

Q-angle : Normal Value and Its Influence on Quadriceps Femoris Performance in Chulalongkorn Hospital

Sirivarakul U, MD.

Aksaranugraha S, MD.

Department of Orthopaedic and Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University.

Sirivarakul U., Aksaranugraha S. Q-angle : Normal Value and Its Influence on Quadriceps Femoris Performance in Chulalongkorn Hospital. J Thai Rehabil 1996;6(1): 18-23

Abstract

The purposes of this study were to determine normal value of Q-angle in 60 normal volunteers aging between 20-35 years and to study its influence on quadriceps femoris muscle strength at 15 and 30 degrees of knee extension, using a Cybex 6000 isokinetic dynamometer concentrically at 60°/sec. Sixty subjects were 30 men and 30 women. The mean Q-angle for men was 13.10 ± 3.24 degrees and 18.98 ± 3.85 degrees for women. There was statistically significant difference between Q-angle for the male and female subjects ($P < 0.05$). When comparing the mean of torque at 15 and 30 degrees of knee extension of men who had Q-angle within 5 to 10 degrees and 16 to 20 degrees and of women who had Q-angle within 11 to 15 degrees and 21 to 25 degrees, there was statistically significant difference in men at both angles while it was only at 15 degrees in women. The result of this experiment indicated that Q-angle may have influence on quadriceps femoris muscle strength, especially, at 15 degrees of knee extension when the experiment was performed at 60°/sec. The results might be concluded that the larger the Q-angle the lesser quadriceps femoris muscle strength would be.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าปกติของ Q-angle ในอาสาสมัครปกติที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ที่มีอายุระหว่าง 20-35 ปี และศึกษาอิทธิพลของ Q-angle ที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps ในด้านความแข็งแรง (strength) ในช่วงมุม 15 และ 30 องศาสุดท้ายของการเหยียดข้อเข่า (extension) โดยใช้เครื่อง Cybex 6000 ที่ความเร็ว 60 องศา/วินาที ผลการศึกษาพบว่า ในจำนวนอาสาสมัคร 60 คน ซึ่งเป็นเพศชาย 30 คน และเพศหญิง 30 คน มีค่าเฉลี่ยของ Q-angle ในเพศชายเท่ากับ 13.10 ± 3.24 องศา เพศหญิงเท่ากับ 18.98 ± 3.85 องศา ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Torque ที่มุม 15 และ 30 องศาสุดท้ายของการเหยียดข้อเข่า ระหว่างกลุ่มที่มี Q-angle อยู่ในช่วง 5-10 องศา กับ 16-20 องศาในเพศชาย และระหว่างกลุ่มที่มี Q-angle อยู่ในช่วง 11-15 องศา กับ 21-25 องศาในเพศหญิง พบว่าในเพศชายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองมุม ส่วนในเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะที่มุม 15 องศา จึงอาจจะสรุปได้ว่า Q-angle มีอิทธิพลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps ในด้านความแข็งแรงโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มุม 15 องศาสุดท้ายของการเหยียดข้อเข่า เมื่อทำการทดสอบที่ความเร็ว 60 องศา/วินาที นั่นคือ Q-angle ยิ่งกว้างขึ้นเท่าไรยิ่งทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ quadriceps ลดลง

บทนำ

patellofemoral pain syndrome (PFPS) เป็นกลุ่มอาการที่พบได้บ่อยอันหนึ่งในบรรดาโรคที่เป็นสาเหตุ

ที่ทำให้เกิดอาการปวดข้อเข่าในคนอายุน้อย โดยที่ผู้ป่วยจะมาพบแพทย์ด้วยอาการปวดบริเวณด้านหน้าของข้อเข่าได้ต่อกะตุ๊กสะบ้า สาเหตุที่แท้จริงยังไม่ทราบแน่ชัด แต่

เชื่อว่าน่าจะเกิดจากการที่มีความผิดปกติของทิศทางการเคลื่อนที่ของกระดูกสะบ้า (patellar tracking) ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของกระดูกสะบ้าที่สำคัญ ได้แก่ quadriceps angle (Q-angle)

Q-angle คือมุมที่เกิดขึ้นจากการตัดกันของเส้นที่ลากจาก anterior superior iliac spine ไปยังจุดกึ่งกลางของกระดูกสะบ้า (แสดงถึงทิศทางการดึงของกล้ามเนื้อ quadriceps femoris) และเส้นที่ลากจากจุดกึ่งกลางของกระดูกสะบ้าไปยัง tibial tubercle (แสดงถึงแนวของ patellar tendon)^(1,2) Q-angle มีอิทธิพลต่อการทำงานของข้อ patellofemoral ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps ในการเหยียดข้อเข่า (extensor mechanism)⁽³⁾ โดย Q-angle ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้แรงดึงของกล้ามเนื้อ quadriceps ที่มีต่อกระดูกสะบ้ามีทิศทางออกไปทางด้านนอกของข้อเข่ามากขึ้น แนวโน้มที่จะเกิดอาการปวดบริเวณด้านหน้าของข้อเข่าและเกิดการเคลื่อนของกระดูกสะบ้า (subluxation of patella) จึงเพิ่มขึ้นด้วย มีการศึกษาวิจัยพบว่า Q-angle ที่มีค่ามากจะสัมพันธ์กับ PFPS ในนักวิ่ง⁽⁴⁾ การเคลื่อนของกระดูกสะบ้า^(5,20) และ chondromalacia patellae^(6,7) นอกจากนี้การศึกษาของ P.P Mariani และ I. Caruso⁽⁸⁾ ยังพบว่า Q-angle ที่เพิ่มขึ้นน่าจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อ vastus medialis ลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วง 30 องศาสุดท้ายของการเหยียดข้อเข่า เชื่อว่าเป็นผลที่ตามมาจากการเปลี่ยนแปลงในกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps ซึ่งโดยปกติแล้วกล้ามเนื้อ vastus medialis จะทำงานตลอดช่วงของการเหยียดข้อเข่าแต่จะทำงานมากในช่วงท้ายของการเหยียดข้อเข่า^(8,9) และการเหยียดข้อเข่าในช่วง 15 องศาสุดท้ายนี้มีความสำคัญที่สุดต่อความมั่นคง (stability) ของข้อเข่า ทำให้ต้องการแรงที่มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์จากกล้ามเนื้อ quadriceps สำหรับช่วงนี้⁽⁹⁾

ดังนั้นในการตรวจข้อเข่าให้ครบสมบูรณ์จึงควรมีการวัด Q-angle ด้วยเสมอ และควรจะมีค่าปกติไว้เป็นพื้นฐานเปรียบเทียบกับ มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับค่า

ปกติของ Q-angle ในต่างประเทศหลายฉบับ^(7,10,11,12) แต่ยังไม่มีความปกติของ Q-angle สำหรับคนไทย

วัตถุประสงค์

1. หาค่าปกติของ Q-angle ในอาสาสมัครปกติที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่มีอายุระหว่าง 20-35 ปี
2. ศึกษาอิทธิพลของ Q-angle ที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps ในด้านความแข็งแรงในช่วงมุม 15 และ 30 องศาสุดท้ายของการเหยียดข้อเข่าด้วยเครื่อง Cybex 6000 ที่ความเร็ว 60 องศา/วินาที

วัสดุและวิธีการ

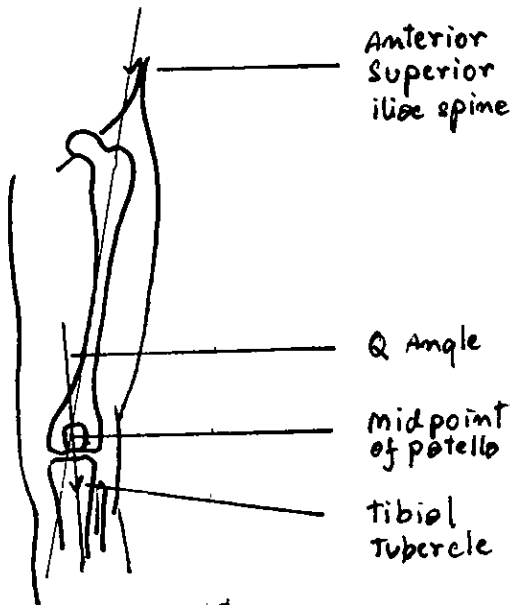
อาสาสมัคร

อาสาสมัครจำนวน 60 คน เป็นเพศชาย 30 คน และหญิง 30 คน มีอายุระหว่าง 20-35 ปี อาสาสมัครที่อายุมากกว่า 35 ปีจะถูกคัดออกเพื่อหลีกเลี่ยงการมีความเสื่อมของข้อตามอายุ (degenerative change) ทุกคนมีข้อเข่าทั้งสองข้างปกติ กล่าวคือ ไม่มีประวัติเคยได้รับบาดเจ็บที่ข้อเข่าทั้งสองข้างมาก่อน ไม่มีอาการปวดและกดเจ็บบริเวณข้อเข่าทั้งสองข้าง ไม่มีภาวะหดเกร็งของกล้ามเนื้อ hamstrings ทุกคนเป็นบุคลากรทางการแพทย์และจัดอยู่ในกลุ่มขาดการออกกำลังกาย (sedentary lifestyle)

วิธีการศึกษา

1. การวัด Q-angle

ทำการวัด Q-angle ของข้อเข่าทั้งสองข้าง โดยจัดให้อาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย^(7,10,11) ข้อสะโพกและข้อเข่าเหยียดตรง หย่อนกล้ามเนื้อ quadriceps ให้อยู่ในท่าตรง (neutral position) เนื่องจากตำแหน่งของเท้ามีอิทธิพลต่อ Q-angle⁽¹³⁾ ใช้ Goniometer มาตรฐานวัดมุมที่เกิดจากการตัดกันของเส้นที่เชื่อมระหว่าง anterior superior iliac spine กับจุดกึ่งกลางของกระดูกสะบ้า และระหว่างจุดกึ่งกลางของกระดูกสะบ้ากับ tibial tubercle ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1. Q-angle

2. การทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps

ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ quadriceps ทั้งสองข้างโดยใช้วิธีการหัดตัวของกล้ามเนื้อแบบ isokinetic ด้วยเครื่อง Cybex 6000 เริ่มจากให้อาสาสมัครนั่งบนเก้าอี้ที่ใช้ทดสอบ ซึ่งพนักเก้าอี้เอียงทำมุม 85 องศา กับแนวระนาบ จุดหมุนของ dynamometer อยู่ตรงกับ lateral epicondyle ของกระดูก femur ข้างที่จะทดสอบ shin pad วางเหนือข้อตาด้านใน 3 เซนติเมตร มือทั้งสองข้างจับบนที่จับ หลังจากนั้นใช้สายรัดตึงอาสาสมัครให้ติดกับเก้าอี้ที่ระดับ ออก เอว และดันขาข้างที่จะทดสอบ เพื่อให้มีเฉพาะการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps และ hamstrings เท่านั้น ทำการปรับเครื่องกำหนดให้ข้อเข่าสามารถเหยียดและงอได้ในช่วงมุม 0-90 องศา ในขณะที่ทดสอบและปรับให้มี gravity correction อาสาสมัครแต่ละคนจะต้องทำ concentric contraction ที่ความเร็ว 60 องศา/วินาที

จะมีการลองทำก่อน โดย submaximal concentric contraction จำนวน 3 ครั้ง และ maximal concentric contraction จำนวน 3 ครั้ง แล้วตามด้วยการ

ทดสอบจริงโดยทำ maximal concentric contraction จำนวน 4 ครั้ง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย การที่จะทดสอบขาข้างใดก่อนนั้นจะทำการเลือกแบบสุ่ม และก่อนทำการทดสอบจะมีการอธิบายแก้อาสาสมัครว่า "ให้เหยียดและงอข้อเข่า โดยทำให้แรงและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้"(14,15)

ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์นี้ได้แก่ ค่า torque ที่มี 15 และ 30 องศา ของอาสาสมัครที่มี Q-angle อยู่ในช่วงดังต่อไปนี้คือ เพศชาย อยู่ในช่วง 5-10 และ 16-20 องศา เพศหญิงอยู่ในช่วง 11-15 และ 21-25 องศา

การวิเคราะห์ทางสถิติ

Unpair t-test ใช้ในการหาความแตกต่างของ Q-angle ระหว่างเพศชายและเพศหญิง และใช้หาความแตกต่างของ Torque ระหว่างอาสาสมัครสองกลุ่มในแต่ละเพศ โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$

ผลการศึกษา

ในจำนวนอาสาสมัคร 60 คน เป็นเพศชาย 30 คน และเพศหญิง 30 คน มีอายุเฉลี่ย 26.40 ± 3.38 ปี (ช่วงอายุ 20-33 ปี) และน้ำหนักเฉลี่ย 56.00 ± 9.71 ก.ก. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Q-angle แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และช่วงของ Q-angle ในเพศชาย และหญิง

เพศ	Q-angle (องศา)	
ชาย (n=60)	13.10 ± 3.24	(5-18)
หญิง (n=60)	18.98 ± 3.85	(13-27)
รวม (n=120)	16.04 ± 4.61	(5-27)

เปรียบเทียบค่า Q-angle ระหว่างเพศชายและหญิง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ นั่นคือเพศหญิงมี Q-angle กว้างกว่าเพศชาย

ตารางที่ 2. แสดงค่า Torque เฉลี่ยที่มุม 15 และ 30 องศา และการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มในเพศชายและเพศหญิง

เพศ	กลุ่มอาสาสมัคร	Torque ที่ 15 องศา (Nm)	Torque ที่ 30 องศา (Nm)
ชาย	Q-angle 5-10 องศา	78.54 ± 13.67	122.77 ± 18.17
	16-20 องศา	62.46 ± 15.74	94.69 ± 20.57
	P-value	0.01*	0.001*
หญิง	Q-angle 11-15 องศา	48.64 ± 7.75	70.77 ± 14.72
	21-25 องศา	41.94 ± 9.41	63.70 ± 10.01
	P-value	0.04*	0.12

*Significant difference at $p < 0.05$

ในเพศชายค่า Torque เฉลี่ยของกลุ่มที่มี Q-angle 16-20 องศา มีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่มี Q-angle 5-10 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ทั้งที่มุม 15 และ 30 องศา ส่วนเพศหญิงค่า

Torque เฉลี่ยของกลุ่มที่มี Q-angle 21-25 องศา มีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่มี Q-angle 11-15 องศา แต่มีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะที่มุม 15 องศาเท่านั้น

ตารางที่ 3. แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Q-angle ของการศึกษาต่าง ๆ

ชื่อผู้ทำวิจัย	Q-angle (องศา)			P-value
	เพศชาย	เพศหญิง	รวม	
P. Aglietti และคณะ(7)	14 ± 3	17 ± 3	15 ± 3	S
L.H. Woodland และคณะ(11)	12.7 ± 0.071	15.8 ± 0.072	-	S
R.W.W. Hsu. และคณะ(10)	15.2 ± 3.5	18.9 ± 4.5	17.3 ± 4.4	S
อุบล และคณะ	13.10 ± 3.24	18.98 ± 3.85	16.04 ± 4.61	S

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Torque ที่มุม 15 และ 30 องศา ระหว่างกลุ่มที่มี Q-angle ในช่วง 5-10 องศา กับ 16-20 องศา ในเพศชาย และระหว่างกลุ่มที่มี Q-angle ในช่วง 11-15 องศา กับ 21-25 องศา ในเพศหญิง ผลการเปรียบเทียบแสดงไว้ในตารางที่ 2

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาค่าเฉลี่ยของ Q-angle ในคนไทยที่มีข้อเข่าปกติ พบว่าในเพศชายมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานของ Q-angle เท่ากับ 13.10 ± 3.24 องศา และในเพศหญิงเท่ากับ 18.98 ± 3.85 องศา เปรียบเทียบกับที่ได้เคยมีการศึกษาไว้แล้วในต่างประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 3

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Q-angle ที่ได้จากการศึกษานี้กับที่ได้เคยมีการศึกษาไว้แล้วถึงแม้จะมีความแตกต่างกันบ้างแต่ก็ยังมีค่าใกล้เคียงกัน ความแตกต่างในแต่ละการศึกษานี้ อาจเกิดจากความแตกต่างกันในเรื่องของผู้กระทำการวัด เครื่องมือที่ใช้ในการวัด เทคนิค

การวัด จำนวนอาสาสมัคร กลุ่มอาสาสมัคร และท่าของอาสาสมัครในขณะที่วัดมุม มีการศึกษาพบว่าท่าของเท้าในขณะที่วัดมีผลต่อค่าของ Q-angle⁽¹³⁾ นั่นคือ Q-angle จะกว้างมากขึ้นเมื่อเท้าอยู่ในท่าหมุนเข้าด้านใน (inward rotation) และ pronation นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างของ Q-angle ระหว่างท่ายืนและท่านอนด้วย^(11,12) ในการศึกษาอื่นบอกแต่เพียงว่าวัดในท่านอนหงาย แต่ไม่ได้กำหนดเรื่องการหมุนของเท้า การศึกษานี้จึงได้กำหนดให้วัดมุมในท่านอนหงาย เท้าอยู่ในท่าตรงเพื่อเป็นการตัดอิทธิพลของเท้าที่จะมามีผลดังกล่าว

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Q-angle ระหว่างเพศชายและเพศหญิงพบว่า Q-angle ในเพศหญิงกว้างกว่าในเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเหมือนกับที่ได้เคยมีการศึกษาไว้แล้วในต่างประเทศ^(7,10,11,12) เชื่อว่าเกิดจากเพศหญิงมีกระดูกเชิงกราน (pelvic base) กว้างกว่าในเพศชาย ทำให้จุดที่ใช้อ้างอิงที่สะโพกคือ anterior superior iliac spine อยู่ไกลออกไปทางด้านข้างมากกว่าในเพศชาย^(16,17,18) ค่า Q-angle กว้างทำให้แรงดึงต่อกระดูกสะบ้ามีทิศทางออกไปด้านนอกมากขึ้น และเนื่องจากเพศหญิงมี Q-angle กว้างกว่าเพศชาย ดังนั้นเพศหญิงน่าจะมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิด PFPS สูงกว่าในเพศชาย จากการศึกษาของ Yates C, Grana W⁽¹⁹⁾ พบว่าเพศหญิงมีอุบัติการณ์ของ PFPS มากกว่าในเพศชาย และ Outerbridge RE⁽¹⁷⁾ พบว่าในเพศหญิงพบ chondromalacia patellae รุนแรงกว่าในเพศชาย

ผลการศึกษาอิทธิพลของ Q-angle ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ quadriceps โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Torque ที่มุม 15 และ 30 องศา ระหว่างกลุ่มที่มี Q-angle ในช่วง 5-10 กับ 16-20 องศา ในเพศชาย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ทั้งสองมุม โดยที่ค่าเฉลี่ยของ Torque ในกลุ่มที่มี Q-angle กว้างจะมีค่าน้อยกว่าในกลุ่มที่มี Q-angle แคบกว่า ส่วนในเพศหญิงเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่มี Q-angle ในช่วง 11-15 กับ 21-25 องศา พบว่าค่าเฉลี่ย Torque ที่

มุม 15 และ 30 องศา ของกลุ่มที่มี Q-angle แคบ แต่มีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะที่มุม 15 องศา อาจเกิดจาก Q-angle ที่กว้างทำให้กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps ในการเหยียดข้อเข่าเปลี่ยนแปลงไป จึงมีผลทำให้ความแข็งแรงลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 15 องศาสุดท้ายของการเหยียดข้อเข่า ซึ่งเป็นช่วงที่ Q-angle มีค่ามาก (Q-angle จะกว้างมากที่สุดเมื่อเข่าอยู่ในท่าเหยียดตรง) ส่วนปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อความแข็งแรงพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทั้งสองในแต่ละเพศ ได้แก่ น้ำหนักเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทั้งในเพศชายและหญิง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทุกคนจัดอยู่ในกลุ่มขาดการออกกำลังกายและเป็นบุคลากรทางการแพทย์

ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า Q-angle น่าจะมีอิทธิพลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps ในด้านความแข็งแรง ในช่วงท้ายของการเหยียดข้อเข่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มุม 15 องศาสุดท้ายของการเหยียดข้อเข่า โดยการทดสอบที่ความเร็ว 60 องศา/วินาที นั่นคือ Q-angle ยิ่งกว้างขึ้นยิ่งทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ quadriceps ลดลง และเนื่องจากความแข็งแรงในช่วง 15 องศาสุดท้ายของการเหยียดข้อเข่ามีความสำคัญต่อความมั่นคงของข้อเข่า ดังนั้น Q-angle ที่กว้างอาจจะมีผลทำให้ความมั่นคงของข้อเข่าลดลง

เนื่องจากการศึกษาคั้งนี้ทำการทดสอบเฉพาะที่ความเร็วช้า (slow speed) นั่นคือ 60 องศาต่อวินาที และศึกษาเฉพาะที่มุม 15 และ 30 องศา จึงน่าจะได้มีการศึกษาต่อไปว่า Q-angle จะมีอิทธิพลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps ที่มุมอื่น ๆ ของการเหยียดข้อเข่าหรือไม่ และที่ความเร็วที่แตกต่างกันจะให้ผลการทดสอบเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

บทสรุป

ค่าปกติของ Q-angle ในอาสาสมัครปกติที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อายุระหว่าง 20-35 ปี มีค่าเท่ากับ 13.10 ± 3.24 องศาในเพศชาย และ 18.98 ± 3.85 องศา

ในเพศหญิง เพศหญิงมี Q-angle กว้างกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการศึกษาอาจสรุปได้ว่า Q-angle มีอิทธิพลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ quadriceps ในด้านความแข็งแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มุม 15 องศาสุดท้ายของการเหยียดข้อเข่า เมื่อทำการทดสอบที่ความเร็ว 60 องศา/วินาที ด้วยเครื่อง Cybex 6000 นั้นคือ Q-angle ยิ่งกว้างขึ้นยิ่งทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ quadriceps ลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณบุญนาท ลายสนิทเสรีกุล ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับสถิติที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

1. Tria AJ, Palumbo RC, Alicea JA. Conservative care for patellofemoral pain. *Orthop Clin North Am* 1992 Oct; 23(4):545-53.
2. Zappala FG, Taffel CB, Scuderi GR. Rehabilitation of patellofemoral joint disorders. *Orthop Clin North Am* 1992 Oct; 23(4):555-65.
3. Grana WA, Kriegshauser LA. Scientific basis of extensor mechanism disorders. *Clin in Sports Med* 1985 Apr; 4(2):247-57.
4. Messier SP, Davis SE, Curl WW, Lowery RB, Pack RJ. Etiologic factors associated with patellofemoral pain in runners. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23(9):1008-15.
5. Christensen F, Soballe K, Snerum L. Treatment of chondromalacia patellae by lateral retinacular release of the patella. *Clin Orthop* 1988;234:145-7.
6. Insall J, Falvo KA, Wise DW. Chondromalacia patellae : a prospective study. *J Bone Joint Surg* 1976 Jan; 58A:1-8.
7. Aglietti P, Insall JN, Cerulli G. Patellar pain and incongruence I : measurements of incongruence *Clin. Orthop* 1983 Jun; 176:217-24.
8. Mariani PP, Caruso I. An electromyographic investigation of subluxation of the patella. *J Bone Joint Surg* 1979 May; 61B(2):169-71.
9. Cailliet R. *Knee pain and disability*. 3rd ed. Singapore : F.A. Davis Company, 1993:29-59.
10. Hsu RWW, Himeno S, Coventry MB, Chao EYS. Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee. *Clin Orthop* 1990 Jun; 255:215-27.
11. Woodland LH, Francis RS. Parameters and comparisons of the quadriceps angle of college-aged men and women in the supine and standing positions. *Am J Sports Med* 1992;20(2):208-11.
12. Horton MG, Hall TL. Quadriceps femoris muscle angle : Normal values and relationships with gender and selected skeletal measures. *J Phys Ther* 1989 Nov; 69(11):897-901.
13. Olerud C, berg P. The variation of the Q-angle with different positions of the foot. *Clin Orthop*. 1984 Dec; 191:162-5.
14. *Cybex 6000 extremity testing & rehabilitation system : user's guide*. New York : Cybex Division of LUMEX, Inc, 1991:1-8-1-9, 3-1-3-7.
15. Perrin DH. *Isokinetic exercise and assessment*. Charlottesville, VA : Human Kinetics, 1993:35-71.
16. Magee DJ. *Orthopedic physical assessment*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1989:267.
17. Outerbridge RE. Further studies on the etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg* 1964 May; 46B(2):179-90.
18. Fox TA. Dysplasia of the quadriceps mechanism : hypoplasia of the vastus medialis muscle as related to the hypermobile patella syndrome. *Surg Clin North Am* 1975 Feb; 55(1):199-225.
19. Yates C, Grana W. Patellofemoral pain : a prospective study. *Orthopedics* 1986;9:663-7.
20. Grana WA, O'Donoghue DH. Patella-tendon transfer by slot-block method for recurrent subluxation and dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg* 1977;59A:736-41.