

การเปรียบเทียบลักษณะการเดินขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางที่ระดับความสูงแตกต่างกันระหว่างผู้สูงอายุที่มีและไม่มีภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อย

Comparisons of gait characteristics during obstacle crossing at different heights between older adults with and without mild cognitive impairment

■ ศิครินทร์ นามคำ¹ กนกวรรณ วัชรศักดิ์ศิลป์² สมพร สังขรัตน์^{1*}
Sikarin Namkhum¹ Kanokwan Watcharasaksilp² Somporn Sungkarat^{1*}

¹ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

¹Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

²หน่วยประสาทวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

²Division of Neurology, Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University

* Corresponding author (Email: somporn.sungkarat@cmu.ac.th)

Received August 2015

Accepted as revised September 2015

Abstract

Objectives: The objectives of this study were to compare gait characteristics during obstacle crossing between older adults with amnesic Mild Cognitive Impairment (a-MCI) and non-MCI and to investigate effects of obstacle height on obstacle crossing in both groups.

Methods: Nineteen older adults with a-MCI (mean age 69.89±6.43 years) and 19 age, gender and body mass index matched non-MCI (mean age 70.58±6.40 years) participated in the study. Participants were tested on two walking conditions: 1) low obstacle (10% of leg length), and 2) high obstacle (30% of leg length). Spatial and temporal gait parameters were recorded and analyzed using 3-D motion capture and analysis system.

Results: For the low obstacle condition, the a-MCI group demonstrated shorter crossing step length and slower crossing velocity than the non-MCI group ($p=0.019$ and 0.012 , respectively). For the high obstacle condition, the a-MCI group demonstrated shorter crossing step length, leading heel distance and slower crossing velocity than the non-MCI group ($p=0.041$, 0.025 and 0.001 , respectively).

Conclusion: Gait characteristics during obstacle crossing in older adults with a-MCI differed from those without MCI. Furthermore, the differences were prominent in the high obstacle condition. The reduced crossing step length, leading heel distance, and crossing velocity may place older adults with a-MCI at risk of tripping falls.

Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2015; 48(3): 204-213. Doi: 10.14456/jams.2015.19

Keywords: Obstacle crossing, obstacle height, mild cognitive impairment, gait characteristics

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระหว่างผู้สูงอายุที่มีภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อย (a-MCI) และผู้สูงอายุที่ไม่มีภาวะ MCI (non-MCI) และศึกษาผลของระดับความสูงของสิ่งกีดขวางต่อลักษณะการเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางในผู้สูงอายุทั้งสองกลุ่ม

วิธีการศึกษา: ศึกษาในผู้สูงอายุกลุ่ม a-MCI จำนวน 19 คน (อายุเฉลี่ย 69.89 ± 6.43 ปี) และผู้สูงอายุกลุ่มที่ไม่มีภาวะ MCI จำนวน 19 คน ที่มีอายุ เพศ ดัชนีมวลกาย ใกล้เคียงกับกลุ่ม a-MCI (อายุเฉลี่ย 70.58 ± 6.40 ปี) ทดสอบการเดิน 2 เงื่อนไข ได้แก่ 1) เดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับต่ำ (10% ของความยาวขา) 2) เดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับสูง (30% ของความยาวขา) บันทึกการเคลื่อนไหวและคำนวณตัวแปรการเดินด้านระยะทางและระยะเวลา ด้วยโปรแกรมจับภาพและวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติ

ผลการศึกษา: เมื่อเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับต่ำพบว่า กลุ่ม a-MCI มีความยาวของช่วงก้าวขณะก้าวข้าม และความเร็วขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางน้อยกว่ากลุ่ม non-MCI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.019$ และ 0.012 ตามลำดับ) ส่วนการก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับสูง กลุ่ม a-MCI มีความยาวของช่วงก้าวขณะก้าวข้าม ระยะทางระหว่างส้นเท้าของขาหน้ากับสิ่งกีดขวาง และความเร็วขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางน้อยกว่ากลุ่ม non-MCI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.041$, 0.025 และ 0.001 ตามลำดับ)

สรุปผลการศึกษา: ลักษณะการเดินขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางของผู้สูงอายุที่มีภาวะ a-MCI มีความแตกต่างจากผู้สูงอายุที่ไม่มีภาวะ MCI โดยพบความแตกต่างมากขึ้นเมื่อก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับสูง ซึ่งการมีความยาวของช่วงก้าวขณะก้าวข้าม ระยะทางระหว่างส้นเท้าของขาหน้ากับสิ่งกีดขวาง และความเร็วขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางที่ลดลงในขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางอาจทำให้ผู้สูงอายุกลุ่มนี้มีความเสี่ยงต่อการสะดุดล้มได้

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2558; 48(3): 204-213. Doi: 10.14456/jams.2015.19

คำรหัส: ก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง ความสูงของสิ่งกีดขวาง การรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อย ลักษณะการเดิน

บทนำ

การเดินสะดุดขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้สูงอายุหกล้มได้สูงถึงร้อยละ 53 และหกล้มมากกว่าขณะเดินปกติถึงสองเท่า¹ ลักษณะและรูปแบบของการเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางมีความซับซ้อนมากกว่าการเดินปกติ ต้องอาศัยการควบคุมการทรงตัว การประสานสัมพันธ์ของข้อต่อ ในขณะที่เคลื่อนไหว การทำงานร่วมกันของขาทั้ง 2 ข้าง ต้องรักษาสถิตของร่างกายขณะที่ยืนบนขาข้างเดียวโดยเฉพาะในขณะที่ขาอีกข้างต้องยกให้สูงกว่าการเดินปกติเพื่อก้าวข้ามสิ่งกีดขวางและก้าวเดินต่อไปข้างหน้าได้อย่างปลอดภัย² จึงส่งผลให้ผู้สูงอายุที่มีปัญหาด้านการทรงตัวหรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มมีโอกาสหกล้มมากยิ่งขึ้นเมื่อเดินข้ามสิ่งกีดขวาง

Mild cognitive impairment (MCI) คือภาวะการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องเล็กน้อย ความบกพร่องที่เกิดขึ้นยังไม่ถึงเกณฑ์ที่จัดว่ามีภาวะสมองเสื่อม³ ความบกพร่อง

ของการรับรู้และความเข้าใจที่พบบ่อยคือ ความบกพร่องด้านความจำ (memory) ความสนใจ (attention) และการบริหารจัดการ (executive function)⁴ ผู้ที่มีภาวะ MCI โดยเฉพาะประเภทที่มีปัญหาความจำรวมด้วย (amnesic MCI, a-MCI) มีความเสี่ยงที่จะพัฒนาเป็นโรคสมองเสื่อมชนิดอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease) ได้ถึงร้อยละ 10-15 เมื่อเทียบกับผู้สูงอายุปกติที่มีความเสี่ยงร้อยละ 1-24 หลักฐานจากการศึกษาที่ผ่านมาบ่งชี้ว่าการรับรู้และความเข้าใจมีความสำคัญต่อการเคลื่อนไหวทุกลักษณะแม้แต่การเคลื่อนไหวกึ่งอัตโนมัติ เช่น การเดินและการทรงตัว เป็นต้น โดยการที่บุคคลจะสามารถควบคุมการทรงตัวและเดินได้เป็นปกติมีประสิทธิภาพ สามารถปรับการเดิน การทรงตัวให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้นั้น ต้องอาศัยการทำงานของสมองในส่วนของการรับรู้และความเข้าใจ⁵ การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าภาวะสมองเสื่อมหรือภาวะที่มีการรับรู้และความเข้าใจ

ปีที่ 48 ฉบับที่ 3 กันยายน 2558

บกพร่องเล็กน้อยสามารถส่งผลกระทบต่อทรงตัวและการเดิน เช่น เดินช้าลง^{5,6} เวลาที่ใช้ในรอบการเดิน (stride time) มากขึ้น⁵ มีความแปรปรวนในแต่ละก้าวของการเดิน (gait variability) มากขึ้น⁵ เป็นต้น จึงทำให้เสี่ยงต่อการหกล้ม ดังนั้นการเคลื่อนไหวที่อาศัยการทรงตัวมาก มีความยากและซับซ้อนมากกว่า การเดินปกติ เช่น การเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง ผู้ที่มีการรับรู้และความเข้าใจบกพร่องยังมีโอกาสเสี่ยงต่อการหกล้มมากขึ้น

การศึกษาก่อนหน้านี้⁷⁻⁹ เกี่ยวกับลักษณะของการเดินข้ามสิ่งกีดขวางในผู้สูงอายุ ผู้ป่วยพาร์กินสัน ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง พบว่า ลักษณะการเดินของบุคคลกลุ่มนี้มีความเสี่ยงสูงต่อการสะดุดล้มขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง เนื่องจากผู้ที่มีภาวะ MCI เป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มแต่พยาธิสภาพและความบกพร่องของระบบต่างๆ แตกต่างจากกลุ่มผู้ป่วยพาร์กินสันและโรคหลอดเลือดสมอง จึงอาจส่งผลต่อลักษณะการเคลื่อนไหวแตกต่างจากกลุ่มดังกล่าว ดังนั้นลักษณะการเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางของกลุ่มดังกล่าวจึงไม่สามารถนำมาใช้อ้างอิงกับกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะ MCI ได้ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของการเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระหว่างผู้สูงอายุที่มีภาวะ a-MCI และผู้สูงอายุที่ไม่มีภาวะ MCI และศึกษาผลของระดับความสูงของสิ่งกีดขวางต่อลักษณะการก้าวข้ามสิ่งกีดขวางของผู้สูงอายุทั้งสองกลุ่ม

วัสดุและวิธีการศึกษา

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

คำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G* power 3.0.10 กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ขนาด effect size 0.25 และใช้อำนาจการทดสอบที่ 0.80 โดยกำหนดสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตาม research design (ANOVA between and within group; 2 groups x 2 testing conditions) พบว่าต้องการอาสาสมัครทั้งสิ้น 38 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะ a-MCI จำนวน 19 คน และผู้สูงอายุที่ไม่มีภาวะ MCI (non-MCI) จำนวน 19 คน มีอายุ เพศ และดัชนีมวลกายใกล้เคียงกับกลุ่ม a-MCI เกณฑ์การคัดเข้า ได้แก่ 1) มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป 2) สามารถเดินได้เองอย่างอิสระ ไม่อาศัยอุปกรณ์เครื่องช่วยเดินใดๆ อย่างน้อย 10 เมตร 3) มีคะแนนการทดสอบสภาพสมองเบื้องต้นโดยใช้แบบทดสอบ Mini-Mental State Examination (MMSE) ฉบับภาษาไทยได้คะแนนมากกว่า 23 คะแนนขึ้นไป¹⁰ 3) กลุ่ม a-MCI มีคะแนนการประเมินพุทธิปัญญาจากแบบทดสอบ Montreal Cognitive Assessment (MoCA) ฉบับภาษาไทยได้คะแนนน้อยกว่า 26 คะแนน และกลุ่ม non-MCI ได้คะแนนมากกว่า 26 คะแนนขึ้นไป¹¹ ส่วนเกณฑ์การคัดออก

ได้แก่ 1) เป็นโรคทางระบบประสาท 2) เป็นโรคทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อที่ส่งผลกระทบต่อทรงตัวและการเดินและการทรงตัว 3) เป็นโรคทางระบบหัวใจ การไหลเวียนโลหิตและทรวงอกในระดับรุนแรง 4) มีปัญหาการรับรู้สื่อกบกพร่อง 5) ผู้ที่มีภาวะซึมเศร้า วิตกกังวล จากการประเมินภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุไทย (Thai Geriatric Depression Scale; TGDS-15) ได้คะแนนมากกว่า 6 คะแนนขึ้นไป การศึกษานี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัย คณะเทคนิคการแพทยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

ก่อนการทดสอบอาสาสมัครทุกคนได้รับการประเมินน้ำหนัก ส่วนสูง และวัดความยาวขา จากนั้นอาสาสมัครได้รับการทดสอบการเดินภายในห้องปฏิบัติการสำหรับวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติ ก่อนเริ่มการทดสอบผู้วิจัยติดเครื่องหมายทรงกลมสะท้อนแสง (reflective markers) บนผิวหนังของอาสาสมัครตั้งแต่บริเวณช่วงสะโพกจนถึงเท้าทั้งสองข้าง ข้างละ 10 ตำแหน่ง ได้แก่ 1) anterior superior iliac spine (ASIS) 2) posterior superior iliac spine (PSIS) 3) medial epicondyles of the knee 4) lateral epicondyles of the knee 5) medial malleolus 6) lateral malleolus 7) lateral aspect of 1st head of metatarsal joint 8) lateral aspect of 5th head of metatarsal joint 9) anterior superior aspect of the phalanx (distal point of the toe) 10) calcaneus (heel)^{12,13} บันทึกภาพการเคลื่อนไหวขณะเดินโดยใช้กล้องบันทึกภาพจำนวน 12 ตัว อาสาสมัครเดินทางราบเป็นแนวตรงระยะทาง 6 เมตรด้วยความเร็วปกติและไม่สวมรองเท้า จากนั้นเดินโดยมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ตรงกลาง (เมตรที่ 3) อาสาสมัครทุกคนถูกทดสอบการเดินทั้งหมด 2 เงื่อนไขคือ 1) เดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับต่ำหรือความสูง 10% ของความยาวขา 2) เดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับสูงหรือความสูง 30% ของความยาวขา ทดสอบเงื่อนไขละ 5 รอบ¹³ แต่ละรอบการเดินมีช่วงเวลาพัก 2 นาที ใช้การสุ่มเงื่อนไขการเดินว่าอาสาสมัครจะได้ทำการทดสอบการเดินในเงื่อนไขใดก่อน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความยาวของช่วงก้าวขณะก้าวข้าม (crossing step length) ระยะทางระหว่างปลายเท้าของขาทั้งสองข้างกับสิ่งกีดขวาง (leading and trailing toe clearance) ระยะทางระหว่างเท้าทั้งสองข้างกับสิ่งกีดขวางทั้งก่อนก้าวข้ามและหลังก้าวข้าม (leading and trailing obstacle distance) และความเร็วขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางของขาทั้งสองข้าง (crossing velocity) ดังแสดงในภาพที่ 1

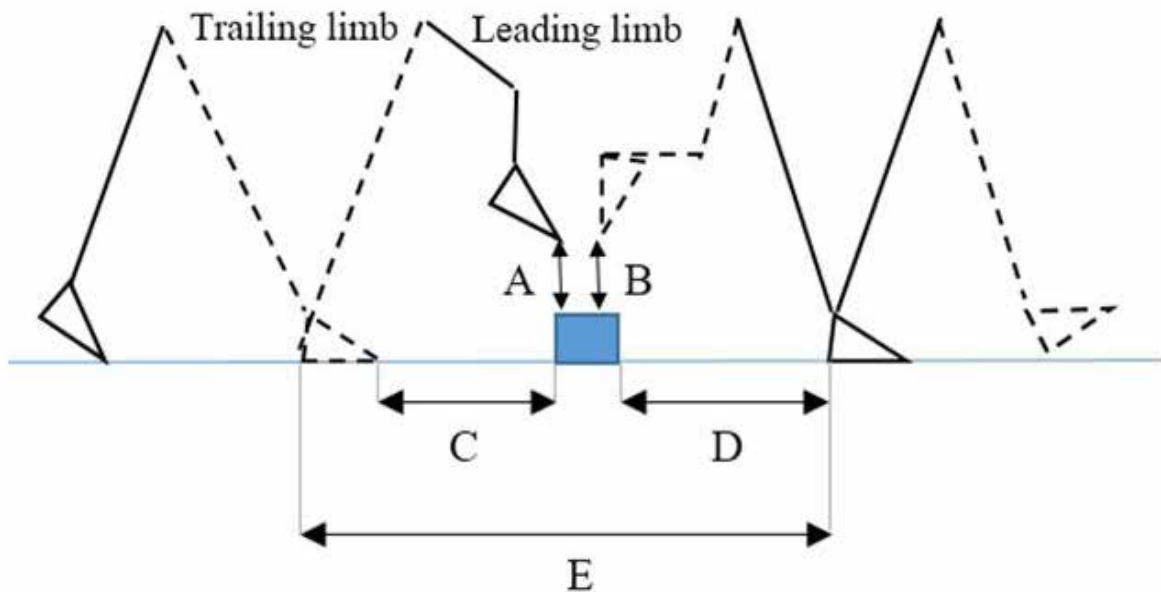


Figure 1 Gait parameters of obstacle crossing. A: leading toe clearance; B: trailing toe clearance; C: trailing toe distance; D: leading heel distance; E: crossing step length.

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 17 ใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) รายงานข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk Test พบมีการกระจายของข้อมูลปกติ จากนั้นใช้สถิติ Independent student t-test วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม และใช้สถิติ Repeated measures analysis of variance (ANOVA) with Bonferroni correction วิเคราะห์ตัวแปรการเดินในแต่ละเงื่อนไขของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติต่ำกว่า 0.05

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการศึกษา

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครโดยพบว่า อายุ เพศ ดัชนีมวลกาย เวลาที่ใช้ในหนึ่งรอบวงจรการเดิน (stride time) เวลาที่ขาจับน้ำหนัก (stance time) และเวลาที่ขาลอยพ้นพื้น (swing time) ขณะเดินบนพื้นราบของทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนคะแนนการทดสอบสภาพสมองเบื้องต้น คะแนนการประเมินพุทธิปัญญา พบว่ากลุ่ม a-MCI มีคะแนนต่ำกว่ากลุ่ม non-MCI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) นอกจากนั้นกลุ่ม a-MCI มีความยาวหนึ่งรอบวงจรการเดิน (stride length) และความเร็วในการเดิน (gait speed) ขณะเดินบนพื้นราบน้อยกว่ากลุ่ม non-MCI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.025$ และ 0.002 ตามลำดับ)

Table 1 Demographic characteristics of the participants (mean $\pm$ SD).

Variables	Group		p-value
	a-MCI (n=19)	non-MCI (n=19)	
Age (yr)	69.89 $\pm$ 6.43	70.58 $\pm$ 6.40	0.744
Gender; men : woman	2:17	2:17	-
Weight (kg)	54.05 $\pm$ 9.39	56.53 $\pm$ 8.67	0.816
Height (cm)	152.84 $\pm$ 7.76	153.42 $\pm$ 7.48	0.404
BMI (kg/m ²)	23.06 $\pm$ 2.90	23.86 $\pm$ 2.57	0.374
MMSE (score)	26.00 $\pm$ 1.76	29.53 $\pm$ 0.51	0.001
MoCA (score)	20.11 $\pm$ 4.56	27.16 $\pm$ 1.07	0.001

Table 1 Demographic characteristics of the participants (mean±SD). (continued)

Variables	Group		p-value
	a-MCI (n=19)	non-MCI (n=19)	
TGDS-15 (score)	2.21±1.62	1.84±1.17	0.426
Gait speed (m/s ²)	1.07±0.14	1.22±0.13	0.002
Stride length (cm)	113.74±12.53	122.57±10.66	0.025
Stride time (s)	1.01±0.09	0.09±0.07	2.86
Stance time (s)	1.48±0.14	1.43±0.12	0.200
Swing time (s)	0.88±0.06	0.88±0.05	0.819

Note: BMI: body mass index; MMSE: Mini Mental State Examination; MoCA: Montreal Cognitive Assessment; TGDS-15: Thai version of the 15-item Geriatric Depression Scale.

2. ตัวแปรการเดินขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเดินขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางที่ระดับความสูงต่างๆ ของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มไม่พบการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มกับความสูงของสิ่งกีดขวางทุกตัวแปรที่ศึกษา (no groups x conditions interaction; $p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม (group effect) พบว่า กลุ่ม a-MCI มี crossing step length, leading heel distance และ crossing velocity น้อยกว่ากลุ่ม non-MCI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.019$, 0.027 และ 0.002 ตามลำดับ) และเมื่อเปรียบเทียบการเดินทั้ง 2 เงื่อนไข (condition effect) พบว่า ในการก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับสูง (high obstacle) อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมี

crossing step length และ crossing velocity น้อยกว่าการก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับต่ำ (low obstacle) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.019$ และ 0.001 ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 2 และเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มพบว่า เมื่อเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับต่ำกลุ่ม a-MCI มี crossing step length และ crossing velocity น้อยกว่ากลุ่ม non-MCI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.019$ และ 0.012 ตามลำดับ) ส่วนการเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับสูงกลุ่ม a-MCI มี crossing step length, leading heel distance และ crossing velocity น้อยกว่ากลุ่ม non-MCI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.041$, 0.025 และ 0.001 ตามลำดับ) ดังแสดงในภาพที่ 2-4

Table 2 Gait parameters of obstacle crossing (mean±SD).

Gait variable	a-MCI		non-MCI		p-value
	Low obstacle	High obstacle	Low obstacle	High obstacle	
Crossing step length (cm)	60.40±6.44	58.03±8.81	65.49±6.27	63.41±6.72	$p_g=0.019$ $p_c=0.019$ $p_{gc}=0.872$
Leading heel distance (cm)	18.77±5.89	17.32±5.80	22.03±4.59	21.28±4.59	$p_g=0.027$ $p_c=0.109$ $p_{gc}=0.600$
Trailing toe distance (cm)	17.35±5.42	17.23±4.92	19.75±7.25	19.92±7.16	$p_g=0.186$ $p_c=0.977$ $p_{gc}=0.850$
Leading toe clearance (cm)	15.65±3.23	15.81±2.56	16.40±2.88	15.20±3.07	$p_g=0.931$ $p_c=0.251$ $p_{gc}=0.140$
Trailing toe clearance (cm)	15.87±4.33	17.97±4.80	15.24±3.36	15.93±4.44	$p_g=0.244$ $p_c=0.092$ $p_{gc}=0.389$
Crossing velocity (m/s ²)	1.25±0.23	0.96±0.25	1.45±0.24	1.25±0.25	$p_g=0.002$ $p_c=0.001$ $p_{gc}=0.074$

Note: p_g : group effect; p_c : condition effect; p_{gc} : interaction: groups x conditions.

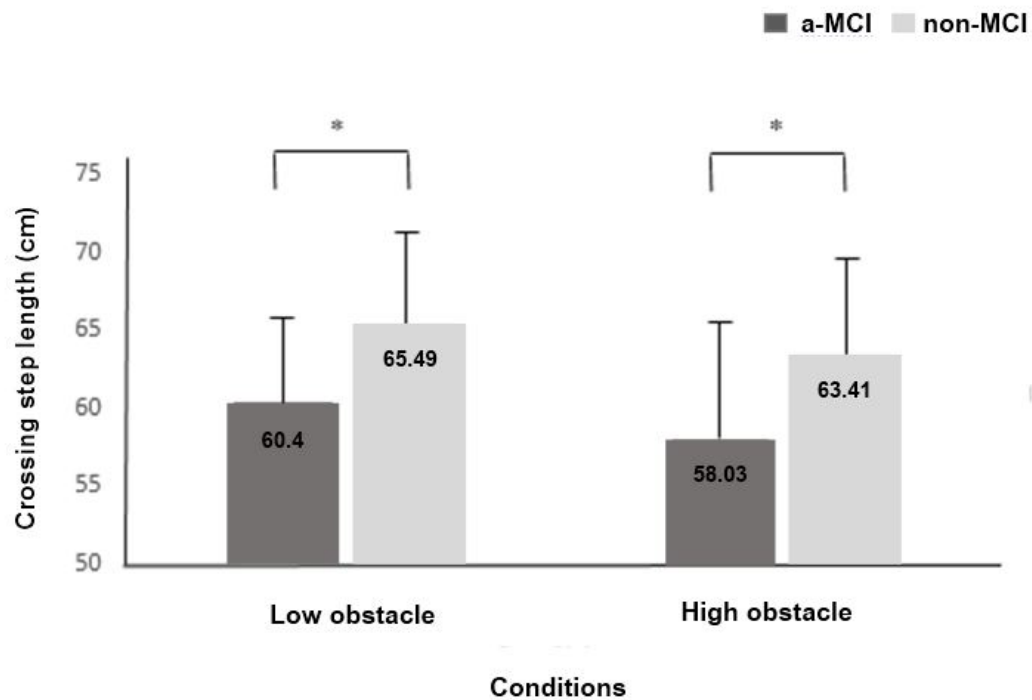


Figure 2 Crossing step length of a-MCI and non-MCI groups during low and high obstacle crossing. (* $p < 0.05$)

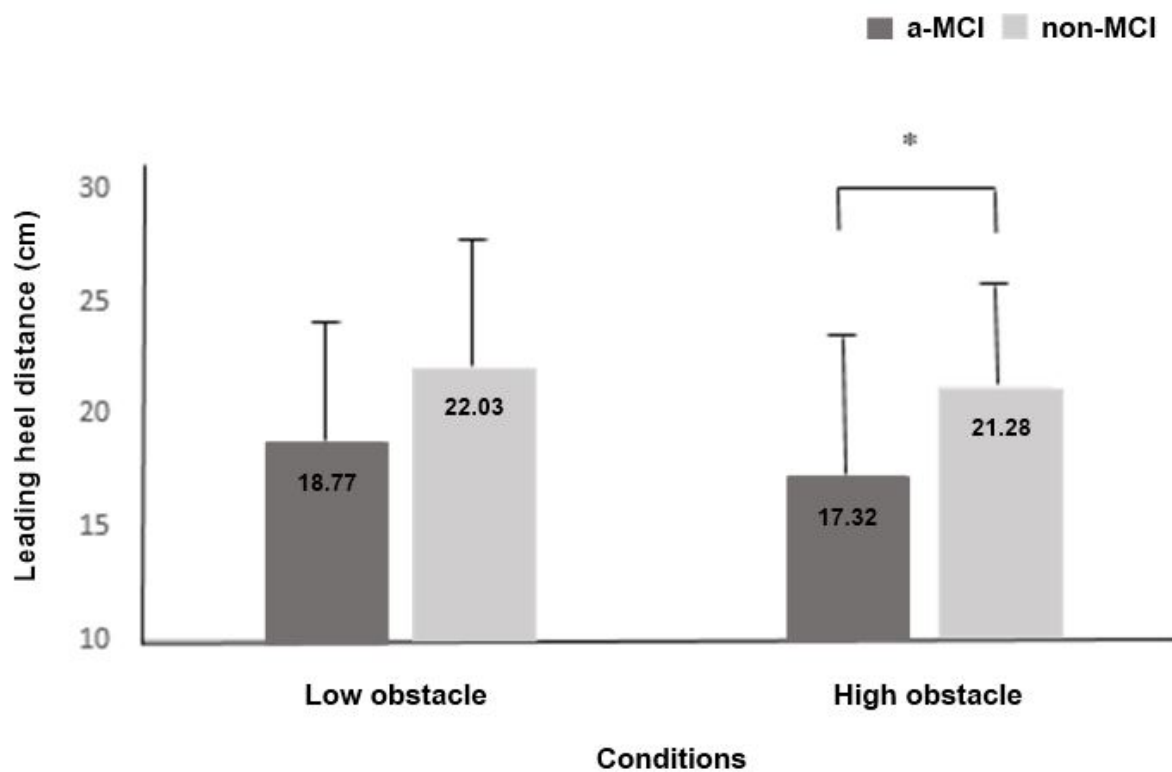


Figure 3 Leading heel distance of a-MCI and non-MCI groups during low and high obstacle crossing. (* $p < 0.05$)

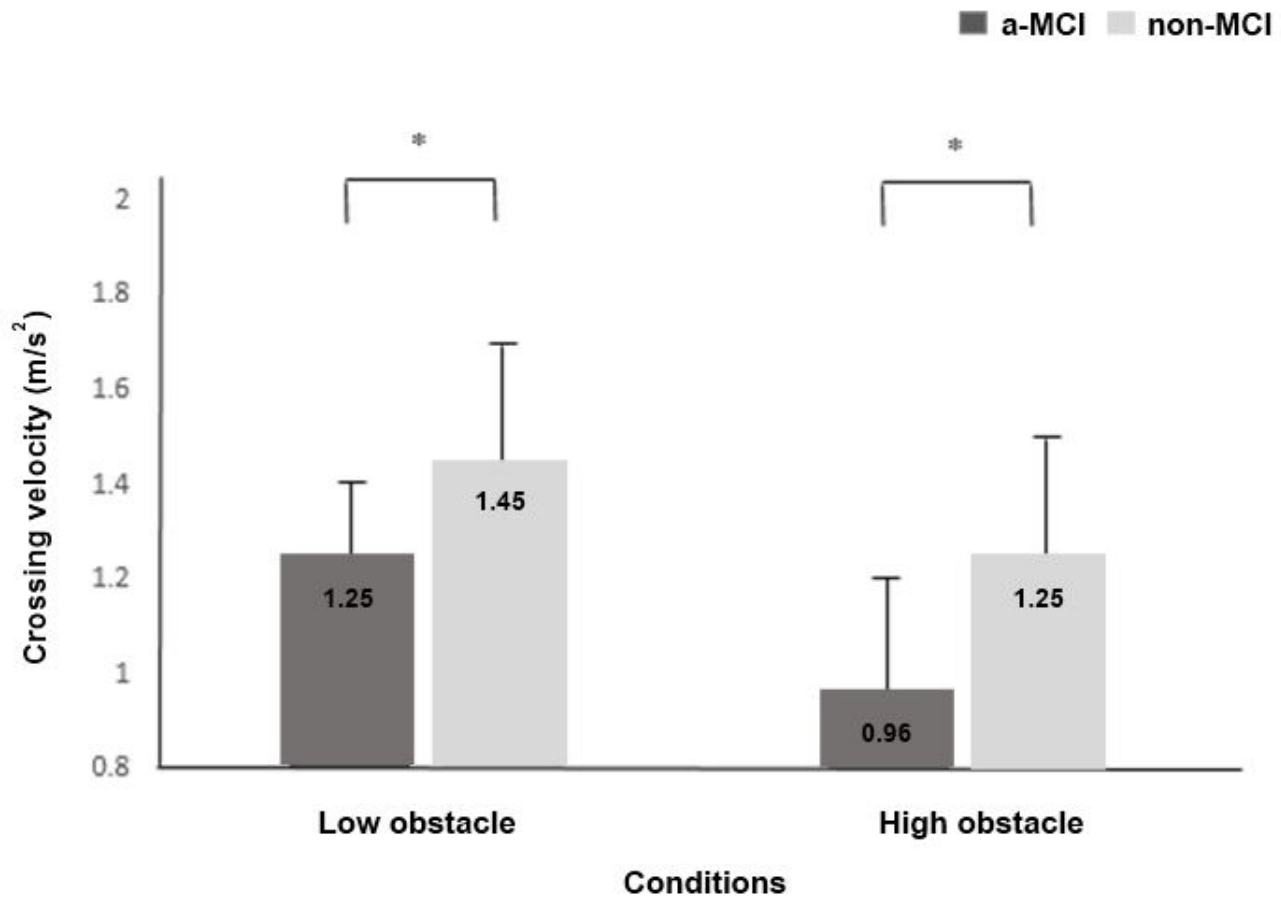


Figure 4 Crossing velocity of a-MCI and non-MCI groups during low and high obstacle crossing. (* $p < 0.05$)

วิจารณ์ผลการศึกษา

ขณะเดินบนพื้นราบโดยไม่มีสิ่งกีดขวางกลุ่ม a-MCI มีความยาวหนึ่งรอบวงจรการเดินสั้นกว่า (shorter stride length) และความเร็วในการเดินต่ำกว่า (slower gait speed) กลุ่ม non-MCI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้¹⁴⁻¹⁷ ที่พบว่าผู้สูงอายุ a-MCI มี stride length และ gait speed น้อยกว่าผู้สูงอายุปกติ โดยการศึกษานี้ได้ศึกษาในผู้สูงอายุที่มีความบกพร่องของการรับรู้และความเข้าใจด้านความจำรวมกับความบกพร่องด้านอื่นๆ เช่น ความสนใจ การบริหารจัดการ ความคิดรวบยอด เป็นต้น แม้ว่าการเดินเป็นการเคลื่อนไหวกึ่งอัตโนมัติแต่จำเป็นต้องอาศัยความสนใจ (attention) ยิ่งหากเป็นการเคลื่อนไหวที่มีความยากและซับซ้อนยิ่งต้องอาศัย attention มากขึ้น¹⁸ และอีกด้านของการรับรู้และความเข้าใจที่มีความสำคัญต่อการเดิน คือ ด้านการบริหารจัดการ (executive function) เนื่องจากการเดินเป็นการเคลื่อนไหวที่ต้องมีการเริ่มต้นการเคลื่อนไหว (initiation movement) ต้องวางแผนจัดการการเคลื่อนไหว (planning and organization) เพื่อให้ลักษณะการเดิน

มีความเหมาะสมและปลอดภัย ดังนั้นหากบุคคลมีความบกพร่องของการรับรู้และความเข้าใจเหล่านี้เกิดขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อ การเดิน ซึ่งจากหลักฐานการศึกษาที่ผ่านมาและผลการศึกษาครั้งนี้สนับสนุนว่า การเดินมีความสัมพันธ์กับภาวะการรับรู้และความเข้าใจ แม้จะมีความบกพร่องของภาวะการรับรู้และความเข้าใจเพียงเล็กน้อย (MCI) สามารถส่งผลให้เกิดความบกพร่องของการเดินได้ (gait impairment) เช่น shorter stride length, slower gait speed เป็นต้น

การเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางเป็นการเคลื่อนไหวที่อาศัยกลไกซับซ้อน (complex motor task) และรูปแบบการเดินมีความแตกต่างจากการเดินบนพื้นราบ ผลจากการศึกษาพบว่าขณะเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางกลุ่ม a-MCI มี crossing step length, leading heel distance และ crossing velocity น้อยกว่ากลุ่ม non-MCI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาที่ผ่านมา^{13,20} ซึ่งผู้ทำการศึกษาได้อภิปรายว่าระยะ crossing step length และ leading heel distance ที่ลดลงขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางทำให้เท่ามีโอกาสสัมผัสกับสิ่งกีดขวางได้ง่าย และอาจทำให้

เกิดความเสี่ยงต่อการสะดุดหกล้มได้ นอกจากนั้นการศึกษานี้ยังพบว่า กลุ่ม a-MCI เมื่อเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับสูงมีระยะ leading heel distance น้อยกว่ากลุ่ม non-MCI ในขณะที่การก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับต่ำไม่พบความแตกต่างกันของทั้งสองกลุ่ม สอดคล้องกับการศึกษาของ Vitorio และคณะ¹³ ที่พบว่า ผู้เป็นโรคพาร์กินสันเมื่อก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับสูงมีระยะ leading heel distance น้อยกว่าการก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับต่ำ เนื่องจากการเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับสูงอาศัยการทรงตัวมากขึ้น ยืนบนขาข้างเดียวนานขึ้น ทำให้บุคคลที่มีปัญหาด้านการทรงตัวต้องรีบวางเท้าลงเมื่อก้าวข้ามสิ่งกีดขวางไปแล้ว ซึ่งอาจส่งผลทำให้ leading heel distance ลดลงได้และจากการที่กลุ่ม a-MCI มี crossing step length และ leading heel distance น้อยกว่ากลุ่ม non-MCI ขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางนั้น อาจเป็นไปได้ว่ากลุ่มผู้สูงอายุ a-MCI เริ่มมีการทรงตัวที่ด้อยกว่าผู้สูงอายุปกติและไม่มีความมั่นคงในขณะยืน (standing instability)⁶ และเนื่องจากขณะก้าวข้ามเป็นช่วงที่ต้องรักษาสสมดุลของร่างกายขณะที่ยืนบนขาข้างเดียวพร้อมกับการที่ขาหน้า (leading limb) ต้องยกขึ้นให้สูงกว่าการเดินปกติเพื่อให้สามารถก้าวข้ามสิ่งกีดขวางไปได้ จึงส่งผลทำให้ crossing step length และ leading heel distance ลดลงเพื่อรักษาสสมดุลของร่างกายให้เกิดความมั่นคงและปลอดภัยในขณะก้าวข้าม เพราะในขณะที่ยกขา leading limb เพื่อก้าวข้ามสิ่งกีดขวางนั้นจะต้องทำงานพร้อมกับขาตาม (trailing limb) ที่ต้องรักษาสสมดุลของร่างกายขณะยืนบนขาข้างเดียวจนกระทั่งถึงช่วงที่ส้นเท้าของ leading limb สัมผัสพื้น การที่กลุ่ม a-MCI มีระยะ leading heel distance ที่น้อยกว่า อาจเกิดจาก trailing limb มีความมั่นคงไม่เพียงพอที่จะรักษาสสมดุลของร่างกายขณะที่ต้องยืนบนขาข้างเดียว จึงต้องรีบวางเท้าของ leading limb หลังจากก้าวข้ามสิ่งกีดขวางไปแล้ว ดังนั้นระยะ crossing step length และ leading heel distance ที่น้อยกว่าในกลุ่ม a-MCI อาจเป็นการปรับเปลี่ยนระยะทางการเคลื่อนไหว (spatial modification) เพื่อรักษาสสมดุลการทรงตัวช่วยให้เกิดความปลอดภัยขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางในกลุ่ม a-MCI

การศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างของ leading and trailing toe clearance ระหว่างอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มในการก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับต่ำและระดับสูง ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา^{8,19} โดยการศึกษาของ Said และคณะ⁸ พบว่า ผู้ที่เป็นโรคหลอดเลือดสมองมี leading and trailing toe clearance มากกว่ากลุ่มควบคุม และได้อภิปรายว่า การที่ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีระยะ toe clearance เพิ่มขึ้นในขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางนั้นเป็นการชดเชยการเคลื่อนไหว (compensation) เนื่องจากผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเกรง

จะสะดุดล้มจึงยกเท้าสูงกว่าปกติในขณะก้าวข้ามเพื่อป้องกันไม่ให้ปลายเท้าสัมผัสกับสิ่งกีดขวาง ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ Lu และคณะ¹² ที่พบว่า ผู้สูงอายุมีระยะ leading toe clearance เพิ่มขึ้นขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางเมื่อเปรียบเทียบกับวัยรุ่นสุขภาพดีโดยอาจเกิดจากการที่ผู้สูงอายุกลัวการสะดุดล้มจากการที่เท้าสัมผัสกับสิ่งกีดขวางจึงระมัดระวังมากขึ้น (cautions strategy) ส่งผลให้ระยะ toe clearance สูงกว่ากลุ่มวัยรุ่น ทั้งนี้ในคนปกติขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระบบประสาทมีการวางแผนและสั่งการการเคลื่อนไหวกำหนดระยะทางของ toe clearance ให้เหมาะสมในขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง (ไม่สูงหรือต่ำจนเกินไป) เพื่อประหยัดพลังงานและทำให้การเคลื่อนไหวนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพปลอดภัย¹⁹ ซึ่งผลการศึกษาที่สนับสนุนว่า ผู้สูงอายุที่มีภาวะ a-MCI ยังสามารถวางแผนและสั่งการการเคลื่อนไหวในส่วนของระยะ toe clearance ขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางได้อย่างเหมาะสม

สำหรับตัวแปรด้านระยะเวลา (temporal parameters) ในการศึกษาพบว่า กลุ่ม a-MCI มี crossing velocity น้อยกว่ากลุ่ม non-MCI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Galna และคณะ⁷ ซึ่งพบว่า ผู้สูงอายุมี crossing velocity น้อยกว่าวัยรุ่นสุขภาพดี ผู้ทำวิจัยได้อภิปรายว่าการที่ผู้สูงอายุมี crossing velocity น้อยกว่าเป็นกลไกการเคลื่อนไหวที่ทำให้เกิดความปลอดภัยและมั่นคง (conservative strategy) ในขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chen และคณะ²⁰ ที่พบว่าเมื่อผู้สูงอายุเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางจะมีลักษณะหรือรูปแบบการเดินแตกต่างจากวัยรุ่นคือ มี slower crossing velocity, shorter crossing step length และ shorter heel obstacle distance ซึ่งเป็นลักษณะการเคลื่อนไหวแบบ conservative strategy ที่พบในกลุ่มผู้สูงอายุและจากการที่กลุ่มผู้สูงอายุ a-MCI มี crossing velocity น้อยกว่ากลุ่มผู้สูงอายุปกติ (non-MCI) อาจเป็นกลวิธีหนึ่งที่ทำให้การเคลื่อนไหวมั่นคงและปลอดภัย เนื่องจากขณะที่ขาทั้งสองข้างกำลังก้าวข้ามจะมีเวลานานพอเพื่อปรับเปลี่ยนการเคลื่อนไหว (movement modification) ในช่วง crossing phase ให้เกิดความปลอดภัย นอกจากนั้นอาจเป็นไปได้ว่าขณะก้าวข้ามสิ่งกีดขวางกลุ่ม a-MCI ต้องใช้ attention และ executive function มากขึ้นจึงทำให้เคลื่อนไหวช้าลง

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้สรุปได้ว่าผู้สูงอายุกลุ่ม a-MCI มีลักษณะการเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางแตกต่างกับกลุ่ม non-MCI โดยในการเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับต่ำ กลุ่ม a-MCI มี crossing step length และ crossing velocity น้อยกว่ากลุ่ม non-MCI ส่วนการก้าวข้ามสิ่งกีดขวางระดับสูง กลุ่ม a-MCI มี crossing step length, leading heel distance และ crossing velocity น้อยกว่ากลุ่ม non-MCI ลักษณะการเดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวางของผู้สูงอายุกลุ่ม a-MCI ดังกล่าวข้างต้นอาจส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการสะดุดล้มได้

กิตติกรรมประกาศ

การเก็บข้อมูลวิจัยครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์การใช้เครื่องมือวิจัยและสถานที่เก็บข้อมูลจากสำนักงานส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) จังหวัดเชียงใหม่ และได้รับทุนสนับสนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาบัณฑิตศึกษา จากคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

1. Blake AJ, Morgan K, Bendall MJ, Dallosso H, Ebrahim SB, Arie TH, et al. Falls by elderly people at home: prevalence and associated factors. *Age Ageing* 1988; 17: 365-72.
2. Yen HC, Chen HL, Liu MW, Liu HC, Lu TW. Age effects on the inter-joint coordination during obstacle-crossing. *J Biomech* 2009; 42: 2501-6.
3. Morris JC, Storandt M, Miller JP, Mckeel DW, Price JL, Rubin EH, et al. Mild cognitive impairment represents early-stage Alzheimer disease. *Arch Neurol* 2001; 58: 397-405.
4. Gauthier S, Reisberg B, Zaudig M, Petersen RC, Ritchie K, Broich K, et al. Mild cognitive impairment. *Lancet* 2006; 367: 1262-70.
5. Montero-Odasso M, Muir SW, Speechley M. Dual-task complexity affects gait in people with mild cognitive impairment: the interplay between gait variability, dual tasking, and risk of falls. *Arch Phys Med Rehabil* 2012; 93: 293-9.
6. Shin BM, Han SJ, Jung JH, Kim JE, Fregni F. Effect of mild cognitive impairment on balance. *J Neurol Sci* 2011; 305: 121-5.
7. Galna B, Peters A, Murphy AT, Morris ME. Obstacle crossing deficits in older adults: a systematic review. *Gait Posture* 2009; 30: 270-5.
8. Said CM, Goldie PA, Culham E, Sparrow WA, Patla AE, Morris ME. Control of lead and trail limbs during obstacle crossing following stroke. *Phys Ther* 2005; 85: 413-27.
9. Vitorio R, Silva EL, Baptista AM, Barbieri FA, Santos PC, Arroyo CT, et al. Disease severity affects obstacle crossing in people with Parkinson's disease. *Gait Posture* 2014; 40: 266-9.
10. Thai Cognitive Test Development Committee 1999. Mini-Mental State Examination-Thai 2002. Bangkok: Institute of Geriatric Medicine, Department of Medical Services, Ministry of Public Health, Thailand; 2002.
11. Nasreddine ZS, Phillip NA, Bedirian V, Charbonneau S, Whitehead V. The Montreal Cognitive Assessment MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *JAGS* 2005; 53: 695-9.
12. Lu TW, Chen HL, Chen SC. Comparisons of the lower limb kinematics between young and older adults when crossing obstacles of different heights. *Gait Posture* 2006; 23: 41-9.
13. Vitorio R, Pieruccini-Faria F, Stella F, Gobbi S, Gobbi LTB. Effects of obstacle height on obstacle crossing in mild parkinson's disease. *Gait Posture* 2010; 31: 143-6.

14. Eggermont LH, Gavett BE, Volkers KM, Blankevoort CG, Scherder EJ, Jefferson AL, et al. Lower-extremity function in cognitively healthy aging, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2010; 91: 584-8.
15. McGough EL, Cochrane BB, Pike KC, Logsdon RG, McCurry SM, Teri L. Dimensions of physical frailty and cognitive function in older adults with amnesic mild cognitive impairment. *Phys Rehabil Med* 2013; 56: 329-41.
16. Verghese J, Robbins M, Holtzer R, Zimmerman M, Wang C, Xue X, et al. Gait dysfunction in mild cognitive impairment syndromes. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56: 1244-51.
17. Kumfu S, Silsupadol P, Sungkarat S. Effect of executive function and attention on gait in individuals with mild cognitive impairment. *Thai J Phys Ther* 2011; 34: 12-23.
18. Harley C, Wilkie RM, Wann JP. Stepping over obstacles: attention demands and aging. *Gait Posture* 2009; 29: 428-32.
19. Kim HD, Brunt D. The effect of a dual-task on obstacle crossing in healthy elderly and young adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88: 1309-13.
20. Chen HC, Ashton-Miller JA, Alexander NB, Schultz AB. Stepping over obstacles: gait patterns of healthy young and old adults. *J Gerontol* 1991; 46: 196-203.