

เวชศาสตร์ฟื้นฟู 2557; 24(1): 20-27
J Thai Rehabil Med 2014; 24(1): 20-27

ความสามารถในการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมรุนแรง

วันทยา วัชรอุดมกาล, พ.บ.,¹ อารีรัตน์ สุพุทธิธาดา, พ.บ., ว.ว. เวชศาสตร์ฟื้นฟู,^{1,2}
อารี ตนวาลี, พ.บ., ว.ว. ศัลยกรรมกระดูกและข้อ³
¹ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
²ศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านการเดินและการเคลื่อนไหวแห่งโรงพยาบาล
จุฬาลงกรณ์,
³ภาควิชาออร์โธปิดิกส์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ABSTRACT

Knee Functional ability in patients with severe knee osteoarthritis

Watchareeudomkarn W,¹ Suputtitada A,^{1,2} Tanavalee A³

¹Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University;

²Excellent Center for Gait and Motion at King Chulalongkorn Memorial Hospital and

³Department of Orthopedics Surgery, Faculty of Medicine at Chulalongkorn University

Objective: To study the ability of knee functions by spatiotemporal data of walking, kinematics data of knee joints and WOMAC score in patients with bilateral severe knee osteoarthritis(knee OA)and compare between before and after total knee replacement (TKA).

Study designs: Observational descriptive and comparative study

Setting: Excellent Center for Gait and Motion at King Chulalongkorn Memorial Hospital.

Subjects: Bilateral severe knee OA patients, aged 55-80 years.

Methods: Demographic data and severity of patients with kneeOA were assessed by using Kellgren-Lawrence score of knee radiographic data and KNEE ISOA. Bilateral severe knee OA patients were included and WOMAC score was applied. Knee kinematics and spatiotemporal data were obtained and evaluated by using visual 3D motion analysis. Comparison of knee kinematics and spatiotemporal data between preoperative and 12 – week postoperative period was performed in five patients with TKA.

Results: Analytic data from 29 women and 6 men with severe knee OA revealed the mean WOMAC score of 132.74, peak knee flexion angle at mid-stance phase on the right and left sides of 12.44 and 11.96 degrees, respectively and at mid-swing phase of 45.58 and 46.43 degrees, respectively. Additional data included an average gait speed of 0.40 m/s, step length on the right and left sides of 30.97 and 30.42 cm, stance time on both sides of 1.22 sec, stride per minute on the right and left sides of 37.51 and 38.16, respectively. Five patients undergoing TKA and completely being followed up after 12 weeks showed significantly improvement of step length on the left side ($P=0.043$), stance time ($P=0.042$)and stride per minute ($P=0.043$)on both sides. However, there was no statistically significant difference of peak knee flexion angle between preoperative and 12 – week postoperative periods.

Conclusion: Severe knee OA patients had functional ability measured by the mean WOMAC score of 132.74 which is the knee functional ability to do activities of daily living. There were decrements in gait speed, step length, cadence; peak knee flexion angle at mid-stance and mid-swing phases and increments in stance time when compared with normal subjects. The patients in the postoperative period showed statistically significant improvement of step length, stance time and stride per minute but no statistically significant change of peak knee flexion angle. Besides WOMAC score, these spatiotemporal data of walking and knee kinematics could be used as the objective parameters of knee functional ability.

Keywords: Severe knee osteoarthritis, Kinematics data, WOMAC score, Knee functional ability

J Thai Rehabil Med 2014; 24(1): 20-27

Correspondence to: Dr. Wantaneeeya Watchareeudomkarn, M.D.
Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine,
Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.
Email:moopungja@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความสามารถในการทำงานของข้อเท้าแบบ objective จากข้อมูล spatiotemporalของการเดิน ข้อเท้า kinematics ของข้อเท้า และคะแนน WOMAC ในผู้ป่วย ข้อเท้าเสื่อมระยะรุนแรงและเปรียบเทียบในผู้ป่วยก่อนและหลัง การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเท้า

รูปแบบการวิจัย: เชิงพรรณนาและเปรียบเทียบ

สถานที่ทำการวิจัย: ศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านการเดินและการเคลื่อนไหวแห่งโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

กลุ่มประชากร: ผู้ป่วยข้อเท้าเสื่อมระยะรุนแรง 2 ข้าง อายุ 55-80 ปี

วิธีการศึกษา: ประเมินข้อเท้าเสื่อมและความรุนแรงโดยภาพถ่ายรังสีข้อเท้าและแบบสอบถามวัดระดับความรุนแรงของข้อเท้าเสื่อม ผู้ผ่านเกณฑ์คัดเข้ารับการประเมิน WOMAC ข้อมูล spatiotemporal ของการเดิน ข้อเท้า kinematics ของข้อเท้า และตรวจซ้ำหลังผ่าตัด 12 สัปดาห์ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเท้า

ผลการศึกษา: ผู้ป่วยข้อเท้าเสื่อมระยะรุนแรงหญิง 29 คน ชาย 6 คน รวม 35 คน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย WOMAC 132.74 มุมงอข้อเท้าสูงสุดข้างขวาและข้างซ้าย 12.44 และ 11.96 องศา เวลาที่เท้าเหยียบพื้นของระยะ mid-stance มุมงอข้อเท้าสูงสุดข้างขวาและข้างซ้าย 45.58 และ 46.43 องศา เวลาที่เท้าพ้นพื้นของระยะ mid-swing ความเร็วการเดิน 0.40 เมตร ต่อวินาที ระยะก้าวข้างขวาและข้างซ้าย 30.97 และ 30.42 เซนติเมตร ระยะเวลาเท้าเหยียบพื้นทั้งสองข้าง 1.22 วินาที จำนวนก้าวแต่ละข้างต่อนาทีข้างขวาและข้างซ้าย 37.51 และ 38.16 ก้าว เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลของผู้ป่วยผ่าตัดเปลี่ยนข้อเท้าเทียมจำนวน 5 คน ที่มาตรวจซ้ำ 12 สัปดาห์หลังผ่าตัด พบว่ามีค่าระยะก้าวข้างซ้าย ($P=0.043$) ระยะเวลาเท้าเหยียบพื้น ($P=0.042$) และจำนวนก้าวแต่ละข้างต่อนาที ($P=0.043$) ทั้งสองข้างดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่ามุมงอข้อเท้าสูงสุดไม่พบความแตกต่างก่อนและหลังผ่าตัด

สรุป: ผู้ป่วยข้อเท้าเสื่อมระยะรุนแรงมีความสามารถในการทำงานของข้อเท้าประเมินด้วยคะแนน WOMAC เฉลี่ย 132.74 ซึ่งบ่งถึงความสามารถของข้อเท้าในการทำกิจวัตรประจำวัน มีการลดลงของความเร็วการเดินระยะก้าวจำนวนก้าวต่อนาที มุมงอข้อเท้าสูงสุดที่ระยะเท้าเหยียบพื้นคือ mid-stance และระยะเท้าพ้นพื้นคือ mid-swing และมีการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาเท้าเหยียบพื้นส่วนการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเท้าเทียมพบว่า ค่าระยะก้าวระยะเวลาเท้าเหยียบพื้น และจำนวนก้าวเท้าแต่ละข้างต่อนาทีดีขึ้น โดยไม่พบความแตกต่างของมุมงอข้อเท้าสูงสุด ดังนั้น นอกจากคะแนน WOMAC แล้วข้อมูล spatiotemporal ของการเดิน ข้อเท้า kinematics ของข้อเท้าเมื่อวัดมุมงอข้อเท้าสูงสุด

นำมาใช้ในการวัดความสามารถในการทำงานของข้อเท้าแบบ objective ได้

คำสำคัญ: ข้อเท้าเสื่อมรุนแรง, ข้อมูล kinematics, WOMAC, ความสามารถในการทำงานของข้อเท้า

เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร 2557; 24(1): 20-27

บทนำ

ปัจจุบันพบว่าประชากรกลุ่มผู้สูงอายุมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น⁽¹⁾ กลุ่มโรคที่เกี่ยวข้องกับความเสื่อมในผู้สูงอายุพบได้บ่อยมากขึ้น ในอนาคตเช่นกัน ซึ่งหมายรวมถึงผู้ป่วยโรคข้อเท้าเสื่อมด้วย⁽²⁾ โรคข้อเท้าเสื่อมเป็นโรคที่เกิดได้จากหลายสาเหตุ ส่งผลให้เกิดความผิดปกติที่กระดูกอ่อนบริเวณผิวข้อ⁽³⁾ โดยพบว่าร้อยละ 80-90 ในผู้ป่วยอายุมากกว่า 65 ปี และพบว่าเมื่ออายุ 55 ปีขึ้นไป พบในผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย⁽⁴⁾ ซึ่งก่อให้เกิดอาการปวดเข่า ขณะเคลื่อนไหว ข้อเท้าตึงและพิสัยการเคลื่อนไหวข้อลดลง ทำให้ส่งผลต่อการประกอบกิจวัตรประจำวัน การทำงาน สภาพจิตใจและคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย⁽⁵⁾

Computerized gait analysis เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหว องค์การเคลื่อนไหวของข้อแต่ละข้อ เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ในผู้ป่วยข้อเท้าเสื่อม คาดว่าจะนำไปสู่การวางแผนชะลอการรักษา โดยการผ่าตัดและทำให้การดำเนินโรคช้าลงได้ เนื่องจากเข้าใจการเปลี่ยนแปลง kinematics ของข้อเท้ามากขึ้น⁽⁶⁾ ทั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ เครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติ (3D motion analysis) ประกอบด้วยกล้องจับภาพความเร็วสูง เครื่องหมายในการจับภาพและโปรแกรมภาพสามมิติ (visual 3D software) เพื่อประมวลผลและวิเคราะห์การเคลื่อนไหว รายงานผลเป็นข้อมูล spatiotemporal และข้อมูล kinematics ซึ่งประกอบด้วยความเร็วการเดิน (gait speed) ระยะก้าว (step length) จำนวนก้าวต่อนาที (step per minute) จำนวนก้าวเท้าแต่ละข้างต่อนาที (stride per minute) พิสัยการเคลื่อนไหวข้อ ซึ่งพารามิเตอร์เหล่านี้มีผลในการระบุกลไกของการรบกวนการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยข้อเท้าเสื่อมระดับรุนแรง⁽⁷⁾ จากการวิเคราะห์การเดินพิสัยการเคลื่อนไหวข้อขณะเคลื่อนที่จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงของวงจรการเดินในประชากรทั่วไป พบว่าช่วงระยะเท้าเหยียบพื้น (mid-stance) ข้อเท้าองศา 10-20 องศาและระยะเท้าพ้นพื้น (mid-swing) งอ 60-70 องศา⁽⁸⁾

ในปี ค.ศ.2002 Al-Zahrani และ Bakheit ศึกษาลักษณะการเดินในผู้ป่วยโรคข้อเท้าเสื่อม โดยศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยที่เป็นข้อเท้าเสื่อมระดับรุนแรง 58 คน เทียบกับกลุ่มควบคุมที่เป็นอาสาสมัครปกติ 25 คน โดยศึกษาข้อมูล spatiotemporal ของการเดิน ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยข้อเท้าเสื่อมมีความเร็วการเดินที่ช้าลง ระยะก้าวสั้นกว่า และมีระยะเวลาระหว่างเท้าเหยียบ

พื้นนานขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนข้อมูล kinematics พบว่าลดพิสัยข้อสะโพกข้อเข่าและข้อเท้าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น การงอของข้อเท้า (plantar flexion) ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽⁹⁾ ในปี ค.ศ. 2005 Deluzio และ Astephen ได้ทำการศึกษาแบบกราฟของการเดินในผู้ป่วยที่เป็นกลุ่มผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรงจำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมที่ไม่มีอาการจำนวน 63 คน พบว่ากลุ่มผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรง มีมุมงอข้อเข่าของการงอเข่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽¹⁰⁾

ในปี ค.ศ. 2006 Bejek และคณะ ได้ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะการเดินของผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระดับรุนแรงข้างเดียวจำนวน 20 คน เทียบกับกลุ่มอาสาสมัครปกติ 20 คน โดยเดินด้วยความเร็วที่ต่างกัน พบว่ากลุ่มผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระดับรุนแรงมีระยะก้าวที่สั้นลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มอาสาสมัครปกติ แต่มีความกว้างของการเดิน (base of support) จำนวนก้าวต่อนาที และระยะเวลาที่เท้าเหยียบพื้น 2 ข้างที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มอาสาสมัครปกติ พิสัยการเคลื่อนไหวข้อเข่าพบว่า มีการลดลงของการงอและเหยียดของข้อเข่าในกลุ่มผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระดับรุนแรงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มอาสาสมัครปกติ⁽¹¹⁾ ในปี ค.ศ. 2008 Ullmann และ Hildebrand และคณะ ได้ศึกษาลักษณะการเดินของผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรงก่อนและหลังทำการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมทั้งข้อ (total knee arthroplasty, TKA) 43 คน และเทียบกับกลุ่มอาสาสมัครปกติ 20 คน ผลการศึกษาพบว่า ที่ 13 สัปดาห์หลังผ่าตัดจะมีจำนวนก้าวต่อนาที ความเร็วการเดินระยะเวลาที่เท้าเหยียบพื้นมากขึ้นมุมงอข้อเข่าที่ดีขึ้นในช่วงเท้าพ้นพื้นและมีพิสัยข้อเข่าที่ดีขึ้น⁽¹²⁾

จากข้อมูลที่ได้กล่าวข้างต้น ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาความสามารถในการเคลื่อนไหวของข้อเข่าโดยวัด spatiotemporal ของการเดิน kinematics ของข้อเข่า และคะแนน WOMAC ของผู้ป่วยกลุ่มที่มีโรคข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรง และผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า เนื่องจากผู้ป่วยกลุ่มที่มีโรคข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรง มีลักษณะการเดินแตกต่างจากกลุ่มไม่มีอาการ รวมถึงผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม พบว่าจะมีลักษณะการเดินที่ปกติมากขึ้น แต่ข้อมูลดังกล่าวนี้เป็นการศึกษาในต่างประเทศ ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาการวัดความสามารถในการทำงานของข้อเข่าแบบ objective และนำมาใช้เป็นเครื่องมือศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการทำงานของข้อเข่าหลังผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการทำงานของข้อเข่าแบบ objective จากข้อมูล spatiotemporal ของการเดิน ข้อมูล kinematics ของข้อเข่า

และคะแนน WOMAC ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรงและเปรียบเทียบในผู้ป่วยก่อนและหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า

วิธีการศึกษา

กลุ่มประชากร

ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมอายุ 55–80 ปี

เกณฑ์การคัดเลือก มีดังนี้

- ข้อเข่าเสื่อม 2 ข้าง ตามข้อกำหนดของ American College of Rheumatology for Knee Osteoarthritis 1986 (ACR)⁽¹³⁾
 - มีข้อบ่งชี้การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมทั้งข้อ
 - แบบสอบถามวัดระดับความรุนแรงของข้อเข่าเสื่อม (Index of severity for knee osteoarthritis, KNEE ISOA) ระดับรุนแรงมากและมากที่สุด⁽¹⁴⁾
 - ข้อภาพถ่ายรังสีข้อเข่าโดยใช้ Kellgren – Lawrence score III-IV⁽¹⁵⁾
 - ยินดีเข้าร่วมการวิจัยและเซ็นเอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
- เกณฑ์การคัดออก มีดังนี้
- เคยได้รับการผ่าตัดใหญ่ที่ข้อสะโพก ข้อเข่า หรือข้อเท้ามาก่อน
 - มีโรคประจำตัวเป็นโรคทางด้านระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เช่น โรคหลอดเลือดสมองตีบหรือแตก, โรคพาร์กินสัน
 - มีโรคข้ออักเสบอื่น ๆ เช่น เก๊าท์, ข้ออักเสบติดเชื้อ
 - มีภาวะที่ทำให้เดินได้โดยลำบากเช่น ถูกตัดขา (ระดับใต้เข่า)
 - ไม่สามารถเดินระยะทาง 5 เมตรได้โดยไม่ใช้เครื่องช่วยเดิน
 - มีความยาวขาต่างกันมากกว่า 1 เซนติเมตร
 - ไม่สามารถที่จะสื่อสารให้เข้าใจเพื่อยินยอมเข้าร่วมวิจัยได้

การคำนวณขนาดตัวอย่างอ้างอิงจากจำนวนผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมที่มาตรวจที่แผนกผู้ป่วยนอกเวชศาสตร์ฟื้นฟู รพ. จุฬาลงกรณ์ ตั้งแต่วันที่ 1-30 พฤศจิกายน 2553 มีจำนวนทั้งหมด 42 คน เป็นจำนวนประชากรทั้งหมด กำหนดความเชื่อมั่นในการสรุปข้อมูล = 95 % ใช้วิธีการประมาณขนาดตัวอย่าง โดยใช้สูตรของ TARO YAMANE⁽¹⁶⁾ ดังนี้ $n = N / 1 + N d^2$ นั่นคือ $n = 42 / 1 + 42(0.05)^2 = 38$ คน ตามสูตรประสิทธิ์หลักส่วนกลุ่มผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม ศึกษา ก่อนและหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม 5 คน ไม่ได้คำนวณ sample size เนื่องจากเป็นการยกตัวอย่างการนำมาใช้

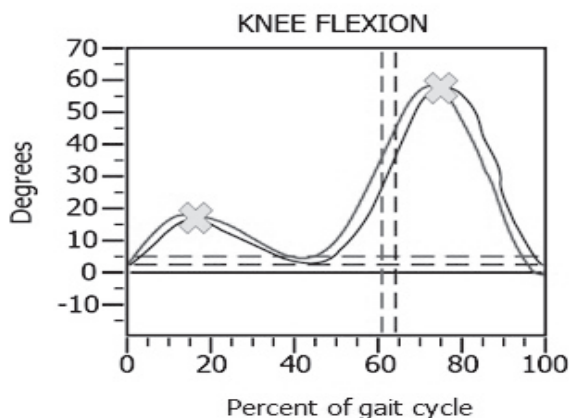
เครื่องมือที่ใช้

- กล้องจับภาพความเร็วสูง 6 กล้อง ยี่ห้อ Qualysis คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
- เครื่องหมายจับภาพ (reflective markers) 24 ชิ้น
- โปรแกรมภาพสามมิติ (Visual 3D software)
- ภาพถ่ายทางรังสีเข่าทำตรงแนวด้านหน้าหลังและด้านข้าง
- อุปกรณ์วัดมุม (goniometer)

- สายวัด ยาว 150 เซนติเมตร
- แบบประเมิน The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)⁽¹⁷⁾

ขั้นตอนการวิจัย

1. ขออนุมัติโครงการวิจัยผ่านคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อธิบายผู้ป่วยที่เข้าร่วมวิจัยให้ทราบเกี่ยวกับการวิจัย และขอความยินยอมโดยใช้แบบยินยอมเข้าร่วมวิจัย
3. ผู้ป่วยที่เข้าร่วมโครงการวิจัยแล้วได้รับสอบถามข้อมูลพื้นฐาน อายุ เพศ วัดและบันทึกน้ำหนัก ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย (BMI)
4. ผู้ที่เข้าร่วมการวิจัยซักประวัติและตรวจร่างกายโดยแพทย์เพื่อประเมิน ความรุนแรงของระยะโรค โดยใช้ข้อบ่งชี้การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมทั้งข้อ, แบบสอบถามวัดระดับความรุนแรงของข้อเข่าเสื่อมระดับรุนแรงมากและมากที่สุด⁽¹⁴⁾, แบบประเมิน WOMAC⁽¹⁷⁾, การวัดพิสัยข้อเข่า, ความยาวขาและภาพถ่ายทางรังสีที่เข่า เพื่อนำมาประเมินวินิจฉัยตาม ACR criteria 1986⁽¹³⁾ สำหรับข้อเข่าเสื่อม และประเมินระดับความรุนแรงโดยอ้างอิงตาม Kellgren – Lawrence score⁽¹⁵⁾
5. ผู้ป่วยที่มีคุณสมบัติครบตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จะถูกเชิญมาเพื่อทำการวิเคราะห์การเดิน
6. ผู้ป่วยถูกติดเครื่องหมายจับภาพ ทั้งหมด 24 จุด ที่ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้าเดินด้วยความเร็วปกติของการเดินแต่ละบุคคลเป็นระยะทาง 5 เมตร
7. วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล spatiotemporal ของการเดิน ได้แก่ ความเร็วการเดินระยะก้าว, ระยะเวลาเท้าเหยียบพื้นและพื้นพื้น จำนวนก้าวต่อนาที จำนวนก้าวเท้าแต่ละข้างต่อนาที และข้อมูล kinematics ของข้อเข่าคือ มุมงอข้อเข่าสูงสุด (peak knee flexion angle) ช่วงที่เท้าเหยียบพื้นและพื้นพื้นดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 มุมงอข้อเข่าสูงสุด (peak knee flexion angle) ช่วงที่เท้าติดพื้นที่ระยะ mid-stance และลอยพื้นพื้นที่ระยะ mid-swing

8. ผู้เข้าร่วมวิจัยประเมินความสามารถทำกิจวัตรประจำวันด้วยแบบประเมิน WOMAC
9. ผู้เข้าร่วมวิจัย 5 คน ถูกเชิญให้มาเดินเพื่อวิเคราะห์การเดินอีกครั้งหลังจากผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม 12 สัปดาห์
10. ข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS V.13

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานกลุ่มการทดลอง ได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย (BMI) ความรุนแรงของภาวะข้อเข่าเสื่อม
 - ข้อมูลเชิงปริมาณแสดงเป็นค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าต่ำสุด (min) และค่าสูงสุด (max)
 - ข้อมูลเชิงคุณภาพแสดงเป็นจำนวน และร้อยละ
2. วิเคราะห์ข้อมูลข้อมูล spatiotemporal ของการเดิน และข้อมูล kinematics ของข้อเข่า แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด
3. วิเคราะห์คะแนน WOMAC แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด
4. วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูล spatiotemporal ของการเดิน และข้อมูล kinematics ของข้อเข่า ก่อนและหลังผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม โดยใช้ Wilcoxon signed rank test โดยมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรงหญิง 29 คน ชาย 6 คน รวม 35 คน ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าได้รับการผ่าตัดข้อเข่าเทียม 8 คน ไม่สามารถมาตรวจหลังผ่าตัด 12 สัปดาห์ จำนวน 3 คน เหลือจำนวน 5 คน ที่มาตรวจซ้ำหลังผ่าตัด มีอายุระหว่าง 55-80 ปี อายุเฉลี่ย 71.94 ปี ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 26.06 กิโลกรัม/เมตร² ระยะเวลาปวดเข่า 4.6 ปี ไม่มีความยาวขาทั้งสองข้างต่างกัน คะแนนแบบสอบถามวัดระดับความรุนแรงของข้อเข่าเสื่อมระดับรุนแรงมากและมากที่สุดเฉลี่ย 14.89 คะแนน ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรงมีมุมงอข้อเข่าสูงสุดข้างขวา 12.44 องศา ข้างซ้าย 11.96 องศา ณ เวลาที่เท้าเหยียบพื้น และมุมงอข้อเข่าสูงสุดข้างขวา 45.58 องศา ข้างซ้าย 46.43 องศา ณ เวลาที่เท้าพ้นพื้น ความเร็วการเดิน 0.40 เมตร ต่อวินาที ระยะก้าวข้างขวา 30.97 เซนติเมตร ข้างซ้าย 30.42 เซนติเมตร ระยะเวลาต่อก้าวทั้งสองข้าง 0.85 วินาที ระยะเวลาเท้าเหยียบพื้นของทั้งสองข้าง 1.22 วินาที ระยะเวลา

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรง 35 ราย

ข้อมูลพื้นฐาน	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
อายุ(ปี)	71.94 (6.16)
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	63.73 (9.98)
ความสูง (เซนติเมตร)	156.71 (6.16)
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	26.06 (3.63)
ระยะเวลาปวดเข่า(ปี)	4.60 (3.62)
จำนวน (ร้อยละ)	
เพศ (หญิง:ชาย)	29:6 (82.9:17.1)
ปวดเข่าสองข้าง	35 (100)
โรคประจำตัว	
- อื่นๆ(เช่น ความดันโลหิตสูง)	29 (82.88)
- ไม่มี	6 (17.14)
อาการปวดหลังเรื้อรัง(ปวด:ไม่ปวด)	13:22 (37.1:62.9)
ไม่เคยผ่าตัดข้อสะโพกข้อเข่าและข้อเท้า	35 (100.0)
เดินโดยไม่มีเครื่องช่วยเดิน (มี:ไม่มี)	12 : 23 (34.3 : 65.7)

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานข้อเข่าผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรง35 ราย

ข้อมูลพื้นฐานข้อเข่า	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
พิสัยข้อเข่าขวา "งอ" (องศา)	116(10.97)
พิสัยข้อเข่าขวา "เหยียด" (องศา)	9.71 (8.04)
พิสัยข้อเข่าซ้าย "งอ" (องศา)	115.71 (12.55)
พิสัยข้อเข่าซ้าย "เหยียด" (องศา)	7.71 (6.57)
ความยาวขาด้านขวา * (เซนติเมตร)	79.89 (4.70)
ความยาวขาด้านซ้าย * (เซนติเมตร)	79.91(4.70)
คะแนนรวม KNEE ISOA**	14.89 (1.84)
จำนวน (ร้อยละ)	
ขาโก่ง (Genu Varum)	34 (97.1)
ขาฉิ่ง (Genu Valgum)	1 (2.9)
ข้อบ่งชี้การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (มี)	35 (100)
ความรุนแรงข้อเข่าเสื่อม อิงตาม Kellgren Lawrence Score III : IV	
- ข้อเข่าซ้าย	9 : 26 (57 : 74.3)
- ข้อเข่าขวา	7 : 28 (20 : 80)

หมายเหตุ *วัดจากปุ่มกระดูกปีกตะโพกที่อยู่ด้านบนและหน้าถึงตาตุ่มด้านใน (ASIS to medial malleolus)

**แบบสอบถามระดับความรุนแรงของข้อเสื่อม (Index of severity for knee osteoarthritis)

เท้าพื้นพื้นข้างขวา 0.45 วินาที ข้างซ้าย 0.47 วินาที จำนวนก้าวต่อนาที ข้างขวา 78.64 ข้างซ้าย 76.60 จำนวนก้าวเท้าแต่ละข้างต่อนาที ข้างขวา 37.51 ข้างซ้าย 38.16 ดังตารางที่ 3 ส่วนผลการศึกษาคะแนน WOMAC ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระดับรุนแรง ความปวดมีค่าเฉลี่ย 27.11 คะแนน ความผิดของข้อมีค่าเฉลี่ย 9.23 คะแนน การทำกิจวัตรมีค่าเฉลี่ย 96.54 คะแนน รวมคะแนนมีค่าเฉลี่ย 132.74 คะแนน

ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังผ่าตัดข้อเข่าเทียม โดยคำนวณจากผู้ป่วย 5 คน เนื่องจากผู้ป่วยอีก 3 คนไม่สามารถมาประเมินซ้ำหลังผ่าตัดได้ พบว่ามีระยะก้าวข้างซ้ายจำนวนก้าวต่อนาที ข้างขวาระยะเวลาเท้าติดพื้น และจำนวนก้าวเท้าแต่ละข้างต่อนาที ทั้งสองข้างดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าความเร็วในการเดินดีขึ้น จาก 0.25 เมตรต่อวินาที เป็น 0.40 เมตร ต่อวินาที เช่นเดียวกับจำนวนก้าวต่อนาที ด้านซ้ายที่ดีขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4 รวมถึงค่ามุมข้อเข่าสูงสุด ณ เวลาที่เท้าเหยียบพื้น และ ณ เวลาที่เท้าพื้นพื้น ในการศึกษากลุ่มตัวอย่างผู้ป่วย 5 คน ไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังผ่าตัด ดังตารางที่ 5

บทวิจารณ์

การศึกษานี้บอกถึงลักษณะการเดินที่เปลี่ยนไปของผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรง ซึ่งพบว่ามีความเร็วการเดินระยะก้าวจำนวนก้าวต่อนาทีที่ลดลง แต่มีระยะเวลาเท้าติดพื้นที่ยาวขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มผู้สูงอายุปกติชาวไทยวัยเดียวกัน จากการศึกษาคงของ อาริรัตน์ สุพทุธิธาดา และคณะ⁽¹⁸⁾ และพบว่ามีค่ามุมข้อเข่าสูงสุด ณ เวลาที่เท้าเหยียบพื้น และ ณ เวลาที่เท้าพื้นพื้นลดลงเมื่อเทียบกับค่าปกติ (mid-stance 10-15 องศา, mid-swing 60 องศา) เช่นเดียวกัน สันนิษฐานว่าเกิดจาก อาการปวด ความไม่มั่นคงในข้อเข่า และกระดูกงอก (osteophyte formation)

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Al-Zahrani และ Bakheit ปี ค.ศ. 2002⁽⁹⁾ โดยศึกษาผู้ป่วยที่เป็นข้อเข่าเสื่อมระดับรุนแรง เทียบกับกลุ่มควบคุมที่เป็นอาสาสมัครปกติ ผลการศึกษาสอดคล้องกันคือ ความเร็วการเดินระยะก้าวมุมข้อเข่าที่ลดลง แต่ระยะเวลาเท้าติดพื้นที่ยาวขึ้น และเปรียบเทียบ Deluzio และ Astephen ปี ค.ศ. 2005⁽¹⁰⁾ ระหว่างผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระดับรุนแรง และกลุ่มควบคุมที่เป็นอาสาสมัครปกติ พบว่าสอดคล้องเช่นเดียวกันคือมีมุมข้อเข่าที่ลดลง

ผลการศึกษาด้วยแบบประเมิน WOMAC ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระดับรุนแรงพบว่ามีค่าความปวดเฉลี่ย 27.11, ความผิด

ตารางที่ 3 ข้อมูล spatiotemporal ของการเดินในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรง 35 ราย

ข้อมูล spatiotemporal ของการเดิน	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
ความเร็ว (Speed)(เมตร/วินาที))	0.40(0.19)
ระยะก้าว (Step Length)(ซ้าย)(ซม.)	30.42 (11.43)
ระยะก้าว (Step Length)(ขวา)(ซม.)	30.97 (11.87)
ระยะเวลาเท้าเหยียบพื้น (Stance Time)(ซ้าย)(วินาที)	1.22 (0.46)
ระยะเวลาเท้าเหยียบพื้น (Stance Time)(ขวา)(วินาที)	1.22 (0.44)
ระยะเวลาเท้าพ้นพื้น (Swing Time)(ซ้าย)(วินาที)	0.45 (0.16)
ระยะเวลาเท้าพ้นพื้น (Swing Time)(ขวา)(วินาที)	0.47 (0.14)
จำนวนก้าวต่อนาที (Step per minute) (ซ้าย)	76.60 (18.23)
จำนวนก้าวต่อนาที (Step per minute) (ขวา)	78.64 (20.90)
จำนวนก้าวเท้าแต่ละข้างต่อนาที (Strides per minute) (ซ้าย)	38.16 (8.81)
จำนวนก้าวเท้าแต่ละข้างต่อนาที (Strides per minute) (ขวา)	37.51 (7.60)

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าข้อมูล spatiotemporal ของการเดินก่อนและหลังการผ่าตัดจำนวน 5 ราย

ข้อมูล spatiotemporal ของการเดิน	ก่อนผ่าตัด	หลังผ่าตัด	P-value
ความเร็ว (Speed) (เมตร/วินาที))			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	0.25 (0.0981)	0.40 (0.1827)	0.080
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	0.24 (0.17-0.35)	0.43 (0.25-0.54)	
ระยะก้าว (Step Length) (ซ้าย)(ซม.)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	22.94 (4.8511)	35.30 (8.4336)	0.043*
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	24.70(18.05-26.95)	35.50(28.95-41.55)	
ระยะก้าว (Step Length) (ขวา)(ซม.)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	26.10 (6.4665)	23.40 (11.9725)	0.345
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	29.90 (20.05-30.25)	26.90 (13.60-31.45)	
ระยะเวลาเท้าเหยียบพื้น (Stance Time) (ซ้าย)(วินาที)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	1.76 (0.6049)	1.09 (0.3073)	0.042*
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	1.65 (1.34-2.23)	0.97 (0.92-1.32)	
ระยะเวลาเท้าเหยียบพื้น (Stance Time) (ขวา)(วินาที)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	1.73(0.6312)	1.11 (0.2325)	0.043*
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	1.58 (1.32-2.22)	1.11 (0.92-1.31)	
ระยะเวลาเท้าพ้นพื้น (Swing Time) (ซ้าย)(วินาที)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	0.33(0.1885)	0.54(0.2166)	0.345
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	0.27(0.17-0.51)	0.49(0.38-0.72)	
ระยะเวลาเท้าพ้นพื้น (Swing Time) (ขวา)(วินาที)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	0.39 (0.1752)	0.59 (0.3214)	0.715
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	0.44 (0.24-0.52)	0.44 (0.43-0.82)	
จำนวนก้าวต่อนาที (Step per minute) (ซ้าย)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	59.15(17.8743)	75.53(23.0184)	0.080
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	58.54(43.22-75.39)	79.12(54.82-94.45)	
จำนวนก้าวต่อนาที (Step per minute) (ขวา)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	68.83 (9.6615)	87.59 (17.1934)	0.043*
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	74.56 (58.36-76.45)	89.71 (72.18-101.96)	
จำนวนก้าวเท้าแต่ละข้างต่อนาที (Strides per minute) (ซ้าย)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	23.71 (12.7277)	39.69 (9.1345)	0.043*
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	26.97 (12.38-33.42)	44.07 (31.88-45.33)	
จำนวนก้าวเท้าแต่ละข้างต่อนาที (Strides per minute) (ขวา)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	30.05 (6.4034)	37.87 (8.5184)	0.043*
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	30.27 (24.96-35.04)	39.09 (30.86-44.27)	

หมายเหตุ ผ่าตัดข้อเข่าขวา 4 ราย ผ่าตัดข้อเข่าซ้าย 1 ราย โดยใช้ wilcoxon signed rank test มีนัยสำคัญที่ P< 0.05

ตารางที่ 5 ค่าเปรียบเทียบข้อมูล kinematics ของข้อเข่าจากมุมงอข้อเข่าสูงสุดช่วงเท้าติดพื้นและช่วงเท้าพ้นพื้น (peak knee flexion angle) ก่อนและหลังการผ่าตัดจำนวน 5 ราย

มุมงอข้อเข่า (Knee flexion angle)	ก่อนผ่าตัด	หลังผ่าตัด	P-value
ขณะที่เท้าเหยียบพื้น (Stance)(ขวา)			
ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	13.78(11.574)	10.05(8.301)	0.225
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	16.46(2.06-24.16)	7.39(2.84-18.59)	
ขณะที่เท้าพ้นพื้น(Swing)(ขวา)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	43.01 (11.841)	43.04 (16.027)	0.893
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	42.79 (31.69-54.44)	47.60 (31.11-52.69)	
ขณะที่เท้าเหยียบพื้น (Stance) (ซ้าย)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	5.21 (10.689)	9.93 (11.538)	0.225
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	1.64(-3.85-16.05)	13.32(0.22-17.95)	
ขณะที่เท้าพ้นพื้น (Swing)(ซ้าย)			
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	41.84 (8.259)	46.65 (12.70)	0.345
ค่ามัธยฐาน (Q25-75)	41.60(33.83-49.99)	45.59(35.49-58.35)	

หมายเหตุ ผ่าตัดข้อเข่าขวา 4 ราย ผ่าตัดข้อเข่าซ้าย 1 ราย โดยใช้ wilcoxon signed rank test มีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$

ของข้อเฉลี่ย 9.23, การทำกิจวัตรประจำวันเฉลี่ย 96.54 รวม 132.74 (ระดับคะแนน 0-10) เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Jinks, Jordan และ Croft ปี ค.ศ.2002 (ระดับคะแนน 0-4)⁽¹⁹⁾ พบว่าการศึกษานี้มีคะแนน WOMAC ที่สูงกว่าซึ่งอาจเป็นผลจากการศึกษานี้ ข้อมูลได้จากผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรงทั้งหมด แต่การศึกษาก่อนหน้าเป็นผู้ป่วยปวดเข่า และปวดเข่าเรื้อรังเท่านั้น

ในการศึกษานี้พบว่า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของมุมงอข้อเข่าสูงสุดที่มีความมากเนื่องจาก มีผู้ป่วยจำนวน 8 ราย ที่เดินแล้วมีค่ามุมงอข้อเข่าที่ระยะเท้าเหยียบพื้น หรือ ระยะเท้าพ้นพื้นมีค่าติดลบ ซึ่งบ่งบอกถึงมีการเหยียดเข่าที่จุดนี้อาจเป็นได้จากการเดินที่ไม่เป็นธรรมชาติ กังวล หรือกลัว พื้นสัมผัสเย็นเกินไปเนื่องจากไม่ได้สวมรองเท้าขณะเดินทดสอบ เมื่อนำการวิเคราะห์การเดินไปใช้ทางคลินิกก่อนและหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม 5 ราย เป็นข้อเข่าขวา 4 ราย และเข่าซ้าย 1 ราย พบว่ามีแนวโน้มที่ดีขึ้นเกือบทุกค่า และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Ullmann และคณะ ปี ค.ศ. 2008⁽¹²⁾ ได้ศึกษาลักษณะการเดินของผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรง ก่อนและหลังทำการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมทั้งข้อ (TKA) พบว่าสอดคล้องกันคือ เพิ่มความเร็วการเดินระยะก้าวจำนวนก้าวต่อนาที และลดลงของระยะเวลาเท้าเหยียบพื้น ข้อมูลที่แตกต่างกันคือ ในการศึกษาครั้งนี้ค่ามุมงอข้อเข่าของผู้ป่วยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การศึกษาก่อนหน้าพบว่า ค่ามุมงอข้อเข่าสูงสุดที่ระยะเท้าพ้น

พื้นดีขึ้น⁽¹¹⁾ ซึ่งเป็นได้จากอาการปวดที่ยังเหลืออยู่ และจำนวนผู้ป่วยในการวิจัยนี้น้อยเกินไป

การศึกษาการเดินนี้ ทำให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเดินของผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมรุนแรงได้ดีมากขึ้น แต่การศึกษานี้มีข้อจำกัดดังนี้ 1) จำนวนผู้ป่วยก่อนและหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม มีจำนวนน้อยเกินไปในการศึกษา เนื่องจากการศึกษานี้เป็นเพียงการยกตัวอย่างการนำเอาเครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบสามมิติมาใช้ทางคลินิกและ 2) ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมควรต้องใช้อุปกรณ์เครื่องมือชนิดข้อเข่าแบบเดียวกัน รวมถึงการฟื้นฟูหลังผ่าตัดวิธีเดียวกัน

ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมระยะรุนแรงมีความสามารถในการทำงานของข้อเข่าประเมินด้วยคะแนน WOMAC เฉลี่ย 132.74 ซึ่งบ่งถึงความสามารถของข้อเข่าในการทำกิจวัตรประจำวัน มีการลดลงของความเร็วการเดินระยะก้าว จำนวนก้าวต่อนาที มุมงอข้อเข่าสูงสุดที่ระยะเท้าเหยียบพื้นคือ mid-stance และระยะเท้าพ้นพื้นคือ mid-swing และมีการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาเท้าเหยียบพื้น ส่วนการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมพบว่า ค่าระยะก้าวระยะเวลาเท้าเหยียบพื้น และจำนวนก้าวเท้าแต่ละข้างต่อนาทีดีขึ้น โดยไม่พบความแตกต่างของมุมงอข้อเข่าสูงสุด ดังนั้น นอกจากคะแนน WOMAC แล้วข้อมูล spatiotemporal ของการเดิน ข้อมูล kinematics ของข้อเข่า เมื่อวัดมุมงอข้อเข่าสูงสุดนำมาใช้ในการวัดความสามารถการทำงานของข้อเข่าแบบ objective ได้

เอกสารอ้างอิง

- ศิริวรรณ ศิริบุญ, ชเนตติ์ มลิินทางกูร. สถานข้อมูลประชากร ฝ่ายวิจัยและศูนย์สารสนเทศน์ ผู้สูงอายุ. สืบค้น 11 กุมภาพันธ์ 2014, http://www.cps.chula.ac.th/cps/research_division/article_ageing/ageing_001.html
- Pereira D, Peleteiro B, Araujo J, Branco J, Santos RA, Ramos E. The effect of osteoarthritis definition on prevalence and incidence estimates: a systematic review. *Osteoarthritis Cartilage* 2011;19(11):1270-85.
- Poole AR. An introduction to the pathophysiology of osteoarthritis. *Front Biosci* 1999 ;4:662-70.
- Roberts J, Burch TA. Osteoarthritis prevalence in adults by age, sex, race, and geographic area. *Vital Health Stat* 1966;11:1-27.
- Kaufman KR, Hughes C, Morrey BF, Morrey M, An KN. Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis. *J Biomech* 2001;34:907-15.
- Landry SC, McKean KA, Hubley-Kozey CL, Stanish WD, Deluzio KJ. Knee biomechanics of moderate OA patients measured during gait at a self-selected and fast walking speed. *J Biomech*. 2007;40:1754-6.
- Ornetti P, Maillefert JF, Laroche D, Morisset C, Bougados M, Gossec L. Gait analysis as a quantifiable outcome measure in hip or knee osteoarthritis : A systemic review. *Joint Bone Spine* 2010;77:421-5.
- Barr AE, Backus SI. Biomechanics of gait. In: Nordin M, Frankel VH, editors. *Basic biomechanics of the musculoskeletal system* third ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p.439-450.
- Al-Zahrani KS, Bakheit AM. A study of the gait characteristics of patients with chronic osteoarthritis of the knee. *Disabil Rehabil* 2002;24:275-80.
- Deluzio KJ, Astephen JL. Biomechanical features of gait waveform data associated with knee osteoarthritis: an application of principal component analysis. *Gait Posture* 2007;25:86-93.
- Bejek Z, Paroczai R, Illyes A, Kiss RM. The influence of walking speed on gait parameters in healthy people and in patients with osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:612-22.
- Ullmann R, Hildebrand M, Leuchte S. The effect of gait speed on pre- and postoperative analysis on gait parameters after total knee arthroplasty. *IFMBE proceedings* 2008;20: 175-8.
- 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.
- Lequesne M. Indices of severity and disease activity for osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 1991;20(6 Suppl 2): 48-54.
- Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis* 1957;16:494-502.
- สุทธิพล อุดมพันธ์รัก, จุฬารักษ์ พูลเยี่ยม. การคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยวิธีของ TARO YAMANE. สืบค้น 18 กุมภาพันธ์ 2014, <http://hpe4.anamai.moph.go.th/Surveillance/data/yamane.pdf>
- Stucki G, Sangha O, Stucki S, Michel BA, Tyndall A, Dick W, et al. Comparison of WOMAC osteoarthritis index and a self-report format of the self-administered Lequesne-Algo functional index in patients with knee and hip osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage* 1998;6:79-86.
- Suputtitada A. Gait analysis in elderly: comparison between computerized and conventional analysis. *J Neurol Sci* 2009;285:76-77.
- Jinks C, Jordan K, Croft P. Measuring the population impact of knee pain and disability with the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC). *Pain* 2002;100:55-64.