นการเคลื่อนไหวในมุมมองได้ชัดเจน



รูปที่ 1 ตำแหน่งสิ่งกีดขวางและวัตถุเป้าหมาย

วิธีการศึกษา

อาสาสมัครได้รับการคัดกรองโดยการทำแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและข้อมูลสุขภาพ รวมถึงประเมินความถนัดของมือด้วยแบบทดสอบ Edinburgh handedness inventory ประเมินแบบทดสอบสมรรถภาพทางสมอง และประเมินค่าสายตาด้วย Snellen chart อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกได้รับการอธิบายวิธีการวิจัยโดยละเอียด และวัดความยาวแขนข้างที่ทดสอบ จากนั้นเริ่มทดสอบการเอื้อมมือจับ

วัตถุด้วยมือข้างขวา โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งเก้าอี้มีพนักพิงและปรับระดับความสูงของเบาะนั่งได้ เท่าทั้งสองสัมผัสพื้น ลำตัวระดับ xiphoid process ชิดกับขอบโต๊ะ เพื่อจำกัดการเคลื่อนไหวของลำตัว ข้อไหล่อยู่ในท่ากางออก งอไปด้านหน้าและหมุนเข้าด้านในเล็กน้อย ข้อศอกงอประมาณ 90 องศา และอยู่ในท่ากึ่งคว่ำกึ่งหงาย ข้อมือกระดกขึ้นเล็กน้อย ปลายนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ข้างขวาของผู้เข้าร่วมวิจัยสัมผัสกันและกดปุ่มเริ่มต้น (starting switch) ด้วยตนเองในแนวขนานกับพื้นโต๊ะ

เมื่อได้ยินคำสั่ง “เตรียมตัว ระวัง” ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเตรียมตัวและเอื้อมมือทันทีที่เห็นสัญญาณไฟที่อยู่ด้านหน้าสว่างขึ้น โดยเอื้อมมืออ้อมสิ่งกีดขวางและจับวัตถุตรงตำแหน่งที่มีเครื่องหมายกำหนด ด้วยความเร็วที่เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ แล้วกวัดวู้นขึ้นสูงจากโต๊ะประมาณ 2-3 นิ้ว เมื่อได้ยินคำสั่ง “วาง” จึงวางวัตถุกลับที่เดิม ทำการทดสอบทั้งหมด 20 ครั้ง โดยมีเวลาพักประมาณ 1 นาทีในแต่ละครั้ง ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถหยุดการวิจัยได้ทันทีหากมีอาการล้าหรือไม่สามารถทำการทดสอบต่อไปได้

ก่อนเริ่มการทดสอบผู้ทดสอบอนุญาตให้อาสาสมัครซ้อมเอื้อมมือจับวัตถุด้วยความเร็วปกติ 1 ครั้ง และความเร็วที่เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ 1 ครั้ง เพื่อให้อาสาสมัครคุ้นเคยกับสถานการณ์ในการทดสอบ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำข้อมูลการทดสอบจำนวน 15 ครั้ง โดยใช้การทดสอบตั้งแต่ครั้งที่ 3 เป็นต้นไปมาวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหว เนื่องจากผู้เข้าร่วมการวิจัยอาจยังไม่คุ้นชินกับการทดลองใน 2 ครั้งแรกของการทดสอบ

ตัวแปรที่ศึกษา

Total movement time (TMT): ระยะเวลาการเคลื่อนไหวทั้งหมด ตั้งแต่เริ่มการเคลื่อนไหวจนถึงสิ้นสุดการเคลื่อนไหว องค์ประกอบการเอื้อม ประกอบด้วย 1) Maximum transport velocity (MV): ค่าความเร็วสูงสุดของการเอื้อม 2) Time to maximum transport

velocity (TMV): ช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มการเคลื่อนไหวถึงช่วงที่มีค่าความเร็วสูงสุดของการเอื้อม 3) Relative time to maximum transport velocity (%TMV): ร้อยละของช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มการเคลื่อนไหวถึงช่วงที่มีค่าความเร็วสูงสุดของการเอื้อม บ่งถึงการวางแผนการเอื้อม 4) %Deceleration time (%DT): ร้อยละของเวลาในการชะลอความเร็ว องค์ประกอบ การจับประกอบด้วย 1) Maximum aperture (MA): ค่าการเปิดมือ สูง สุด 2) Time to maximum aperture (TMA): ช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มการเคลื่อนไหวถึงช่วงที่มีค่าการเปิดมือ สูง สุด 3) Relative time to maximum aperture (%TMA): ร้อยละของช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มการเคลื่อนไหวถึงช่วงที่มีค่าการเปิดมือสูงสุด บ่งถึงการวางแผนการเปิดปิดนิ้วมือ 4) Aperture closure distance (ACD): ค่าระยะที่เกิดการเปิดมือสูงสุดจนถึงจุดสิ้นสุด คำนวณจากตำแหน่งตัวรับสัญญาณที่นิ้วหัวแม่มือถึงตำแหน่งวัตถุ ณ เวลาที่เกิดการเปิดมือสูงสุด ค่า ACD เป็นลบ หมายถึงมีการเปิดมือสูงสุดหลังตำแหน่งวัตถุ ค่า ACD เป็นบวก หมายถึงมีการเปิดมือสูงสุดหน้าตำแหน่งวัตถุ 5) Absolute aperture closure distance (IACD): ค่าสัมบูรณ์ของระยะที่เกิดการเปิดมือสูงสุดจนถึงจุดสิ้นสุด และ Reach-to-grasp coordination: การประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุ คำนวณจากค่า Maximum correlation coefficient (r_{max}) และ ค่า Maximum time lag (T_{max}) โดยค่าการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุ ได้จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบไขว้ (Cross correlation analysis) ระหว่างความเร็วของการเอื้อมและขนาดของการเปิดมือ

ค่า Maximum correlation coefficient (r_{max}): ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดระหว่างความเร็วสูงสุดของการเอื้อมและการเปิดมือสูงสุด แสดงถึงค่าความสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับในด้านรูปแบบ และ ค่า Maximum time lag (T_{max}): ช่วงเวลาที่ทำให้เกิดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดระหว่างความเร็วสูงสุดของการเอื้อมและการเปิดมือสูงสุด แสดงถึงค่า

ความสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับในด้านเวลา (ดูเพิ่มเติม Runnarong⁹⁾) การประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุที่ดี ประเมินได้จากค่า r_{max} สูงและ T_{max} ต่ำ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษานี้ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยสถิติ Kolmogorov-Smirnov test พบว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวปกติ จึงใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ Independent samples t-test ในการเปรียบเทียบหาความแตกต่างของข้อมูลระหว่างกลุ่ม โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เปรียบเทียบการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุขณะมีสิ่งกีดขวางระหว่างกลุ่มวัยรุ่น (19-22 ปี) และกลุ่มผู้สูงอายุ (61-69 ปี) มีผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นอาสาสมัครจำนวน 20 คน ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าและได้ลงนามยินยอมเข้าร่วมการวิจัยแบ่งเป็นกลุ่มวัยรุ่น 10 คน และกลุ่มผู้สูงอายุ 10 คน จากลักษณะข้อมูลเบื้องต้นของผู้เข้าร่วมวิจัยพบว่าอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มมีส่วนสูงเฉลี่ย ความยาวแขนขาเฉลี่ย ค่าสายตา และค่าสมรรถภาพทางสมอง ไม่แตกต่างกัน ลักษณะข้อมูลเบื้องต้นของผู้เข้าร่วมวิจัยดังแสดงในตารางที่ 1

จากการสังเกตรูปแบบการเอื้อมและการจับดังแสดงในแผนภูมิที่ 1 พบว่า ทั้ง 2 กลุ่มมีรูปแบบการเคลื่อนไหวของทั้ง 2 องค์ประกอบคือการเอื้อมและการ

จับคล้ายคลึงกัน คือเมื่อเริ่มเคลื่อนไหวพบว่า ความเร็วของการเอื้อมมือเพิ่มขึ้นพร้อมกับระยะห่างของการเปิดมือเพื่อจับวัตถุมากขึ้น แต่เมื่อเคลื่อนไหวไปถึงบริเวณสิ่งกีดขวาง ความเร็วของการเอื้อมมือจะชะลอลงเล็กน้อย พร้อมกับมีการลดลงของระยะห่างในการเปิดมือ เมื่อพ้นสิ่งกีดขวางแล้ว ความเร็วของการเอื้อมมือจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งจนถึงความเร็วสูงสุดพร้อมกับมีการเปิดมือมากขึ้น จนถึงมีการเปิดมือสูงสุดเช่นเดียวกัน เมื่อเริ่มเข้าใกล้วัตถุ ความเร็วในการเอื้อมมือจะลดลง และระยะห่างของการเปิดมือจะลดลงเพื่อเตรียมจับวัตถุเช่นกัน

เมื่อสังเกตรูปแบบการเอื้อมพบว่า กลุ่มผู้สูงอายุมีความเร็วในการเอื้อมน้อยกว่าและใช้ระยะเวลาในการเอื้อมนานกว่า นอกจากนี้กลุ่มผู้สูงอายุยังมีความราบเรียบในการเอื้อมน้อยกว่ากลุ่มวัยรุ่น โดยสังเกตได้จากความไม่ราบเรียบในช่วงท้ายของกราฟความเร็วในการเอื้อมมือ สำหรับรูปแบบการจับพบว่ากลุ่มผู้สูงอายุใช้เวลาในการจับวัตถุมากกว่ากลุ่มวัยรุ่น นอกจากนี้กลุ่มผู้สูงอายุยังมีความราบเรียบในการจับน้อยกว่ากลุ่มวัยรุ่น รูปแบบของการเอื้อมและการจับวัตถุ ดังแสดงในรูปที่ 2

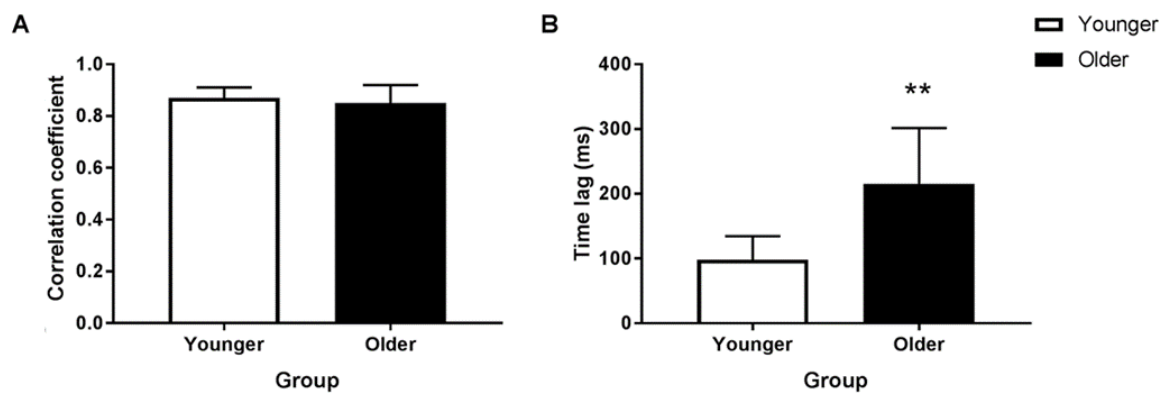
เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการเคลื่อนไหว (Kinematic) ของการเอื้อมและจับวัตถุ ผลการวิจัยพบว่าในกลุ่มผู้สูงอายุใช้เวลาในการเอื้อมและจับวัตถุ (TMT) นานกว่ากลุ่มวัยรุ่น ($p < 0.05$)

ตารางที่ 1 ลักษณะข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัย แสดงเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD)

ลักษณะทั่วไป	กลุ่มผู้สูงอายุ (n = 10)	กลุ่มวัยรุ่น (n = 10)
เพศชาย (คน)	7	5
เพศหญิง (คน)	3	5
อายุ (ปี)	65 $\pm$ 2.91	21.1 $\pm$ 0.99
ส่วนสูง (ซม.)	163.09 $\pm$ 10.87	165.25 $\pm$ 7.35
ความยาวแขนขา (ซม.)*	53.98 $\pm$ 4.01	55.1 $\pm$ 3.98
ค่าสายตา	20/28.75 $\pm$ 2.89	20/22.92 $\pm$ 5.15

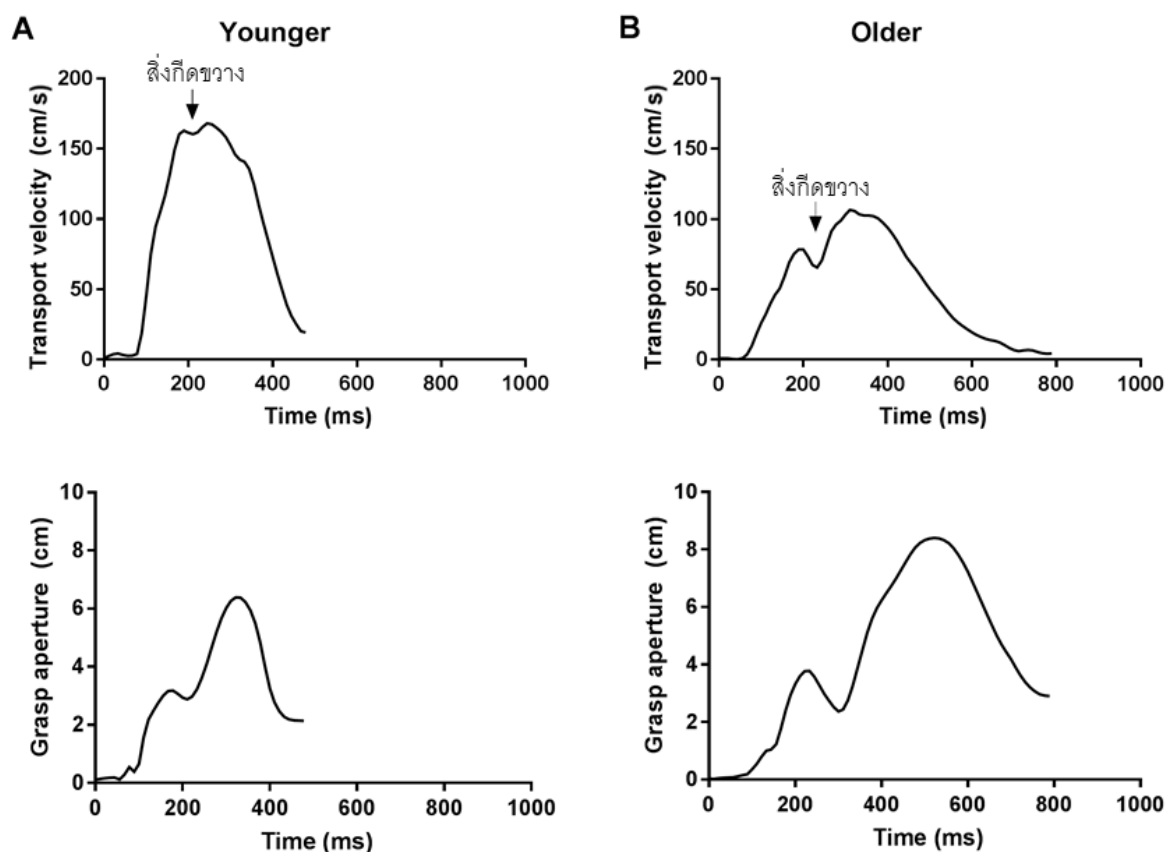
คะแนนความถนัดของแขน	100%	99.17 ± 5.77%
คะแนนสมรรถภาพทางสมอง	28.13 ± 1.73	29.33 ± 1.29

หมายเหตุ: * วัดจาก acromion process ถึง radial styloid process



แผนภูมิที่ 1 การประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุขณะมีสิ่งกีดขวาง

(A); แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดระหว่างความเร็วสูงสุดของการเอื้อมและการเปิดมือสูงสุด (Correlation coefficient, r_{max}) และ (B); แสดงช่วงเวลาที่ทำให้ความเร็วของการเอื้อมมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับการเปิดมือสูงสุด (Time lag, T_{max}) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้สูงอายุและกลุ่มวัยรุ่น, **p-value < 0.01



รูปที่ 2 เปรียบเทียบรูปแบบการเอื้อม (ภาพบน) และการจับ (ภาพล่าง) ระหว่างตัวแทนวัยรุ่น (A)

และตัวแทนผู้สูงอายุ (B) โดยสุ่มตัวอย่างจากการทดลองในครั้งที่ 8

ลักษณะการเอื้อม

องค์ประกอบการเอื้อมพบว่าค่า MV ในกลุ่มผู้สูงอายุต่ำกว่ากลุ่มวัยรุ่น ($p<0.05$) และค่า TMV ในกลุ่มผู้สูงอายุเกิดขึ้นช้ากว่ากลุ่มวัยรุ่น ($p<0.05$) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ย %TMV และค่าเฉลี่ย %DT ระหว่างกลุ่มผู้สูงอายุและกลุ่มวัยรุ่น จากผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าลักษณะการเคลื่อนไหวขององค์ประกอบการเอื้อมที่เกี่ยวข้องทางด้านเวลา และความเร็วในการเอื้อมของกลุ่มผู้สูงอายุช้าลง อย่างไรก็ตามการวางแผนการเอื้อมในกลุ่มผู้สูงอายุไม่แตกต่างจากกลุ่มวัยรุ่น

ลักษณะการจับวัตถุ

องค์ประกอบการจับ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า MA เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้สูงอายุและกลุ่มวัยรุ่น ในขณะที่พบว่ากลุ่มผู้สูงอายุมีค่า TMA เกิดขึ้นช้ากว่ากลุ่มวัยรุ่น ($p<0.01$) และพบค่า %TMA ในผู้สูงอายุเกิดขึ้นช้ากว่ากลุ่มวัยรุ่น ($p<0.05$) เช่นเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แสดงในตารางที่ 2 จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าลักษณะการเคลื่อนไหวขององค์ประกอบการจับที่เกี่ยวข้องทางด้านเวลา และการวางแผนการเปิดปิดนิ้วมือในกลุ่มผู้สูงอายุช้าลง

ตารางที่ 2 ตัวแปรเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนไหว (kinematic) และการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุ ซึ่งมีสิ่งกีดขวางระหว่างกลุ่มผู้สูงอายุและกลุ่มวัยรุ่น โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean, SD)

ตัวแปร	กลุ่มผู้สูงอายุ (n=10)		กลุ่มวัยรุ่น (n=10)		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	
TMT (ms)	713.27	237.62	486.20	93.67	0.012*
องค์ประกอบการเอื้อม					
MV (cm/s)	93.42	28.96	128.80	26.87	0.011*
TMV (ms)	291.67	92.51	194.20	55.83	0.011*
%TMV	39.99	7.79	41.77	6.60	0.587
%DT	58.82	5.77	60.01	7.79	0.702
องค์ประกอบการจับ					
MA (cm)	7.15	1.55	7.43	1.89	0.719
TMA (ms)	516.40	154.73	330.47	80.06	0.003*
%TMA	73.11	5.29	67.59	6.16	0.046*
ACD (cm)	1.82	0.53	1.77	0.95	0.871
ACD (cm)	1.80	0.52	-0.77	1.89	0.002*
การประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับ					
T_{max} (ms)	215.40	86.24	98.20	36.37	0.001**
r_{max}	0.85	0.07	0.87	0.04	0.473

หมายเหตุ: *ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$, **ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.01$, Total movement time (TMT), Maximum transport velocity (MV), Time to maximum transport velocity (TMV), Relative time to maximum transport velocity (%TMV), %Deceleration time (%DT), Maximum aperture (MA), Time to maximum aperture (TMA), Relative time to maximum aperture (%TMA), Aperture closure distance (ACD), Absolute aperture closure distance (|ACD|), Maximum correlation coefficient (r_{max}), Maximum time lag (T_{max})

สำหรับค่า |ACD| ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาตำแหน่งการเปิดมือสูงสุดโดยดูจากเครื่องหมายของค่าเฉลี่ย ACD กลับพบว่ากลุ่มผู้สูงอายุและกลุ่มวัยรุ่นมีการเปิดมือสูงสุดที่ตำแหน่งต่างกัน ($p < 0.05$) คือ กลุ่มผู้สูงอายุพบการเปิดมือสูงสุดหน้าตำแหน่งวัตถุ โดยมีค่าเฉลี่ย ACD เท่ากับ $+1.80$ cm ($SD \pm 0.52$) ในขณะที่กลุ่มวัยรุ่นเปิดมือสูงสุดหลังตำแหน่งวัตถุ โดยมีค่าเฉลี่ย ACD เท่ากับ -0.77 cm ($SD \pm 1.89$) เมื่อพิจารณาข้อมูลอย่างละเอียดพบว่ากลุ่มวัยรุ่นโดยส่วนใหญ่ 8 คน จากทั้งหมด 10 คน มีการเปิดมือสูงสุดด้านหลังตำแหน่งวัตถุก่อนอ้อมมือกลับมาจับวัตถุ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มผู้สูงอายุที่มีการเปิดมือสูงสุดด้านหน้าก่อนถึงตำแหน่งวัตถุ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มผู้สูงอายุใช้วิธีการหยิบจับวัตถุแตกต่างจากกลุ่มวัยรุ่น

การประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับ (reach-to-grasp coordination)

จากผลการศึกษาพบการเพิ่มขึ้นของค่า T_{max} ในกลุ่มผู้สูงอายุเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มวัยรุ่น ($p < 0.01$) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า r_{max} เมื่อเทียบกันทั้ง 2 กลุ่ม ข้อมูลค่าการประสานสัมพันธ์ (r_{max} และ T_{max}) ดังแสดงในแผนภูมิแท่งที่ 1 จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากลุ่มผู้สูงอายุมีการทำงานประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมมือจับวัตถุทางด้านเวลาดลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มวัยรุ่น

บทวิจารณ์

งานวิจัยนี้ศึกษาการประสานสัมพันธ์และเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนไหวของการเอื้อมและจับวัตถุขณะมีสิ่งกีดขวางระหว่างผู้สูงอายุและวัยรุ่น โดยผลการวิจัยพบการลดลงของการประสานสัมพันธ์ทางด้านเวลา รวมทั้งพบการเสื่อมลงขององค์ประกอบในการเอื้อมและจับในผู้สูงอายุเมื่อเทียบกับวัยรุ่น

ลักษณะการเอื้อมและการจับวัตถุ

กลุ่มผู้สูงอายุมีระยะเวลาการเอื้อมและจับวัตถุ (overall movement time) นานกว่ากลุ่มวัยรุ่น อาจเกิดจากการเสื่อมลงของระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว โดยผู้สูงอายุอาจมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ² รวมถึงมีการเปลี่ยนแปลงของการประสานสัมพันธ์ของการเคลื่อนไหวกับการมองเห็น (visual-motor coordination)¹⁰ ซึ่งมีความสำคัญต่อการควบคุมการเคลื่อนไหวแขนและมือเป็นอย่างมาก การเสื่อมเหล่านี้อาจส่งผลให้ผู้สูงอายุมีการเคลื่อนไหวนานกว่าปกติในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งของการเอื้อมและจับ² การใช้เวลาเอื้อมและจับนานขึ้นเป็นการปรับการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในผู้สูงอายุ เพื่อให้สามารถเตรียมมือให้เหมาะสมกับลักษณะของวัตถุ อีกทั้งยังช่วยลดการเคลื่อนไหวที่ผิดพลาด และทำให้เกิดความแม่นยำมากขึ้น⁵

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบการเอื้อมพบว่าผู้สูงอายุมีความเร็วสูงสุดของการเอื้อม (MV) ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับวัยรุ่น ในขณะที่ค่าร้อยละของเวลาที่เกิดความเร็วสูงสุด (%TMV) และเวลาในช่วงชะลอความเร็ว (%DT) ไม่แตกต่างกัน ส่วนองค์ประกอบการจับพบว่าผู้สูงอายุมีค่าร้อยละของเวลาที่เกิดการเปิดมือสูงสุด (%TMA) นานกว่าเมื่อเทียบกับวัยรุ่น โดยผู้สูงอายุมีจุดที่มีการเปิดมือสูงสุดเกิดที่ประมาณ 73% ขณะที่วัยรุ่นเกิดที่ประมาณ 67% ของระยะเวลาการเคลื่อนไหว ค่า %TMA ที่นานขึ้นตามอายุ บ่งบอกว่าผู้สูงอายุอาจมีการเปลี่ยนแปลงการวางแผนการเคลื่อนไหวขององค์ประกอบการจับ อาจเป็นผลมาจากผู้สูงอายุพยายามรักษาลักษณะการเคลื่อนไหวของการเอื้อม (preserve reach kinematic) ให้ใกล้เคียงกับวัยรุ่น โดยยอมใช้เวลาในการควบคุมและวางแผนการปรับนิ้วมือมากขึ้นแทน และเนื่องจากการเอื้อมมือจับวัตถุในการ

ทดสอบนี้เป็นกิจกรรมที่ไม่ต้องการความแม่นยำมากนัก (low precision task) ดังนั้น ผู้สูงอายุจึงสามารถรักษาช่วงเวลาในการชะลอความเร็ว (%DT) และเวลาที่เกิดค่าความเร็วสูงสุดของการเอื้อม (%TMV) ไว้ได้เมื่อเทียบกับวัยรุ่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Grabowski และ Mason ในปี 2014¹¹ ที่ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเอื้อมมือจับวัตถุขนาด 28 มิลลิเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับขนาดวัตถุที่ใช้ในการศึกษานี้ พบว่าเมื่อเอื้อมมือจับวัตถุในขนาดใหญ่ที่ไม่ต้องอาศัยความแม่นยำสูง ผู้สูงอายุจะมีลักษณะการเอื้อมไม่แตกต่างจากวัยรุ่น

นอกจากนี้ ยังพบว่าผู้สูงอายุใช้วิธีการหยิบวัตถุแตกต่างจากวัยรุ่น โดยขณะหยิบวัตถุกลุ่มผู้สูงอายุมีการเปิดมือสูงสุดหน้าต่อตำแหน่งวัตถุเป้าหมาย ในขณะที่กลุ่มวัยรุ่นส่วนใหญ่มีการเปิดมือสูงสุดหลังตำแหน่งวัตถุเป้าหมายแล้วจึงเอื้อมมือกลับมาจับวัตถุ ซึ่งวิธีดังกล่าวอาจทำให้กลุ่มวัยรุ่นต้องใช้เวลาในช่วงชะลอความเร็ว (%DT) นานขึ้น จึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไม่พบความแตกต่างของช่วงเวลาในการชะลอความเร็วขณะเอื้อมระหว่างวัยรุ่นและผู้สูงอายุ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าผู้สูงอายุมักใช้เวลาในการชะลอความเร็วมากกว่าวัยรุ่น⁵⁻⁶ เพื่อให้มีเวลามากขึ้นในการแก้ไขการเคลื่อนไหวผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นขณะจับวัตถุ โดยเฉพาะในงานที่ต้องการความแม่นยำสูง

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างของความกว้างในการเปิดมือ (MA) ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาอื่นที่มักพบว่าผู้สูงอายุมีการชดเชยการเคลื่อนไหวโดยการเปิดมือกว้างขึ้น^{5, 11, 12} เพื่อลดความผิดพลาดของการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในขณะเอื้อม ซึ่งการเปิดมือกว้างขึ้นสามารถบ่งชี้ถึงความไม่แน่นอนในการวางแผนการเคลื่อนไหว²³ ดังนั้น การที่ผู้สูงอายุสามารถคงความกว้างของการเปิดมือไว้ได้เมื่อเทียบกับวัยรุ่น อาจเป็นไปได้ว่าความสามารถในการวางแผนการเคลื่อนไหวขณะเอื้อมของผู้สูงอายุไม่แตกต่างจากวัยรุ่น สอดคล้องกับค่าร้อยละของเวลาที่เกิดความเร็วสูงสุด

ของการเอื้อม (%TMV) ซึ่งบ่งถึงการวางแผนการเคลื่อนไหวขณะเอื้อมในผู้สูงอายุไม่แตกต่างจากวัยรุ่นเช่นกัน

การประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับ (reach-to-grasp coordination)

จากการวิจัยพบว่าการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุทางด้านเวลา (T_{max}) ในผู้สูงอายุเสื่อมลง แต่ไม่พบความแตกต่างของการประสานสัมพันธ์ทางด้านรูปแบบ (r_{max}) อาจเนื่องมาจากระบบการสั่งการแบบล่วงหน้า (feedforward control) และกระบวนการวางแผน การเคลื่อนไหวในผู้สูงอายุเสื่อมลง^{14, 15} หรือการทำงานของกล้ามเนื้อ (delay of muscle activity) ในผู้สูงอายุช้าลง¹⁶ ซึ่งอาจส่งผลให้การควบคุมกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเอื้อมและการจับวัตถุช้าลง อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างของการประสานสัมพันธ์ทางด้านรูปแบบ (r_{max}) เป็นผลมาจากรูปแบบการเอื้อมและจับวัตถุของทั้ง 2 กลุ่มมีลักษณะคล้ายคลึงกัน อาจเป็นเพราะในวัยรุ่นและผู้สูงอายุมีรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อ (muscle activity pattern) ไม่แตกต่างกัน¹⁶ นอกจากนี้ ยังพบว่าในผู้สูงอายุและวัยรุ่นยังมีรูปแบบการเคลื่อนไหวในการเอื้อมมือจับวัตถุเป็นแบบ parallel activation เช่นเดียวกัน กล่าวคือผู้สูงอายุมีการเปิดปิดของนิ้วมือในขณะที่กำลังเอื้อมแขนไปยังวัตถุเช่นเดียวกับวัยรุ่น อีกทั้งผู้สูงอายุยังสามารถคงลักษณะการเคลื่อนไหวทางด้านรูปแบบในการจับโดยรักษาความกว้างของการเปิดมือไว้ได้เช่นกัน แสดงให้เห็นว่า กระบวนการสั่งการของสมองในการควบคุมการประสานสัมพันธ์ทางด้านรูปแบบในผู้สูงอายุไม่แตกต่างจากวัยรุ่น ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bennett และคณะในปี 1994⁵ ที่พบว่าช่วงอายุที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการเคลื่อนไหว แต่ส่งผลต่อการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุทางด้านเวลา (temporal coupling) โดยประเมินจากความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่เกิดความเร่งสูงสุดขณะเอื้อมและเวลาที่เปิดมือสูงสุด

ดังนั้น การศึกษานี้ยืนยันผลการศึกษาที่ผ่านมา โดยพบว่าอายุมีผลต่อการประสานสัมพันธ์ทางด้านเวลาแต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการประสานสัมพันธ์ทางด้านรูปแบบการเคลื่อนไหว

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของลักษณะการเคลื่อนไหวและการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและจับวัตถุในผู้สูงอายุซึ่งเหมาะสำหรับนักกายภาพบำบัดหรือนักวิชาการทางการแพทย์ผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบการรักษาและฟื้นฟูการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับการเอื้อมและจับวัตถุในวัยผู้สูงอายุต่อไป

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เก็บข้อมูลในอาสาสมัครกลุ่มผู้สูงอายุตอนต้นช่วงอายุระหว่าง 60-69 ปี ซึ่งไม่ครอบคลุมกลุ่มผู้สูงอายุตอนกลางและตอนปลาย ดังนั้น การศึกษาครั้งต่อไปควรเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมทุกช่วงอายุของกลุ่มผู้สูงอายุ

สรุปผลการวิจัย

กลุ่มผู้สูงอายุมีความเสื่อมลงของการประสานสัมพันธ์ทางด้านเวลา ลักษณะการเคลื่อนไหวทางด้านเวลาของการเอื้อมและการจับวัตถุ รวมทั้งการวางแผนการเคลื่อนไหวขององค์ประกอบการจับเมื่อเทียบกับกลุ่มวัยรุ่น อย่างไรก็ตามไม่พบความเสื่อมลงของการประสานสัมพันธ์ทางด้านรูปแบบ และการวางแผนการเคลื่อนไหวขององค์ประกอบการเอื้อมในกลุ่มผู้สูงอายุ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดลที่เอื้อเฟื้อสถานที่ ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ในการทำวิจัยและขอขอบคุณคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒสำหรับทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Van Vliet P, Pelton T, Hollands K, Carey L, Wing A. Neuroscience findings on coordination of reaching to grasp an object: implications for research. *Neurorehabil Neural Repair* 2013; 27(7): 622-35.
2. Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor control: theory and practical applications. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995.
3. Nicolay CW, Walker AL. Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2005; 35(7): 605-18.
4. Cole KJ, Rotella DL, Harper JG. Tactile impairments cannot explain the effect of age on a grasp and lift task. *Exp Brain Res* 1998; 121(3): 263-9.
5. Bennett KM, Castiello U. Reach to grasp: changes with age. *J Gerontol* 1994; 49(1): 1-7.
6. Bennett KM, Castiello U. Reorganization of prehension components following perturbation of object size. *Psychol Aging* 1995; 10(2): 204-14.
7. McWhirter T. Effect of aging in reaching and grasping movements: A kinematic analysis of movement context. Ontario, Canada: University of Waterloo; 2011.
8. Tretriluxana J, Gordon J, Winstein CJ. Manual asymmetries in grasp pre-shaping and transport-grasp coordination. *Exp Brain Res* 2008; 188(2): 305-15.
9. Runnarong N, Tretriluxana J, Hiengkaew V, Vachalathiti R. Reach-to-grasp co-ordination in the paretic limbs of individuals with stroke:

- insight from a barrier paradigm. *J Med Assoc Thai* 2014; 97 Suppl 7:S84-88.
10. Marmon AR, Pascoe MA, Schwartz RS, Enoka RM. Association among strength, steadiness and hand function across the adult life span. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43 (4): 560-7.
 11. Grabowski PJ, Mason AH. Age differences in the control of a precision reach to grasp task within a desktop virtual environment. *Int J Hum Comput Stud* 2014; 72(4); 383-92.
 12. Cicerale A, Ambron E, Lingnau A, Rumiat RI. A kinematic analysis of age-related changes in grasping to use and grasping to move common objects. *Acta Psychologica* 2014; 151: 134-42.
 13. Wing AM, Turton A, Fraser C. Grasp size and accuracy of approach in reaching. *J Motor Behav* 1986; 18 (3): 245-60 [Abstract].
 14. Yan JH, Thomas JR, Stelmach GE, Thomas KT. Developmental features of rapid aiming arm movements across the lifespan. *J Mot Behav* 2000; 32(2):121-40.
 15. Welford AT. Reaction time, speed of performance, and age. *Ann N Y Acad Sci* 1988; 515: 1-17.
 16. Thelen DG, Muriuki M, James J, Schultz AB, Ashton-Miller JA, Alexander NB. Muscle activities used by young and old adults when stepping to regain balance during a forward fall. *J Electromyogr Kinesiol* 2000; 10(2): 93-101.
 17. Lawrence EL, Dayanidhi S, Fassola I, Requejo P, Leclercq C, Winstein CJ, et al. Outcome measures for hand function naturally reveal three latent domains in older adults: strength, coordinated upper extremity function, and sensorimotor processing. *Front Aging Neurosci*, 2015; 7: 108.
 18. Alberts JL, Saling M, Adler CH, Stelmach GE. Disruptions in the reach-to-grasp actions of Parkinson's patients. *Exp Brain Res* 2000; 134: 353-62.
 19. Khacharoen S, Tretriluxana J, Chaiyawat P, Pisarnpong A. Impaired reach-to-grasp actions during barrier avoidance in individuals with Parkinson's disease. *J Med Assoc Thai* 2015; 98(9): 889-95.
 20. Alberts JL, Saling M, Stelmach GE. Alterations in transport path differentially affect temporal and spatial movement parameters. *Exp Brain Res* 2002; 143: 417-25.
 21. Saling M, Alberts J, Stelmach GE, Bloedel JR. Reach-to-grasp movements during obstacle avoidance. *Exp Brain Res* 2002; 118: 251-8.
 22. Haik MN, Albuquerque-Sendín F, Camargo PR. Reliability and minimal detectable change of 3-dimensional scapular orientation in individuals with and without shoulder impingement. *J Orthop Sports Phys Ther* 2014; 44(5): 341-9.
 23. Wing AM, Turton A, Fraser C. Grasp size and accuracy of approach in reaching. *J Mot Behav* 1986; 18: 245-60.