



การเปรียบเทียบมุมควอดโรเซปส์ที่ระดับความสูงของสันเท้าที่ต่างกัน ในเพศหญิงปกติ

รุ่งนภา เศรษฐโกมล

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้ป่วยที่ปวดเข่ามีจำนวนเพิ่มมากขึ้น อาการปวดอาจมาจากหลายสาเหตุโดยสาเหตุหนึ่งมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่าอย่างช้าๆ อันเนื่องมาจากท่าทางการใช้งานในชีวิตประจำวันที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ส่งผลให้แนวของข้อเข่าเบี่ยงเบนไปจากปกติทำให้เกิดแรงดันต่อข้อต่อ เอ็นยึดข้อต่อและกล้ามเนื้อ และอาจทำให้เกิดภาวะเสื่อมของข้อต่อและเกิดอาการปวดเข่าตามมาได้ ผู้หญิงยุคปัจจุบันนิยมสวมใส่รองเท้าส้นสูงซึ่งอาจจะส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงมุมควอดโรเซปส์ไปจากเดิมที่ส่งผลให้แรงกระทำในข้อเข่าผิดปกติไปจนอาจทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมได้ง่ายขึ้น นักกายภาพบำบัดจึงมักจะให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่าอยู่ให้หลีกเลี่ยงการสวมใส่รองเท้าส้นสูง ผลของการสวมรองเท้าส้นสูงต่อการเปลี่ยนแปลงมุมควอดโรเซปส์ยังไม่เป็นที่ทราบ ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมุมควอดโรเซปส์ในหญิงไทยปกติที่ระดับความสูงของสันเท้าที่ต่างกัน โดยทำการทดลองในอาสาสมัครเพศหญิงจำนวน 54 คน อายุเฉลี่ย 38.66 ± 11.38 ปี และวัดมุมควอดโรเซปส์ในท่ายืนที่ระดับความสูงของสันเท้าระดับต่างๆ กัน อาสาสมัครแต่ละรายจะได้รับการสุ่มแบบ 3 X 3 Latin Square ให้ได้รับลำดับการปรับระดับความสูงของสันเท้าอย่างเป็นธรรม ผลการวิจัยพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของมุมควอดโรเซปส์ที่วัดได้ที่มีความสูงของสันเท้าในระดับ 0, 1.5 และ 3 นิ้วฟุต ($P < 0.001$) การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ามุมควอดโรเซปส์จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระดับความสูงของสันเท้าเพิ่มสูงขึ้น

คำสำคัญ: มุมควอดโรเซปส์, ความสูงของสันเท้า, เพศหญิงปกติ

กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลกลาง 514 ถนนหลวง แขวงเทพศิรินทร์ เขตป้อมปราบ กรุงเทพมหานคร 10100



Comparison of the quadriceps angle at different heel height in normal woman

Roongnapa Setthakomal

Abstract

Nowadays there are many patients who have suffered from knee pain. The pain may come from several causes. One of the causes may be due to the gradual changes of knee structures from poor posture in daily living. This leads to deviation of lower extremities from normal knee alignment which increases stress on the joints, tendons and muscles. Joint degeneration and knee pain may be developed as a result. Most women like to wear high-heeled shoes which may lead to the change in quadriceps angle (Q-angle) and knee pain. Physical therapists usually give an advice to their patients to avoid wearing high-heeled shoes to reduce knee pain. However, effect of heel height on Q-angle is not known. Therefore, this study aimed to compare Q-angle at different heel heights in normal woman. An experimental research was conducted in 54 women with mean age of 38.66 ± 11.38 years. The Q-angle was measured at different heel heights in an upright standing position where the 3 X 3 Latin Square method was used for random allocation. The result of this study found that there were statistical significant differences in Q-angle among the three different heel heights ($P < 0.001$) including 0-, 1.5- and 3-inches. This study has shown that the Q-angle increased when the heel height was increased.

Keywords: Q-angle, Heel Height, Normal woman

Rehabilitation Medicine Department, Klang Hospital, 514 Laung Rd., Tepsirin, Pomprab, Bangkok 10100
Corresponding author: (e-mail: setthakomal@yahoo.com)

บทนำ

อาการปวดเข่าเป็นปัญหาทางสุขภาพอย่างหนึ่งที่พบได้บ่อยที่มักนำผู้ป่วยมาพบแพทย์หรือนักกายภาพบำบัดแม้ในผู้ป่วยที่มีอายุน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ เช่น น้ำหนักตัวที่มากเกินไป การทำงานที่ต้องยกของหนักอยู่เป็นประจำ การขึ้นลงบันไดบ่อยๆ หรือการที่เข่าอยู่ในลักษณะที่ไม่เหมาะสม เช่น อยู่ในท่าคุกเข่า นั่งขัดสมาธิ นั่งกับพื้นในการทำกิจกรรมประจำวันเป็นเวลานานๆ รวมทั้งการเสื่อมสภาพของข้อต่อตามอายุที่มากขึ้น เป็นต้น สาเหตุดังกล่าวนี้ส่งผลต่อการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันค่อนข้างมาก เช่น การยืน การเดิน การขึ้น-ลงบันได การนั่งนานแล้วลุกยืน ซึ่งก่อให้เกิดมีอาการปวดเข่าหรือมีอาการติดขัดภายในข้อเข่าเกิดขึ้นได้เสมอ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีงานวิจัยที่ศึกษาอาการปวดเข่าที่มีสาเหตุมาจากเข่ามากขึ้น^(1,2) และเสนอแนะว่า ผู้รักษาคควรคำนึงถึงเท้าร่วมด้วยในขั้นตอนของการตรวจประเมินเพื่อให้การดูแลรักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาปวดเข่ามีประสิทธิภาพมากขึ้น²

ความเชื่อมโยงระหว่างเข่ากับเท้านั้นเห็นได้จากการที่เข่าและเท้าทำงานร่วมกันในลักษณะ closed kinematic chain⁽¹⁾ ซึ่งก็คือการทำงานในขณะที่เท้าสัมผัสกับพื้น ได้แก่ การยืน การเดิน การวิ่ง และการกระโดด การทำงานของเท้าจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการทำงานของเข่า เพราะเท้าเป็นส่วนแรกในการรับแรงปฏิกิริยาจากพื้นสัมผัสซึ่งจะถูกส่งต่อไปยังข้อเข่าและข้อสะโพก นอกจากนี้ เข่าและเขายังมีความเชื่อมโยงกันทางกายวิภาคศาสตร์ด้วย กล่าวคือ กล้ามเนื้อที่ควบคุมการทำงานของข้อเท้าบางมัด เช่น gastrocnemius มีจุดเกาะต้นเหนือต่อข้อเข่าในขณะที่จุดเกาะปลายอยู่ที่กระดูก calcaneus นอกจากนี้โครงสร้างในยางค์ขายังเชื่อมโยงกันด้วยเส้นประสาทและเส้นเลือดที่แตกแขนงเลี้ยวจากต้นขาออกไปถึงปลายเท้าด้วย

มุมควอดโตรเซปส์ (Q-angle) เป็นมุมที่ลากขึ้นจากแนวแรงของกล้ามเนื้อ quadriceps ที่พาดผ่านกระดูก patella ตัดกับแนวตั้งของ patellar ligament ในทางปฏิบัติการวัดมุมควอดโตรเซปส์ทำได้โดยการลากเส้นจาก anterior superior iliac spine (ASIS) มาที่จุดกึ่งกลาง patella และอีกเส้นหนึ่งลากเส้นจากจุดกึ่งกลาง patella ไปยัง tibial tuberosity มุมที่เกิดขึ้นจากเส้น 2 เส้นนี้ตัดกันคือมุมควอดโตรเซปส์ โดยค่าปกติในผู้ชายเท่ากับ 10-12 องศา และในผู้หญิงเท่ากับ 15-18 องศา⁽³⁻⁵⁾ ซึ่งมุมควอดโตรเซปส์นี้แสดงถึง patellofemoral

alignment และใช้เป็นตัวบ่งชี้อย่างหนึ่งสำหรับพยาธิสภาพที่เกิดขึ้นกับข้อต่อ patellofemoral⁽⁶⁾ โดยเชื่อกันว่ามุมควอดโตรเซปส์ที่มากขึ้นจะส่งเสริมให้เกิดพยาธิสภาพของข้อเข่าต่างๆ ตามมา เช่น anterior knee pain, chondromalacia patella, และ patellar tracking dysfunction⁽⁷⁻⁹⁾ เป็นต้น การศึกษาด้านคิเนมาติกส์พบว่า มุมควอดโตรเซปส์มีผลต่อทั้งข้อต่อระหว่างกระดูกต้นขาและน่อง (tibiofemoral joint) และข้อต่อระหว่างกระดูกต้นขาและสะบ้า (patellofemoral joint)⁽¹⁰⁾ การเพิ่มขึ้นของมุมควอดโตรเซปส์จะทำให้แรงกดดันทางด้านนอกของผิว patellofemoral joint เพิ่มขึ้น ทำให้มีการเคลื่อนตัวของกระดูกสะบ้าไปทางด้านนอก (lateral) ได้ง่าย และจะส่งผลให้เกิดแรงกดดันทางด้านนอกต่อผิวกระดูกอ่อนของ tibiofemoral joint ด้วย⁽¹¹⁾ และเมื่อมุมควอดโตรเซปส์ลดลงจะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของแรงกดดันทางด้านใน (medial) ที่ผิว tibiofemoral joint ซึ่งการเพิ่มแรงกดดันต่อข้อต่อเช่นนี้จะเป็สาเหตุที่ทำให้ผิวกระดูกอ่อนของข้อเข่าเสื่อมและบางลงจนทำให้เกิดอาการปวดเข่าเกิดขึ้นในภายหลังได้⁽¹¹⁾

จากความเชื่อมโยงระหว่างเท้าและเข่าดังกล่าวข้างต้นจึงมีการศึกษาพบการเปลี่ยนแปลงขนาดของมุมควอดโตรเซปส์ตามทิศทางของเท้าร่วมด้วย กล่าวคือ เมื่อยืนบนพื้นราบโดยให้ปลายเท้าอยู่ในลักษณะหมุนบิดเข้าด้านใน หรือปลายเท้าอยู่ในลักษณะหมุนบิดออกด้านนอกทุก 15 องศา จะมีผลทำให้มุมควอดโตรเซปส์เพิ่มขึ้นหรือลดลง 5 องศาตามลำดับ⁽¹²⁾ ดังนั้น เพื่อให้การวัดค่ามุมควอดโตรเซปส์มีมาตรฐานผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องควบคุมตำแหน่งของการวางเท้าในระหว่างทำการวัดมุมควอดโตรเซปส์ด้วย⁽¹³⁾ นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาที่พบว่า ขนาดความโค้งของอุ้งเท้า (arch of foot) มีอิทธิพลต่อขนาดของมุมควอดโตรเซปส์ โดยการเคลื่อนไหวของเท้าที่ข้อต่อระหว่างกระดูก talus และกระดูก calcaneus (subtalar joint) จะทำให้เกิดการบิดหมุนของกระดูก tibia ในทิศทางหมุนเข้าในและหมุนออกนอกของข้อเข่าได้⁽¹⁴⁾ และส่งผลให้ tibial tuberosity ซึ่งเป็นปุ่มกระดูกที่ใช้อ้างอิงในการวัดค่ามุมควอดโตรเซปส์เปลี่ยนตำแหน่งไป จนทำให้มุมควอดโตรเซปส์มีขนาดเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ในด้านความสูงของสันเข่า Guichet และคณะ⁽²⁾ ได้ศึกษาพบมีการเบี่ยงเบนของจุดหมุนของข้อเข่า (mechanical axis deviation at the knee) ในระนาบ frontal ไปตามความสูงของสันเท้า มุมของเท้า และการเบี่ยงเบนของแนวข้อ

เขาเข้าด้านใน ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นได้ว่า ระดับความสูงของสันเท้าอาจมีอิทธิพลต่อขนาดมุมควอดโรเซปส์ด้วย

เนื่องจากภาวะข้อเข่าเสื่อมพบในผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย⁽¹⁵⁾ และเนื่องด้วยผู้หญิงไทยในปัจจุบันมักนิยมสวมใส่รองเท้าส้นสูงเพื่อความสวยงามและเพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดีขึ้นแต่อาจส่งผลให้เกิดอาการปวดเข่า ประกอบกับงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่มียานวิจัยใดที่ได้ทำการศึกษาข้อมูลเปรียบเทียบมุมควอดโรเซปส์ในเพศหญิงปกติที่ระดับความสูงของสันเท้าที่ต่างกัน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาในคนปกติที่เป็นเพศหญิงเพื่อดูว่าผู้หญิงที่นิยมสวมใส่รองเท้าส้นสูงจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อมุมควอดโรเซปส์หรือไม่ ซึ่งมุมควอดโรเซปส์ที่เปลี่ยนแปลงจากการสวมใส่รองเท้าส้นสูงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะข้อเข่าเสื่อมตามมาในภายหลังได้ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ นักกายภาพบำบัดอาจนำมาใช้ประกอบในการให้คำแนะนำทางคลินิกเพื่อป้องกันอาการปวดเข่าที่อาจเกิดได้ในผู้สวมใส่รองเท้าส้นสูง

วิธีการศึกษา

อาสาสมัคร

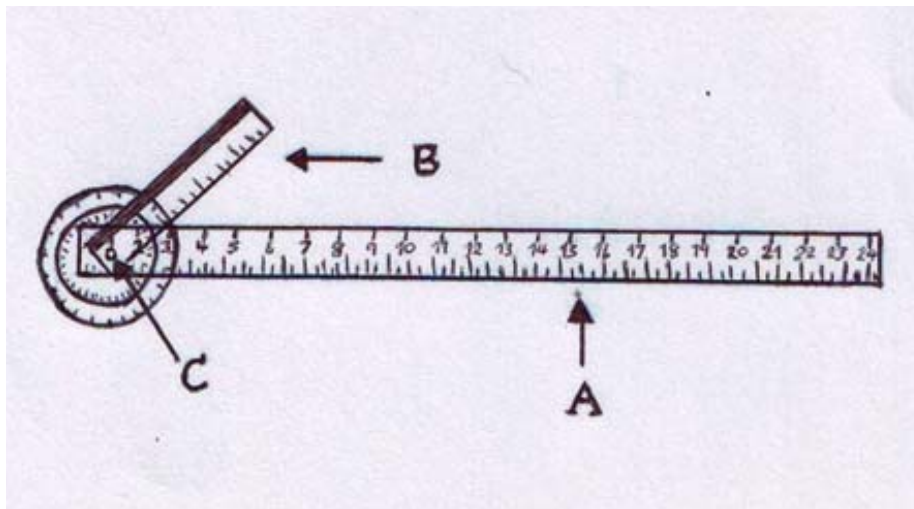
อาสาสมัครเพศหญิงจำนวน 54 คน อายุระหว่าง 20-60 ปี ไม่มีอาการปวดหลังหรือปวดขาใดๆ ที่เคยได้รับ

การรักษาโดยทางการแพทย์หรือรับประทานยาแก้ปวดเองภายในระยะเวลา 6 เดือน อาสาสมัครได้รับการคัดออกจากการวิจัยเมื่อตรวจการทดสอบพิเศษ Genu varum test หรือ Genu valgum test แล้วพบว่าได้ผลบวก⁽¹⁶⁾ หรือมีการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้า หรือเคยได้รับการผ่าตัดข้อสะโพกหรือกระดูกสันหลังหรือข้อเท้ามาก่อน จำนวนกลุ่มตัวอย่างนี้ได้มาจากการคำนวณทางสถิติเมื่อต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในระดับปานกลาง ($f = 0.25$)⁽¹⁷⁾ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 80 งานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาและควบคุมการวิจัยในคนของกรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนการเข้าร่วมในการวิจัยจนเข้าใจ แล้วให้อาสาสมัครทุกคนลงนามให้ความยินยอมก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย

อุปกรณ์

1. โกนิโอมิเตอร์มาตรฐาน

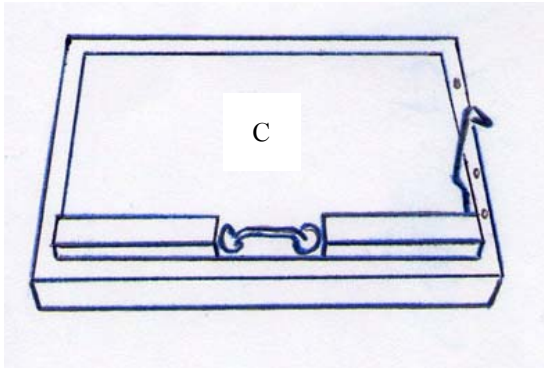
เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดมุมการเคลื่อนไหว ประกอบด้วยแกน 2 อันโดยผู้วิจัยประยุกต์ให้ไม้แกนข้างหนึ่งยาว 60 เซนติเมตร และแกนอีกข้างยาว 16 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถวางทาบบนตำแหน่งที่ใช้อ้างอิงในการวัดมุมควอดโรเซปส์ โกนิโอมิเตอร์มาตรฐานนี้มีความละเอียด 1 องศา (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 โกนิโอมิเตอร์ A = stationary arm, B = movable arm และ C = จุดหมุนอยู่บริเวณกึ่งกลางของกระดูกสะบ้า

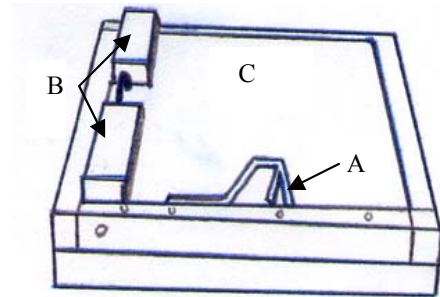
2. แผ่นไม้กระดานที่สามารถปรับระดับความลาดเอียงได้

เป็นแผ่นไม้กระดานกว้างประมาณ 40 เซนติเมตร ยาวประมาณ 60 เซนติเมตร (รูปที่ 2) ที่สามารถปรับระดับความลาดเอียงได้ เพื่อให้อาสาสมัครยืนลงน้ำหนักเท้าทั้งสองข้างในขณะที่ทำการวัดมุมข้อเข่า ในขณะที่ไม่มี ความลาดเอียง



ภาพด้านบน

จะตรงกับการยืนโดยไม่มีการเสริมส้นเท้า และเมื่อปรับให้ไม้กระดานด้านส้นเท้ามีความลาดเอียงเพิ่มขึ้นก็จะตรงกับการยืนโดยมีการเสริมส้นเท้า ในการวิจัยนี้จะปรับความลาดเอียงให้ส้นเท้าสูงขึ้น 1.5 นิ้วฟุต และ 3 นิ้วฟุต ซึ่งเป็นความสูงของส้นรองเท้าที่นิยมสวมใส่โดยทั่วไป



ภาพด้านข้าง

รูปที่ 2 แผ่นไม้กระดานที่สามารถปรับระดับความลาดเอียงได้ ที่สัมผัสกับส้นเท้าผู้ป่วย และ C = พื้นไม้สำหรับยืน

A = คันโยกสำหรับปรับระดับความลาดเอียง B = ตำแหน่ง

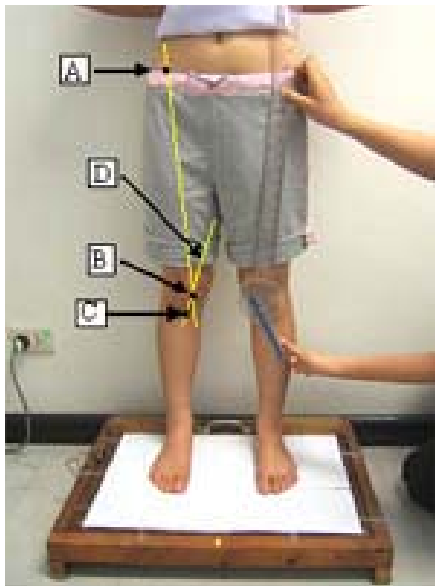
การดำเนินการศึกษา

การวิจัยนาร่อง

ผู้วิจัยทำการวิจัยนาร่องในอาสาสมัครเพศหญิงปกติ จำนวน 10 คน ผู้วิจัยจัดให้อาสาสมัครยืนลงน้ำหนักบนเท้าทั้ง 2 ข้างในท่าที่สบาย และวาดรอยเท้าอาสาสมัครบนแผ่นไม้กระดานที่ยังไม่ปรับความลาดเอียงเพื่อให้อาสาสมัครยืนในจุดเดิมตลอดการวิจัยนาร่อง หลังจากนั้น ผู้วิจัยทำการคลำเพื่อระบุตำแหน่งของกระดูกทั้งสามดังนี้ คือ 1) ปุ่มกระดูกที่อยู่ทางด้านหน้าของเชิงกราน anterior superior iliac spine (ASIS) 2) จุดกึ่งกลางของกระดูกสะบ้า และ 3) ปุ่มกระดูกที่อยู่ทางด้านหน้าของข้อเข่าด้านล่างต่อกระดูกสะบ้าซึ่งเป็นที่เกาะของเอ็นกล้ามเนื้อในการเหยียดเข่า (tibial tuberosity) แล้วใช้ปากกาทำเครื่องหมายไว้บนตำแหน่งทั้งสามนี้ บนขาทั้ง 2 ข้างของอาสาสมัคร หลังจากนั้นผู้วิจัยนำโกนิโอ

มิเตอร์มาทาบลงบนขา ณ ตำแหน่งที่ตรงกับรอยปากกาที่ได้ทำเครื่องหมายไว้ แล้วบันทึกค่ามุมควอดโรเซปส์เป็นองศา (รูปที่ 3) ซึ่งทำการวัดทั้งหมด 3 ครั้ง

ความน่าเชื่อถือของการวัดมุมควอดโรเซปส์ด้วยโกนิโอมิเตอร์มาตรฐานนี้คำนวณจากการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Pearson product-moment correlation coefficient พบค่า r อยู่ในช่วงระหว่าง 0.72 – 0.95 สำหรับการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้ทั้ง 3 คู่ (ครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2, ครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 3, และครั้งที่ 2 กับครั้งที่ 3) แสดงว่าวิธีการวัดมุมควอดโรเซปส์ในการวิจัยนี้มีมีความน่าเชื่อถือดี⁽¹⁸⁾ และคำนวณค่า standard error of measurement ได้เท่ากับ 0.45 องศา ผลการศึกษานี้ทำให้ผู้วิจัยสามารถเลือกวัดค่ามุมควอดโรเซปส์ในการวิจัยหลักได้จากการวัดในครั้งแรก



รูปที่ 3 แสดงวิธีการวัดมุมควอดโตรเซปส์ และตำแหน่งต่างๆ ที่ใช้วัด A = anterior superior iliac spine
B = midpoint of the patella C = tibial tuberosity
D = Q-angle

การวิจัยหลัก

- 1) ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนต่างๆ ในการทำวิจัย พร้อมเชิญอาสาสมัครเข้าร่วมทำการวิจัย หากอาสาสมัครยินดีเข้าร่วมการวิจัยก็ให้ลงลายมือชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
- 2) จัดแบ่งอาสาสมัครออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน โดยอาสาสมัครแต่ละคนได้รับการจัดให้อยู่ 1 ใน 3 กลุ่ม คือ อาสาสมัครคนแรกให้เข้ามาให้จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 อาสาสมัครคนที่สองให้อยู่ในกลุ่มที่ 2 อาสาสมัครคนที่สามให้อยู่ในกลุ่มที่ 3 อาสาสมัครคนที่สี่ให้อยู่ในกลุ่มที่ 1 และทำในลักษณะเดียวกันไปจนกว่าอาสาสมัครแต่ละกลุ่มครบ 18 คน ทั้งนี้ เพื่อลดความลำเอียงจากการคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยตามความพอใจของผู้วิจัย
- 3) ให้อาสาสมัครยืนบนแผ่นไม้กระดานที่สามารถปรับระดับความสูงของส้นเท้าได้ 3 ระดับ โดยได้กำหนดลำดับการทดสอบในแต่ละกลุ่มแบบสุ่มด้วยวิธีการของ 3 X 3 Latin Square¹⁷ ดัง **ตารางที่ 1**
- 4) ผู้วิจัยจัดให้อาสาสมัครยืนลงน้ำหนักบนเท้าทั้งสองข้างบนแผ่นไม้กระดานและวาดรอยเท้าผู้ป่วยไว้บนกระดานที่ติดอยู่บนแผ่นไม้เช่นเดียวกับการปฏิบัติในการวิจัยนักร้อง
- 5) ผู้วิจัยทำการวัดมุมควอดโตรเซปส์ในขณะที่อาสาสมัครยืนบนแผ่นไม้กระดานที่ได้รับการปรับให้มีความ

ลาดเอียงในระดับต่างๆ ตามลำดับที่จัดไว้สำหรับอาสาสมัครในแต่ละกลุ่ม ซึ่งในแต่ละระดับผู้วิจัยให้อาสาสมัครลงน้ำหนักเป็นเวลา 2 นาทีก่อนจะให้อาสาสมัครกลับขึ้นมายืนบนแผ่นไม้กระดาน โดยให้ฝ่าเท้าทั้งสองข้างวางบนรอยเท้าเดิมที่วาดไว้ในทำขึ้นตรงเช่นเดิม การทดลองนี้ใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 20 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov ในการคำนวณเพื่อทดสอบว่ามุมควอดโตรเซปส์ที่วัดได้ ณ ความสูงของส้นเท้าทั้ง 3 ระดับมีการกระจายเป็นแบบปกติหรือไม่ ผลการวิเคราะห์พบว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ one – way repeated measures analysis of variance เพื่อเปรียบเทียบค่ามุมควอดโตรเซปส์ที่วัดได้ทั้ง 3 คู่ (ระหว่าง 0 กับ 1.5, ระหว่าง 0 กับ 3 และระหว่าง 1.5 กับ 3) ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ และใช้ post hoc analysis ทดสอบว่าคู่ใดที่แตกต่างกัน โดยใช้สถิติ paired t-test ร่วมกับ Bonferroni correction ทั้งนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลกระทำแยกกันสำหรับข้อเท้าซ้ายและข้อเท้าขวาที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ = 0.05

ผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีผู้หญิงไทยเข้าร่วมการวิจัยทั้งสิ้น 54 คน โดยมีค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของอายุ 38.66 (11.38) ปี น้ำหนัก 57.22 (7.81) กิโลกรัม และส่วนสูง 159.22 (5.68) เซนติเมตร ค่ามุมควอดโตรเซปส์ที่วัดได้ ณ ความสูงของส้นเท้าทั้ง 3 ระดับมีค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) แสดงไว้ใน **ตารางที่ 2**

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย one – way repeated measures analysis of variance พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของมุมควอดโตรเซปส์ที่วัดได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความสูงของส้นเท้า ($P < 0.001$) ทั้งเข้าซ้ายและเข้าขวา เมื่อทำการวิเคราะห์ post hoc ด้วยสถิติ paired t- test ร่วมกับ Bonferroni correction ปรากฏว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ของมุมควอดโตรเซปส์ที่วัดได้ทั้ง 3 คู่ (ระหว่าง 0 กับ 1.5, ระหว่าง 0 กับ 3 และระหว่าง 1.5 กับ 3 นิ้วฟุต) ดังแสดงใน **ตารางที่ 3** รวมทั้งใน **รูปที่ 4 และ 5**

ตารางที่ 1 แสดงลำดับการทดสอบของอาสาสมัครในแต่ละกลุ่ม

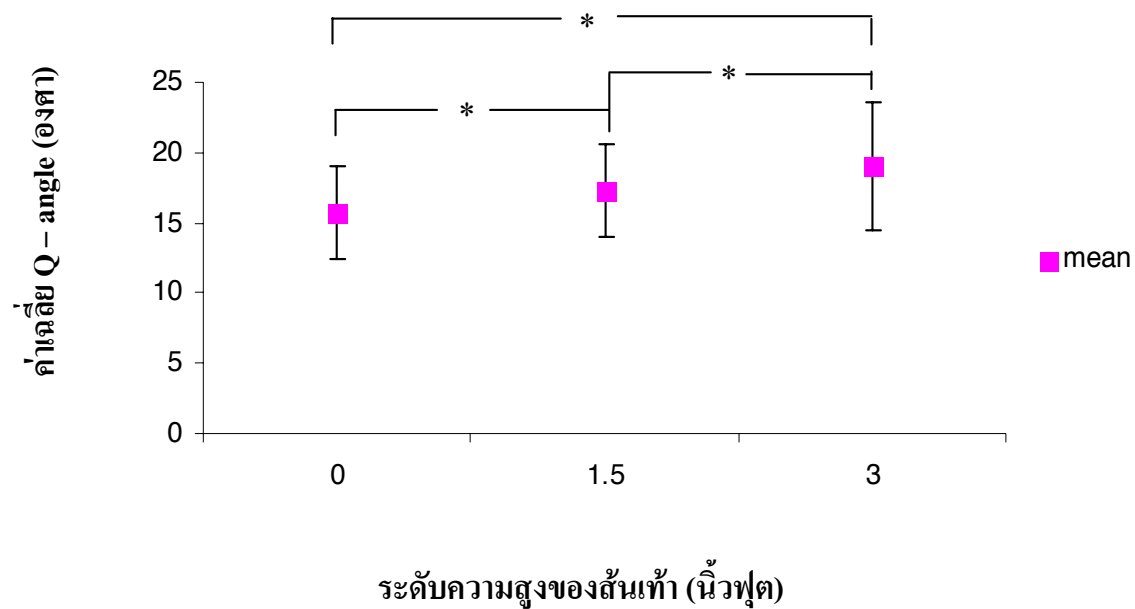
	ลำดับที่ 1 (นิ้ว)	ลำดับที่ 2 (นิ้ว)	ลำดับที่ 3 (นิ้ว)
กลุ่มที่ 1	0	1.5	3.0
กลุ่มที่ 2	1.5	3.0	0
กลุ่มที่ 3	3.0	0	1.5

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของมุมควอดโรเซปส์ที่วัดได้ ณ ความสูงของส้นเท้าทั้ง 3 ระดับ (n = 54)

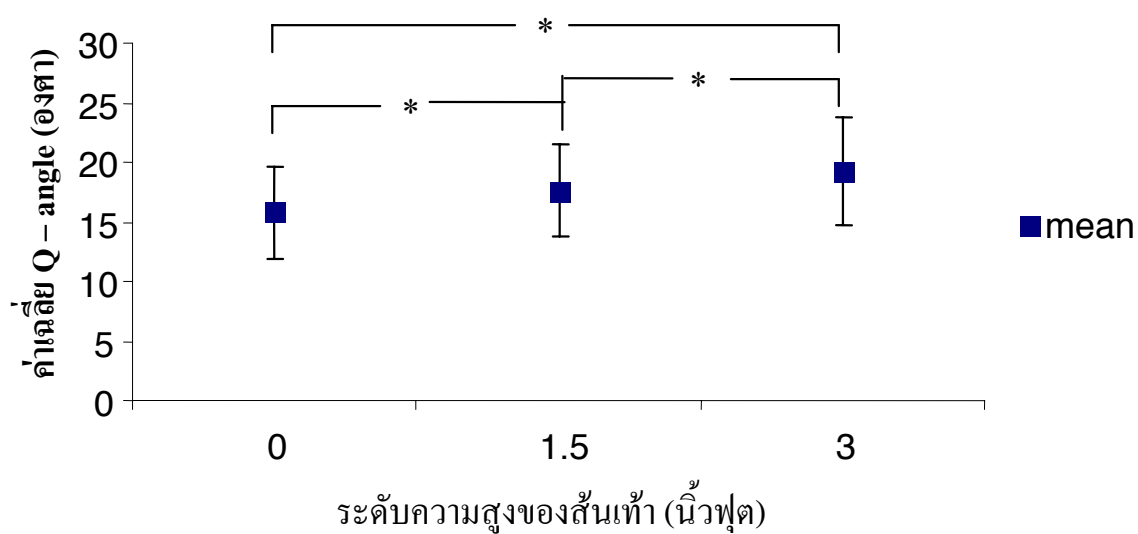
ระดับความสูงของส้นเท้า	ค่า Q-angle (องศา)	
	ข้อเท้าขวา	ข้อเท้าซ้าย
0 นิ้วฟุต	15.79 (1.93)	15.72 (1.63)
1.5 นิ้วฟุต	17.61 (1.93)	17.29 (1.63)
3.0 นิ้วฟุต	19.23 (2.27)	19.07 (2.27)

ตารางที่ 3 แสดงค่ามุมควอดโรเซปส์เฉลี่ย (95 % confidence interval) ที่แตกต่างกันระหว่างระดับความสูงของส้นเท้าที่ต่างกันของข้อเท้าซ้ายและข้อเท้าขวา

เปรียบเทียบระดับความสูงของส้นเท้า	ค่ามุมควอดโรเซปส์ ที่แตกต่างกันระหว่างความสูงของส้นเท้าที่ต่างกัน (องศา)	
	ข้อเท้าขวา	ข้อเท้าซ้าย
0 นิ้วฟุต กับ 1.5 นิ้วฟุต	1.82 (1.40 - 2.23)	1.54 (1.15 - 1.93)
0 นิ้วฟุต กับ 3.0 นิ้วฟุต	3.46 (2.96 - 3.97)	2.82 (1.40 - 3.89)
1.5 นิ้วฟุต กับ 3.0 นิ้วฟุต	1.65 (1.11 - 2.18)	1.82 (1.27 - 2.36)



รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบมุมควอดไตรเซปส์ของข้อเข่าซ้ายที่ระดับความสูงของส้นเท้าทั้ง 3 ระดับ
*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001



รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบมุมควอดไตรเซปส์ของข้อเข่าขวาที่ระดับความสูงของส้นเท้าทั้ง 3 ระดับ
*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

วิจารณ์ผลการศึกษา

การวิจัยนี้เปรียบเทียบมุมควอดโรเซปส์ที่ระดับความสูงของส้นเท้าที่ต่างกันในหญิงไทยปกติพบว่า มุมควอดโรเซปส์ของเข่าข้างซ้ายและข้างขวามีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อมีการเพิ่มระดับความสูงของส้นเท้าทั้ง 3 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานงานวิจัยที่ว่า จะมีการเปลี่ยนแปลงมุมควอดโรเซปส์เมื่อระดับความสูงของส้นเท้าเปลี่ยนแปลงไป

แม้ว่าการวิจัยนี้จะเป็นการวิจัยแรกที่ทำการศึกษาผลกระทบของระดับความสูงของส้นเท้าต่อมุมควอดโรเซปส์และไม่สามารถเปรียบเทียบผลการวิจัยกับการวิจัยอื่นๆ ได้ ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การที่ระดับความสูงของส้นเท้าเพิ่มมากขึ้นน่าจะส่งผลให้กระดูกสะบ้ามีการเคลื่อนตัวออกด้านนอกเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปรากฏให้เห็นจากมุมควอดโรเซปส์ที่เพิ่มขึ้น โดยมุมควอดโรเซปส์ที่ระดับความสูงของส้นเท้า 3 นิ้วฟุตมีค่ามากกว่ามุมควอดโรเซปส์ที่วัดได้เมื่อส้นเท้าอยู่ระดับพื้นราบ (0 นิ้วฟุต) และอยู่สูงจากพื้นราบ 1.5 นิ้วฟุตโดยมีค่ามากกว่า 3.44 (ขาขวา), 3.35 องศา(ขาซ้าย) และ 1.82 องศา(ขาขวา), 1.57 องศา(ขาซ้าย) ตามลำดับ การศึกษาในอดีตพบว่ามุมควอดโรเซปส์ที่เพิ่มสูงขึ้นจากปกติ (ในเพศหญิงประมาณ 15 - 18 องศา) สามารถทำให้แรงกดทางด้านนอกบนผิว patellofemoral joint เพิ่มขึ้น และแรงกดที่เพิ่มสูงขึ้นนี้อาจทำให้เกิดอาการปวดเข่าในภายหลัง^(10,19) ในงานวิจัยนี้พบว่าเมื่อส้นเท้าอยู่สูงจากพื้นราบ 3 นิ้วฟุตทำให้มุมควอดโรเซปส์มากกว่า 18 องศา (ตารางที่ 2) ซึ่งอาจอนุมานได้ว่า สภาวะการที่ส้นเท้าอยู่สูงจากพื้นราบตั้งแต่ 3 นิ้วฟุตขึ้นไปอาจส่งเสริมให้เกิดอาการปวดเข่าได้

สาเหตุของการเพิ่มขึ้นของมุมควอดโรเซปส์ในการวิจัยนี้ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด เนื่องจากผู้วิจัยมิได้ทำการวัดลักษณะเท้าของผู้เข้าร่วมการวิจัยไว้ อย่างไรก็ตาม ปรากฏการณ์นี้น่าจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงแนวการวางตัวของกระดูกข้อต่อภายในเท้าเมื่อมีการปรับระดับความสูงของส้นเท้า ที่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวการวางตัวของกระดูกข้อต่ออย่างค้ำที่อยู่นิ่งขึ้น เช่น ข้อเข่า เป็นต้น อันน่าจะเป็นผลมาจากกรอบความคิดว่า โครงสร้างภายในร่างกายมีความเชื่อมโยงกันทางกายวิภาคศาสตร์ ในขณะที่ส้นเท้าสูงจากพื้นราบ 1.5 นิ้วฟุตและพบมีการเพิ่มขึ้นของมุมควอดโรเซปส์เพิ่มขึ้นนั้น อาจอธิบายได้จากลักษณะการวางเท้าในขณะนั้นในลักษณะเหยียดลง (plantarflexion) ซึ่งเป็น

ภาวะที่ข้อต่อ talocrural และ subtalar มีความมั่นคงต่ำ⁽²⁰⁾ ทำให้กระดูก talus ของเท้าสามารถเคลื่อนตัวไปในทิศทางต่างๆ ได้ง่ายโดยเฉพาะในทิศทาง medioplantar rotation ทำให้เท้าวางตัวในลักษณะ pronation ตามหลักการทางชีวกลศาสตร์พบว่า การวางตัวของเท้าในลักษณะนี้จะทำให้แกนของกระดูก calcaneus มีการบิดของปลายกระดูกเฉียงออก (valgus)⁽²¹⁾ ทำให้เกิดการบิดหมุนของกระดูก tibia เข้าด้านในและอาจส่งผลให้มุมควอดโรเซปส์เพิ่มขึ้นตามมาได้⁽¹²⁾ โดย การเพิ่มขึ้นของค่ามุมควอดโรเซปส์นี้จะมากขึ้นเมื่อระดับส้นเท้าสูงขึ้นถึง 3 นิ้วฟุต นอกจากนี้ งานวิจัยที่ผ่านมายังพบว่า ความสูงของส้นเท้านั้นมีผลต่อการเบี่ยงเบนของจุดหมุนของข้อเข่าร่วมด้วย โดยเมื่อความสูงของส้นเท้ามากขึ้นจะทำให้การเบี่ยงเบนของแนวข้อเข่าเข้าด้านในลดน้อยลง² ส่งผลให้มุมควอดโรเซปส์เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังคงต้องได้รับการพิสูจน์ด้วยงานวิจัยในอนาคตที่ควรทำการวัดมุมของส้นเท้าของผู้เข้าร่วมการวิจัยด้วย

การวิจัยนี้มีข้อจำกัดบางประการกล่าวคือ ข้อแรกคือการวิจัยนี้ศึกษาในผู้ที่ไม่มีการปวดเข่า แม้ว่าผลการวิจัยจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของมุมควอดโรเซปส์เมื่อระดับความสูงของส้นเท้าเพิ่มขึ้น แต่ผลการวิจัยอาจเปลี่ยนไปหากผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นผู้ที่มีการปวดเข่าด้วย ข้อที่สองคือวิธีการปรับระดับความสูงของส้นเท้าให้สูงขึ้นในการวิจัยนี้กระทำโดยการปรับยกพื้นผิว (base of support) ขึ้น ซึ่งอาจไม่เหมือนกับการยกกระดูกสันหลังของส้นเท้าด้วยการสวมใส่รองเท้าส้นสูงทุกประเภทในชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตาม วิธีการปรับระดับนี้น่าจะสอดคล้องกับการสวมใส่รองเท้าส้นสูงที่มีลักษณะสันกว้างพอดีในการรองรับตลอดฝ่าเท้า การสวมใส่รองเท้าส้นสูงที่มีฐานรับน้ำหนักที่แคบลงจึงอาจส่งผลต่อมุมควอดโรเซปส์ในลักษณะที่แตกต่างไปจากที่พบในการวิจัยนี้ได้ ประการสุดท้ายคือวิธีการวัดมุมควอดโรเซปส์มี 2 วิธี คือ การวัดจากภายนอกด้วยเครื่องมือโกนิโอมิเตอร์และการวัดจากภาพถ่ายรังสีวิทยา⁽²²⁾ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการวัดมุมควอดโรเซปส์จากภายนอกอาจมีความน่าเชื่อถือน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการวัดจากภาพถ่ายรังสีวิทยา⁽²³⁾ ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลจากโอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนของผู้วัดในการคลำและทำเครื่องหมายลงบนตำแหน่งสำคัญที่ใช้วัดมุมควอดโรเซปส์เมื่อทำการวัดจากภายนอก ซึ่งมีรายงานว่า ความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งของจุดกึ่งกลางของกระดูกสะบ้าและ tibia tuberosity เกินกว่า 2 มิลลิเมตร จะ

ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของมุมควอดไทรเซ็ปส์ได้มากกว่า 5 องศา⁽²⁴⁾ แต่วิธีการวัดจากภายนอกนี้มีข้อดีในการลดความเสี่ยงด้านการรับรังสีเข้าสู่ร่างกายผู้เข้าร่วมวิจัยและเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่ามาก ดังนั้น วิธีการที่ใช้ในการวิจัยนี้จึงเหมาะสมต่อการใช้งานทางคลินิกและนิยมใช้ในงานวิจัยที่ผ่านมาด้วยค่าความน่าเชื่อถือภายในผู้วัดในระดับสูง^(25,26)

สรุปผลการศึกษา

การวิจัยนี้พบมีการเปลี่ยนแปลงมุมควอดไทรเซ็ปส์ที่ระดับความสูงของส้นเท้าที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมุมควอดไทรเซ็ปส์จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อความสูงของส้นเท้าเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้อย่างดีเนื่องจากได้รับความร่วมมือจากอาสาสมัคร ผู้ร่วมงาน ณ แผนกกายภาพบำบัด เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลกลาง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รสลัย กัลยาณพจน์พร ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

- Wallace L. Foot Pronation and Knee Pain. In: Mangine ER., editor. Physical Therapy of The Knee. London: Churchill Livingstone Inc, 1998; 101-5.
- Guichet JM, Javed A, Russel J, Saleh M. Effect of the foot on the mechanical alignment of the lower limbs. Clin Orthop Relat Res 2003; 415: 193-201.
- Livingston LA. The Quadriceps angle: a review of the literature. J Orthop Sports Phys Ther 1998; 28: 105-9.
- Magin RE. Physical Therapy of the Knee. 2nd ed. New York: Churchill Livingstone, 1995.
- Magee DJ. Orthopedic Physical Assessment. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.
- Smith TO, Hunt NJ, Donell ST. The reliability and validity of the Q-angle: a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2008; 16: 1068-79.
- Emami MJ, Ghahramani MH, Abdinejad F, Namazi H. Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. Arch Iran Med 2007; 10: 24-6.
- Sendur OF, Gurer G, Yildirim T, Ozturk E, Aydeniz A. Relationship of Q-angle and joint hypermobility and Q-angle values in different positions. Clin Rheumatol 2006; 25: 304-8.
- Goldberg B. Patellofemoral malalignment. Pediatr Ann 1997; 26: 32-5.
- Mizuno Y, Kumagai M, Stephen M. Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. J Orthop Res 2001; 19: 834-40.
- Nagamine R, Otani T, White SE, McCarthy DS, Whiteside LA. Patellar tracking measurement in the normal knee. J Orthop Res 1995; 13: 115-22.
- Olerud C, Berg P. The variation of the Q-angle with different positions of the foot. Clin Orthop 1984; 191: 162-5.
- Livingston LA, Spaulding SJ. OPTOTRAK measurement of the quadriceps angle using standardized foot position. J Athl Train 2002; 37: 252-5.
- Nicolopoulos CS, Scott BW, Giannoudis PV. Biomechanical basis of foot orthotic prescription. Foot and Ankle 2000; 14: 464-9.
- สุจิตรา เลิศวีระศิริกุล, เยาวรัตน์ ปรปักษ์ขาม, ธวัชชัย วงศ์พงศ์ธร, ชาญยุทธ ศุภชาติวงศ์. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคข้อเข่าเสื่อม. รามาธิบดีเวชสาร 2535; 15: 34-40.
- Gerard JA, Kleinfeld S. Orthopaedic Testing. New York: Churchill Livingstone, 1993; 516-18.
- Portney LG, Watkins MP. Foundations of Clinical Research. Applications of Practice. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall Health, 2000.
- Portney LG, Watkins MP. Foundations of Clinical Research Applications to Practice. Connecticut USA: Appleton & Lange, 1993.
- Livingston LA, Mandigo JL. Bilateral Q angle asymmetry and anterior knee pain syndrome. Clin

- Biomech 1999; 14: 7-13.
20. Gregory CB, Mark MD, Thomas HL. Acute ankle sprain, chronic ankle instability and subtalar laxity. *Foot and Ankle* 2004; 2: 242-9.
 21. Thontong P. Right and left tibiofibular and calcaneal alignments measured during bilateral and unilateral stance position in healthy Thais. Master thesis (Physiotherapy). Mahidol University, 1995.
 22. Greene CC, Edwards TB, Wade MR, Carson EW. Reliability of the quadriceps angle measurement. *Am J Knee Surg* 2001; 14: 97-103.
 23. Tomsich DA, Nitz AJ, Threlkeld AJ, Shapiro R. Patellofemoral alignment reliability. *J Orthop Sports Phys Ther* 1996; 23: 200-8.
 24. France L, Nester C. Effect of errors in the identification of anatomical landmarks on the accuracy of Q-angle values. *Clin Biomech* 2001; 16: 710-3.
 25. Emami MJ, Ghahramani MH, Abdinejad F, Namazi H. Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. *Arch Iran Med* 2007; 10: 24-6.
 26. Guerra JP, Arnold MJ, Gajdosik RL. Q-angle: effects of isometric quadriceps contraction and body position. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 19: 200-4.