ลักษณะการเดินของผู้ที่มีสุขภาพดีขณะเดินบนพื้นแข็งและพื้นนุ่มที่มีระดับความหนาระดับต่าง ๆ

Gait characteristics of healthy individuals while walking on hard and soft surfaces with different levels of thickness

ดลยา พรหมแก้ว[1], อนัญญา แย้มอุบล[2], วิไลรัตน์ แสนสุข[3], พิพัฒน์ อมตฉายา[4], ทิวาพร ทวีวรรณกิจ[1],สุกัลยา อมตฉายา[1*]

Donlaya Promkeaw[1], Ananya Yam-ubon[2], Wilairat Saensook[3], Pipatana Amatachaya[4], Thiwabhorn Thaweewannakij[1], Sugalya Amatachaya[1*]

[1] สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,

[2] คลินิกกายภาพบำบัดอนัญญา

[3] ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[4] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

[1] School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

[2] Ananya Physical Therapy Clinic

[3] Department of Rehabilitation Medicine Faculty of Medicine Khon kaen University

[4] School of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: พื้นนุ่มส่งผลให้เกิดความไม่มั่นคงซึ่งท้าทายความสามารถด้านการเดินแต่ปัจจุบันยังไม่มีรายงานผลของพื้นนุ่มและระดับความหนาที่ส่งผลต่อลักษณะการเดิน

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาลักษณะการเดินของอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 16 คนขณะเดินบนพื้นนุ่มหนา 1 นิ้ว และหนา 3 นิ้ว เปรียบเทียบการเดินบนพื้นเรียบแข็ง

วิธีการ: อาสาสมัคร (อายุเฉลี่ย26±2.85 ปี) ได้รับการประเมินความเร็วในการเดิน ความถี่การก้าวขา ความยาวรอบการเดิน และความสมมาตรของระยะก้าว ขณะเดินบนพื้นแต่ละแบบด้วยความเร็วปกติและความเร็วสูงสุด อย่างละ 3 รอบ ผู้วิจัยบันทึกภาพการเดินของอาสาสมัครเพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 2 มิติโดยใช้โปรแกรม Kinovea ใช้สถิติ ANOVA with repeated measure เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรขณะเดินบนพื้นแต่ละแบบ กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p<0.05$

ผลการศึกษา: เมื่อเดินบนพื้นนุ่มอาสาสมัครเดินและก้าวขาช้าลงกว่าการเดินบนพื้นเรียบแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งเมื่อเดินด้วยความเร็วปกติและความเร็วสูงสุด (ความเร็วในการเดิน = 1.12-1.35 เมตร/วินาที และ 1.34-1.74 เมตร/วินาทีความถี่การก้าวขา = 96-110ก้าว/นาที และ 120-139 ก้าว/นาที เมื่อเดินบนพื้นนุ่มและพื้นเรียบแข็งด้วยความเร็วปกติและความเร็วสูงสุดตามลำดับ $p<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของตัวแปรอื่นรวมถึงไม่พบความแตกต่างระหว่างการเดินบนพื้นนุ่มหนา 1 นิ้วและหนา 3 นิ้ว ($p>0.05$)

สรุปการศึกษา: พื้นนุ่มท้าทายความสามารถด้านการเดินโดยเฉพาะในตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเวลา โดยการประยุกต์ใช้ทางคลินิกอาจเลือกใช้พื้นนุ่มหนา 1 นิ้ว เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ราคาถูก จัดเก็บง่าย และขนย้ายได้สะดวกกว่าพื้นนุ่มหนา 3 นิ้ว อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้เป็นการศึกษาเบื้องต้นในอาสาสมัครสุขภาพดี ดังนั้นการศึกษาในอนาคตควรเปรียบเทียบข้อมูลในอาสาสมัครที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวเพื่อยืนยันการประยุกต์ใช้พื้นนุ่มในการฟื้นฟูความสามารถทางคลินิกได้ดียิ่งขึ้น

ABSTRACT

Background: Soft surfaces provide unstable areas that challenge walking ability. However, no existing evidence reported the effects of soft

*corresponding author: Sugalya Amatachaya. School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. Email: samata@kku.ac.th

surfaces and level of thickness affecting walking characteristics.

Objectives: Investigated walking characteristics of 16 healthy subjects while walking on soft surfaces with 1 inch and 3 inches thickness as compared to a hard surface.

Methods: Subjects (average age 26±2.85 years) were assessed for their walking speed, cadence, stride length and step symmetry while walking over each surface at a self-selected and fastest speed for 3 trials / surface. During walking, the researchers recorded walking characteristics of the subjects 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 levels of significant differences was set at $p<0.05$.

Results: Subjects walked on soft surface with a significantly slower speed and cadence than on a hard surface both preferred and fastest speed (walking speed= 1.12-1.35 m/s and 1.34-1.74 m/s, cadence = 96-110 steps/min and 120-139 steps/min for soft and hard surfaces when walked at a prefer and fastest speed, respectively, $p<0.05$). However, there were no significant differences of other variables, and between 1 inch and 3 inches thickness soft surfaces ($p>0.05$).

Conclusion: Walking on soft surfaces challenge walking ability, especially in temporal parameters. However, a soft surface with 1inch thickness may be more suitable for clinical application than the 3inches thickness because it is lighter, cheaper and easier to be moved and storage than 3inches thickness soft surface. However, the findings are preliminary data in healthy subjects. Thus, a further study should investigate in subjects with movement impairments to confirm the application of soft surfaces in clinical rehabilitation.

Keywords: Walking, Rehabilitation, Assessment, Physical therapy, Balance control

บทนำ

การเดิน (walking) เป็นปัญหาทางการเคลื่อนไหวที่สำคัญสำหรับผู้ป่วยและผู้ที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวกลุ่มต่างๆ เช่น ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยพาร์คินสัน ผู้ป่วยตัดขา และผู้ป่วยเบาหวาน เป็นต้น[1-3] ซึ่งแนวทางการฟื้นฟูความสามารถในปัจจุบันแนะนำให้พัฒนาความสามารถของผู้ป่วยอย่างจำเพาะกับความสามารถที่ต้องการ (task-specific training) ดังนั้น ในผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการเดิน นักกายภาพบำบัดจึงพยายามให้ผู้ป่วยฝึกเดินเพื่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถอย่างจำเพาะกับความสามารถที่ต้องการ[4-6] อย่างไรก็ตาม การฝึกเดินในปัจจุบันมักทำบนพื้นเรียบแข็ง (hard surface) จากการทบทวนวรรณกรรม คณะผู้วิจัยพบว่าพื้นนุ่ม เช่น พื้นทราย หรือพื้นโฟม ทำให้เกิดความท้าทายต่อความสามารถด้านต่างๆ เช่น การทำงานของกล้ามเนื้อ การทรงตัว การใช้พลังงาน รวมถึงรูปแบบการเดินของอาสาสมัครมากกว่าการเดินบนพื้นเรียบแข็ง[7-9] Morrisonและคณะ[7] พบว่าการเดินหรือออกกำลังกายบนพื้นทรายทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 นอกจากนี้ Lejeune และคณะ[9] พบว่าการเดินและวิ่งบนพื้นทรายทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อและการใช้พลังงานสูงขึ้นประมาณ 1.6-2.7 เท่า โดยเฉพาะเมื่อควบคุมให้ความเร็วในการเคลื่อนไหวเท่ากับขณะเดินบนพื้นเรียบแข็ง ดังนั้น การประยุกต์ใช้พื้นดังกล่าวมาร่วมในการฝึกเดินอาจช่วยพัฒนาประสิทธิภาพของการฟื้นฟูความสามารถของผู้ป่วยได้

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่ระยะเวลาการรักษาตัวในโรงพยาบาลของผู้ป่วยลดสั้นลงมาก (จาก 115 วัน ในปี ค.ศ. 1974 เป็น 36 วันในปี ค.ศ. 2005)[10,11]

อย่างไรก็ตาม การนำพื้นทรายมาใช้ในการพัฒนาความสามารถของผู้ป่วยในโรงพยาบาลหรือคลินิกทั่วไปอาจทำได้ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะในสถานพยาบาลที่ต้องจัดการพื้นที่ใช้สอยให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมทั้งทำให้เกิดปัญหาในการดูรักษาความสะอาด ส่วนการทำบริเวณพื้นทรายไว้ภายนอกอาคาร (outdoor area) อาจจำกัดการใช้งานเพียงในบางช่วงเวลาหรือฤดูกาล เช่น แดดไม่ร้อน ฝนไม่ตก เป็นต้น ในทางตรงข้าม การใช้พื้นนุ่ม เช่น พื้นฟองน้ำอัด น่าจะทำให้เกิดความไม่มั่นคงขณะเคลื่อนไหวที่ส่งผลท้าทายต่อความสามารถในการเดิน โดยพื้นนุ่มสามารถจัดหาและเก็บได้ง่าย ประยุกต์ใช้ในสถานที่ต่างๆ ได้ ราคาไม่แพง รวมถึงลดภาระการดูแลรักษาความสะอาดได้ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีรายงานผลของพื้นนุ่มและความหนาที่ส่งผลต่อลักษณะการเดิน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพื้นนุ่มและความหนาที่ส่งผลต่อลักษณะการเดินที่ประเมินจากตัวแปรด้านระยะทางและเวลา (spatiotemporal parameters) ในอาสาสมัครสุขภาพดี ผลการศึกษาจะช่วยให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการเปรียบเทียบผลของพื้นนุ่มในผู้ที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวกลุ่มต่างๆ รวมถึงได้แนวทางในการพิจารณาความหนาของพื้นนุ่มที่ควรประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดการท้าทายความสามารถด้านการเดินทางคลินิกต่อไป

วิธีการวิจัย

<u>อาสาสมัคร</u>

การศึกษานี้เป็นการวิจัยแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) ในอาสาสมัครสุขภาพดีจากชุมชนต่างๆ ในจังหวัดขอนแก่น อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและเพศหญิง ที่มีดัชนีมวลกายปกติ (ระหว่าง18.5-24.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร) ไม่มีความผิดปกติที่ส่งผลต่อความสามารถด้านการเดิน เช่น มีอาการปวดหรือการอักเสบของขามากกว่า 5 คะแนน มีความยาวขาแตกต่างกันอย่างชัดเจน หรือมีการผิดรูปของข้อต่อต่างๆ เป็นต้น

วิธีศึกษา

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE591368) อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกได้รับการอธิบายวิธีการวิจัยและต้องลงนามยินยอมก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย หลังจากนั้นอาสาสมัครได้รับการติดเทปสีบริเวณส้นเท้าทั้ง 2 ข้าง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล[12,13] และได้รับการประเมินลักษณะการเดินขณะเดินบนพื้นต่างๆ ประกอบด้วย พื้นเรียบแข็ง และพื้นนุ่มซึ่งทำจากฟองน้ำอัดที่ใช้สำหรับทำที่นอนหรือโซฟาที่มีความหนา 1 นิ้ว และ 3 นิ้ว (ความหนาแน่น 60 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร) โดยแต่ละพื้นมีความยาว 10 เมตร เดินด้วยความเร็วปกติ (preferred speed) และความเร็วสูงสุดอย่างปลอดภัย (fastest and safe speed) 3 รอบ/ความเร็ว/พื้น ขณะเดินบนพื้นแต่ละแบบ ผู้ประเมินจับภาพการเคลื่อนไหวในช่วง 4 เมตรตรงกลางของทางเดินทั้งหมด โดยใช้กล้องดิจิตอลที่มีความเร็วในการจับภาพ 60 ภาพ/วินาที (frames/second) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยลักษณะการเดินแบบ 2 มิติด้วยวิธี manual digitization และโปรแกรม Kinovea (version 0.8.24) โดยผู้วัดที่มีความเที่ยงภายในสูง (intra-class correlation coefficient [ICC] = 0.88-0.99) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการเดินด้านต่างๆ ประกอบด้วย ความเร็วในการเดิน(walking speed) ความถี่การก้าวขา (cadence) ความยาวรอบการเดิน (stride length) และความสมมาตรของระยะก้าว (step symmetry) โดยใช้สูตรดังนี้[12-14,17]

ความเร็วในการเดิน = $\frac{\text{ความยาวรอบการเดิน} \times \text{ความถี่การก้าวขา}}{120}$

ความถี่การก้าวขา = จำนวนก้าวใน 1 นาที

ความยาวรอบการเดิน = ระยะก้าวเฉลี่ยของขาข้างขวา + ระยะก้าวเฉลี่ยของขาข้างซ้าย (เมตร)

ความสมมาตรของระยะก้าว = $\frac{\text{ระยะก้าวของขาข้างที่ก้าวสั้นกว่า (shorter step length)}}{\text{ระยะก้าวของขาข้างที่ก้าวยาวกว่า (longer step length)}} \times 100$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายลักษณะของอาสาสมัครและผลการศึกษา ใช้สถิติ Analysis of variance (ANOVA) with repeated measures เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดิน ความถี่การก้าวขาความยาวรอบการเดิน และความสมมาตรของระยะก้าวขณะอาสาสมัครเดินบนพื้นแต่ละแบบและใช้สถิติ post-hoc (Bonferroni's) tests ในการระบุความแตกต่างระหว่างคู่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p<0.05$

ผลการศึกษา

ลักษณะการเดินของอาสาสมัครขณะเดินบนพื้นต่างๆ

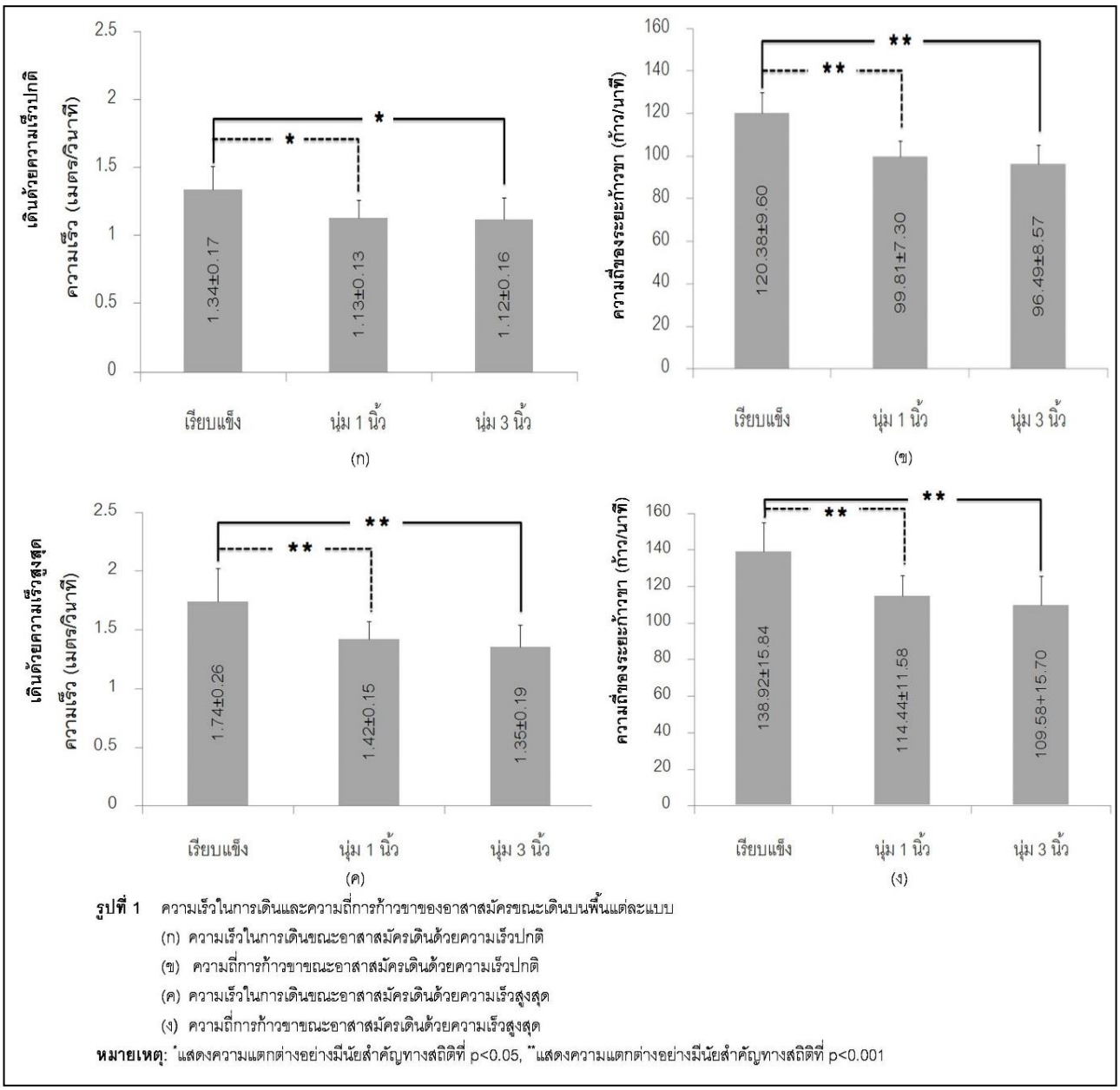
ผลการศึกษาพบว่าอาสาสมัครเดินได้เร็วมากที่สุดขณะเดินบนพื้นเรียบแข็ง อาสาสมัครเดินช้าลงและมีเสียงลากเท้าเมื่อเดินบนพื้นนุ่มทั้งเมื่อเดินด้วยความเร็วปกติและความเร็วสูงสุด (รูปที่ 1ก, 1ค) โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความเร็วในการเดินเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพื้นเรียบแข็งและพื้นนุ่ม ($p < 0.05$ รูปที่1ก และ $p < 0.001$ รูปที่ 1ค) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความเร็วในการเดินระหว่างการเดินบนพื้นนุ่มหนา 1 นิ้วและพื้นนุ่มหนา 3 นิ้ว ($p>0.05$ รูปที่ 1ก, 1ค)

ผลการศึกษาของความถี่การก้าวขาสอดคล้องกับความเร็วในการเดิน คือ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นเรียบแข็งและพื้นนุ่ม ($p<0.001$ รูปที่ 1ข และ 1ง) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างพื้นนุ่มทั้งสองแบบ ($p>0.05$ รูปที่ 1ข และ 1ง) อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของตัวแปรอื่นๆ ระหว่างการเดินบนพื้นทั้งสามแบบ ($p>0.05$ รูปที่ 2ก-2ง)

บทวิจารณ์

การวิจัยนี้ศึกษาลักษณะการเดินบนพื้น 3 แบบ ประกอบด้วยพื้นเรียบแข็ง พื้นนุ่มหนา 1 นิ้วและพื้นนุ่มหนา 3 นิ้วในอาสาสมัครสุขภาพดี ผลการศึกษาพบว่าการเดินบนพื้นนุ่มทำให้อาสาสมัครเดินช้าลงและมีความถี่การก้าวขาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับการเดินบนพื้นเรียบแข็ง (รูปที่ 1ก-1ง) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพื้นนุ่มหนา 1 นิ้วและพื้นนุ่มหนา 3 นิ้ว (รูปที่ 1ก-1ง) และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระยะทาง เช่น ความยาวรอบการเดิน (รูปที่ 2ก, 2ค) และความสมมาตรของระยะก้าว (รูปที่ 2ข, 2ง)

ผลการศึกษาที่พบอาจเกิดขึ้นเนื่องจากพื้นนุ่มมีความไม่มั่นคง (unstable surface) ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ[8,9] และความมั่นคงในการเคลื่อนไหวขณะเดินโดยเฉพาะในช่วงที่ขารับน้ำหนักเพียงข้างเดียว (single leg support period) ทำให้การเดินบนพื้นนุ่มต้องใช้กล้ามเนื้อทำงานร่วมกัน (co-contraction) มากขึ้น เพื่อให้ร่างกายมีความมั่นคงและขับเคลื่อนร่างกายไปทางด้านหน้า นอกจากนี้ พื้นนุ่มยังมีแรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction force) ลดลง โดยเฉพาะการเดินในระยะ push off ของช่วงที่ขาข้างนั้นรับน้ำหนักร่างกาย (stance phase)[7,9] ทำให้กล้ามเนื้องอสะโพก (hip flexor muscles) ต้องทำงาน

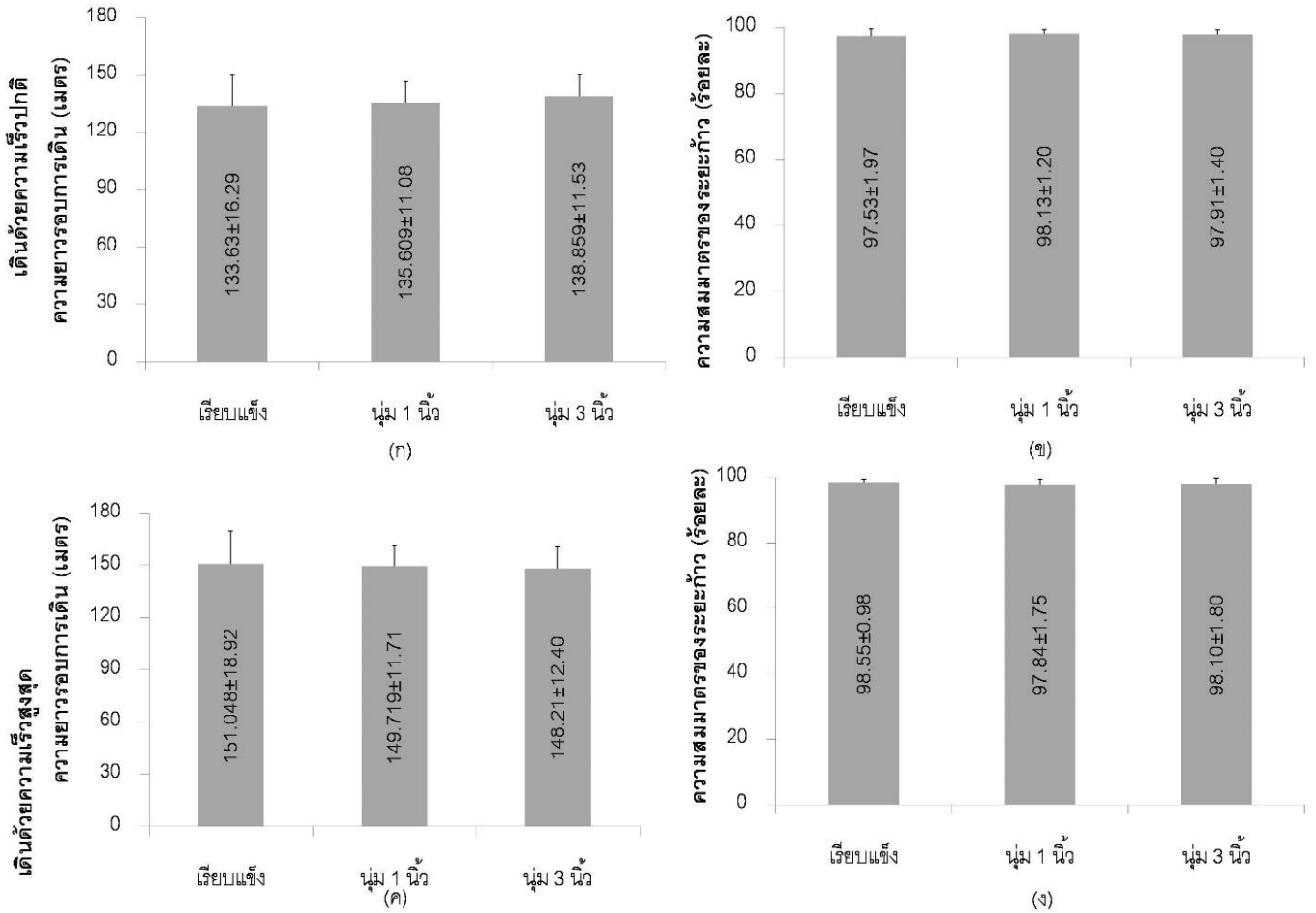


รูปที่ 1 ความเร็วในการเดินและความถี่การก้าวขาของอาสาสมัครขณะเดินบนพื้นแต่ละแบบ
(ก) ความเร็วในการเดินขณะอาสาสมัครเดินด้วยความเร็วปกติ
(ข) ความถี่การก้าวขาขณะอาสาสมัครเดินด้วยความเร็วปกติ
(ค) ความเร็วในการเดินขณะอาสาสมัครเดินด้วยความเร็วสูงสุด
(ง) ความถี่การก้าวขาขณะอาสาสมัครเดินด้วยความเร็วสูงสุด
หมายเหตุ: *แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$, **แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.001$

มากขึ้นเพื่อยกขาขึ้นจากพื้นในช่วงก้าวขา (swing phase)[15,16] ด้วยเหตุนี้ การเดินบนพื้นนุ่มจึงทำให้อาสาสมัครเดินและก้าวขาช้าลง ($p<0.05$รูปที่ 1ก-1ง) รวมถึงยกเท้าขึ้นจากพื้นได้ไม่สูง ทำให้มีเสียงเดินลากเท้า โดยลักษณะต่างๆ เหล่านี้ มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นเมื่อเดินด้วยความเร็วสูงสุด เนื่องจากเมื่อเดินเร็วขึ้นอาสาสมัครต้องอยู่ในช่วงที่ขารับน้ำหนักเพียงข้างเดียวนานขึ้น แต่พื้นนุ่มที่ไม่มั่นคงทำให้กล้ามเนื้อต่างๆ ต้องทำงานร่วมกันมากขึ้น ทำให้พบความแตกต่างของตัวแปรอย่างชัดเจนกว่าการเดินบนพื้นเรียบแข็ง ($p<0.001$ รูปที่ 1ข, 1ง)

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเดินบนพื้นนุ่มไม่ส่งผลต่อความยาวรอบการเดินและความสมมาตรของระยะก้าว (รูปที่ 2ก-2ง) รวมถึงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของตัวแปรต่างๆ ระหว่างการเดินบนพื้นนุ่มหนา 1 นิ้วและพื้นนุ่มหนา 3 นิ้ว (รูปที่ 2ก-2ง) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอาสาสมัครเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ทำให้การเดินบนพื้นนุ่มหนา 1 นิ้ว และพื้น

นุ่มหนา 3 นิ้ว มีความท้าทายต่ออาสาสมัครสุขภาพดีไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงที่ขารับน้ำหนักเพียงข้างเดียว กล่าวคือ อาสาสมัครยังคงสามารถรับน้ำหนักร่างกายและทรงตัวบนขาข้างเดียวได้มากและนานเพียงพอที่จะก้าวขาอีกข้างไปได้ในระยะใกล้เคียงเดิม แต่ความนุ่มของพื้นส่งผลให้มีแรงปฏิกิริยาจากพื้นลดลง จึงส่งผลต่อความถี่การก้าวขาขึ้นจากพื้นและความเร็วในการเดิน แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของระยะก้าวหรือระยะรอบการเดินและความสมมาตรของระยะก้าวของอาสาสมัครผลการศึกษาที่พบนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Lejeune และคณะ[9] ที่พบว่าการเดินและวิ่งบนพื้นทรายทำให้อาสาสมัครเดินและเคลื่อนไหวช้าลง ทำให้ค่าตัวแปรต่างๆ เช่น ทำงานของกล้ามเนื้อและการใช้พลังงานไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่เมื่อควบคุมให้อาสาสมัครมีความเร็วในการเคลื่อนไหวขณะเดินบนพื้นทรายเท่ากับขณะเดินบนพื้นเรียบแข็ง ผลการศึกษาพบว่าการทำงานของกล้ามเนื้อและการใช้พลังงานของอาสาสมัครสูงขึ้นอย่างชัดเจน (1.6-2.7 เท่าเมื่อเทียบกับการเดินบนพื้นเรียบแข็ง)[9]



รูปที่ 2 ความยาวรอบการเดินและความสมมาตรของการเดินของอาสาสมัครขณะเดินบนพื้นแต่ละแบบ
(ก) ความยาวรอบการเดินขณะอาสาสมัครเดินด้วยความเร็วปกติ
(ข) ความยาวรอบการเดินขณะอาสาสมัครเดินด้วยความเร็วสูงสุด
(ค) ความสมมาตรของระยะก้าวขณะอาสาสมัครเดินด้วยความเร็วปกติ
(ง) ความสมมาตรของระยะก้าวขณะอาสาสมัครเดินด้วยความเร็วสูงสุด

ข้อจำกัดของการศึกษาและคำแนะนำสำหรับการศึกษาต่อไปในอนาคต

ผลการศึกษาที่ได้เป็นข้อมูลในอาสาสมัครสุขภาพดีซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับการเปรียบเทียบผลการศึกษาในผู้ที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวกลุ่มต่างๆ อย่างไรก็ตาม การศึกษาในอนาคตควรศึกษาผลของพื้นนุ่มในอาสาสมัครที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวกลุ่มต่างๆ รวมถึงศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเดินด้านอื่นๆ เช่น ตัวแปรด้านจลนศาสตร์ (Kinematics) และจลนพลศาสตร์ (Kinetics) รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะการเดินบนพื้นนุ่มของอาสาสมัครเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาบ่งชี้ว่า พื้นนุ่มมีความท้าทายความสามารถด้านการเดินโดยเฉพาะในตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเวลา ประกอบด้วย ความเร็วในการเดินและความถี่การก้าวขา โดยการประยุกต์ใช้ทางคลินิกอาจเลือกใช้พื้นนุ่มหนา 1 นิ้ว เนื่องจากมีน้ำหนักเบา จัดเก็บง่าย ขนย้ายได้สะดวก และมีราคาถูกกว่าพื้นนุ่มหนา 3 นิ้ว

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.; PHD5710062) และกลุ่มวิจัยการพัฒนาความสามารถทางกายและคุณภาพชีวิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น (IPQ)

เอกสารอ้างอิง

1. Savin DN, Morton SM, Whitall J. Generalization of improved step length symmetry from treadmill to overground walking in persons with stroke and hemiparesis. Clin Neurophysiol 2014; 125: 1012-20.
2. Sawachaa Z, Spolaora F, Guarnerib G, et al. Abnormal muscle activation during gait in diabetes patients with and without neuropathy. Gait Posture 2012; 35: 101-5.
3. Boonstra TA, van der Kooij H, Munneke M, Bloem BR. Gait disorders and balance disturbances in Parkinson's disease: clinical update and pathophysiology. Curr Opin Neurol 2008; 21: 461-71.
4. Behrman A, Harkema S. Locomotor training after human spinal cord injury: a series of case studies. Phys Ther 2000; 80: 688-700.
5. Amatachaya S, Kaewsutthi M. Gait rehabilitation for patients with incomplete spinal cord injury (iSCI): conventional and treadmill training. J Med Tech Phys Ther 2007; 19: 7-19.
6. Behrman AL, Bowden MG, Nair PM. Neuroplasticity after spinal cord injury and training: an emerging paradigm shift in rehabilitation and walking recovery. Phys Ther 2006; 86: 1406-25.
7. 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 Act 2009; 17: 196-209.
8. Pinnington HC, Dawson B. The energy cost of running on grass compared to soft dry beach sand. J Sci Med Sport 2001; 4: 416-30.
9. Lejeune TM, Willems PA, Heglund NC. Mechanics and energetics of human locomotion on sand. J Exp Biol 1998; 201: 2071-80.

10. National Spinal Cord Injury Statistical Center. Spinal cord injury facts and figures at a glance. J Spinal Cord Med 2013; 36: 568-9.
11. Cardenas DD, Hoffman JM, Kirshblum S, McKinley W. Etiology and incidence of rehospitalization after traumatic spinal cord injury: a multicenter analysis. Arch Phys Med Rehabil 2004; 85: 1757-63.
12. 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.
13. 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.
14. 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
15. Kirtley C. Clinical gait analysis: theory and practice. Edinburgh: Livingstone; 2006.
16. Balasubramanian CK, Bowden MG, Neptune RR, Kautz SA. Relationship between step length asymmetry and walking performance in subjects with chronic hemiparesis. Arch Phys Med Rehabil 2007; 88: 43-9.
17. Patterson KK, Gage WH, Brooks D, Black SE, McIlroy WE. Evaluation of gait symmetry after stroke: a comparison of current methods and recommendations for standardization. Gait Posture 2010; 31: 241-6.