

การเดินบนพื้นผิวต่างๆ ทำทายความสามารถของผู้สูงอายุในชุมชน

ดลยา พรหมแก้ว^{1,5} ลักขณา มาทอ^{2,5} ทิพาพร ทวีวรรณกิจ^{2,5}
ปรีดา อารยาวิชานนท์^{3,5} วิไลรัตน์ แสนสุข^{3,5} และ สุกัลยา อมตฉายา^{2,5*}

Received: November 21, 2017

Revised: January 15, 2018

Accepted: January 18, 2018

บทคัดย่อ

การพัฒนาความสามารถของผู้สูงอายุในปัจจุบันมักใช้การออกกำลังกายแบบต่างๆ บนพื้นเรียบแข็ง โดยไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลของพื้นต่อการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ ดังนั้น การวิจัยนี้จึงต้องการเปรียบเทียบลักษณะการเดินบนพื้นต่างๆ ประกอบด้วยพื้นหินเทียม พื้นนุ่ม และพื้นหญ้า เปรียบเทียบกับการเดินบนพื้นเรียบแข็งในผู้สูงอายุจากชุมชนต่างๆ จำนวน 20 คน อาสาสมัครได้รับการประเมินลักษณะการเดินด้านต่างๆ ขณะเดินบนพื้นแต่ละแบบด้วยความเร็วปกติและความเร็วสูงสุด จำนวน 3 รอบ/พื้น ผู้วิจัยบันทึกลักษณะการเดินของอาสาสมัครเพื่อการวิเคราะห์การเดินแบบ 2 มิติ โดยใช้โปรแกรม Kinovea และใช้สถิติ ANOVA with repeated measure เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆ ขณะเดินบนพื้นแต่ละแบบ กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$ ผลการศึกษาพบว่าการเดินบนพื้นต่างๆ ทำทายความสามารถด้านการเดิน ทำให้อาสาสมัครเดินและก้าวขาช้าลง รวมถึงมีระยะรอบการเดินสั้นลงกว่าการเดินบนพื้นเรียบแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ผลการศึกษายังชี้ว่า นอกจากการออกกำลังกายประเภทต่างๆ การฟื้นฟูความสามารถของผู้สูงอายุอาจประยุกต์ใช้พื้นผิวลักษณะต่างๆ มาร่วมในการส่งเสริมความสามารถและความปลอดภัยในการเคลื่อนไหวของบุคคลกลุ่มนี้

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, การเดิน, การฟื้นฟูความสามารถ, กายภาพบำบัด, การบริการสุขภาพชุมชน

¹ นักศึกษาหลักสูตรหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตการเคลื่อนไหวของมนุษย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

² สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

³ ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

⁴ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา

⁵ กลุ่มวิจัยการพัฒนาความสามารถทางกายและคุณภาพชีวิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

* ผู้รับผิดชอบบทความ

Walking on different surfaces challenged ability of community-dwelling elderly

Donlaya Promkeaw^{1,5}, Lugkana Mato^{2,5}, Thiwabhorn Thaweewannaki^{2,5},
Preeda Arrayawichanon^{3,5}, Wilairat Saensook^{3,5} and Sugalya Amatachaya^{2,5*}

Abstract

The current methods to improve functional ability of elderly, involve with various types of exercises on a hard surface, have unclear evidence on the effects of surfaces on mobility of elderly. Therefore, this study aimed to compare gait characteristics while walking on different surfaces, including artificial pebble, soft, and grass surfaces, as compared to a firm ground in 20 community-dwelling elderly. Participants were assessed for their gait variables while walking at a self-selected and fastest speed for 3 trials/surface. Their walking characteristics were recorded for further two-dimensional analysis using the Kinovea program. Then the ANOVA with repeated measure was used to compare average findings of all parameters while walking on each surface. The level of significant difference was set at $p < 0.05$. The finding demonstrated that walking on different surfaces challenged walking ability. Thus, the participants walked at a significantly slower speed and cadence with a shorter stride length than those on a hard surface ($p < 0.001$). Thus, apart from various types of exercises, rehabilitation programs may incorporate various surfaces to promote functional ability and safety issue in these individuals.

Keywords: Elderly, Walking, Rehabilitation, Physical Therapy, Community Health Service.

¹ Doctor of Philosophy Program in Human Movement Sciences, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen.

² School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen.

³ Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Khon kaen University, Khon Kaen.

⁴ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima.

⁵ Improvement of physical performance and quality of life research group, Khon Kaen University, Khon Kaen.

*Corresponding author (e-mail: samata@kku.ac.th)

บทนำ

ปัจจุบันสัดส่วนประชากรผู้สูงอายุมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน^(1,2) ซึ่งอายุมากขึ้นมักมาพร้อมกับความเสี่ยงของระบบต่างๆ ที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเคลื่อนไหว การเดิน และระดับการช่วยเหลือตนเอง รวมถึงความเสี่ยงต่อการล้ม ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อทั้งทางร่างกายและจิตใจของผู้สูงอายุเพิ่มเติมจากความเสี่ยงเนื่องจากอายุมากขึ้น^(3,4) ดังนั้น การหาแนวทางเพื่อพัฒนาและส่งเสริมความสามารถทางการเคลื่อนไหวของบุคคลกลุ่มนี้จึงมีความสำคัญ

ปัจจุบัน การพัฒนาความสามารถของผู้สูงอายุ มักใช้การออกกำลังกายชนิดต่างๆ บนพื้นเรียบแข็ง เช่น รำไทย โยคะ และการเดิน เป็นต้น⁽⁵⁾ จากการทบทวนวรรณกรรม คณะผู้วิจัยพบการนำพื้นผิวลักษณะต่างๆ ประกอบด้วย พื้นขรุขระ พื้นนุ่ม หรือพื้นทราย มาร่วมในการทำกายภาพบำบัดของกล้ามเนื้อ การทรงตัว การใช้พลังงาน รวมถึงรูปแบบการเดินและการรับรู้ความรู้สึกของอาสาสมัครกลุ่มต่างๆ เช่น ผู้ป่วยเบาหวาน นักกีฬา ผู้ป่วยตัดขาที่ใช้ขาเทียม เป็นต้น⁽⁶⁻¹¹⁾ แต่ยังไม่มีความชัดเจนในผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้พื้นจริงทางคลินิกอาจทำได้ยากเนื่องจากข้อจำกัดของสถานที่และการดูแลรักษาความสะอาดในโรงพยาบาลและคลินิกทั่วไป ดังนั้น การวิจัยนี้จึงต้องการเปรียบเทียบลักษณะการเดินของผู้สูงอายุขณะเดินบนพื้นหินเทียม พื้นนุ่ม และพื้นหญ้าเทียมเปรียบเทียบกับพื้นเรียบแข็ง ผลการศึกษาที่ได้น่าจะช่วยยืนยันผลของพื้นต่อการทำกายภาพบำบัดด้านการเดินของผู้สูงอายุซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นแนวทางการประยุกต์ใช้พื้นผิวลักษณะต่างๆ สำหรับการส่งเสริมความสามารถของบุคคลกลุ่มนี้ต่อไป

วัสดุและวิธีการ

รูปแบบงานวิจัย อาสาสมัคร การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) ในผู้สูงอายุที่ไม่มีปัญหาทางสุขภาพที่ส่งผลต่อการเดินจากชุมชนต่างๆ ในเขตจังหวัดขอนแก่น จากการคำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรสำหรับการเปรียบเทียบขนาดความแตกต่าง⁽¹²⁾ พบว่าการศึกษานี้ต้องการอาสาสมัครอย่างน้อย 20 คน โดยอาสาสมัครเป็นผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป

ทั้งเพศชายและเพศหญิง ที่มีดัชนีมวลกายในช่วงปกติ (ระหว่าง 18.5-24.5 กิโลกรัม/ตารางเมตร) อาสาสมัครได้รับการคัดกรองหากพบความผิดปกติต่างๆ เช่น มีอาการปวดหรือการอักเสบของขามากกว่า 5 คะแนน⁽¹³⁾ มีความยาวขาแตกต่างกันอย่างชัดเจน (มากกว่า 1.4 เซนติเมตร)⁽¹⁴⁾ หรือมีการผิดปกติของข้อต่อต่างๆ รวมถึงการรับรู้ความรู้สึกผิดปกติที่ส่งผลต่อการเคลื่อนไหวและการเดิน เป็นต้น การวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE591368) อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกได้รับการอธิบายวิธีการวิจัยและต้องลงนามยินยอมก่อนเข้าร่วมการวิจัย

วัสดุการวิจัย จากข้อมูลการศึกษานำร่อง⁽¹⁵⁾ การศึกษานี้จึงเลือกใช้พื้นนุ่มจากฟองน้ำอัดที่มีความหนา 3 นิ้ว พื้นขรุขระที่ทำจากหินเทียม โดยมีความสูงประมาณ 1.5-3 เซนติเมตร ความกว้าง 4-6 เซนติเมตร และพื้นหญ้าเทียมที่มีความสูงของใบหญ้า 4 เซนติเมตร เพื่อให้ได้ความรู้สึกสัมผัสที่มีลักษณะใกล้เคียงกับหญ้าจริงมากที่สุด^(16,17) โดยการศึกษาเลือกใช้พื้นเทียมเพื่อควบคุมลักษณะของพื้นให้เหมือนกันสำหรับการทดสอบความสามารถของอาสาสมัครแต่ละราย รวมถึงสามารถประยุกต์ใช้ได้ง่ายในสถานที่ต่างๆ

วิธีการดำเนินงานวิจัย อาสาสมัครได้รับการประเมินลักษณะการเดินขณะเดินบนพื้นแต่ละแบบ ประกอบด้วย พื้นเรียบแข็ง พื้นหินเทียม พื้นนุ่ม และพื้นหญ้าเทียม ตามทางเดินระยะทาง 10 เมตร ด้วยความเร็วปกติที่ใช้ในชีวิตประจำวัน (preferred speed) และความเร็วสูงสุดที่อาสาสมัครเดินได้อย่างปลอดภัย (fastest and safe speed)^(18,19) ทำการทดสอบซ้ำจำนวน 3 รอบ/ความเร็ว/พื้น ตามลำดับโดยการสุ่มเพื่อลดผลการเรียนรู้และการล้าที่อาจเกิดขึ้นจากลำดับการทดสอบ โดยระหว่างการทดสอบแต่ละครั้งอาสาสมัครหยุดพักได้จนพร้อมที่จะทำการทดสอบต่อไป⁽¹⁹⁾

ขณะทำการทดสอบ ผู้วิจัยบันทึกภาพการเดินของอาสาสมัครในช่วง 4 เมตรตรงกลางของทางเดินทั้งหมด แล้วนำภาพวิดีโอที่ได้มาวิเคราะห์ลักษณะการเดินแบบ 2 มิติในด้านต่างๆ ประกอบด้วย ความเร็วในการเดิน (walking speed) ความถี่การก้าวขา (cadence) ความยาว

รอบการเดิน (stride length) และความสมมาตรของระยะก้าว (step symmetry)^(15,20,21) ด้วยวิธี manual digitization และโปรแกรม Kinovea (version 0.8.24) โดยผู้วัดที่มีความเที่ยงภายในสูง (intra-class correlation coefficient [ICC] = 0.88-0.99)^(15, 21-23) ตามสูตรดังนี้

- ความถี่การก้าวขา
จำนวนก้าวใน 1 นาที (ก้าว/นาที)
- ความยาวรอบการเดิน
ระยะก้าวของขาข้างขวาเฉลี่ย+ระยะก้าวของขาข้างซ้ายเฉลี่ย (เมตร)
- ความเร็วในการเดิน

$$\frac{(\text{ความยาวรอบการเดินเฉลี่ย} \times \text{ความถี่การก้าวขาเฉลี่ย})}{120} \quad (\text{เมตร/วินาที})$$
- ความสมมาตรของระยะก้าว

$$\frac{\text{ระยะก้าวของขาข้างที่สั้นกว่า (shorter step length)}}{\text{ระยะก้าวของขาข้างที่ยาวกว่า (longer step length)}} \times 100$$

ใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายลักษณะของอาสาสมัครและผลการศึกษา ใช้สถิติ ANOVA with repeated measures เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลักษณะการเดินของอาสาสมัครขณะเดินบนพื้นแต่ละแบบ และใช้สถิติ post-hoc (Scheffe) tests ในการระบุความแตกต่างระหว่างคู่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีอาสาสมัครเข้าร่วมงานทั้งหมด 20 ราย เป็นเพศหญิง 13 ราย และชาย 7 ราย มีอายุเฉลี่ยประมาณ 73 ปี และดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ (**ตารางที่ 1**) ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเดินบนพื้นหินเทียม พื้นนุ่ม และพื้นหญ้าเทียม อาสาสมัครเดินช้าลง โดยมี stride length และ cadence ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการเดินบนพื้นเรียบแข็ง ($p < 0.001$) โดยการเดินบนพื้นหินเทียมทำให้อาสาสมัครเดินช้าที่สุด ร่วมกับมี stride length และ cadence น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับพื้นอื่นๆ (**รูปที่ 1 ก-ค**; $p < 0.001$) โดยความแตกต่างของลักษณะการเดินระหว่างพื้นแต่ละแบบพบได้อย่างชัดเจนเมื่อเดินด้วยความเร็วปกติ (**รูปที่ 1 ก-ค**; $p < 0.001$) อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างของ step symmetry ระหว่างการเดินบนพื้นแต่ละแบบทั้งเมื่อเดินด้วย preferred speed และ fastest and safe speed (**รูปที่ 1 ง**; $p > 0.05$)

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การวิจัยนี้ศึกษาลักษณะการเดินจากตัวแปรด้านระยะทางและเวลา ขณะอาสาสมัครผู้สูงอายุเดินบนพื้นหินเทียม พื้นนุ่ม และพื้นหญ้าเทียม เปรียบเทียบกับการเดินบนพื้นเรียบแข็ง ผลการศึกษาพบว่าการเดินบนพื้นเหล่านี้ทำให้อาสาสมัครมีลักษณะการเดินทั้ง walking speed, stride length และ cadence ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับ การเดินบนพื้นเรียบแข็ง (**รูปที่ 1 ก-ค**) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ step symmetry เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพื้นทั้ง 4 แบบ (**รูปที่ 1 ก-ง**) ซึ่งผลการศึกษาที่พบอาจเกิดขึ้นเนื่องจากพื้นลักษณะต่างๆ มีความท้าทายต่อความสามารถด้านการเดิน โดยพื้นนุ่มมีความไม่มั่นคงที่ส่งผลต่อการทรงตัวและประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ (กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานลดลง) ทำให้กล้ามเนื้อต้องช่วยกันทำงาน (muscle co-contraction) มากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงที่ขารับน้ำหนักเพียงข้างเดียว (single leg support period)⁽²⁴⁻²⁶⁾ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้อาสาสมัครพยายามลดระยะเวลาในช่วงนี้ของขาแต่ละข้างให้สั้นลง ทำให้สามารถก้าวขาอีกข้างไปได้ระยะทางสั้นลงกว่าการเดินบนพื้นเรียบแข็ง (**รูปที่ 1 ก**) นอกจากนี้ พื้นนุ่มยังทำให้มีแรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction force) ลดลง⁽⁸⁾ ทำให้มีแรงส่ง (propulsive force) ในช่วงท้ายของการเดินช่วงที่เท้ารับน้ำหนัก (stance phase) ลดลง อาสาสมัครจึงต้องใช้กล้ามเนื้อทำงานเพื่อยกและก้าวขาไปข้างหน้ามากขึ้น สิ่งต่างๆ เหล่านี้ทำให้อาสาสมัครต้องใช้พลังงานในการเดินบนพื้นนุ่มมากขึ้น^(8,9) ทำให้มี cadence ลดลงและเดินช้าลงเมื่อเทียบกับการเดินบนพื้นเรียบแข็ง (**รูปที่ 1 ก-ค**)

ลักษณะของพื้นดังกล่าวนี้มีลักษณะคล้ายกับพื้นหญ้า (**รูปที่ 1 ก-ค**) แต่พื้นหญ้ามีความนุ่มน้อยกว่าจึงส่งผลต่อความมั่นคงในการเคลื่อนไหวน้อยกว่าพื้นนุ่ม แต่ความสูงของใบหญ้าทำให้อาสาสมัครต้องพยายามยกขาสูงขึ้นเพื่อให้ก้าวข้ามไปได้^(9,11) การปรับเปลี่ยนนี้ทำให้เกิดจุดศูนย์กลางมวลของร่างกายเคลื่อนสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดความท้าทายต่อการทรงตัวขณะเดินในช่วง single leg support period และการใช้พลังงานขณะเดิน ทำให้อาสาสมัครมี cadence และ walking speed ลดลงเมื่อเปรียบกับการเดินบนพื้นเรียบแข็ง (**รูปที่ 1 ก-ค**)

ตารางที่ 1 ลักษณะของอาสาสมัคร (จำนวน 20 ราย)

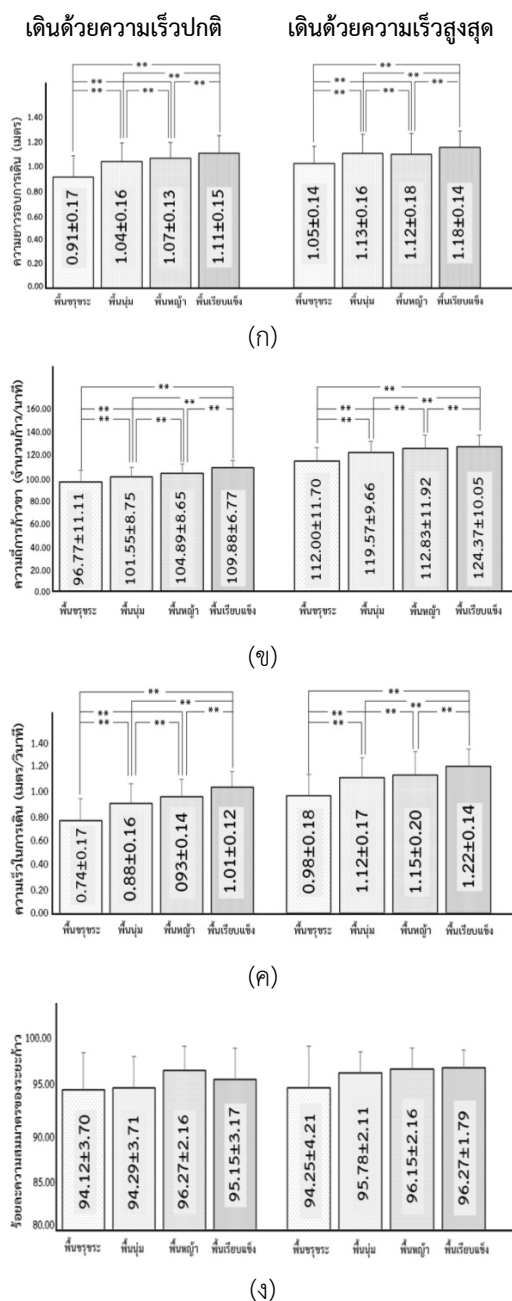
ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน [ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95]
อายุ (ปี)	73.30±6.35 [69.33-75.27]
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	53.88±11.68 [48.41-59.34]
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	156.55±7.56 [152.92-160.18]
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	22.08±4.91 [19.78-24.38]

เมื่อเปรียบเทียบผลการเดินบนพื้นทั้งสามแบบ พบว่าการเดินบนพื้นหินเทียมส่งผลต่อลักษณะการเดินของอาสาสมัครมากที่สุดทั้งในด้านระยะทางและระยะเวลา (รูปที่ 1 ก-ค) ทั้งนี้อาจเกิดจากพื้นหินเทียมมีลักษณะขรุขระ ไม่สม่ำเสมอ ที่ส่งผลทำลายต่อความสามารถด้านการเดินทั้งในระยะ stance phase และระยะที่ก้าวขาไปด้านหน้า (swing phase) กล่าวคือ พื้นขรุขระ/ไม่สม่ำเสมอทำให้ขาข้างที่รับน้ำหนักเกิดความไม่มั่นคง โดยเฉพาะเมื่อเดินด้วย preferred speed ซึ่งส่งผลต่อระยะการก้าวของขาอีกข้างทำให้อาสาสมัครมี stride length สั้นลง (รูป 1ก) นอกจากนี้ ความสูงของก้นหินยังทำให้อาสาสมัครต้องยกขาข้างที่ก้าวไปข้างหน้าสูงขึ้น (increase toe clearance) เพื่อให้ก้าวพ้นก้นหินเทียมได้โดยไม่เกิดการสะดุด ลักษณะเช่นนี้อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้อาสาสมัครก้าวขาและเดินได้ช้าลงอย่างชัดเจนมากกว่าพื้นนุ่มและพื้นหญ้า

ผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นมีความชัดเจนมากที่สุดขณะอาสาสมัครเดินด้วย preferred speed ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจาก 2 ปัจจัยคือ ลำดับการทดสอบและลักษณะของอาสาสมัคร กล่าวคือ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยให้อาสาสมัครเริ่มทดสอบการเดินบนพื้นแต่ละแบบด้วย preferred speed ซึ่งในการเผชิญกับพื้นนั้นๆ ครั้งแรกอาสาสมัครอาจให้ความสนใจกับลักษณะของพื้นและเพิ่มความระมัดระวังในขณะที่เคลื่อนไหว หลังจากทดสอบซ้ำ 3 รอบ อาสาสมัครซึ่งเป็นผู้ที่ไม่มีปัญหาทางการเคลื่อนไหว จึงเกิดการคุ้นชินหรือการเรียนรู้ และเมื่อให้เดินด้วย fastest and safe speed ในลำดับต่อมา อาสาสมัครจึงอาจให้ความสนใจกับการเพิ่มความเร็วในการเดินมากกว่าลักษณะของพื้น ทำให้เมื่อเดินด้วย fastest speed

ผลการศึกษาจึงพบความแตกต่างระหว่างพื้นน้อยกว่าการเดินแบบ preferred speed

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้พบว่าการเดินบนพื้นลักษณะต่างๆ ไม่ส่งผลต่อ step symmetry (รูป 1ง) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นเหล่านี้ส่งผลต่อขาทั้งสองข้างของอาสาสมัครในลักษณะใกล้เคียงกัน ดังนั้น เมื่อพิจารณาสัดส่วนระยะก้าวของขาแต่ละข้างจึงไม่พบความแตกต่างกันระหว่างพื้นแต่ละแบบ (รูปที่ 1ง)



รูปที่ 1 ลักษณะการเดินของอาสาสมัครขณะเดินบนพื้นแต่ละแบบด้วยความเร็วปกติและความเร็วสูงสุด
(ก) ความยาวรอบการเดิน
(ข) ความถี่การก้าวขา
(ค) ความเร็วในการเดิน
(ง) ร้อยละความสมมาตรของระยะก้าว

**แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.001$

ปัจจุบัน การพัฒนาหรือส่งเสริมความสามารถทางการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุมักใช้การออกกำลังกายแบบต่างๆ บนพื้นเรียบแข็ง ในขณะที่การดำเนินชีวิตประจำวัน ผู้สูงอายุอาจต้องเผชิญกับพื้นลักษณะต่างๆ กัน ผลการศึกษาที่พบนี้อาจสะท้อนให้เห็นประโยชน์ของการนำพื้นลักษณะต่างๆ มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถ และเตรียมความพร้อมให้กับผู้สูงอายุเพื่อเพิ่มความสามารถและความปลอดภัยทางการเคลื่อนไหวของบุคคลกลุ่มนี้ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้เป็นการศึกษาในผู้สูงอายุที่ไม่มีปัญหาทางการเคลื่อนไหวโดยใช้การศึกษาแบบภาคตัดขวาง ดังนั้นการศึกษาในอนาคตจึงควรใช้การศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (randomize control trials) และศึกษาในอาสาสมัครที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวกลุ่มต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลยืนยันประโยชน์ของการประยุกต์ใช้ผลของพื้นในการฟื้นฟูและส่งเสริมความสามารถทางการเคลื่อนไหวต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) และมหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

1. United Nations, department of Economic and Social Affairs, Population Division, Population Estimates and Projections Section. New York, NY: United Nations; 1999.
2. Jitapunkul S, Bunnag S, Ebrahim S. Health care for elderly people in developing countries: a case study of Thailand. Age Ageing 1993; 22(5):377-81.
3. Lord SR, Sturieniks DL. The physiology of falling: Assessment and prevention strategies for older people. J Sci Med Sport 2005; 8(1): 35-42.

4. van Iersel MB, Munneke M, Esselink RA, Benraad CE, Olde Rikkert MG. Gait velocity and the Timed-Up-and-Go test were sensitive to changes in mobility in frail elderly patients. *J Clin Epidemiol* 2008;61(2):186-91.
5. Beauchamp MK, Lee A, Ward RF, Harrison SM, Bain PA, Goldstein RS, et al. Do Exercise Interventions Improve Participation in Life Roles in Older Adults? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther* 2017 ;1:97 (10):964-74.
6. Thies SB, Richardson JK, Demott T, Ashton-Miller JA. Influence of an irregular surface and low light on the step variability of patients with peripheral neuropathy during level gait. *Gait Posture* 2005;22:40–5.
7. Gates DH, Wilken JM, Scott SJ, Sinitski EH, Dingwell JB. Kinematic strategies for walking across a destabilizing rock surface. *Gait Posture* 2012;35(1):36-42.
8. Lejeune TM, Willems PA, Heglund NC. Mechanics and energetics of human locomotion on sand. *J Exp Biol* 1998; 201(13):2071-80.
9. Pinnington HC, Dawson B. The energy cost of running on grass compared to soft dry beach sand. *J Sci Med Sport* 2001; 4(4): 416-30.
10. Morrison K, Braham RA, Dawson B, Guelfi K. Effect of a sand or firm-surface walking program on health, strength, and fitness in women 60-75 years old. *J Aging Phys* 2009; 17(2):196-209.
11. Allet L, Armand S, De Bie RA, Pataky Z, Aminian K, Herrmann FR, et al. Gait alterations of diabetic patients while walking on different surfaces. *Gait Posture* 2009;29(3):488-93.
12. Chirawatkul A. Statistics for health science research. Bangkok: Wittayapat; 2009.
13. Thaweewannakij T, Wilaichit S, Chuchot R, Yuenyong Y, Saengsuwan J, Siritaratiwat W, et al. Reference values of physical performance in Thai elderly people who are functioning well and dwelling in the community. *Phys Ther*. 2013;93:1312–1320.
14. Seeley M, Umberger B, Shapiro R. A test of the functional asymmetry hypothesis in walking. *Gait Posture* 2008;28:24–8.
15. Promkeaw D, Yam-ubon A, Saensook W, Amatachaya P, Thaweewannakij T, Amatachaya S. Gait characteristics of healthy individuals while walking on hard and soft surfaces with different levels of thickness. *Thai J Physical Ther* 2017;39(2):77-84
16. Anand Agrawal A, Kishor S, Sagar D, Nirankari KR. Techno, Economic, Feasibility Review of “Artificial Turf” in India. *Procedia CIRP* 2014; 24-8.
17. McLaren NJ, Fleming PR, Forrester SB. Artificial grass: A longitudinal study on ball roll and free pile height. *Procedia Engineer* 2014; 72:871–76.
18. Kim C, Eng J, Whittaker M. Level walking and ambulatory capacity in persons with incomplete spinal cord injury: relationship with muscle strength. *Spinal Cord* 2004; 42(3):156–62.
19. Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing*. 1997;26:15-9.
20. Pramodhyakul N, Amatachaya P, Sooknuan T, Arayawichanon P, Amatachaya S. Visuotemporal cues clinically improved walking ability of ambulatory patients with spinal cord injury within 5 days. *J Spinal Cord Med* 2016; 39:405-11.

21. Kumprou M, Amatachaya P, Sooknuan T, Thaweewannakij T, Mato L, Amatachaya S. Do ambulatory patients with spinal cord injury walk symmetrically? *Spinal Cord* 2016; 55: 204-7.
22. Kumprou M, Amatachaya P, Sooknuan T, Thaweewannakij T, Amatachaya S. Is walking symmetry important for ambulatory patients with spinal cord injury? *Disabil Rehabil* 2017; 1-9
23. Said CM, Goldie PA, Patla AE, Sparrow WA. Effect of stroke on step characteristics of obstacle crossing. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82:1712-9.
24. Kirtley C. *Clinical gait analysis: theory and practice*. Edinburgh: Livingstone; 2006.
25. Menz HB, Lord SR, Fitzpatrick RC. Age-related differences in walking stability. *Age Ageing* 2003; 32:37-42.
26. Richardson JK. An Exploration of step time variability on smooth and irregular surfaces in older persons with neuropathy. *Clin Biomech* 2008; 23(3): 349-56.