

คลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ Vastus Medialis ขณะออกแรงในตำแหน่งของขาที่ต่างกัน

พัฒน สวรรค์พิทักษ์ พ.บ., วารี จิรอดีชัย พ.บ., ว.ว. เวชศาสตร์ฟื้นฟู
ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

ABSTRACT

Electrical activity of vastus medialis muscle in different leg positions

Swanpitak P* and Chira-Adisai W**

Objective: To measure electrical activities of vastus medialis muscle in different leg positions.

Study design: Cross-Sectional Study.

Setting: Rehabilitation Medicine Department, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital.

Subjects: Thirty volunteers with age ranging from 20 to 50 years.

Methods: Surface electromyography (EMG) recording muscle electrical activities of vastus medialis was applied during open kinetic chain isometric contractions at full knee extension (OC) and during closed kinetic chain semi-squats at 45-degree knee flexion (CC). Each exercise was performed in three different hip positions: neutral, adducted and external rotated. The muscle activities during middle 4-sec recording from the 8-sec trails of contraction were recorded by the root mean square technique and compared in each group.

Results: Fifteen men and fifteen women with age (standard deviation) of 30 (8.2) years were recruited. Means (standard deviation; μ V) of vastus medialis muscle electrical activities during open kinetic chain isometric contractions with hip in neutral (OC-N), adducted (OC-AD) and external rotated (OC-ER) positions were 104.06 (44.05), 118.68 (53.55) and 113.16 (53.48) whereas they were 132.87 (50.40), 147.37 (50.91) and 144.71 (51.36) in the CC-N, CC-AD and CC-ER respectively. In the OC contraction group, the muscle electrical activities in OC-AD were higher than those OC-N ($p < 0.05$) but there were no differences comparing the muscle electrical activities between OC-N and OC-ER, or OC-AD and OC-ER. Vastus medialis in CC-AD and CC-ER revealed

significantly higher activities than in CC-N ($p < 0.05$). A comparison of muscle electrical activities between CC-AD and CC-ER showed no significant differences.

Conclusion: Muscle electrical activities of vastus medialis muscle measured by the surface EMG were different in different leg positions. For close-kinetic chain exercise, the muscle electrical activities in CC-AD or CC-ER were statistically more than exercise CC-N. For open-kinetic chain exercise, only the muscle electrical activities in OC-AD were statistically more than exercise OC-N. When prescribing strengthening exercise for vastus medialis muscle, modifications of leg position were crucial to effectively facilitate the muscle activation.

Keywords: muscle electrical activities, open kinetic chain exercise, closed kinetic chain exercise, vastus medialis muscle

J Thai Rehabil Med 2014; 24(1): 13-19

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อ vastus medialis ขณะออกแรงในตำแหน่งของขาที่ต่างกัน

รูปแบบการวิจัย: การวิจัยเชิงพรรณนา

สถานที่ทำวิจัย: ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามธิบดี

กลุ่มประชากร: อาสาสมัคร 30 คน อายุ 20 ถึง 50 ปี

วิธีการศึกษา: เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อ vastus medialis ข้างขวาของผู้เข้าร่วมวิจัยโดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเกร็งกล้ามเนื้อ vastus medialis แบบ open kinetic chain isometric contraction ในท่าเหยียดเข้าสุด (OC) และแบบ closed kinetic chain isometric contraction ในขณะยืนและงอเข่าอยู่ที่มุม 45 องศา (CC) โดยแต่ละแบบขาอยู่ในท่า neutral, hip adducted และ hip external rotated ด้วยวิธีการตรวจกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าโดยใช้ตัวรับสัญญาณไฟฟ้าชนิดผิวบันทึกสัญญาณไฟฟ้าเป็นค่า Root mean square (RMS) เป็นเวลา 8 วินาที โดยตัดค่าช่วง 2 วินาทีแรกและ 2 วินาทีหลังออกแล้วนำค่าช่วง 4 วินาทีตรงกลางไปแปลผล

Correspondence to: Dr. Pat Swanpitak, Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University. E-mail address: s_pat99@hotmail.com

ผลการศึกษา: มีผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 30 ราย เป็นเพศชาย และเพศหญิงอย่างละ 15 ราย อายุเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) คือ 30 (8.2) ปี พบว่าการออกกำลังกายแบบ open kinetic chain ในท่า neutral (OC-N), hip adducted (OC-AD), และ hip external rotated (OC-ER) มีค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้า (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ไมโครโวลต์) ดังนี้ 104.06 (44.05), 118.68 (53.55) และ 113.16 (53.48) สำหรับการออกกำลังกายแบบ closed kinetic chain ในท่า neutral (CC-N), hip adducted (CC-AD), และ hip external rotated (CC-ER) มีค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้า (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ไมโครโวลต์) ดังนี้ 132.87 (50.40), 147.37 (50.91) และ 144.71 (51.36) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่า การออกกำลังกายแบบ open kinetic chain ท่า OC-AD มีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากกว่า ท่า OC-N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่เมื่อเทียบระหว่างท่า OC-N กับท่า OC-ER และท่า OC-AD กับท่า OC-ER พบว่าไม่แตกต่างกัน สำหรับการออกกำลังกายแบบ closed kinetic chain พบว่าท่า CC-AD และท่า CC-ER มีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากกว่าท่า CC-N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ท่า CC-AD และท่า CC-ER ไม่แตกต่างกัน

สรุป: การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยตัวรับสัญญาณไฟฟ้าชนิดผิวสำหรับกล้ามเนื้อ vastus medialis มีความต่างกันในตำแหน่งของขาที่ต่างกัน สำหรับการออกกำลังกายแบบ closed kinetic chain การออกกำลังในท่า CC-AD และท่า CC-ER ทำให้มีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากกว่าท่า CC-N สำหรับการออกกำลังกายแบบ open kinetic chain การออกกำลังท่า OC-AD จะมีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อดีกว่าท่า OC-N และท่า OC-ER การปรับตำแหน่งขาในขณะออกกำลังเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ vastus medialis จะช่วยกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ, การออกกำลังกายแบบ open kinetic chain, การออกกำลังกายแบบ closed kinetic chain, กล้ามเนื้อ vastus medialis

เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร 2557; 24(1): 13-19

บทนำ

กล้ามเนื้อ quadriceps โดยเฉพาะกล้ามเนื้อ vastus medialis (VM) มีความสำคัญในการทำกิจวัตรประจำวัน การเดินการนั่งยอง และการขึ้นบันได⁽¹⁾ ปัญหาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อมัดนี้ มีผลกระทบอย่างยิ่งต่อการประกอบกิจวัตรประจำวัน ในกลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม อาการเจ็บเข่าด้านหน้า (patellofemoral pain syndrome) เอ็นภายในข้อเข่าบาดเจ็บ (anterior cruciate ligament injury) มักจะพบว่ามีการอ่อนแรง

ของกล้ามเนื้อมัดนี้ ในผู้ป่วยซึ่งได้รับการผ่าตัดเปลี่ยน ข้อเข่า (knee arthroplasty) พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ VM เป็นปัจจัยสำคัญในการฟื้นตัวหลังการผ่าตัด รวมถึงระดับ function ของผู้ป่วยหลังผ่าตัด⁽²⁻⁵⁾ นอกจากนี้มักพบว่าในภาวะที่มีข้อเข่าอักเสบและ/หรือมีน้ำในข้อ (joint effusion) กล้ามเนื้อ VM จะถูกยับยั้งการทำงานและฝ่อลีบ (atrophy) ได้มากกว่ากล้ามเนื้อ quadriceps อื่น ๆ⁽⁶⁻⁸⁾

การบริหารกล้ามเนื้อ VM จึงมีความสำคัญในการฟื้นฟูผู้ป่วยในโรคหรือภาวะต่าง ๆ ข้างต้น ทั้งนี้การบริหารกล้ามเนื้อ VM มีความหลากหลายโดยที่มีการออกกำลังกายแบบ open kinetic chain (OKC) อาทิ Quadriceps femoris setting (QS), Straight-leg-raising (SLR) และการออกกำลังกายแบบ close kinetic chain (CKC) อาทิ Single leg stance (SLS), bilateral semisquat, bilateral squat, leg press เป็นต้น ซึ่งมีความวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมา ได้ศึกษาทำการบริหารที่จะสามารถทำให้กล้ามเนื้อ VM ออกแรง (muscle strength) ได้ดีที่สุด แต่ยังไม่สามารถสรุปผลไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้ ผลงานวิจัยที่ได้มีความหลากหลายอยู่มาก อาทิ การทำ SLR ดีกว่า SLS, QS ดีกว่า SLR, bilateral semisquat พร้อมกับท่า hip adducted ดีกว่าการบริหารท่าอื่น ๆ หรือ CKC ดีกว่า OKC โดยวิธีการที่บอกว่าท่าใดดีกว่านั้น ใช้ค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของท่าบริหารแต่ละท่ามาเทียบกัน ท่าบริหารที่ให้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถือว่าดีกว่า^(1,9-12) ในขณะที่งานวิจัยอื่น ๆ พบว่าการบริหารไม่ว่าท่าใดหรือขาอยู่ในตำแหน่งใดไม่มีผลแตกต่างกัน⁽¹³⁻¹⁵⁾ หรือในผลการศึกษางานวิจัยก็เสนอว่า QS อย่างเดียวเป็นการบริหารที่ดีกว่าท่าอื่น ๆ⁽¹⁶⁻¹⁷⁾ และสำหรับการทบทวนงานวิจัยในปี 2008 ของ Smith พบว่ายังไม่มีความหลักฐานที่สนับสนุนอย่างชัดเจนว่าการปรับตำแหน่งของขาช่วยกระตุ้นกล้ามเนื้อ VM มากขึ้น⁽¹⁸⁾

การทำงานของกล้ามเนื้อเริ่มจากที่กล้ามเนื้อมีการหดตัว (muscle contraction) โดยการหดตัวจะเกิดได้เมื่อมีการนำกระแสประสาทมาถึงกล้ามเนื้อแล้วเกิดกระบวนการทางไฟฟ้าที่ทำให้เกิด action potential จากความรู้นี้จึงนำมาสู่การวัดการทำงานของกล้ามเนื้อโดยดูจากค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถวัดได้โดยตัวรับสัญญาณชนิดเข็ม (needle electromyography) หรือตัวรับสัญญาณไฟฟ้าชนิดผิว (surface electromyography, SEMG) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าตำแหน่งของขาที่ต่างกันมีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ VM หรือไม่ โดยใช้การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยใช้ตัวรับสัญญาณไฟฟ้าชนิดผิว (surface electromyography, SEMG)

วิธีการศึกษา

กลุ่มประชากร อาสาสมัครที่มีอายุระหว่าง 20 ถึง 50 ปี ใช้การคำนวณ Sample size โดยสูตร $N = [(Z_{\alpha} + Z_{\beta}) (\hat{\sigma}) / (\mu_1 - \mu_2)]^2$ เมื่อกำหนดค่า Alpha = 0.05 และ Beta = 0.80 ซึ่งจะได้ค่า Sample size เท่ากับ 30 โดยอาสาสมัครแต่ละคนจะออกกำลังกายของกล้ามเนื้อ VM ทั้งหมด 6 ท่า เป็นท่าในกลุ่ม OKC 3 ท่า และกลุ่ม CKC 3 ท่า ทำการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของการออกกำลังกายแต่ละท่าแล้วนำมาเปรียบเทียบกันเฉพาะในกลุ่มเพื่อหาท่าที่ดีที่สุดของกลุ่ม OKC และ CKC

ผู้เข้าร่วมวิจัย

เกณฑ์คัดเข้า

- มีอายุระหว่าง 20-50 ปี
- ยินดีเข้าร่วมโครงการโดยการลงนาม

เกณฑ์การคัดออก

- มีประวัติการบาดเจ็บของข้อเข่าและขา
- มีประวัติการปวดเข่าขณะขึ้นหรือลงบันได นั่งยอง คุกเข่า นั่งนาน หรือ กระโดด ภายในระยะเวลา 3 เดือน ก่อนการศึกษา
- ดัชนีมวลกายมากกว่า 30 เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีชั้นของไขมันใต้ผิวหนังหนาทำให้รับสัญญาณไฟฟ้าจากตัวรับสัญญาณไฟฟ้าชนิดผิวได้น้อยกว่าปกติ เพราะมีความต้านทานสูงขึ้น
- ผู้เข้าร่วมวิจัยปฏิเสธหรือขอลาถอนตัว

เครื่องมือและอุปกรณ์

ใช้เครื่องตรวจกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า (electromyograph) เป็นเครื่อง Nicolet , Viking III version 6.0.0 ซึ่งได้ตั้งค่าสำหรับการตรวจคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไว้ดังนี้ amplifier input impedance $\geq 10 \text{ M}\Omega$, common mode rejection ratio 10,000:1, filter 20-500 Hz, sensitivity 500 $\mu\text{V}/\text{cm}$ และ sweep speed 500 ms/cm

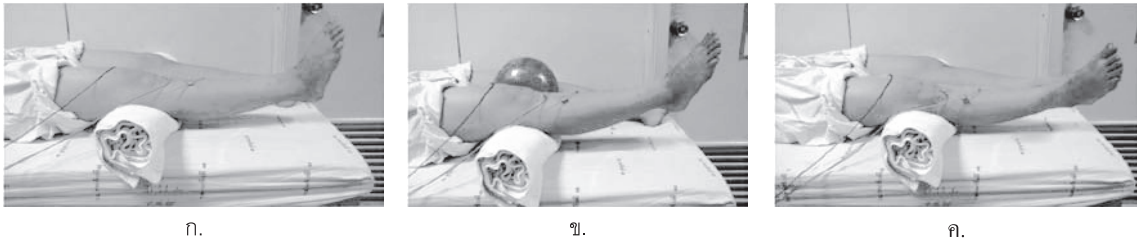
ขั้วรับสัญญาณ recording และ reference ใช้ surface disc electrode ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 เซนติเมตร และขั้ว ground ใช้ surface ground electrode ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.0 เซนติเมตร

ตำแหน่งในการวางขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าใช้ตำแหน่งตามแบบของ SENIAM (Surface EMG for a Non-Invasive Assessment of Muscles)⁽¹⁹⁾ ดังนี้ ขั้ว recording วางที่กล้ามเนื้อ VM คือ ตำแหน่งร้อยละ 80 ของระยะจากปุ่มกระดูกสะโพกด้านหน้าไปที่ย่อเข่าด้านใน (anterior superior iliac spine to medial joint line), ขั้ว reference วางที่ tibial tubercle และขั้ว ground วางที่กึ่งกลางของ tibial crest

สถานที่ทำการวิจัย ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

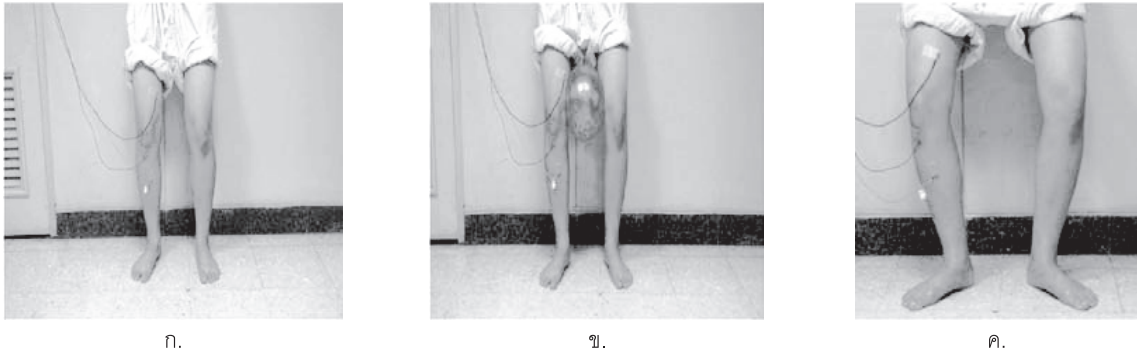
ขั้นตอนการวิจัย

1. ผู้วิจัยอธิบายข้อมูล, วัตถุประสงค์, วิธีการวิจัยและผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ แล้วลงนามยินยอมเข้าร่วมวิจัย, บันทึกข้อมูลและประวัติผู้เข้าร่วมวิจัย
2. วัดตำแหน่งติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ VM ตามแบบ SENIAM แล้วเช็คบริเวณต้นขาตำแหน่งที่จะวางขั้วรับสัญญาณด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์
3. ป้าย conducting gel แล้วติดขั้วรับสัญญาณ recording, reference และ Ground ตามตำแหน่งที่กำหนดของกล้ามเนื้อ VM
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายท่า OKC knee extension with hip neutral (OC-N)^(1,14) (รูปที่ 1 ก.) โดยนอนหงายบนเตียงโดยมีหมอนรองบริเวณใต้ข้อพับขาให้เข่างอ 30 องศา แล้วเหยียดเข่าขวาจากท่าเข่างอ 30 องศา ไปสู่ท่าเข่า 0 องศาแล้วเหยียดเข่าค้างไว้ 8 วินาที
5. ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายท่า OKC knee extension with isometric hip adduction (OC-AD)^(1,14) (รูปที่ 1 ข.) โดยนอนหงายบนเตียงโดยมีหมอนรองบริเวณใต้ข้อพับขาให้เข่างอ 30 องศาและให้ หนีบลูกบอลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ไว้ระหว่างเข่าทั้งสองข้าง แล้วเหยียดเข่าขวาจากท่าเข่างอ 30 องศา ไปสู่ท่าเข่า 0 องศา โดยออกแรงหนีบลูกบอลไปด้วยขณะเหยียดเข่าแล้วเกร็งเหยียดเข่าค้างไว้ 8 วินาที
6. ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายท่า OKC knee extension with isometric hip external rotation (OC-ER)^(1,14) (รูปที่ 1 ค.) โดยนอนหงายบนเตียงโดยมีหมอนรองบริเวณใต้ข้อพับขาให้เข่างอ 30 องศา หลังจากนั้นให้หมุนสะโพกออกด้านนอก 45 องศา แล้วเหยียดเข่าจากท่าเข่างอ 30 องศา ไปสู่ท่าเข่า 0 องศา โดยหมุนสะโพกออกด้านนอกแล้วเหยียดเข่าค้างไว้ 8 วินาที
7. ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายท่า CKC bilateral semisquat with hip neutral (CC-N)^(10-11,15) (รูปที่ 2 ก.) โดยยืนเท้าห่างกันเท่ากับความกว้างของไหล่หลังตั้งตรงแนบกับกำแพง ในขณะที่ย่อเข่าทั้งสองข้างลงมาที่ 45 องศาแล้วย่อเข่าค้างไว้ 8 วินาที
8. ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายท่า CKC bilateral semisquat with isometric hip adduction (CC-AD)^(10-11,15) (รูปที่ 2 ข.) โดยใช้ขาสองข้างหนีบลูกบอลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ไว้บริเวณข้อเข่า หลังตั้งตรงแนบกับกำแพงในขณะที่ย่อเข่าทั้งสองข้างลงมาที่ 45 องศาแล้วย่อเข่าค้างไว้ 8 วินาที
9. ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายท่า CKC bilateral semisquat with isometric hip external rotation (CC-ER)^(10-11,15) (รูป



รูปที่ 1 การออกกำลังกาย ก. ท่า OC-N ข. ท่า OKC และ ค. ท่า OC-ER

หมายเหตุ: OC-N = OKC knee extension with hip neutral; OC-AD = OKC knee extension with isometric hip adduction; OC-ER = OKC knee extension with isometric hip external rotation



รูปที่ 2 การออกกำลังกาย ก. ท่า CC-N, ข.ท่า CC-AD และ ค. ท่า CC-ER CKC

หมายเหตุ: CC-N = CKC bilateral semi-squat with hip neutral; CC-AD = CKC bilateral semi-squat with isometric hip adduction; CC-ER = CKC bilateral semisquat with isometric hip external rotation

ที่ 2 ค.) ยืนโดยหมุนสะโพกออกด้านนอกให้เท้าชี้ออก 45 องศา หลังตั้งตรงแนบกับกำแพงในขณะที่ย่อเข้าทั้งสองข้าง ลงมาที่ 45 องศาแล้วย่อเข้าค้างไว้ 8 วินาที

10. บันทึกสัญญาณไฟฟ้า SEMG เป็นค่า Root mean square (RMS) สำหรับท่า OKC วัดขณะเกร็งกล้ามเนื้อเหยียดเข้าสุด ส่วนท่า CKC วัดขณะเกร็งกล้ามเนื้อขณะย่อเข้าค้างไว้ที่ 45 องศา เป็นเวลา 8 วินาที โดยตัดค่าช่วง 2 วินาทีแรก และ 2 วินาทีหลังออก นำค่าช่วง 4 วินาทีตรงกลางไปแปลผล ในการออกกำลังกายแต่ละท่าให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำ 3 รอบ โดยให้พักระหว่างรอบ 10 วินาที หลังทำครบ ให้พัก 1 นาที ก่อนออกกำลังกายท่าต่อไป

11. เก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการวิจัย

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย เพื่อแสดงผลข้อมูลทั่วไป วิเคราะห์การกระจายข้อมูลโดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk W test และเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อ VM ในท่าออกกำลังกายแต่ละท่า โดยใช้สถิติ ANOVA แบบ Friedman Test โดยกำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ $p < 0.05$

การศึกษานี้ได้รับการอนุมัติในการทำวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามคำแหง เลขที่ 2555/260 และได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้คณะฯ ประจำปีงบประมาณ 2555

ผลการศึกษา

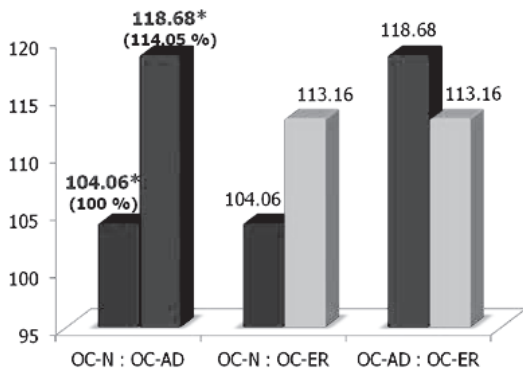
มีผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 30 ราย เป็นเพศชายและเพศหญิง อย่างละ 15 ราย อายุเฉลี่ย 30 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 8.2) ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 165.8 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 7.4) เซนติเมตร และ น้ำหนักเฉลี่ย 63.6 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 10.4) กิโลกรัม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

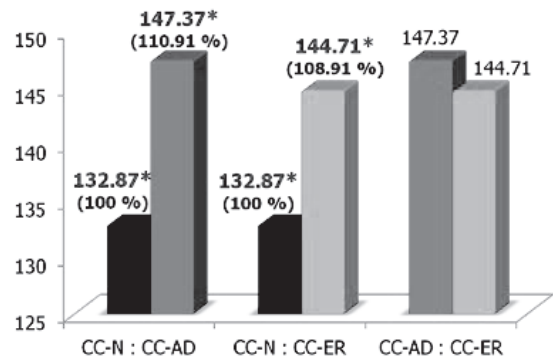
ข้อมูลพื้นฐาน	ข้อมูลพื้นฐาน		
	ชาย	หญิง	รวม
เพศ (ราย)	15	15	30
อายุ (ปี) *	29 (8.4)	30.5 (8.2)	29.8 (8.2)
ช่วงอายุ	20-49	21-48	20-49
น้ำหนัก (กิโลกรัม)*	70.9 (9)	56.4 (5.5)	63.6 (10.4)
ส่วนสูง (เซนติเมตร)*	171.9 (3.6)	159.8 (4.8)	165.8 (7.4)

หมายเหตุ: *ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

การออกกำลังกายท่า OC-N, OC-AD และ OC-ER มีค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ไมโครโวลต์) ดังนี้ 104.06 (44.05), 118.68 (53.55) และ 113.16 (53.48) ตามลำดับ ส่วนการออกกำลังกายท่า CC-N, CC-AD และ CC-ER มีค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ไมโครโวลต์) ดังนี้ 132.87 (50.40), 147.37 (50.91) และ 144.71 (51.36) ตามลำดับ (ตารางที่ 2)



ก.



ข.

รูปที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ VM ในการออกกำลังกาย ก. กลุ่ม OKC และ ข. กลุ่ม CKC

หมายเหตุ: OC-N = open kinetic with neutral hip, OC-AD = open kinetic chain with adducted hip, OC-ER = open kinetic chain with external rotated hip; CC-N = closed kinetic chain with neutral hip, CC-AD = closed kinetic chain with adducted hip, CC-ER = closed kinetic chain with external rotated hip.

อย่างไรก็ตาม SENIAM แนะนำว่าสามารถใช้ขั้วรับสัญญาณได้ทั้งสองแบบในการรับสัญญาณ SEMG ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ขั้วรับสัญญาณแบบ monopolar เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วที่ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟูซึ่งประหยัดและสะดวกกว่าการใช้ขั้วแบบ bipolar

นอกจากนี้ การศึกษาครั้งนี้ยังทำการศึกษากกล้ามเนื้อ VM เนื่องจากงานวิจัยของ Toumi และคณะ⁽⁸⁾ พบว่ากล้ามเนื้อ VM ทำหน้าที่เหยียดเข่า (knee extended) เป็นหลัก ส่วนกล้ามเนื้อ VMO จะทำหน้าที่ stabilized patellar เป็นหลัก และกล้ามเนื้อ VM มีการทำงานสูงในท่าเข่าเหยียดสุด และขณะ squatting โดยองศาที่ 40-80 องศา ผู้ทำการวิจัยจึงเลือกศึกษากกล้ามเนื้อ VM เนื่องจากต้องการศึกษากกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเหยียดเข่าเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการฟื้นฟูผู้ป่วยในภาวะต่าง ๆ และศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อ VM ทั้งแบบ open และ closed kinetic ทั้งนี้ ในทางปฏิบัติ การแนะนำการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ก็มักจะเริ่มจากเกร็งกล้ามเนื้อ โดยยังไม่ลงน้ำหนักที่เข่า เมื่อภาวะต่าง ๆ เช่น อาการปวด อาการบวม สมรรถนะกล้ามเนื้อพัฒนาขึ้น ก็จะปรับเปลี่ยนการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นเป็นลำดับจนถึงระดับที่ผู้ป่วยสามารถออกกำลังกายกล้ามเนื้อขาในท่ายืนลงน้ำหนักที่ข้อเข่าได้ ส่วนการทำงานของกล้ามเนื้อ VMO น่าจะมีความสำคัญในเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยที่ต้องการ stability ของการขยับของสะบ้าเป็นหลัก เช่น อาการเจ็บเข่าด้านหน้า (patellofemoral pain syndrome)

การวัดผลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการศึกษานี้ใช้ค่า RMS โดยการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจาก SEMG จะใช้ค่า RMS เป็นค่ามาตรฐานในการวัดการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยค่า RMS จะแปรผันตรงกับระดับการออกแรงของกล้ามเนื้อ⁽²⁰⁾ และผู้วิจัยไม่ได้ทำการปรับค่า RMS เป็นค่าสัมพัทธ์ เนื่องจากการศึกษานี้ทำการศึกษาเฉพาะกล้ามเนื้อ VM เพียงมัดเดียว ไม่ได้ศึกษาเทียบกับกล้ามเนื้อมัดอื่น ๆ และทำการเปรียบเทียบ

ในคนคนเดียวกัน จึงสามารถนำข้อมูลค่า RMS ที่บันทึกได้มาเทียบกันได้เลย การศึกษาครั้งนี้ให้หยุดพักระหว่างท่า 1 นาที ซึ่งเหมือนกับงานวิจัยของ Bolgia และคณะ⁽¹⁾ ทำออกกำลังกายแต่ละท่าเป็นการประยุกต์ทำออกกำลังกายจากงานวิจัยที่ผ่านมา^(1,10-11,14-15)

ข้อจำกัดในการศึกษานี้คือ ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำท่าบริหารเรียงลำดับไปเหมือนกันหมดจากท่า OC-N, OC-AD, OC-ER, CC-N, CC-AD และ CC-ER ตามลำดับ เนื่องจากไม่ได้พิจารณาเรื่องลำดับที่มีผลต่องานวิจัยและอาจทำให้เกิดอาการอ่อนล้าได้โดยเฉพาะท่าการออกกำลังกายในลำดับท้ายไว้ตั้งแต่แรก งานวิจัยนี้จึงบอกไม่ได้ว่าการเรียงลำดับไม่มีผลต่องานวิจัยแต่ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนทำการออกกำลังกายเป็นลำดับเหมือนกันทำให้ผลกระทบจากการเรียงลำดับลดลง ส่วนเรื่องอาการอ่อนล้านั้นทางผู้วิจัยพบว่าในการวิจัยครั้งนี้ไม่เกิดอาการอ่อนล้าเนื่องจากค่า mean frequency (เป็นค่าที่บอกอาการอ่อนล้าได้โดยถ้าค่านี้มีการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าเกิดอาการอ่อนล้าขึ้น) ไม่เปลี่ยนแปลงในการออกกำลังกายแต่ละท่าเพราะได้จัดให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพักระหว่างท่าออกกำลังกายแต่ละท่าแล้ว ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นกลุ่มที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคของข้อเข่า จึงไม่สามารถเป็นตัวแทนของกลุ่มผู้ป่วยที่มีโรคของข้อเข่าได้ นอกจากนี้ในการฟื้นฟูผู้ป่วยจริงจะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มาเกี่ยวข้องได้แก่ ความปวด ภาวะแทรกซ้อนระหว่างการฟื้นฟู ระดับสมรรถภาพทางกายเดิม และระยะของการฟื้นฟู เข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ผลการออกกำลังกายเปลี่ยนแปลงได้

ผลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยในกรณีผู้ป่วยที่ยังมีอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ VM มีอาการปวด หรือยังไม่สามารถลงน้ำหนักที่ขาได้ ทางเวชปฏิบัติจะเลือกการออกกำลังกายแบบ OKC สำหรับกล้ามเนื้อ VM ดังนั้นการเพิ่มการหุบสะโพกจะช่วยให้กล้ามเนื้อ VM มีการทำงานเพิ่มขึ้นได้ ส่วนกรณีผู้ป่วยที่สามารถลงน้ำหนักที่ขาได้ ทางเวชปฏิบัติจะ

เพิ่มการออกกำลังกายแบบ CKC สำหรับกล้ามเนื้อ VM ดังนั้น การเพิ่มการหุบสะโพกหรือการหมุนสะโพกออกด้านนอกจะช่วย ให้กล้ามเนื้อ VM มีการทำงานเพิ่มขึ้นได้

ข้อเสนอแนะของการศึกษาต่อไป คือ ควรทำการศึกษาในผู้ ที่มีพยาธิสภาพของกล้ามเนื้อในการเหยียดเข่าต่อไป

สรุป การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยตัวรับสัญญาณไฟฟ้า ชนิดผิวสำหรับกล้ามเนื้อ VM มีความต่างกันในด้านของขา ที่ต่างกัน สำหรับการออกกำลังกายแบบ CKC การออกกำลัง ในท่า CC-AD และ ท่า CC-ER ทำให้มีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ มากกว่าท่า CC-N สำหรับการออกกำลังกายแบบ OKC การ ออกกำลังท่า OC-AD จะมีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อดีกว่าท่า OC-N และท่า OC-ER การปรับตำแหน่งของขาในขณะออกกำลังเพื่อ เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ VM จะช่วยกระตุ้นการทำงานของ กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คุณดิษฐพล มั่นธรรม กลุ่มงานระบาดวิทยาและชีวสถิติ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

เอกสารอ้างอิง

1. Bolgia L A, Shaffer SW, Malone TR. Vastus medialis activation during knee extension exercises: evidence for exercise prescription. *J Sport Rehabil* 2008; 17: 1-10.
2. Alnahdi AH, Zeni JA, Snyder-Mackler L. Muscle impairments in patients with knee osteoarthritis. *Sports Health* 2012; 4: 284-92.
3. Mizner RL, Petterson SC, Stevens JE, Vandenborne K, Snyder-Mackler L. Early Quadriceps strength loss after total knee arthroplasty: The contributions of muscle atrophy and failure of voluntary muscle activation. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87: 1047-53.
4. Stevens JE, Mizner RL, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and volitional activation before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis. *J Orthop Res* 2003; 21: 775-9.
5. Greene KA, Schurman JR. Quadriceps muscle function in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2008; 23: 15-9.
6. Reeves ND, Maffulli N. A case highlighting the influence of knee joint effusion on muscle inhibition and size. *Nat Clin Pract Rheumatol* 2008; 4: 153-8.
7. Spencer JD, Hayes KC, Alexander IJ. Knee joint effusion and quadriceps reflex inhibition in man. *Arch Phys Med Rehabil* 1984; 65: 171-7.
8. Toumi H, Poumarat G, Benjamin M, Best T, Guyer SF, Fairclough J. New insights into the function of the vastus medialis with clinical implications. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 1153-9.
9. Soderberg GL, Minor SD, Arnold K, Henry T, Chatterson JK, Poppe DR, et al. Electromyographic analysis of knee exercises

in healthy subjects and in patients with knee pathologies. *Phys Ther* 1987; 67: 1691-6.

10. Coqueiro KR, Bevilaqua-Grossi D, Berzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol* 2005; 15: 596-603.
11. Irish SE, Millward AJ, Wride J, Haas BM, Shum GL. The effect of closed-kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercises on the muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis. *J Strength Cond Res* 2010; 24: 1256-62.
12. Stensdotter AK, Hodges PW, Mellor R, Sundelin G, Hager Ross C. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 2043-7.
13. Herrington L, Blacker M, Eujanen N, Smith P, Worthington D. The effect of limb position, exercise mode and contraction type on overall activity of VMO and VL. *Phys Ther Sport* 2006; 7: 870-92.
14. Karst GM, Jewett PD. Electromyographic analysis of exercise proposed for differential activation of medial and lateral quadriceps femoris muscle components. *Phys Ther* 1993; 73: 286-95.
15. Serrao FV, Cabral CM, Berzin F, Candolo C, and Monteiro Pedro V. Effect of tibia rotation on the electromyographical activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis longus muscles during isometric leg press. *Phys Ther Sport* 2005; 6: 15-23.
16. Hertel J, Earl JE, Tsang KKW, Miller SJ. Combining isometric knee extension exercises with hip adduction or abduction does not increase quadriceps EMG activity. *Br J Sports Med* 2004; 38: 210-3.
17. Laprade J, Culham E, Brouwer B. Comparison of five isometric exercises in the recruitment of the vastus medialis oblique in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998; 27: 197-204.
18. Smith TO, Bowyer D, Dixon J, Stephenson R, Chester R, and Donell ST. Can vastus medialis oblique be preferentially activated?: A systematic review of electromyographic studies. *Physiother Theory Pract* 2009; 25: 69-98.
19. Hermens HJ, Freriks B. SENIAM 5: The state of the art on sensors and sensor placement procedures for surface electromyography: A proposal for sensor placement procedures. Published by Roessingh Research and Development, Netherlands in 1997. Retrieved August 15, 2012, from <http://www.seniam.org/>
20. Kallenberg LA, Hermens HJ. Behaviour of a surface EMG based measure for motor control: Motor unit action potential rate in relation to force and muscle fatigue. *J Electromyogr Kinesiol* 2008; 18: 780-8.