

ผลของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาและเหยียดข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าที่มีผลต่อ functional performance ในผู้ที่มีอาการปวดข้อเข่าด้านหน้า

Effects of hip extensor and abductor with knee extensor exercise on functional performance in participants with anterior knee pain

กานดา ชัยภิญโญ*, บูลวัชร เตริยัมพิทักษ์, สราวุธ ยศไธสง, ณัฐพงษ์ คำบรรพ์, เอนก สืบเพ็ง

Kanda Chaipinyo*, Boonlawat Triampitak, Sarawut Yodthaisong, Nuttapon Dumban, Anek Suebpeng.

สาขากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Physical Therapy Division, Faculty of Health Science, Srinakharinwirot University

บทคัดย่อ

บทนำ: การรักษาหลักสำหรับอาการปวดข้อเข่าด้านหน้าคือการออกกำลังกายกล้ามเนื้อข้อเข่าและข้อสะโพก เพื่อลดอาการปวดเข่า และเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหว แต่งานวิจัยที่ผ่านมายังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนว่าการออกกำลังกายข้อสะโพกร่วมกับข้อเข่าจะให้ผลดีกว่าการออกกำลังกายข้อเข่าอย่างเดียวอย่างไร

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาและเหยียดข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่า (HKE) ใน closed kinetic chain เปรียบเทียบกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าเพียงอย่างเดียว (KE) ต่ออาการปวดและความสามารถในการเคลื่อนไหวในผู้ที่มีข้อเข่าด้านหน้า

วิธีดำเนินงานวิจัย: ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นผู้มีอาการปวดข้อเข่าทางด้านหน้ามาอย่างน้อย 4 สัปดาห์ ประเมินอาการปวดและความสามารถในการเคลื่อนไหวโดยใช้ Kujala's Anterior Knee Pain Score (KAKPS) และทดสอบในท่า Step down test (SDT) และ Single leg squat (SLS) โดยประเมินระดับความเจ็บปวด(VAS) ขณะทดสอบและจำนวนครั้งที่สามารถทำได้ในเวลา 30 วินาที ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ออกกำลังกายข้อสะโพกร่วมกับข้อเข่า (Hip & Knee exercise, HKE) กลุ่มที่ออกกำลังกายข้อเข่าอย่างเดียว (Knee exercise, KE) และกลุ่มควบคุม (Control) ตามลำดับโดยออกกำลังกาย 10 ครั้ง/เซต 3 เซต/วัน 5 วัน/สัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ประเมิน KAKPS, SDT และ SLS ทุกสัปดาห์ วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ค่าความแตกต่างของสัปดาห์ที่ 4 กับตอน

เริ่มต้นในการเปรียบเทียบผลระหว่าง 3 กลุ่ม โดยใช้สถิติ One way-ANOVA ที่ $p<.05$

ผลการวิจัย : ผู้เข้าร่วมการวิจัย 22 คน (หญิง 18 คนและชาย 4 คนอายุ 19-22 ปี BMI 20.9 ± 4.8 Kg/m²) ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มของค่าตัวแปรที่วัดก่อนการทดสอบ ผลการเปรียบเทียบหลังการออกกำลังกายระหว่างกลุ่มพบว่ากลุ่ม HKE และกลุ่ม KE มีการเพิ่มขึ้นของ KAKPS (HKE = 16.9 ± 5.6 , KE = 13.5 ± 8.7) มากกว่ากลุ่มควบคุม (4.6 ± 5.5 , $p<.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของกลุ่ม HKE กับกลุ่ม KE และพบว่ากลุ่ม HKE มีระดับความปวดขณะทำ SDT ลดลง (2.8 ± 1.6) มากกว่ากลุ่ม KE (1.2 ± 1.4) และมากกว่ากลุ่มควบคุม (1.3 ± 1.4) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มเมื่อประเมินจากจำนวนครั้งที่ทำ SDT และ SLS เช่นเดียวกับระดับความปวดขณะทำ SLS ที่ไม่พบแตกต่างระหว่างกลุ่ม

สรุปผลการวิจัย: การออกกำลังกายกล้ามเนื้อเหยียดและขาข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหวขณะทำ SDT ได้ดีกว่าเมื่อประเมินด้วย KAKPS และลดอาการปวดขณะก้าวลงบันไดได้มากกว่าการออกกำลังกายข้อเข่าอย่างเดียว แต่จำนวนครั้งที่สามารถทำ SDT และ SLS ไม่แตกต่างกัน

Abstract

Introduction Hip exercise and knee exercise are two main therapeutic exercises to reduce pain and improve function for anterior knee pain (AKP). However, studies about the effects of hip combined

* Corresponding author: Physical Therapy Division, Faculty of Health Science, Srinakharinwirot University, Nakonnayok, THAILAND.

with knee exercise compared to knee exercise alone were inconclusive.

Objectives The purpose of this study was to compare the effectiveness of the combination of hip extensor, hip abductor and knee extensor exercise (HKE) to knee extensor exercise alone (KE) on pain and functional performance in participants with anterior knee pain (AKP).

Methods Participants had at least 4 weeks AKP. Baseline evaluations were Kujala's Anterior Knee Pain Score (KAKPS), number of repetition in step down test (SDT), single leg squat test (SLS), and visual analog pain scale (VAS) during SDT and SLS. They were randomly assigned to 3 groups; HKE, KE, and control. Participants in HKE and KE groups performed exercise 10 repetitions/set, 3 sets/day, 5 days/week, for 4 weeks. KAKPS, SDT, SLS and VAS were re-evaluated in all participants every week. One-way ANOVA was used for statistical analysis comparing outcomes at $p < .05$.

Results 22 participants were included in this study (18 females, 4 males, age 19-22 years, BMI 20.9 ± 4.8 Kg/m²). There was no difference of demographic data and variables measured between the groups at baseline. After 4 weeks, compared to baseline, greater increases in KAKPS were found in the HKE and KE groups (HKE = 16.9 ± 5.6 , KE = 13.5 ± 8.7) than the control group (4.6 ± 5.5 , $p < .05$), but there was no difference between HKE and KE groups. Pain during SDT in HKE group was lower (2.8 ± 1.6) than KE (1.2 ± 1.4) and control (1.3 ± 1.4). There was no difference in number of repetitions in

SDT and SLS and also no difference in pain during SLS.

Conclusion Hip extensor and abductor with knee extensor exercise improved pain and functional performance in participants with anterior knee pain more than knee exercise alone when measured by KAKPS but no difference was found in SDT and SLS performances.

Keywords: Anterior knee pain, exercise, functional performance test

อาการปวดข้อเข่าด้านหน้า (anterior knee pain) เป็นกลุ่มอาการที่พบได้มากถึง 15-45% ของประชากร¹พบในนักกีฬาได้มากกว่า 10% และพบในผู้หญิงมากกว่าผู้ชายสองเท่า² นอกจากนั้นยังเป็นอาการของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่พบมากเป็นอันดับ 2 ที่มารับการรักษาทางกายภาพบำบัดรองจากอาการปวดหลัง อาการปวดข้อเข่าด้านหน้ายังรบกวนคุณภาพชีวิตและความสามารถในการทำกิจกรรมประจำวัน เช่น ขึ้น-ลงบันได เดิน วิ่ง นั่งเข่าเป็นเวลานาน และยืนย่อเข่า³

การปวดข้อเข่าด้านหน้ามีหลายสาเหตุ โดยสาเหตุหลักที่พบคือ lateral patellar malalignment หรืออาจเป็น lateral patellar maltracking ซึ่งเป็นความผิดปกติของการเคลื่อนไหวของ patella ใน knee flexion-extension cycle ส่งผลให้แรงกระทำต่อ lateral facet สูงขึ้นทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ lateral patellar pressure โดยปัจจัยที่ทำให้ตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของ patella เปลี่ยนแปลงไปมีหลายปัจจัย เช่น ผลของการเพิ่มขึ้นของ Q-angle ซึ่งจะส่งผลให้ patella เคลื่อนไปในทิศที่ออกทางด้านนอกเพิ่มมากขึ้น³ การที่ Q-angle เพิ่มขึ้นได้อาจมาจากการทำงานของ quadriceps ที่อ่อนแรงลง

โดยเฉพาะ vastus medialis oblique (VMO) ที่พบได้มากที่สุด หรืออาจมีช่วงเวลาในการทำงานของ vastus medialis oblique ต่อ vastus lateralis (VMO-VL timing onset) ที่ไม่สัมพันธ์กัน^{4, 5} และมีงานวิจัยที่ผ่านมาได้กล่าวถึง excessive femoral adduction และ internal rotation ที่ส่งผลต่อ Q-angle โดยเฉพาะในขณะเคลื่อนไหว (dynamic Q-angle) ซึ่งเกิดจากกล้ามเนื้อข้อสะโพกอ่อนแรงลง หรือมีการทำงานที่ลดลง (poor hip control)⁶⁻⁸ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อ gluteus medius ซึ่งส่งผลให้ femoral adduction เพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อ gluteus maximus ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของ femur ใน frontal plane และควบคุม femoral adduction ไม่ให้มากเกินไป^{7, 9} และกล้ามเนื้อหมุนข้อสะโพกออกด้านนอก (hip external rotator) ซึ่งได้แก่ gluteus maximus และ deep external rotator muscle ที่จะคอยช่วยควบคุมการเคลื่อนไหวของ femur ใน transverse plane⁷ ไม่ให้เกิด femoral internal rotation มากจนเกินไป ซึ่งปัจจัยทั้ง femoral adduction และ internal rotation จะส่งผลให้ lateral patellar pressure สูงมากขึ้น เพิ่ม Q-angle และทำให้เกิดอาการปวดข้อเข่าด้านหน้าได้

หลักการและแนวทางการรักษาอาการปวดข้อเข่าด้านหน้านั้นแก้ปัญหของ patellar tracking และ alignment¹⁰⁻¹³ แต่ยังมีข้อมูลจากงานวิจัยที่ขัดแย้งกันระหว่างแนวทางการออกกำลังกายสำหรับผู้ที่มีอาการปวดข้อเข่าด้านหน้า โดยงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่พบว่าการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อสะโพก (hip muscles strengthening) หรือกล้ามเนื้อข้อสะโพกร่วมกับข้อเข่า (hip and knee muscles strengthening) สามารถลดอาการปวดขณะทำกิจกรรมได้ใกล้เคียงกับการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเข่าเพียงอย่างเดียว (knee muscles strengthening) แต่ในงานวิจัยต่างๆ มีโปรแกรมการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน

ในขณะที่ Grelsamer และ McConnell ได้แนะนำท่าออกกำลังกายกล้ามเนื้อ gluteus medius ร่วมกับการย่อเข่าด้วยขาข้างเดียว (single leg squat)¹⁴ ซึ่งเป็นท่าออกกำลังกายในลักษณะ closed kinetic chain exercise เพื่อฝึกการทำงานของข้อเข่าและข้อสะโพกร่วมกับการทรงตัว โดย Barton และคณะได้รายงานว่าท่าออกกำลังกายในท่านี้จะกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ gluteus medius และ gluteus maximus ในท่ายืนย่อเข่าขาเดียวได้มากกว่าในท่ายืนย่อเข่าสองขา (double leg squat)¹⁵ จากผลการวิจัยนี้จึงมีการแนะนำให้ใช้ท่าออกกำลังกาย gluteus medius ร่วมกับการย่อเข่าด้วยขาข้างเดียวในกลุ่มที่มีอาการปวดข้อเข่าด้านหน้าที่มีปัญหากล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าร่วมกับกล้ามเนื้ออกางและเหยียดข้อสะโพก

อาการปวดข้อเข่าด้านหน้ายังเกิดขึ้นได้จากกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าอ่อนแรงโดยเฉพาะ VMO มีงานวิจัยว่าการออกกำลังกายใน open kinetic chain และ closed kinetic chain นั้นให้ผลในการลดอาการปวดภายหลังการออกกำลังกายในระยะเวลา 5-6 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน^{11, 16} และมีการศึกษาว่าการออกกำลังกายแบบ open kinetic chain ในท่า quadriceps setting สามารถลดอาการปวดข้อเข่าด้านหน้า และมีการทำงานของ VMO ได้ดีกว่าการออกกำลังกายในท่า straight leg raising และ terminal knee extension^{17, 18} งานวิจัยที่เปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายข้อสะโพกและข้อเข่ากับการออกกำลังกายข้อเข่าอย่างเดียวที่ผ่านมาส่วนใหญ่ประเมินความสามารถในการเคลื่อนไหวโดยใช้แบบประเมินตนเอง แต่ไม่มีการประเมินความสามารถในการทำงานเคลื่อนไหวหรือ functional performance test โดยตรง¹⁹ และมีเพียงบางงานวิจัยที่วัดผลของความสามารถในการทำงานของข้อเข่าด้วยแต่ผลงานวิจัยยังไม่สามารถสรุปได้^{20, 21} พลอยณชา ดิลกพงศ์ระวี และคณะ²² ได้ทำการทดสอบการทำงานของข้อเข่า (functional performance test)

พบว่าการนับจำนวนครั้งในการทำ single leg squat (SLS), sit to stand (STS) และ step down test (SDT) ในระยะเวลา 30 วินาทีสามารถใช้แยกความแตกต่างระหว่างผู้ที่มีอาการปวดข้อเข่าด้านหน้าและผู้ที่ไม่มีอาการได้และมีค่าความเชื่อถือในการวัดซ้ำสูง (ICC>0.8) จึงนำมาประเมินผลการออกกำลังกายโดยการทำ SLS และ SDT ซึ่งเป็นท่าที่สัมพันธ์กับอาการปวดข้อเข่าอย่างชัดเจน มาใช้ในการทดสอบผู้ที่มีอาการปวดข้อเข่า

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าแบบ closed kinetic chain กับ การออกกำลังกายกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าเพียงอย่างเดียว ต่อการลดอาการปวดและเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหว ในผู้ที่มีอาการปวดข้อเข่าด้านหน้า

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับอนุมัติจริยธรรมการวิจัยจาก คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยศึกษาในอาสาสมัครที่มีอาการปวดข้อเข่าทางด้านหน้า (anterior knee pain) ทั้งเพศชายและเพศหญิง อายุระหว่าง 18-30 ปี จำนวน 27 คน

การคำนวณขนาดตัวอย่าง ใช้สูตรในการคำนวณหากกลุ่มตัวอย่าง คือ

$$n = \frac{2 (Z_{\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{(\frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma})^2}$$

โดยใช้ข้อมูลจากงานวิจัยของ พลอยณชา และคณะ²² ที่ได้เปรียบเทียบความสามารถในการเคลื่อนไหวของข้อเข่าระหว่างกลุ่มผู้ที่มีอาการปวดข้อเข่าทางด้านหน้าและกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดข้อเข่า กำหนด effect size ที่ 0.8 และใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทำ STD ของกลุ่มที่มีอาการปวดข้อเข่าและไม่ปวดข้อเข่ามาคำนวณ

(15.8±2.7 และ 21.7±3.7) โดยคำนวณได้กลุ่มละ 7 คน และเนื่องจากการศึกษานี้อาจมีการสูญเสียข้อมูลในระหว่างการวิจัยตลอดช่วง 4 สัปดาห์จึงตั้งเป้าหมายจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยไว้ที่กลุ่มละ 9 คน รวม 27 คน

กำหนดเกณฑ์การคัดเข้าโดยการใช้ Kujala's Anterior Knee Pain Score (KAKPS) ที่ได้รับอนุญาตให้แปลฉบับภาษาไทย ซึ่งมีค่า test-retest ICC=0.83 ซึ่งประกอบด้วยคำถามทั้งหมด 13 คำถามมีคะแนนรวม 100 คะแนน ให้อาสาสมัครประเมินอาการปวดข้อเข่าด้านหน้าด้วยตัวเอง ที่คะแนนระหว่าง 69-82 คะแนน โดยคะแนนประเมินในช่วง 62-82 นี้เป็นกลุ่มที่มีอาการสอดคล้องกับกลุ่มที่มีอาการปวดข้อเข่าทางด้านหน้า แต่ยังไม่รุนแรงจนถึงอาการของกลุ่มที่มีลูกสะบ้าหลุด (patella dislocation)²³ นอกจากนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องมีประวัติอาการปวดข้อเข่าทางด้านหน้าในกิจกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกัน เช่น เดิน ขึ้น-ลงบันได วิ่ง กระโดด ยืนย่อเข่า มาอย่างน้อย 4 สัปดาห์ สามารถเคลื่อนไหวข้อเข่าได้ และเกณฑ์คัดออกคือได้รับการวินิจฉัยว่ามีอาการปวดข้อเข่าจากความผิดปกติอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้ ความผิดปกติของหมอนรองผิวกระดูกข้อเข่า (intra-articular pathology) เอ็นสะบ้าอักเสบ ถุงน้ำรอบกระดูกสะบ้าวมอักเสบ (peripatellar bursitis) กลุ่มอาการพังผืดรั้งข้อต่อ (plica syndrome) ภาวะกระดูกสะบ้าเคลื่อนหรือเคลื่อนหลุด ภาวะกระดูกสะบ้าอยู่ในตำแหน่งที่สูงหรือต่ำกว่าปกติ (patella alta, patella baja) Osgood Schlatter's lesions, ไขมันใต้เอ็นลูกสะบ้าหนาตัว (Hoffa's syndrome) และการผ่าตัดที่บริเวณข้อเข่า

การประเมินผล (Outcome measures)

วิธีการประเมินผลการวิจัยนี้มี 5 ตัวแปรคือ ค่าที่ประเมินได้จากคะแนนการประเมินตนเองด้วย KAKPS

จำนวนครั้งที่สามารถทำได้ในเวลา 30 วินาทีในการทดสอบการเคลื่อนไหว ได้แก่การก้าวลงบันได (SDT: step down test) และยืนย่อเข่าด้วยขาข้างที่มีอาการ (SLS: single leg squat)²² และระดับความเจ็บปวดในขณะทดสอบการเคลื่อนไหวแต่ละท่า (VAS: visual analog pain scale) ซึ่งระบุระดับความปวดโดยการทำเครื่องหมายบนกระดาษที่ขีดเส้นยาว 10 เซนติเมตร กำหนดให้มีประเมินก่อนเริ่มฝึกเพื่อเป็นค่าเริ่มต้น จากนั้นประเมินทั้ง 5 ตัวแปรทุกสัปดาห์จนครบ 4 สัปดาห์ โดยในการทดสอบการเคลื่อนไหวทั้ง 2 ท่ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทดลองทำงานเกิดความเข้าใจก่อน จากนั้นจึงเริ่มจับเวลาและนับจำนวนครั้ง ดังนี้

ในการทดสอบ SDT ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนด้วยขา 2 ข้างบนขั้นบันไดที่มีความสูง 17 เซนติเมตรมือทั้งสองทอดกอดหน้ามองตรง ปลายนิ้วเท้าแตะที่ขอบบันไดผู้วิจัยให้สัญญาณให้ก้าวเท้าลงจากขั้นบันไดโดยก้าวขาข้างที่ไม่มีอาการปวดให้ส้นเท้าแตะพื้น จากนั้นก้าวเท้าขึ้นไปยืนบนขั้นบันไดเหมือนเดิมโดยปลายเท้าชิดขอบบันได ขณะเดียวกันนั้นผู้วิจัยนับจำนวนครั้งเมื่อส้นเท้าแตะพื้น²⁴ โดยคณะผู้วิจัยได้หาค่าความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำมีค่า ICC=0.821 (p<.05)

ในการทดสอบ SLS ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งพักเป็นเวลา 5 นาทีก่อนทำการทดสอบเช่นเดียวกัน โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนบนขาทั้งสองข้างทอดกอดหน้ามองตรง จากนั้นผู้วิจัยทำการวัดมุมขณะย่อเข่าและก้มเท้าที่มุม 60° ของขาที่มีอาการปวดและกำหนดจุด 3 จุด คือ จุดที่ 1 ณ ตำแหน่งที่ข้อเข่าสัมผัสกับกำแพงขณะย่อเข่าที่มุม 60° จุดที่ปลายเท้าและตำแหน่งส้นเท้า จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนบนขาข้างที่มีอาการปวดและย่อ-เหยียดเข่า ณ ตำแหน่งที่กำหนด ทางคณะผู้วิจัยได้หาค่าความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำ โดยมีค่า ICC=0.817 (p<.05)โดยการ

ทดสอบทั้งสองท่าข้างต้นใช้เวลาในการทดสอบท่าละ 30 วินาทีให้ได้จำนวนครั้งที่มากที่สุด

วิธีการฝึก (Training protocols)

แบ่งอาสาสมัครออกเป็น 3 กลุ่มเท่าๆกัน โดยการสุ่ม กลุ่มละ 9 คน ซึ่งวิธีการสุ่มเลือกใช้วิธีจับสลาก (Simple randomization using concealed envelopes) โดยใช้สลากหมายเลขกลุ่ม 1-3 หมายเลขละ 9 ใบ โดยกลุ่มแรกคือกลุ่มออกกำลังกายกล้ามเนื้ออกางข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าใน closed kinetic chain exercise (HKE group) กลุ่มสองคือกลุ่มออกกำลังกายกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าเพียงอย่างเดียวใน open chain exercise (KE group) และกลุ่มสุดท้ายเป็นกลุ่มควบคุม (control) คือกลุ่มที่ไม่ได้การออกกำลังกายใดๆ แต่ให้ทำกิจวัตรประจำวันตามปกติ ผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมดไม่ได้รับการรักษาอื่นที่นอกเหนือจากการออกกำลังกายตามที่กำหนด และสามารถเลือกวันที่ออกกำลังกายได้ตามความสะดวกโดยต้องออกกำลังกาย 5 วันต่อสัปดาห์

กลุ่ม HKE ออกกำลังกายในท่า gluteus medius training in single leg squat (รูปที่ 1) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย ยืนให้ขาข้างที่ไม่มีอาการปวดข้อเข่าชิดกำแพง งอข้อเข่า ข้อเข่าเข้า ร่วมกับกางข้อสะโพกเล็กน้อย ให้ตำแหน่ง lateral epicondyle of femur แตะที่กำแพง โดยไม่มีการลงน้ำหนัก ขณะที่ลำตัวตรง สะโพกไม่มีการบิดหมุน (รูป 1B) และยืนบนขาข้างที่มีอาการปวดข้อเข่าทางด้านหน้าข้างเดียว จากนั้นให้ย่อเข่าลงไม่เกิน 30 องศา หรือเท่าที่ไม่มีอาการปวด (รูป 1C) เป็นเวลา 10 วินาที จำนวน 10 ครั้งต่อรอบ 3 รอบต่อวัน 5 วัน/สัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์

กลุ่ม KE ออกกำลังกายในท่า quadriceps settings exercise (รูปที่ 2) โดยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัย นั่งเหยียดขา ม้วนผ้ารองใต้เข่า ให้ข้อเข่าเล็กน้อยไม่เกิน 30

องศา จากนั้นให้เหยียดข้อเข่าให้ตรงออกแรงให้มากที่สุด และเกร็งไว้เป็นระยะเวลา 10 วินาทีโดยที่ต้องไม่เกิดการเข้าแอ่นจำนวน 10 ครั้งต่อรอบ 3 รอบต่อวัน 5 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในขณะที่กลุ่ม control ไม่ได้ออกกำลังกายใดๆ นอกเหนือจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันตามปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตัวแปรที่นำมาทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายประกอบด้วย คะแนนการประเมินตนเองจาก KAKPS ระดับความปวดขณะทำ SDT (Pain VAS in SDT) และ SLS (Pain VAS in SLS) จำนวนครั้งในการทำ SDT และ SLS

การเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการออกกำลังกายเพื่อทดสอบความแตกต่างของ 3 กลุ่ม ใช้สถิติ Kruskal-Wallis test (H-test) สำหรับ KAKPS, SDT และ SLS เนื่องจากเป็นจำนวนนับซึ่งเป็น nonparametric และใช้สถิติ One-way ANOVA สำหรับระดับความปวดขณะทำ SDT (Pain VAS in SDT) และ SLS (Pain VAS in SLS) เนื่องจากเป็นข้อมูลต่อเนื่องแบบ parametric และในการเปรียบเทียบผลที่ประเมินได้หลังจากออกกำลังกายไปแล้ว 4 สัปดาห์กับช่วงเริ่มต้นใช้สถิติ Wilcoxon sign rank test สำหรับ KAKPS, SDT และ SLS และ paired t-test สำหรับระดับอาการปวดขณะทำ SDT และ SLS โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$



1A ท่าเริ่มต้น 1B ตะเข้กับท่าแกง 1C ยืนย่อเข่าลง

รูปที่ 1 การออกกำลังกายของกลุ่ม HKE เน้นกล้ามเนื้ออกข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อ (gluteus medius training in single leg squat) โดยลำดับดังนี้ 1A. ยืนให้ขาข้างที่ไม่มีอาการปวดข้อเข่าชิดกำแพง 1B. ยืนบนขาข้างที่มีอาการปวดข้อเข่าทางด้านหน้าข้างเดียว งอข้อเข่า ข้อเข่า ร่วมกับกางข้อสะโพกอีกข้างหนึ่งโดยให้ตำแหน่ง lateral epicondyle of femur ตะเข้กับกำแพง โดยไม่มีการลงน้ำหนัก ขณะที่ลำตัวตรง สะโพกไม่มีการบิดหมุนและ 1C. ย่อเข่าลงไม่เกิน 30 องศา หรือเท่าที่ไม่มีอาการปวด เป็นเวลา 10 วินาที จำนวน 10 ครั้งต่อรอบ 3 รอบต่อวัน 5 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์



รูปที่ 2 การออกกำลังกายของกลุ่ม KE โดยเน้นกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่า (quadriceps settings exercise) โดยนั่งเหยียดขา ม้วนผ้ารองใต้เข่า ให้ข้อเข่าเล็กน้อยไม่เกิน 30 องศา จากนั้นให้เหยียดข้อเข่าให้ตรงออกแรงให้มากที่สุด และเกร็งไว้เป็นระยะเวลา 10 วินาทีโดยที่ต้องไม่เกิดการเข้าแอ่นจำนวน 10 ครั้งต่อรอบ 3 รอบต่อวัน 5 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ผลการวิจัย

จำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่คำนวณไว้กลุ่มละ 9 คนโดยใน
ระเบียบวิธีวิจัยกำหนดให้ผู้เข้าร่วมวิจัยโดยการจับสลากที่
ปกปิดไว้แล้วจำนวน 27 ใบ แต่ตลอดช่วงระยะเวลาการ
วิจัยมีอาสาสมัครเข้าร่วมวิจัยที่มีอาการปวดข้อเข่าด้าน
หน้าที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าเพียง 22 คนและแบ่งกลุ่มโดยการ
จับสลากที่เตรียมไว้แล้วทำให้มีจำนวนอาสาสมัครในแต่ละ

ละกลุ่มแตกต่างกันเล็กน้อย ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า
ในช่วงเริ่มต้นทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม
($p>.05$) ของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก อาการปวด คะแนนใน
แบบประเมิน KAKPS และจำนวนครั้งในการทำ SDT และ
SLS (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีอาการปวดข้อเข่าด้านหน้าแยกรายกลุ่มก่อนการออกกำลังกาย (mean±SD)

	กลุ่ม HKE (n=7)	กลุ่ม KE (n=8)	กลุ่ม Control (n=7)
เพศ	ชาย = 2 คน หญิง = 5 คน	ชาย = 2 คน หญิง = 6 คน	หญิง = 7 คน
อายุ (ปี)	20.0±1.4	20.4±1.4	21.7±0.5
ส่วนสูง (cm)	165.0±9.7	165.3±6.5	162.4±3.9
น้ำหนัก (kg)	64.0±21.0	59.4±11.0	55.4±0.5
BMI(kg/m ²)	23.14±6.0	21.7±3.7	20.9±4.9
Pain VAS in SDT	3.8±1.9	1.6±1.7	2.1±1.8
Pain VAS in SLS	3.1±1.4	1.3±1.4	1.7±2.0
KAKPS	75±5.4	77±5.2	75±2.9
SDT (จำนวนครั้ง)	13±5.0	16±4.0	17±2.4
SLS (จำนวนครั้ง)	15.9±4.7	20±4.4	21±8.6

ผลของการออกกำลังกายเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม
ผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่า กลุ่ม HKE และ
กลุ่ม KE มีการเพิ่มขึ้นของ KAKPS (HKE =16.9±5.6,
KE=13.5±8.7) มากกว่ากลุ่มควบคุม (4.6±5.5, $p<.05$)
แต่ไม่พบความแตกต่างของผลนี้ระหว่างกลุ่ม HKE และ
กลุ่ม KE และนอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่ม HKE มีระดับความ
ปวดขณะทำ SDT ลดลง (2.8±1.6) มากกว่ากลุ่ม KE

(1.2±1.4)และมากกว่ากลุ่มควบคุม (1.3±1.4) แต่ไม่
พบว่ามีผลแตกต่างระหว่างกลุ่มเมื่อประเมินจากจำนวน
ครั้งที่ทำ SDT และ SLS เช่นเดียวกับระดับความปวดขณะ
ทำ SLS ที่ไม่พบแตกต่างระหว่างกลุ่ม (รูปที่ 3)

**ผลของการออกกำลังกาย 4 สัปดาห์เปรียบเทียบกับ
ช่วงเริ่มต้น**

แสดงในตารางที่ 2 โดยพบว่ากลุ่ม HKE มีผลการประเมิน
ในสัปดาห์ที่ 4 ดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกการ
ประเมิน ในขณะที่กลุ่ม KE มีผลการประเมินในสัปดาห์ที่
4 ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกการประเมินยกเว้น

ระดับอาการปวดในขณะทำ SLS ส่วนกลุ่มควบคุมพบว่า
ผลการประเมินดีขึ้นในการทำ SLS, SDT และ ระดับ
อาการปวดในขณะทำ SDT (แสดงค่าเริ่มต้นและการ
เปลี่ยนแปลงหลังจากออกกำลังกายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ใน
ตารางที่ 2 และ รูปที่ 4)

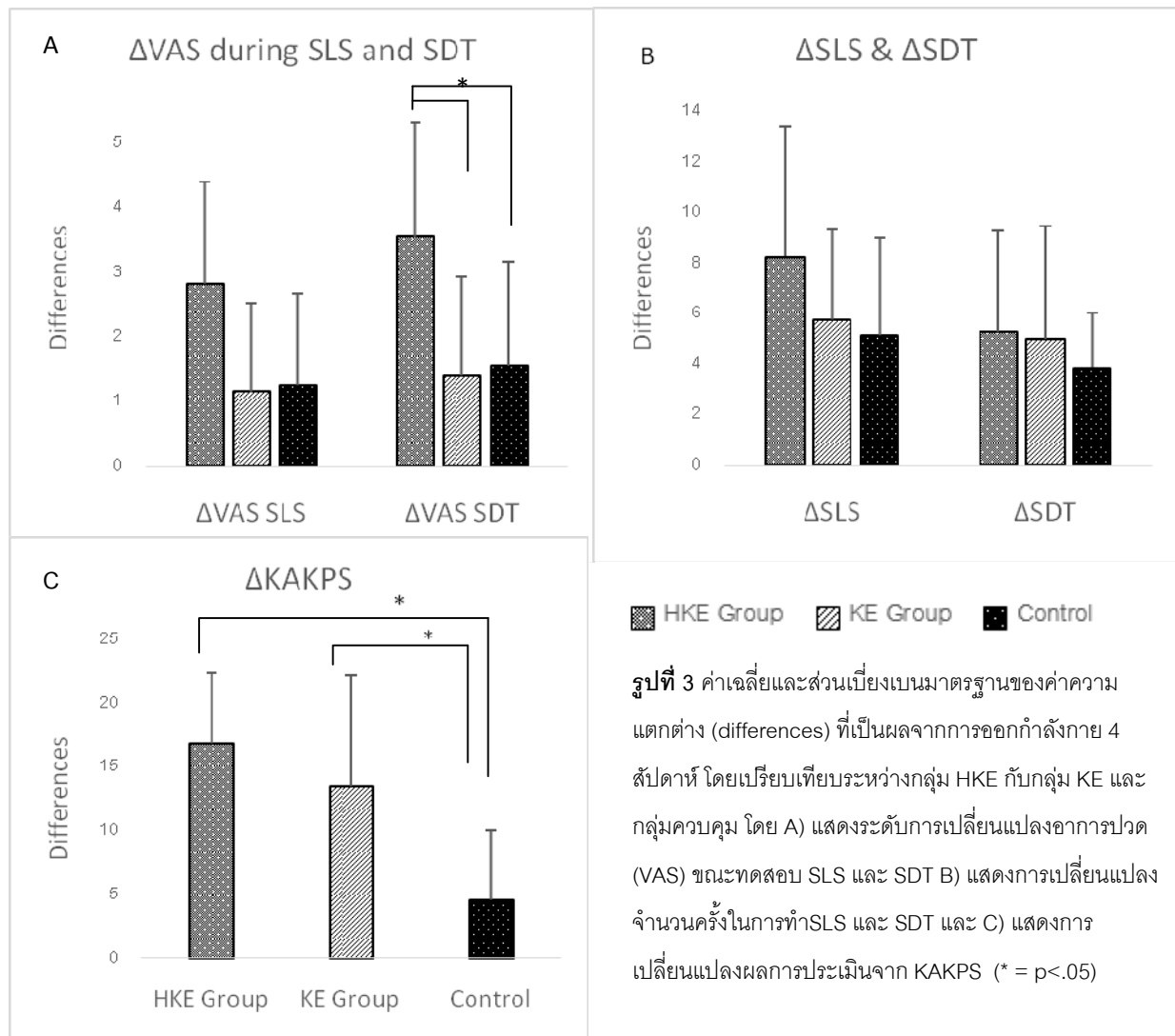
ตารางที่ 2 ผลการประเมินจำนวนครั้งในการทำ SDT และ SLS คะแนน KAKPS และระดับอาการปวดในขณะทำ SDT และ
SLS ในช่วงเริ่มต้น เปรียบเทียบกับหลังจากออกกำลังกายไปแล้ว 4 สัปดาห์ และค่าการเปลี่ยนแปลงโดยเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม

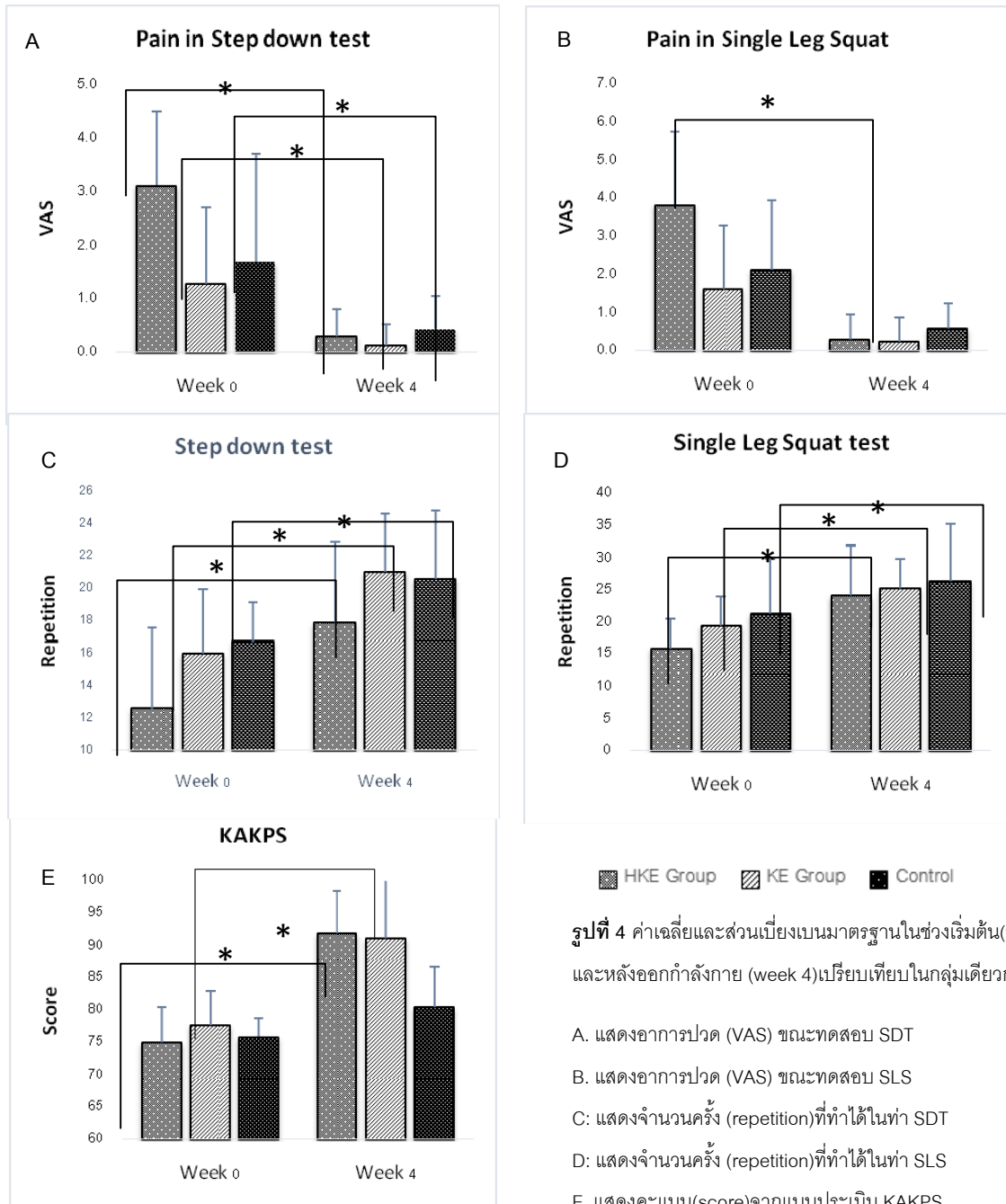
Group	Time of evaluation	SDT	SLS	KAKPS	PainVAS in SDT	Pain VAS in SLS
HKE	ค่าเริ่มต้น	12.6±5.0	15.9±4.7	75.0±5.4	3.1±1.4	3.8±1.9
	ค่าที่ประเมินหลัง 4 สัปดาห์	17.9± 5.0 ^Y	24.1±4.8 ^Y	91.9±6.6 ^Y	0.3±0.5 ^Y	0.3±0.7 ^Y
	ค่าการเปลี่ยนแปลง	5.3±4.0	8.3±5.1	16.9±5.6 ^Φ	2.8±1.6 ^Φ	3.5±1.8
KE	ค่าเริ่มต้น	16.0±4.0	19.5±4.5	77.6±5.2	1.2±1.4	1.6±1.7
	ค่าที่ประเมินหลัง 4 สัปดาห์	21.0± 3.6 ^Y	25.3±4.7 ^Y	91.1±9.1 ^Y	0.1±0.4	0.2±0.6
	ค่าการเปลี่ยนแปลง	5.0±4.4	5.8±3.6	13.5±8.7 ^Φ	1.2±1.4 ^Δ	1.4±1.5
Control	ค่าเริ่มต้น	16.7± 2.4	21.3±8.6	75.9±2.9	1.7±2.0	2.1±1.8
	ค่าที่ประเมินหลัง 4 สัปดาห์	20.6± 4.3 ^Y	26.4±8.8 ^Y	80.4±6.2	0.4±0.6 ^Y	0.6±0.7
	ค่าการเปลี่ยนแปลง	3.9±2.2	5.1±3.8	4.6±5.5	1.3±1.4	1.5±1.6

^Y แสดงการเปรียบเทียบผลการประเมินในกลุ่มเดียวกันเปรียบเทียบผลในสัปดาห์ที่ 4 กับค่าเริ่มต้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ p<.05

^Φ แสดงการเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ p<.05

^Δ แสดงการเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่ม HKE กับกลุ่ม KE ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ p<.05





รูปที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วงเริ่มต้น(week 0) และหลังออกกำลังกาย (week 4)เปรียบเทียบในกลุ่มเดียวกัน

- A. แสดงอาการปวด (VAS) ขณะทดสอบ SDT
B. แสดงอาการปวด (VAS) ขณะทดสอบ SLS
C: แสดงจำนวนครั้ง (repetition) ที่ทำได้ในท่า SDT
D: แสดงจำนวนครั้ง (repetition) ที่ทำได้ในท่า SLS
E. แสดงคะแนน(score)จากแบบประเมิน KAKPS

*แสดงค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

บทวิจารณ์

จากการศึกษานี้พบว่าเมื่อได้ออกกำลังกายกล้ามเนื้ออกและเหยียดข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าใน closed kinetic chain ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ และการออกกำลังกายโดยกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าอย่างเดียวยังสามารถเพิ่มคะแนนในแบบประเมิน KAKPS ได้ดีกว่าการที่ไม่ได้ออกกำลังกายเลยแต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มออกกำลังกายสองกลุ่มซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fukuda และคณะ²¹ ซึ่งรายงานว่เมื่อได้ออกกำลังกายกล้ามเนื้อข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อข้อเข่าในระยะเวลา 4 สัปดาห์จะทำให้เพิ่มคะแนน KAKPS ได้มากกว่ากลุ่มควบคุม และในงานวิจัยนี้พบการลดลงของอาการปวดในขณะทดสอบ SDT ในกลุ่ม HKE เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ แต่ไม่มีความแตกต่างของระดับอาการปวดขณะทำ SLS ซึ่งอาจเกิดจากการการที่ในงานวิจัยนี้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีระดับ VAS เริ่มต้นในทั้ง 3 กลุ่มต่ำกว่าระดับ 3 ทำให้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงของระดับอาการปวดขณะทดสอบในความสามารถของข้อเข่าไม่ชัดเจน แต่พบผลที่ชัดเจนกว่าในการประเมินด้วย KAKPS²³ นั้นเนื่องจากการใช้แบบประเมิน KAKPS สามารถประเมินได้ครอบคลุมความสามารถในการเคลื่อนไหว และอาการปวดขณะทำกิจกรรมในท่า เดิน ขึ้น-ลงบันได ย่อเข่า วิ่ง กระโดด นั่งนานๆ การลงน้ำหนัก และตรงกับในท่าทดสอบการเคลื่อนไหวในงานวิจัยนี้ ดังนั้นจึงมีผลให้คะแนนจาก KAKPS บอกได้ว่าผู้ที่ออกกำลังกายกล้ามเนื้ออกและเหยียดข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าใน closed kinetic chain ให้ผลของการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการเคลื่อนไหวโดยรวมและลดอาการปวดขณะทำกิจกรรมได้

ในส่วนของการประเมินความสามารถจากจำนวนครั้งที่ทำได้ในท่า SDT และในท่า SLS ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มเมื่อออกกำลังกายผ่านไป 4 สัปดาห์

ในงานวิจัยนี้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fukuda และคณะ ปี 2012²¹ ที่ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงของความสามารถของข้อเข่าในระหว่างกลุ่ม แต่ในงานวิจัยของ Fukuda ในปี 2012²⁵ ได้ออกกำลังกายในระยะเวลา 4 สัปดาห์และติดตามวัดผลใน 3, 6 และ 12 เดือน พบความแตกต่างในความสามารถของการเคลื่อนไหวที่เพิ่มขึ้นจากการออกกำลังกายกล้ามเนื้ออกและเหยียดข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าดีกว่าการออกกำลังกายกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าเพียงอย่างเดียวเมื่อติดตามผลในเวลา 6 และ 12 เดือน ซึ่งแสดงว่าความสามารถในการเคลื่อนไหวอาจไม่ได้เพิ่มขึ้นในทันทีแต่จะพบในผลระยะยาว อีกทั้งการใช้วิธีนับจำนวนครั้งที่ทำ SDT และ SLS ได้ใน 30 วินาที อาจมีความไว (sensitivity) ไม่เพียงพอในการวัดการเปลี่ยนแปลงความสามารถในกลุ่มผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีความสามารถเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย การศึกษาต่อไปในการทดสอบวิธีการทางคลินิกในการประเมินความสามารถในการเคลื่อนไหวอาจช่วยให้มีตัวเลือกที่เหมาะสมมากขึ้นสำหรับใช้ในกลุ่มอาการปวดเข่าด้านหน้า

การออกกำลังกายกล้ามเนื้ออกและเหยียดข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่า สามารถลดอาการปวดในขณะทำ SLS และ SDT โดยค่าความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการออกกำลังกายเมื่อผ่านไปแล้ว 4 สัปดาห์ ในขณะที่ทำ SLS อยู่ที่ 3.5 ± 1.8 และ ขณะทำ SDT อยู่ที่ 2.8 ± 1.6 ซึ่งสามารถลดอาการปวดมากกว่า 2 ระดับ และเป็นค่าที่บ่งบอกความแตกต่างทางคลินิก แต่ในการออกกำลังกายกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าเพียงอย่างเดียวและกลุ่มควบคุม สามารถลดอาการปวดในขณะทำ SDT ได้ โดยมีค่าความแตกต่างก่อนและหลังการออกกำลังกายในกลุ่มการออกกำลังกายกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าเพียงอย่างเดียวอยู่ที่ 1.4 ± 1.5 และกลุ่มควบคุม อยู่ที่ 1.5 ± 1.6 และในการออกกำลังกายกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าเพียงอย่างเดียว

และกลุ่มควบคุมไม่สามารถลดอาการปวดในท่า SLS ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับรายงานของ Herrington และคณะ¹⁶ และ Minoonejad และคณะ¹⁰ แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกาย 6 สัปดาห์ สามารถลดอาการปวดในขณะลงบันไดได้ และ Fukuda et al และคณะ²⁵ พบว่าการออกกำลังกายในระยะเวลา 4 สัปดาห์สามารถลดอาการปวดโดยรวมได้เช่นกัน ในงานวิจัยนี้ยังพบว่าในกลุ่มที่ออกกำลังกายกล้ามเนื้อเหยียดและกางข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่า มีแนวโน้มว่าสามารถลดอาการปวดขณะทำกิจกรรมได้มากกว่ากลุ่มอื่นๆ เมื่อออกกำลังกายใน 4 สัปดาห์ และยังเป็นารลดอาการปวดที่มีความแตกต่างทางคลินิก

ในงานวิจัยนี้พบว่าค่า KAKPS เพิ่มขึ้นหลังจากออกกำลังกายกล้ามเนื้ออกและเหยียดข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่า 17 ± 5.6 คะแนน หลังการออกกำลังกายกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าเพียงอย่างเดียว 14 ± 8.7 คะแนน และในกลุ่มควบคุม 5 ± 5.5 คะแนน แสดงให้เห็นว่าผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งยืนยันว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายกล้ามเนื้ออกกางข้อสะโพกและกล้ามเนื้อหมุนข้อสะโพกออกทางด้านนอกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดเข่าสามารถเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหวและลดอาการปวดเมื่อประเมินด้วย KAKPS และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการวิจัยนี้มีค่าสูงกว่าค่า minimal detectable change (MDC) ที่รายงานในการศึกษาของ Bennell และคณะ²⁶ และ Watson และคณะ²⁷ ซึ่งพบว่าค่า MDC ของ KAKPS อยู่ที่ 10 และ 13 คะแนน ตามลำดับ

ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการเคลื่อนไหวโดยการนับจำนวนครั้งที่สามารถทำ SLS และ SDT ใน 30 วินาที ระหว่างกลุ่ม HKE กลุ่ม KE และกลุ่มควบคุมในการวิจัยนี้จะไม่แตกต่างกัน แต่พบว่ามี ความแตกต่างของจำนวนครั้งระหว่างก่อนและหลังของ

การออกกำลังกายในทุกกลุ่ม แสดงให้เห็นว่าการประเมินการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้สามารถนำมาใช้เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงความสามารถของผู้ป่วยได้ ซึ่งในงานวิจัยของ พลอยณชา และคณะ²² ได้แสดงความแตกต่างของความสามารถของข้อเข่าระหว่างผู้ที่มีอาการปวดเข่าทางด้านหน้า และผู้ที่ไม่มีอาการปวดเข่าทางด้านหน้า อย่างไรก็ตามข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้คือจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยในแต่ละกลุ่มที่ถึงแม้จะได้จากการคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างแล้วแต่ในการสุ่มเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยทำให้ขาดความสมดุลของจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชายและหญิงในแต่ละกลุ่ม จึงอาจทำให้มีผลต่อการออกกำลังกายแตกต่างกันได้ และเนื่องจากผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้เป็นผู้ที่มีอาการปวดไม่รุนแรงอาการปวดอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ภายในระยะเวลา 4 สัปดาห์ที่ทำการศึกษา ทำให้กลุ่มควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้น

สรุปผลการศึกษา

การออกกำลังกายกล้ามเนื้อเหยียดและกางข้อสะโพกร่วมกับกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าและการออกกำลังกายกล้ามเนื้อข้อเข่าเพียงอย่างเดียวสามารถลดอาการปวดขณะทดสอบ SDT และมีคะแนนจากการประเมินด้วย KAKPS สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ในงานวิจัยนี้ยังไม่พบความแตกต่างของความสามารถในการเพิ่มจำนวนครั้งที่ทำ SLS และ SDT ซึ่งอาจต้องใช้ระยะเวลาของการออกกำลังกายที่นานขึ้น หรืออาจใช้การทดสอบอื่นในการวัดความสามารถของข้อเข่า

เอกสารอ้างอิง

1. Roush JR, Curtis Bay R. Prevalence of anterior knee pain in 18-35 year-old females. IJSPT 2012;7:396-401.

2. Nakagawa TH, Moriya ET, Maciel CD, Serrao FV. Trunk, pelvis, hip, and knee kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single-leg squat in males and females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;42:491-501.
3. Wilson T. The measurement of patellar alignment in patellofemoral pain syndrome: are we confusing assumptions with evidence? *J Orthop Sports Phys Ther* 2007; 37:330-41.
4. Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): A systematic review of anatomy and potential risk factors. *DM* 2008; 7:9. doi:10.1186/1476-5918-7-9.
5. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraeten G. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med* 2000; 28:480-9.
6. Nakagawa TH, Serrao FV, Maciel CD, Powers CM. Hip and knee kinematics are associated with pain and self-reported functional status in males and females with patellofemoral pain. *Int J Sports Med* 2013;34:997-1002.
7. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: A theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33:639-46.
8. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010; 40:42-51.
9. Perry J. *Gait analysis: normal and pathological function*. Thorofare, NJ: Slack Inc.; 1992. p.53, 91, 113, 432.
10. Minoonejad H, Rajabi R, Ebrahimi-Takamjani E, Alizadeh MH, Jamshidi AA, Azhari A, et al. Combined open and closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled trial. *World J of Sport Sci* 2012;6: 278-85.
11. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Peers K, Vanderstraeten G. Open versus closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain. A prospective, randomized study. *Am J Sports Med* 2000;28:687-94.
12. Bennell K, Duncan M, Cowan S, McConnell J, Hodges P, Crossley K. Effects of vastus medialis oblique retraining versus general quadriceps strengthening on vasti onset. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42: 856-64.
13. Chaudhari LD, Rao K. Effectiveness of general quadriceps strengthening versus selective vastus medialis obliquus strengthening in patellofemoral pain syndrome. *IJBAMR* 2011; 1: 71-6.
14. Grelsamer RP, McConnell J. *The patella: a team approach*. Gaithersburg, Maryland, Aspen Publishers, Inc., 1998:129.
15. Barton CJ, Kennedy A, Twycross-Lewis R, Woledge R, Malliaras P, Morrissey D. Gluteal muscle activation during the isometric phase of squatting exercises with and without a Swiss ball. *Phys Ther Sport* 2014; 15:39-46.
16. Herrington L, Al-Sherhi A. A controlled trial of weight-bearing versus non-weight-bearing

- exercises for patellofemoral pain. J Orthop Sports Phys Ther 2007; 37:155-60.
17. Witvrouw E, Danneels L, Van Tiggelen D, Willems TM, Cambier D. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: A 5-year prospective randomized study. Am J Sports Med 2004; 32:1122-30.
18. Gryzlo SM, Patek RM, Pink M, Perry J. Electromyographic analysis of knee rehabilitation exercises. J Orthop Sports Phys Ther 1994; 20: 36-43.
19. Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon Rde M, Dias Maciel C, de Menezes Reiff RB, Serrao FV. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled pilot study. Clin Rehabil 2008; 22:1051-60.
20. Dolak KL, Silkman C, Medina McKeon J, Hosey RG, Lattermann C, Uhl TL. Hip strengthening prior to functional exercises reduces pain sooner than quadriceps strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: A randomized clinical trial. J Orthop Sports Phys Ther 2011; 41:560-70.
21. Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhaes E, Bryk FF, Lucareli PR, de Almeida Aparecida Carvalho N. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled clinical trial. J Orthop Sports Phys Ther 2010;40: 736-42.
22. Dilokpongawee P, Sudkrasare T, Janmanee S, Chaipinyo K. Functional performance test and Kujala's anterior knee pain scale in participants with anterior knee pain compared to controls. 4th year student research project. Faculty of Health Science, Srinakharinwirot University 2012 (unpublished).
23. Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O. Scoring of patellofemoral disorders. Arthroscopy 1993; 9:159-63.
24. Loudon JK, Wiesner D, Goist-Foley HL, Asjes C, Loudon KL. Intrarater reliability of functional performance tests for subjects with patellofemoral pain syndrome. J Athl Train 2002; 37:256-61.
25. Fukuda TY, Melo WP, Zaffalon BM, Rossetto FM, Magalhaes E, Bryk FF, et al. Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. J Orthop Sports Phys Ther 2012; 42:823-30.
26. Bennell K, Bartam S, Crossley K, Green S. Outcome measures in patellofemoral pain syndrome: Test retest reliability and inter-relationships. Phys Ther Sport 2000; 1:32-41.
27. Watson C, Propps M, Ratner J, Zeigler DL, Horton P, Smith SS. Reliability and responsiveness of the lower extremity functional scale and the anterior knee pain scale in patients with anterior knee pain. J Orthop Sports Phys Ther 2005;35: 136-46.