

ผลของกายอุปกรณ์เสริมข้อเข่าต่อความสามารถในการเดินของผู้มีภาวะข้อเข่าเสื่อม

Effect of knee orthosis on walking performance in individuals with knee osteoarthritis

■ อมรเทพ จันท์แก้ว ภัทรพร สิทธิเลิศพิศาล สมรรถชัย จำนงค์กิจ*
Amornthep Jankaew Patraporn Sitilertpisan Samatchai Chamnongkich*

ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chang Mai, Thailand

* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: samatchai.c@cmu.ac.th)

* Corresponding author (Email: samatchai.c@cmu.ac.th)

Received July 2017

Accepted as revised September 2017

Abstract

Background: Knee orthosis has been recommended as part of conservative treatment for individuals with knee osteoarthritis (OA). However, the effects of common types of knee orthosis on function and pain during movement are still inconclusive.

Objectives: To compare the effect of two types of knee orthosis (knee sleeve and OA knee brace) on walking variables and knee pain in individuals with mild to moderate severity of knee OA and to determine the association between knee pain and type of knee orthosis that the participants felt most satisfied with.

Materials and methods: Twenty-four individuals (20 females and 4 males) diagnosed with knee OA participated in this study. Participants rated the overall knee pain they experienced in the past month, answered the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) and underwent a 40-meter fast paced walk test in three conditions: no-orthosis, knee sleeve, and OA knee brace. Walking time (second) and speed (meter/second) to complete the test were recorded. After each condition, the participants reported the level of pain during walking by a numerical rating scale (NRS). After completing all the tests, the participants indicated the type of knee orthosis that they felt most satisfied with. One-way repeated measure analysis of variance and Friedman test were used to compare the results from the three conditions. Spearman's rho was used to examine the correlation between level of pain and the type of knee orthosis that participants chose. The level of significant was set at $p < 0.05$.

Results: Significant differences in walking time and speed were found between the three testing conditions ($p < 0.05$). A reduction in walking time and an increased walking speed were revealed when either type of knee orthosis was worn with walking speed in decreasing order as followed: OA knee brace > knee sleeve > no-orthosis condition. Comparing with no-orthosis, OA knee brace and knee sleeve conditions significantly reduced pain ($p < 0.01$). No significant difference in level of pain during walking between the two orthosis conditions was found ($p = 0.33$). The correlation between the overall knee pain in the past month and the type of knee orthosis chosen was not significant ($r = -0.354$, $p = 0.09$).

Conclusion: Improvement in walking variables was found in knee OA patients with mild to moderate severity when either OA knee brace or knee sleeve was worn as compared to not wearing knee orthosis. In addition, both knee sleeve and OA knee brace aided in the reduction of knee pain during walking.

Journal of Associated Medical Sciences 2017; 50(3): 479-489. Doi: 10.14456/jams.2017.47

Keywords: Knee osteoarthritis, knee orthosis, knee pain, walking speed

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: อุปกรณ์เสริมข้อเข่าได้รับการแนะนำให้เป็นส่วนหนึ่งของการรักษาแบบอนุรักษ์สำหรับผู้ที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อม อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัดถึงผลของอุปกรณ์เสริมข้อเข่าชนิดที่พบบ่อยต่อความสามารถในการทำงานและอาการปวดขณะเคลื่อนไหว

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบผลของอุปกรณ์เสริมข้อเข่า (knee orthosis) 2 ชนิด คือ ชนิดสวมรัดข้อเข่า (knee sleeve) และชนิดสำหรับข้อเข่าเสื่อม (OA knee brace) ต่อตัวแปรการเดินและอาการปวดข้อเข่าของผู้ที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อมระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง และเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับอาการปวดเข่ากับชนิดของอุปกรณ์เสริมข้อเข่าที่อาสาสมัครพึงพอใจ

วัสดุและวิธีการ: อาสาสมัครที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคข้อเข่าเสื่อมจำนวน 24 ราย (เพศหญิง 20 ราย เพศชาย 4 ราย) ให้ข้อมูลอาการปวดข้อเข่าโดยรวมในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ตอบแบบสอบถาม Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) และรับการทดสอบเดินเร็วระยะทาง 40 เมตร ใน 3 เงื่อนไข ได้แก่ ไม่ใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่า (no-orthosis) ใส่อุปกรณ์ชนิด knee sleeve และใส่อุปกรณ์ชนิด OA knee brace ตัวแปรการศึกษาคือ เวลาที่ใช้ในการเดิน (วินาที) และอัตราเร็วการเดิน (เมตร/วินาที) หลังจากเสร็จสิ้นการเดินในแต่ละเงื่อนไข อาสาสมัครให้คะแนนระดับความเจ็บปวดขณะเดินด้วย Numerical Rating Scale (NRS) หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบทุกเงื่อนไข ให้อาสาสมัครเลือกอุปกรณ์เสริมข้อเข่าที่พึงพอใจมากที่สุด วิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วย one-way repeated measure analysis of variance และ Friedman test วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเจ็บปวดและการเลือกชนิดของ brace ด้วยสถิติ Spearman's rho กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา: พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของเวลาเฉลี่ยการเดินและอัตราเร็วการเดินระหว่าง 3 เงื่อนไขการทดสอบ ($p < 0.05$) ระยะเวลาการเดินลดลงและอัตราเร็วการเดินเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ knee orthosis ไม่ว่าจะเป็นชนิดใดโดยอัตราเร็วการเดินเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ OA knee brace > knee sleeve > no-orthosis พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับความเจ็บปวดขณะเดินระหว่างเงื่อนไข knee orthosis แต่ละชนิดกับเงื่อนไข no-orthosis ($p < 0.01$) ระดับความเจ็บปวดขณะเดินระหว่าง knee orthosis 2 ชนิด ไม่แตกต่างกัน ($p = 0.33$) และยังไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างอาการปวดในช่วงเดือนที่ผ่านมาและการเลือกชนิดของ knee orthosis ($r = -0.354$, $p = 0.09$)

สรุปผลการศึกษา: ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมที่มีความรุนแรงระดับเล็กน้อยถึงปานกลางเมื่อใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่าชนิด OA knee brace และ knee sleeve มีตัวแปรการเดินที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่า นอกจากนี้การใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่า ไม่ว่าจะเป็นชนิด knee sleeve หรือ OA knee brace มีผลช่วยลดอาการปวดข้อเข่าในขณะที่เดินได้ไม่แตกต่างกัน

Journal of Associated Medical Sciences 2560; 50(3): 479-489. Doi: 10.14456/jams.2017.47

คำสำคัญ: ข้อเข่าเสื่อม อุปกรณ์เสริมข้อเข่า อาการปวดเข่า อัตราเร็วการเดิน

บทนำ

ปัจจุบันผู้ที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อม (knee osteoarthritis: OA) มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นสัมพันธ์กับสัดส่วนประชากรวัยสูงอายุที่เพิ่มขึ้น จากการสำรวจในประเทศสหรัฐอเมริกาในผู้ที่มีอายุ 45 ปีขึ้นไป พบความชุกของผู้ที่มีอาการข้อเข่าเสื่อมอยู่ที่ร้อยละ 16.7¹ และในผู้ที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป พบร้อยละ 12.1² ข้อมูลการสำรวจในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2559 พบว่าผู้ที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป

ที่มีอาการปวดเข่าและรับการตรวจภาพถ่ายรังสีพบความชุกของภาวะข้อเข่าเสื่อมอยู่ที่ร้อยละ 34.5 ถึง 45.6 และมีแนวโน้มพบความชุกของโรคเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น^{3,4} ภาวะข้อเข่าเสื่อมพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชายในสัดส่วนหญิงต่อชายตั้งแต่ 1.5:1 ถึง 4:1⁵

เป้าหมายหลักในการดูแลรักษาผู้ที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อม ได้แก่ การควบคุมอาการปวด การเพิ่มการทำงานของข้อต่อ และ

การชะลอการดำเนินของโรควิธี การรักษาที่นิยมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหลักข้างต้นคือการรักษาแบบผสมผสานระหว่างการรักษาด้วยยา (pharmacological treatment) ร่วมกับการรักษาด้วยการไม่ใช้ยา (non pharmacological treatment) ทั้งนี้ องค์การโรคข้อระดับนานาชาติต่างๆ เช่น European League Against Rheumatism (EULAR), American Rheumatology of Rheumatology (ACR) และ Osteoarthritis Research Society International (OARSI)⁶⁻⁸ ได้ระบุถึงการใช้อุปกรณ์เสริมข้อต่อเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการเสื่อมของข้อต่อ

อุปกรณ์เสริมเพื่อพยุงข้อเข่า (knee orthosis) ที่แพทย์ทั่วไป (physicians) และแพทย์เฉพาะทางโรคข้อ (rheumatologists) แนะนำและออกใบสั่งให้ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมใช้ ได้แก่ อุปกรณ์พยุงข้อเข่าชนิดสวมรัดเข่า (knee sleeve) และชนิดมีเหล็กตามด้านข้าง (knee brace)⁹ มีการรายงานถึงผลของการสวมใส่ knee orthosis ว่าสามารถลดอาการปวดและเพิ่มความสามารถในการทำงานของข้อเข่าได้ Chuang และคณะ¹⁰ พบว่าผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมที่ใส่ knee sleeve มีการทรงตัวที่ดีขึ้นจากการทดสอบด้วย static และ dynamic balance ขณะยืน Bryk และคณะ¹¹ รายงานว่าผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมที่ใส่ knee sleeve สามารถเดินได้ดีขึ้นจากการทดสอบการเดินระยะ 8 เมตร (8-meter walk test) และเวลาการทดสอบ Timed Up and Go test สำหรับการศึกษาดังกล่าวของ knee brace เป็นไปในทิศทางเดียวกัน Richards และคณะ¹² พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ใส่ knee brace นั้น การใส่ knee brace ทั้งชนิดข้อพับธรรมดา (hinged brace) และชนิดช่วยผ่อนแรงกด (unloader brace) มีผลต่อการลงน้ำหนักขาข้างที่ใส่ knee brace และรูปแบบการเดิน อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่ทดสอบผลของ knee sleeve หรือ knee brace เพียงอย่างเดียวหนึ่ง จึงยังขาดการเปรียบเทียบภายใต้การศึกษาเดียวกัน ทั้งนี้มีเพียงการศึกษาของ Kirkley และคณะ¹³ ที่เปรียบเทียบผลของ knee sleeve ที่จำหน่ายทั่วไปและ unloader knee brace ชนิดที่ตัดให้เฉพาะราย (custom-made) สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยพบว่าทั้ง knee sleeve และ unloader knee brace ให้ผลที่ไม่แตกต่างกันในด้านความสามารถการเดิน ได้แก่ ระยะทางที่เดินได้จากการทดสอบเดิน 6 นาที (six-minute walk test) และจำนวนขั้นบันไดที่สามารถเดินขึ้นได้ภายในเวลา 30 วินาที (30-second stair climbing test) แต่ unloader knee brace ช่วยลดอาการปวดขณะทำกิจกรรมได้มากกว่าเมื่อเทียบกับ knee sleeve

อุปกรณ์เสริมข้อเข่าทั้งชนิด knee sleeve และ knee brace มีจำหน่ายทั่วไป ผู้ป่วยหรือญาติสามารถหาซื้อจากร้านอุปกรณ์การแพทย์หรือสั่งซื้อจากร้านค้าออนไลน์ได้โดยไม่ต้องมีคำสั่งจากแพทย์ อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ต่างชนิดกัน

มีทั้งข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกันไป ดังนั้น บุคลากรทางการแพทย์ผู้ให้คำแนะนำการเลือกซื้อหรือตัวผู้ป่วยเองควรมีข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อช่วยพิจารณาการเลือกซื้อ ประกอบกับจากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัดถึงผลของการใส่ knee sleeve เทียบกับ knee brace ต่อการลดอาการปวดและการเพิ่มการทำงานของข้อเข่า ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเปรียบเทียบผลของอุปกรณ์เสริมข้อเข่าชนิด knee sleeve และ knee brace ชนิดสำหรับโรคข้อเข่าเสื่อม (OA knee brace) ต่อเวลาที่ใช้ในการเดิน อัตราเร็วการเดิน และระดับความเจ็บปวดขณะเดินของผู้ที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อม และเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับอาการปวดเข่ากับชนิดของอุปกรณ์เสริมข้อเข่าที่อาสาสมัครพึงพอใจโดยกำหนดสมมติฐานของการศึกษาคือมีความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการเดินและอัตราเร็วการเดินที่ได้จากการทดสอบเดินเร็วเป็นระยะทาง 40 เมตร (40-meter fast paced walk test) และระดับความเจ็บปวดระหว่างใส่และไม่ใส่ knee orthosis และระหว่างเงื่อนไขการทดสอบที่ใส่ knee orthosis ต่างชนิดกันและระดับอาการปวดเข่ามีความสัมพันธ์กับชนิดของอุปกรณ์เสริมข้อเข่าที่อาสาสมัครพึงพอใจ ทั้งนี้การทดสอบการเดินเร็วระยะทาง 40 เมตรเป็นหนึ่งในทดสอบมาตรฐานตามหลักเกณฑ์ล่าสุดที่ OARSI¹⁴ แนะนำให้ใช้เพื่อประเมินผลลัพธ์การรักษาสำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อม

วัสดุและวิธีการศึกษา

ผู้เข้าร่วมการทดสอบเป็นกลุ่มอาสาสมัครจากชุมชนในเขตอำเภอเมือง และอำเภอใกล้เคียง ของจังหวัดเชียงใหม่ ผ่านไปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ กำหนดเกณฑ์คัดเข้าคือ

- 1) เพศชายและหญิงอายุ 50 ปี ขึ้นไป
- 2) ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคข้อเข่าเสื่อมข้างใดข้างหนึ่งจากศัลยแพทย์กระดูกและข้อตามเกณฑ์ของ clinical criteria of the American College of Rheumatology¹⁵ และ
- 3) ความรุนแรงของภาวะข้อเข่าเสื่อมอยู่ระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง (mild to moderate severity) ตาม K-L classification grade 2-3¹⁶

กำหนดเกณฑ์คัดออก คือ

- 1) ผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น โรคข้อรูมาตอยด์ โรคเกาต์ ประวัติกระดูกขาหักผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม ข้อสะโพกเทียม และ
- 2) ผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีภาวะทางระบบประสาท ระบบหัวใจและหลอดเลือดมีภาวะผิดปกติทางกายอื่นๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อความสามารถการเดินและผู้ที่ใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่าเป็นประจำ

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาคำนวณด้วยโปรแกรม G*Power 3.1.7 โดยกำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (power) เท่ากับ 80% ระดับนัยสำคัญ (alpha level) เท่ากับ 0.05 และขนาดอิทธิพล (effect size) เท่ากับ 0.6 อ้างอิงจากการศึกษาของ Kennedy และคณะ¹⁷ ที่ได้รายงานค่า minimal level of detectable change สำหรับ self-paced walking time test ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษานี้จำนวน 24 ราย

อุปกรณ์เสริมเพื่อพยุงข้อเข่า knee sleeve และ unloading knee brace เป็นแบบพร้อมใช้ (off-the-shelf knee orthosis) ที่สั่งซื้อจากร้านค้าออนไลน์เนื่องจากเป็นวิธีการที่ผู้บริโภคนิยมในปัจจุบัน อุปกรณ์ knee sleeve คือ FUTURO™ Comfort Lift Knee Support (3M, St. Paul, MN, USA) ถูกเลือกใช้ในการศึกษานี้อ้างอิงตามข้อมูลหน่วยเภสัชกรรมผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นอุปกรณ์เสริมข้อเข่าที่แพทย์สั่งจ่ายเป็นจำนวนมากที่สุดให้กับผู้ป่วยในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม พ.ศ. 2560 อุปกรณ์ OA knee brace คือ FLA OA knee Brace (BSN medical Inc., Charlotte, NC, USA.) เนื่องจากเป็นอุปกรณ์เสริมข้อเข่าชนิดเฉพาะสำหรับภาวะข้อเข่าเสื่อม ชนิด unloading knee brace ผู้วิจัยเลือกขนาด knee orthosis ที่เหมาะสมกับอาสาสมัครแต่ละราย โดยวัดจากเส้นรอบวงต้นขาที่ตำแหน่งเหนือข้อเข่า และทำการสวมใส่ให้อาสาสมัครตามคำแนะนำการใส่อุปกรณ์ของบริษัทผู้ผลิต

ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษานี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยจากสถาบันการศึกษา (รหัส AMSEC-60EX-017) ก่อนการทดสอบ อาสาสมัครได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการวิจัย รวมทั้งลงนามในใบยินยอมการเข้าร่วมวิจัย ในวันที่ทำการทดสอบ ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลส่วนตัวของอาสาสมัคร ได้แก่ ส่วนสูง น้ำหนัก อาสาสมัครให้ข้อมูลเกี่ยวกับระดับอาการปวดข้อเข่าโดยรวมในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมาและตอบแบบสอบถาม Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) ฉบับภาษาไทย¹⁸ เพื่อประเมินอาการข้อเข่าและความสามารถในการทำกิจกรรมต่างๆ โดยอาสาสมัครสามารถสอบถามผู้วิจัยได้กรณีไม่เข้าใจข้อคำถามหรือข้อแนะนำที่ต้องเลือก¹⁹

การศึกษานี้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบวัดซ้ำในกลุ่มตัวอย่างเดียว โดยอาสาสมัครทุกรายได้รับการทดสอบการเดิน 3 เงื่อนไข ได้แก่ เงื่อนไขที่ไม่ใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่า (no-orthosis) และเงื่อนไขใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่าอีก 2 เงื่อนไข (knee sleeve และ OA knee brace) โดยมีนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์เป็นผู้ดำเนินการทดสอบ อาสาสมัครทุกรายได้รับการทดสอบ

ในเงื่อนไขที่ไม่ใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่าเป็นลำดับแรก เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน และได้รับการทดสอบอีก 2 เงื่อนไข โดยการสุ่มให้มีโอกาสสมัครจำนวนครึ่งหนึ่งได้รับการทดสอบเงื่อนไข knee sleeve ก่อน และอีกครึ่งหนึ่งทดสอบเงื่อนไข OA knee brace ก่อนในแต่ละเงื่อนไขอาสาสมัครได้ใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่าจนเกิดความคุ้นชินอย่างน้อย 15 นาทีก่อนการทดสอบจริง อาสาสมัครได้รับการทดสอบการเดินเร็ว 1 ครั้งในแต่ละเงื่อนไข เมื่อสิ้นสุดการทดสอบแต่ละเงื่อนไข อาสาสมัครระบุระดับความเจ็บปวดในขณะเดินด้วย Numerical Rating Scale (NRS 0-10) อาสาสมัครนั่งพักอย่างน้อย 5 นาทีหรือจนกว่าจะไม่มีอาการปวด หรืออาการปวดลดลงถึงระดับอาการปวดที่มีอยู่ก่อนแล้ว ก่อนทำการทดสอบในเงื่อนไขต่อไป²⁰ ภายหลังการทดสอบการเดินครบทุกเงื่อนไข ผู้วิจัยสอบถามถึงชนิดของอุปกรณ์เสริมข้อเข่าที่อาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อการใส่เดินมากที่สุด

อาสาสมัครได้รับคำชี้แจงล่วงหน้าให้ใส่เสื้อผ้าที่สวมใส่สบายและรองเท้าผ้าใบที่ใส่เดินเป็นประจำ อาสาสมัครได้รับการทดสอบการเดินเร็วระยะทาง 40 เมตร (40-meter fast paced walk test) จำนวน 1 ครั้ง (Figure 1) เป็นการทดสอบบนทางเดินความยาว 10 เมตร ไปกลับเป็นจำนวน 4 รอบ¹⁴ ผู้วิจัยเตรียมพื้นที่ทดสอบโดยติดแถบเทปสีบนทางเดินเพื่อกำหนดเป็นเส้นเริ่มต้น (0 เมตร) และเส้นสิ้นสุด (10 เมตร) ให้อาสาสมัครสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน และมีกรวยวางไว้ให้เดินอ้อมที่ตำแหน่งก่อนถึงเส้นเริ่มต้นและหลังต่อเส้นสิ้นสุดเป็นระยะ 2 เมตร ก่อนการทดสอบจริงผู้วิจัยชี้แจงเส้นทางสาธิตการเดินและให้อาสาสมัครซ้อมเดินที่ความเร็วปกติอย่างน้อย 2 รอบ เมื่อทำการทดสอบจริง ผู้วิจัยออกคำสั่งให้อาสาสมัครเดินเร็วที่สุดอย่างปลอดภัยโดยไม่วิ่ง หมุนตัวกลับอ้อมกรวย และเดินตามเส้นทางอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยเริ่มการจับเวลาการเดินเมื่ออาสาสมัครเดินผ่านแถบเทปที่จุดเริ่มต้นและกดยุตินาฬิกาจับเวลาเมื่อเท้าข้างใดข้างหนึ่งของอาสาสมัครผ่านแถบเทปที่เส้นสิ้นสุดเมื่อเดินครบระยะทาง 40 เมตร โดยวันไม่บันทึกเวลาที่ใช้เดินอ้อมกรวย¹⁴ ผู้วิจัยบันทึกตัวแปรการทดสอบได้แก่ระยะเวลาที่ใช้เดิน (วินาที) และคำนวณอัตราเร็วการเดิน (เมตร/วินาที) จากระยะทางหารด้วยเวลา อาสาสมัครสามารถใช้เครื่องช่วยเดินที่ใช้เป็นประจำได้ โดยผู้วิจัยบันทึกชนิดของเครื่องช่วยเดินไว้

ผู้วิจัยหาความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำ (test-retest reliability) ของตัวแปรการเดินในอาสาสมัครจำนวน 5 คนที่สุ่มจากรายชื่อผู้ที่ประสงค์เข้าร่วมการศึกษา โดยอาสาสมัครได้รับทดสอบรอบแรกและการทดสอบซ้ำ โดยมีช่วงเวลาพัก 1 ชั่วโมง พบว่าค่าความน่าเชื่อถือของตัวแปรการเดินอยู่ในระดับสูงมาก (Intraclass correlation coefficient; ICC_{3,1}=0.946, $p=0.002$, 95%CI =0.578-0.994)



Figure 1 A 40-meter fast paced walk test

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครและค่าตัวแปรการเดินด้วยสถิติเชิงพรรณนาโดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรการเดินที่ได้จาก 3 เงื่อนไขการทดสอบด้วยสถิติ one-way repeated measure analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีการทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni method) วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูล NRS สำหรับอาการปวดในขณะเดินของ 3 เงื่อนไขการทดสอบด้วยสถิติ Friedman test และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยสถิติ Wilcoxon-signed rank test และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับอาการปวดข้อเข่าในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมาและชนิดของ knee orthosis ที่อาสาสมัครมีความพึงพอใจมากที่สุด ด้วยสถิติ Spearman's rho ข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS version 17.0 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

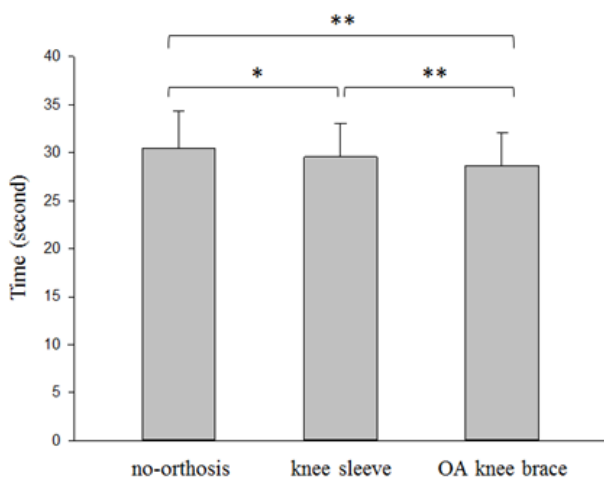
ผลการศึกษา

อาสาสมัครจำนวน 24 ราย แบ่งออกเป็น เพศหญิง 20 ราย เพศชาย 4 ราย มีอายุเฉลี่ย 59.38 ± 5.80 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 61.50 ± 9.78 กิโลกรัม ดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 24.99 ± 3.11 (กิโลกรัม/ตารางเมตร) ได้รับการวินิจฉัยเป็นข้อเข่าเสื่อมข้างซ้ายจำนวน 10 ราย (ความรุนแรงของภาวะข้อเข่าเสื่อมในระดับเล็กน้อย 6 ราย ระดับปานกลาง 4 ราย) และข้างขวาจำนวน 14 ราย (ระดับเล็กน้อย 10 ราย ระดับปานกลาง 4 ราย) ระยะเวลาเฉลี่ยที่เริ่มมีอาการปวดเท่ากับ 2.84 ± 2.23 ปี ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา มีระดับความเจ็บปวดเฉลี่ย 5.17 ± 1.76 (พิสัย 3-9) อุปกรณ์เสริมข้อเข่าที่อาสาสมัครพึงพอใจมากที่สุดที่ใส่แล้วเกิดความสะดวกสบายในขณะเดินและลดอาการปวดได้มากที่สุดคือ OA knee brace ถูกเลือกโดยอาสาสมัคร 18 ราย ขณะที่ knee sleeve ถูกเลือกโดยอาสาสมัคร 6 ราย การวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเจ็บปวดในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา กับการเลือกชนิด knee orthosis แต่ระดับความสัมพันธ์เข้าใกล้ค่านัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.354$, $p = 0.09$)

อาสาสมัครมีค่าเฉลี่ยคะแนนใน 5 หัวข้อของ KOOS

ดังนี้ อาการปวด (pain) 68.17 ± 12.92 อาการอื่นๆ (other symptoms) 62.95 ± 14.08 การเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน (ADL) 72.06 ± 12.78 การเคลื่อนไหวในการออกกำลังกาย และ นันทนาการ (sport/recreation) 40.42 ± 18.53 และคุณภาพชีวิต (quality of life) 42.97 ± 19.00

เวลาเฉลี่ยการทดสอบ 40-meter fast paced walk test ได้เท่ากับ 30.48 ± 3.83 , 29.56 ± 3.50 , 28.67 ± 3.46 วินาที สำหรับเงื่อนไข no-orthosis, knee sleeve, และ OA knee brace ตามลำดับ (Figure 2) คิดเป็นอัตราเร็วการเดินเท่ากับ 1.33 ± 0.17 , 1.37 ± 0.17 และ 1.42 ± 0.18 เมตร/วินาที สำหรับเงื่อนไข no-orthosis, knee sleeve, และ OA knee brace ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรการเดินด้วยสถิติ one way repeated measures ANOVA with a Greenhouse-Geisser correction พบว่าเวลาเฉลี่ยการเดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง 3 เงื่อนไขการทดสอบ ($F(1.60, 36.90) = 21.83$, $p < 0.01$) เมื่อทำการเปรียบเทียบโดยใช้ Bonferroni correction พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทุกคู่เงื่อนไขการทดสอบ ($p < 0.05$) ผลการทดสอบสำหรับอัตราเร็วการเดิน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง 3 เงื่อนไขการทดสอบ ($F(2,46) = 27.41$, $p < 0.01$) เมื่อทำการเปรียบเทียบโดยใช้ Bonferroni correction พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทุกคู่เงื่อนไขการทดสอบ ($p < 0.01$) โดยอัตราเร็วการเดินเรียงลำดับตามเงื่อนไขจากมากไปน้อยคือ OA knee brace < knee sleeve < no-orthosis

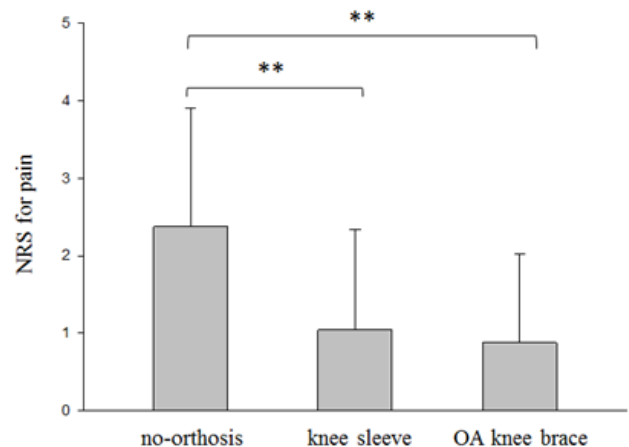


* significant different between conditions at $p < 0.05$

** significant different between conditions at $p < 0.01$

Figure 2 Time score of 40-meter fast paced walk test (mean±SD)

จากการวิเคราะห์ด้วยสถิติ Friedman test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของระดับความเจ็บปวดระหว่าง 3 เงื่อนไขการทดสอบ (Figure 3) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยสถิติ Wilcoxon-signed rank test พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเงื่อนไข knee orthosis แต่ละชนิดกับเงื่อนไข no-orthosis ($p < 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเงื่อนไข orthosis 2 ชนิด ($p = 0.33$)



** significant different between conditions at $p < 0.01$

Figure 3 Pain score during 40-meter fast paced walk test (mean±SD)

วิจารณ์ผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของอุปกรณ์เสริมข้อเข่าต่อตัวแปรการเดินและระดับความเจ็บปวดของผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม และเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับอาการปวดเข่ากับชนิดของอุปกรณ์เสริมข้อเข่าที่อาสาสมัครพึงพอใจ อาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษามีภาวะข้อเข่าเสื่อมจากการวินิจฉัยของแพทย์ที่ระดับความรุนแรงในระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง สอดคล้องกับค่าคะแนน KOOS ที่มีค่าอยู่ในช่วง 40-72 คะแนน แปลผลได้ว่าความสามารถในการทำกิจกรรมของอาสาสมัครยังไม่สูญเสียไปมาก²¹ ค่าคะแนน KOOS ได้รับการยอมรับว่าสามารถใช้แยกแยะระดับความรุนแรงของภาวะข้อเข่าเสื่อมได้²² ค่า KOOS ในการศึกษานี้ใกล้เคียงกับค่าที่รายงานในการศึกษาที่ผ่านมาโดย de Groot และคณะ²² ที่ได้รายงานค่า KOOS ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมชาวดัชต์ที่มีระดับความรุนแรงของภาวะข้อเข่าเสื่อมระดับปานกลาง อย่างไรก็ตาม ค่า KOOS ของการศึกษานี้สูงกว่าค่าที่รายงานโดย Xie และคณะ²³ ที่เก็บข้อมูลในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมชาวสิงคโปร์ที่รายงาน

ค่า KOOS แบ่งออกเป็น Pain 57.0 ± 16.0 , Symptoms 59.8 ± 19.1 , ADL 60.8 ± 16.9 , Sport/recreation 6.6 ± 12.2 , QOL 39.6 ± 18.8 ความแตกต่างของคะแนน KOOS ระหว่างการศึกษาอาจเนื่องมาจากความแตกต่างด้านคุณลักษณะของผู้ป่วย ในการศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครมีอายุน้อยกว่าการศึกษาของ Xie และคณะ²³ ที่มีอายุเฉลี่ยประมาณ 65 ปี (65.3 ± 7.9 ปี) อาสาสมัครของการศึกษานี้มีระยะเวลาที่มีอาการข้อเข่าเสื่อมน้อยกว่า (2.90 ± 2.34 ปีเทียบกับ 5.9 ± 5.6 ปี) และมีระดับความรุนแรงของภาวะข้อเข่าเสื่อมในระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง ในขณะที่อาสาสมัครในการศึกษาของ Xie และคณะ²³ เป็นผู้ที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเทียมซึ่งบ่งบอกถึงระดับความรุนแรงของโรคที่มากกว่า

อาการปวดเข่าเป็นสาเหตุให้เกิดความยากลำบากในการเดินแก่ผู้ที่มีอาการปวดเข่าและสัมพันธ์กับอัตราเร็วการเดินที่ลดลง การศึกษาที่ผ่านมา²⁴ พบว่าประมาณร้อยละ 5 ของผู้สูงอายุที่มีอาการปวดเข่าอยู่บ่อยๆ มีอัตราเร็วการเดินลดลงถึงร้อยละ 3 ต่อปี การลดลงของอัตราเร็วการเดินเป็นผลจากการลดลงของความยาวช่วงก้าว (stride length) การเพิ่มขึ้นของเวลาที่เหยียบพื้น (stance phase) ในขาข้างที่มีอาการ และการลดลงของมุมข้อสะโพก ข้อเข่า ข้อเท้า²⁵ ผลจากการศึกษานี้พบว่าการใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่ามีผลช่วยให้ผู้ป่วยเดินได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม อาสาสมัครในการศึกษานี้มีอัตราเร็วการเดินใกล้เคียงกับค่าอ้างอิงของผู้ที่มีสุขภาพดีช่วงอายุ 50-59 ปี ($1.39-1.40$ เมตรวินาที)²⁶ โดยทั่วไป การเปลี่ยนแปลงความเร็วการเดินเป็นผลมาจากการปรับเปลี่ยนความยาวช่วงก้าวและ/หรือจำนวนก้าวต่อนาที นอกจากนี้ Schmalz และคณะ²⁷ ยังพบว่าการใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่าส่งผลให้ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมมีช่วงการเดินที่สมมาตรขึ้น (improvement of gait symmetry)

ผลการศึกษาพบว่าการใส่ knee orthosis ทั้ง 2 ชนิดช่วยเพิ่มความสามารถการทำงานของข้อเข่า (knee function) จนส่งผลให้ใช้เวลาในการเดินลดลงเป็นไปตามสมมติฐานการศึกษาคือการทดสอบที่อัตราเร็วเดินเร็วเป็นการกระตุ้นให้ผู้ป่วยใช้ความสามารถสูงสุดของตน ซึ่งมีส่วนให้สามารถเห็นผลของการใส่ knee orthosis ต่อความสามารถการเดินได้ชัดเจนยิ่งขึ้น²⁶ โดยเมื่อเทียบกับการไม่ใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่า การใส่ OA knee brace มีผลให้อาสาสมัครเดินด้วยอัตราที่เร็วขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 6.2 และการใส่ knee sleeve อาสาสมัครเดินได้เร็วขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2.9 Segal²⁸ อธิบายว่าการใส่ knee sleeve ทำให้เกิดความอบอุ่น (warmth) และแรงกดเล็กน้อย (mild compression) รอบข้อเข่า นอกเหนือไปจากความรู้สึกถึงความกระชับต่อข้อต่อ (stability) ผลจากแรงกดนี้ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการรับรู้ความรู้สึกเจ็บปวดตามหลักการของ gate control theory ซึ่งการกระตุ้นผ่าน fast afferent fiber ที่นำกระแสประสาทได้เร็วกว่า pain fiber

เป็นผลให้รู้สึกปวดข้อเข่าลดลง^{29, 30} การศึกษาอื่นที่ทดสอบผลเฉียบพลัน (immediate effect) ของ knee sleeve ให้ผลด้านการเพิ่ม knee function เช่นกัน Byrk และคณะ¹¹ พบว่าการใส่ knee sleeve มีผลทำให้ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมใช้เวลาการทดสอบการเดิน 8-meter walk และการทดสอบ Timed Up and Go ลดลง

การใส่ OA knee brace มีผลต่อการเพิ่มความรู้สึกมั่นคงของข้อเข่าจากแรงกดของอุปกรณ์เสริมที่พันรอบข้อเข่า เช่นเดียวกับ knee sleeve อย่างไรก็ตาม OA knee brace มีคุณสมบัติเพิ่มเติมต่อการช่วยลดอาการปวดที่สามารถอธิบายได้ตามหลักการระบบแรงกด 3 จุด (three-point pressure system) จากหลักการด้านข้างข้อต่อและแรงดึงของสายรัดรอบข้อเข่าของ OA knee brace ส่งผลช่วยลดแรงกดบริเวณที่มีการเสื่อมของผิวข้อที่รับน้ำหนักร่างกาย อาการปวดข้อเข่าขณะเดินจึงลดลง³¹ กลไกในการลดอาการปวดที่เป็นผลจาก three-point pressure system ของ knee brace สามารถอธิบายได้จากผลการศึกษาที่ผ่านมา Komistek และคณะ³² พบว่าจากการใส่ valgus knee brace มีผลทำให้ระยะห่างของผิวสัมผัสข้อต่อ tibiofemoral joint เพิ่มขึ้น จากการวัดด้วยภาพถ่ายทางรังสี เช่นเดียวกับการศึกษาของ Pollo และคณะ³³ พบว่าการใส่ knee brace มีผลช่วยลดแรงกดที่ medial knee compartment ร้อยละ 11-15 ในขณะที่เดิน เมื่อเทียบกับไม่ใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่า

การใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่ายังส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าโดยตรง Callaghan และคณะ³⁴ ศึกษาผลของการใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่าชนิด knee brace เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ในผู้ป่วยที่มีข้อเข่าเสื่อมชนิด patellofemoral OA พบว่ามีอาการลดลงของสัญญาณยับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (arthrogenous muscle inhibition) ส่งผลให้กลไกของระบบประสาทสามารถควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อ quadriceps ได้ดีขึ้นซึ่งสามารถช่วยป้องกันการฝ่อลีบของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าของผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมได้ ซึ่งกลไกนี้จะมีผลช่วยกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps ในผู้ป่วยที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อมชนิด tibiofemoral OA ที่มีอาการปวดข้อเข่าได้เช่นกัน

การศึกษานี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์พยุงข้อเข่าชนิดพร้อมใส่ (off-the-shelf brace) แต่พบว่ามีผลช่วยลดอาการปวดและเพิ่มความสามารถการทำงานของข้อเข่าได้เป็นที่น่าพึงพอใจ เช่นเดียวกับการศึกษาอื่นที่ศึกษาผลของอุปกรณ์เสริมข้อเข่าชนิดตัดเฉพาะสำหรับแต่ละบุคคล (customized brace)³⁵ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาที่ติดตามผลของการใส่อุปกรณ์พยุงข้อเข่าในระยะยาว ได้รายงานถึงปัญหาการไม่ใส่ติดต่อกันในแต่ละวันตามที่กำหนดและหยุดการสวมใส่ (poor compliance rate) เนื่องจากผู้ป่วยรู้สึกว่าการใส่

ข้อเข่ามีขนาดไม่พอดี ใส่แล้วขาดความสวยงามและรู้สึกว่าไม่สามารถช่วยบรรเทาอาการปวดได้³⁵ ดังนั้น การแนะนำประเภทของอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับผู้ป่วยจึงควรคำนึงถึงความพึงพอใจของผู้สวมใส่ร่วมด้วย ซึ่งการศึกษานี้พบแนวโน้มว่าอาสาสมัครเลือกอุปกรณ์เสริมข้อเข่าที่สัมพันธ์กับอาการปวดของตนเอง ดังนั้นผู้ให้คำแนะนำอาจใช้อาการปวดเป็นข้อมูลประกอบการเลือกอุปกรณ์เสริมข้อเข่าที่เหมาะสมกับผู้ป่วย หากผู้ป่วยมีความพึงใจต่ออุปกรณ์ที่สวมใส่อาจส่งผลต่อการยินยอมใส่อุปกรณ์นั้นอย่างต่อเนื่องมากขึ้น

การศึกษานี้มีข้อจำกัดบางประการ เนื่องจากอาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษาเป็นผู้ป่วยที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อมระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง ดังนั้นจึงยังไม่สามารถนำผลของการศึกษานี้ไปใช้กับกลุ่มผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมที่มีระดับอาการรุนแรง (severe severity) ซึ่งอาจตอบสนองต่ออุปกรณ์เสริมข้อเข่าที่แตกต่างออกไป นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาผลเฉียบพลัน (immediate effect) ของอุปกรณ์เสริมข้อเข่าในการศึกษาต่อไปควรมีการศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้นในระยะยาว (long term effect) ตลอดจนศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับตัวแปรการเดินด้านระยะทางและเวลาในแต่ละวงจรการเดินซึ่งอาจช่วยให้สามารถอธิบายผลของอุปกรณ์เสริมข้อเข่าต่อความสามารถการเดินของผู้ป่วยที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อมได้ชัดเจนขึ้น

สรุปผลการศึกษา

ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระดับเล็กน้อยถึงปานกลางเมื่อใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่าทั้งชนิดสวมรัดข้อเข่า (knee sleeve) และชนิดสำหรับข้อเข่าเสื่อม (OA knee brace) มีผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินลดลงและมีอัตราเร็วการเดินมากขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่า โดยการใส่ OA knee brace ช่วยเพิ่มอัตราเร็วการเดินได้มากกว่าการใส่ knee sleeve นอกจากนี้การใส่อุปกรณ์เสริมข้อเข่าไม่ว่าจะเป็น knee sleeve หรือ OA knee brace มีผลช่วยลดอาการปวดในขณะเดินได้ไม่แตกต่างกัน

1. Jordan JM, Helmick CG, Renner JB, Luta G, Dragomir AD, Woodard J, et al. Prevalence of knee symptoms and radiographic and symptomatic knee osteoarthritis in African Americans and Caucasians: the Johnston County Osteoarthritis Project. *J Rheumatol* 2007; 34(1): 172-80.
2. Dillon CF, Rasch EK, Gu Q, Hirsch R. Prevalence of knee osteoarthritis in the United States: arthritis data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey 1991-94. *J Rheumatol* 2006; 33(11): 2271-9.
3. Roopsawang I, Aree-Ue S. Knee osteoarthritis in adult and older thais living in rural and urban areas: a comparative study. *Pacific Rim Int J Nurs Res* 2015; 19(3): 187-201 (in Thai).
4. Koedwan C, Bunin J, Teerasombut C, Kuptniratsaikul V. The prevalence of knee OA in community-based elders. *Thai J Phys Ther* 2016; 38(2): 59-70 (in Thai).
5. Litwic A, Edwards MH, Dennison EM, Cooper C. Epidemiology and burden of osteoarthritis. *Br Med Bull* 2013;105:185-99. doi: 10.1093/bmb/lds038.
6. Jordan KM, Arden NK, Doherty M, Bannwarth B, Bijlsma JW, Dieppe P, et al. EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis* 2003; 62(12): 1145-55. doi: 10.1136/ard.2003.011742.
7. Recommendations for the medical management of osteoarthritis of the hip and knee: 2000 update. American College of Rheumatology Subcommittee on Osteoarthritis Guidelines. *Arthritis Rheum* 2000; 43(9): 1905-15. doi: 10.1002/1529-0131(200009)43:9<1905::AID-ANR1>3.0.CO;2-P
8. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC, Arden NK, Berenbaum F, Bierma-Zeinstra SM, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2014; 22(3): 363-88. doi: 10.1016/j.joca.2014.04.001.
9. Beaudreuil J, Bendaya S, Faucher M, Coudeyre E, Ribinik P, Revel M, et al. Clinical practice guidelines for rest orthosis, knee sleeves, and unloading knee braces in knee osteoarthritis. *Joint Bone Spine* 2009; 76(6): 629-36. doi: 10.1016/j.jbspin.2009.02.002.
10. Chuang SH, Huang MH, Chen TW, Weng MC, Liu CW, Chen CH. Effect of knee sleeve on static and dynamic balance in patients with knee osteoarthritis. *Kaohsiung J Med Sci* 2007; 23(8): 405-11.
11. Bryk FF, Jesus JF, Fukuda TY, Moreira EG, Marcondes FB, Santos MG. Immediate effect of the elastic knee sleeve use on individuals with osteoarthritis. *Rev Bras Reumatol* 2011; 51(5): 440-6.
12. Richards JD, Sanchez-Ballester J, Jones RK, Darke N, Livingstone BN. A comparison of knee braces during walking for the treatment of osteoarthritis of the medial compartment of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87(7): 937-9.
13. Kirkley A, Webster-Bogaert S, Litchfield R, Amendola A, MacDonald S, McCalden R, et al. The effect of bracing on varus gonarthrosis. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81(4): 539-48.
14. Dobson F, Hinman RS, Roos EM, Abbott JH, Stratford P, Davis AM, et al. OARSI recommended performance-based tests to assess physical function in people diagnosed with hip or knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2013; 21(8): 1042-52. doi: 10.1016/j.joca.2013.05.002.

15. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum* 1986; 29(8): 1039-49.
16. Schiphof D, Boers M, Bierma-Zeinstra SM. Differences in descriptions of Kellgren and Lawrence grades of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2008; 67(7): 1034-6. doi: 10.1136/ard.2007.079020.
17. Kennedy DM, Stratford PW, Wessel J, Gollish JD, Penney D. Assessing stability and change of four performance measures: a longitudinal study evaluating outcome following total hip and knee arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord* 2005; 6:3. doi: 10.1186/1471-2474-6-3.
18. Chaipinyo K. Test-retest reliability and construct validity of the Thai version of Knee Osteoarthritis Outcome Scores (KOOS). *Thai J Phy Ther* 2009; 31(2): 67-76 (in Thai).
19. Brazier JE, Harper R, Munro J, Walters SJ, Snaith ML. Generic and condition-specific outcome measures for people with osteoarthritis of the knee. *Rheumatology (Oxford)* 1999; 38(9): 870-7.
20. Elboim-Gabyzon M, Rozen N, Laufer Y. Gender differences in pain perception and functional ability in subjects with knee osteoarthritis. *ISRN Orthop* 2012; 2012: 413105. doi: 10.5402/2012/413105.
21. Roos EM, Lohmander LS. The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): from joint injury to osteoarthritis. *Health Qual Life Outcomes* 2003; 1: 64. doi: 10.1186/1477-7525-1-64.
22. de Groot IB, Favejee MM, Reijman M, Verhaar JA, Terwee CB. The Dutch version of the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score: a validation study. *Health Qual Life Outcomes* 2008; 6: 16. doi: 10.1186/1477-7525-6-16.
23. Xie F, Li SC, Roos EM, Fong KY, Lo NN, Yeo SJ, et al. Cross-cultural adaptation and validation of Singapore English and Chinese versions of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) in Asians with knee osteoarthritis in Singapore. *Osteoarthritis Cartilage* 2006; 14(11): 1098-103. doi: 10.1016/j.joca.2006.05.005.
24. White DK, Niu J, Zhang Y. Is symptomatic knee osteoarthritis a risk factor for a trajectory of fast decline in gait speed? Results from a longitudinal cohort study. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2013;65(2):187-94. doi: 10.1002/acr.21816.
25. Duffell LD, Jordan SJ, Cobb JP, McGregor AH. Gait adaptations with aging in healthy participants and people with knee-joint osteoarthritis. *Gait Posture* 2017; 57: 246-51. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.06.015.
26. Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing* 1997; 26(1): 15-9.
27. Schmalz T, Knopf E, Drewitz H, Blumentritt S. Analysis of biomechanical effectiveness of valgus-inducing knee brace for osteoarthritis of knee. *J Rehabil Res Dev* 2010; 47(5): 419-29.
28. Segal NA. Bracing and orthoses: a review of efficacy and mechanical effects for tibiofemoral osteoarthritis. *PM R* 2012; 4(5 Suppl): S89-96. doi: 10.1016/j.pmrj.2012.01.018.
29. Bockrath K, Wooden C, Worrell T, Ingersoll CD, Farr J. Effects of patella taping on patella position and perceived pain. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25(9): 989-92.
30. Edin B. Cutaneous afferents provide information about knee joint movements in humans. *J Physiol* 2001; 531(Pt 1): 289-97.
31. Briem K, Ramsey DK. The role of bracing. *Sports Med Arthrosc* 2013; 21(1): 11-7. doi: 10.1097/JSA.0b013e31827562b5.

32. Komistek RD, Dennis DA, Northcut EJ, Wood A, Parker AW, Traina SM. An in vivo analysis of the effectiveness of the osteoarthritic knee brace during heel-strike of gait. *J Arthroplasty* 1999; 14(6): 738-42.
33. Pollo FE, Otis JC, Backus SI, Warren RF, Wickiewicz TL. Reduction of medial compartment loads with valgus bracing of the osteoarthritic knee. *Am J Sports Med* 2002; 30(3): 414-21. doi: 10.1177/03635465020300031801.
34. Callaghan MJ, Parkes MJ, Felson DT. The Effect of Knee Braces on Quadriceps Strength and Inhibition in Subjects With Patellofemoral Osteoarthritis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2016; 46(1): 19-25. doi: 10.2519/jospt.2016.5093.
35. Dessery Y, Belzile EL, Turmel S, Corbeil P. Comparison of three knee braces in the treatment of medial knee osteoarthritis. *Knee* 2014; 21(6): 1107-14. doi: 10.1016/j.knee.2014.07.024.