

มุมอิมองค์ที่กระดูกแข้งและมุมงอเข่าที่เหมาะสมในการเล็งจุดเกาะของเอ็นไขว้หน้า ที่กระดูกต้นขา ในการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าแบบใช้กล้องส่องข้อ

เสริมศักดิ์ สุมานนท์¹, เพชรกร หาญพานิชย์², ธนรัตน์ จันทอุปพี³, สุรัช แซ่จิ่ง¹, วีระชัย ไควสุวรรณ¹

¹ภาควิชาออร์โธปิดิกส์, ²ภาควิชารังสีวิทยา

³ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Appropriate Tibial Tunnel Angle and Knee Flexion Angle for Aiming Femoral Insertion in Endoscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

Sumanont S¹, Hanpanich P², Chantaupalee T³, Kosuwon W¹, Sae-Jung S¹,

¹Department of Orthopaedics, ²Department of Radiology,

³Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Khonkaen University.

หลักการและเหตุผล: การผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าแบบใช้กล้องส่องข้อ เป็นการผ่าตัดที่อาศัยเทคนิคและความชำนาญเป็นอย่างมาก การวางจุดเกาะของเอ็นปลุกถ่ายที่กระดูกต้นขาไว้ที่ตำแหน่งเดิม ต้องสอดเครื่องมือเล็งผ่านอิมองค์ที่กระดูกแข้ง ถ้าขณะที่เล็งจัดตำแหน่งเข้าไม่เหมาะสม จะทำให้ตำแหน่งเล็งจุดเกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขาผิดตำแหน่งไป

วัตถุประสงค์: เพื่อหามุมอิมองค์ที่กระดูกแข้ง และมุมงอเข่าที่เหมาะสม และความสัมพันธ์ระหว่างมุม 2 มุม

รูปแบบการศึกษา: ศึกษาเชิงพรรณนา

สถานที่ทำการศึกษา: ห้องปฏิบัติการมหานายวิภาค

กลุ่มตัวอย่าง: ศพดองในห้องปฏิบัติการมหานายวิภาค

วิธีการ: ทำการศึกษาในเข่า 104 ข้างในศพดอง 54 ศพ เจาะ K-wire ขนาด 2 มิลลิเมตร ไปยังที่เกาะเดิมของเอ็นไขว้หน้า ที่กระดูกแข้งโดยใช้มุมอิมองค์เป็น 40°, 55°, 70° และเปลี่ยนมุมงอเข่าเป็น 60°, 75° และ 90° ตามลำดับ ถ่ายเอกซเรย์ด้านข้างของเข่า ประเมินว่า K-wire เล็งไปที่ตำแหน่งลวดที่คล้องที่เกาะของเอ็นไขว้หน้า ที่กระดูกต้นขาหรือไม่

เจาะ K-wire ไปยังที่เกาะเดิมของเอ็นไขว้หน้า ที่กระดูกแข้ง โดยใช้มุมอิมองค์ 40° ขยับเข่าจนเหยียดจนกระทั่ง K-wire ชี้ไปที่ลวดคล้องที่เกาะของเอ็นไขว้หน้า ที่กระดูกต้นขา ถ่ายเอกซเรย์ด้านข้างของเข่า วัดมุมงอเข่า ทำซ้ำโดยเปลี่ยนมุมเป็น 55° และ 70°

ผลการศึกษา: มุมอิมองค์ที่กระดูกแข้งและมุมงอเข่าคู่ที่เหมาะสม คือ 55° กับ 75° ซึ่งทำให้ K-wire ชี้ตรงจุดเกาะ 78.64% ค่าเฉลี่ยของมุมงอเข่าเมื่อมุมอิมองค์ 40°, 55° และ 70° เป็น 98.85°, 78.30°

Background: Endoscopic ACL reconstruction is the high technically demand orthopaedic procedure. Careful surgical techniques are necessary to avoid intraoperative complications. The endoscopic femoral aimer must be inserted via the tibial tunnel. If we do not place the knee in the appropriate position, the aimer will point to the incorrect position.

Objective: To identify the appropriate tibial tunnel angle (TTA) and knee flexion angle (KFA) and the relationship between these two angles.

Design: Descriptive study

Setting: Gross laboratory

Subjects: Embalmed cadavers.

Materials & Methods: 104 cadaveric knees of 54 cadavers were explored. A 2.0 mm. K-wire was drilled to the ACL tibial footprint with different TTA 40°, 55°, 70° while changing the KFA to 60°, 75°, 90° respectively. Lateral radiographic imaging was done for every pair of TTA and KFA to evaluate whether K-wires pointed to the femoral wire loops.

A K-wire was drilled to the ACL tibial footprint with TTA 40°, and the knee was flexed until the K-wire pointed to the femoral wire loop. Lateral radiographic imaging was done and the KFA was measured. These procedures were repeated again by changing TTA to 55° and 70°.

Results: The most appropriate TTA and KFA was TTA

และ 53.39° ตามลำดับ ความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงผกผัน : มุมงอเข่า = 155.6 - 1.4 มุมอุโมงค์, $R^2 = 0.80$

สรุป: มุมงอเข่าเมื่อมุมอุโมงค์ที่กระดูกแข็งเป็น 55° มีค่าไม่เท่ากับ มุมงอเข่าเมื่อมุมอุโมงค์เป็น 40° หรือ 70° แพทย์ผู้ผ่าตัดควรงอเข่า น้อยลงเมื่อใช้มุมอุโมงค์มากและงอเข่ามากขึ้นเมื่อใช้มุมอุโมงค์น้อย เพื่อให้ได้ตำแหน่งเอ็นปลุกถ่ายที่กระดูกต้นขาที่ดี

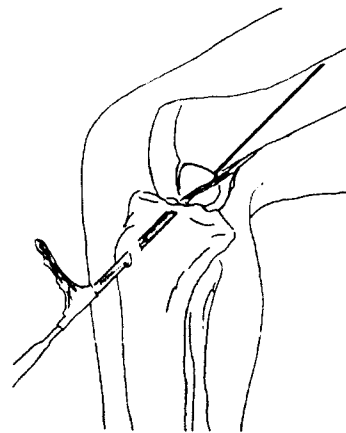
55° / KFA 75° which made the K-wires pointed correctly 78.64%. The means of KFA when TTA 40°, 55° and 70° were 98.85°, 78.30° and 56.39° respectively. The relationship was presented in the following equation: $KFA = 155.6 - 1.4 TTA$, $R^2 = 0.80$.

Conclusion: The KFA at 55° TTA is not equal to KFA at TTA 40° or 70°. We, therefore, propose the reverse linear relationship between KFA and TTA which may guide the arthroscopist to place the knee in less flexion when using more TTA while aiming femoral tunnel and vice versa.

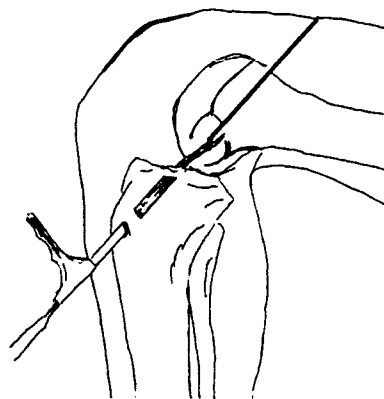
ศรีนครินทร์เวชสาร 2547; 19(3), 146-152 • Srinagarind Med J 2004; 19(3), 146-152

บทนำ

ภาวะเอ็นไขว้หน้าของเข่าฉีกขาดพบได้บ่อยในนักกีฬาที่ต้องใช้การไขว้ขาหรือการกระโดด เช่น ฟุตบอล, บาสเกตบอล, ตะกร้อ ในปัจจุบันการรักษาภาวะนี้ในผู้ป่วยที่มีกิจกรรมสูง (active patient) มักจะใช้วิธีการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า (ACL Reconstruction) เพื่อที่จะป้องกันข้อไม่มั่นคง, การบาดเจ็บซ้ำ และข้อเสื่อมก่อนวัย¹⁻⁴ ซึ่งการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้ามักนิยมผ่าตัดโดยใช้กล้องส่องข้อช่วยผ่าตัด เนื่องจากแผลผ่าตัดมีขนาดเล็ก ลดอัตราการติดของข้อ ผู้ป่วยสามารถฟื้นฟูสภาพและกลับไปเล่นกีฬาได้เร็ว ผลการรักษามักเป็นที่น่าพอใจไม่ว่าจะใช้เอ็นปลุกถ่ายอัตรพันธ์ของเอ็น hamstrings หรือ เอ็นสะบ้า (patellar tendon)^{3,4} แต่การที่จะได้ผลผ่าตัดที่ดี นั้นจะต้องควบคุมปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการผ่าตัดทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเตรียมเอ็นปลุกถ่าย (graft harvest and preparation), ตกแต่งรอยบุ๋ม (notchplasty), เจาะอุโมงค์ที่กระดูกแข็ง (tibial tunnel placement), เจาะอุโมงค์ที่กระดูกต้นขา (femoral tunnel placement), ยึดและตรึงเอ็นปลุกถ่าย (graft passage, tension, fixation) และกายภาพบำบัดหลังการผ่าตัด (rehabilitation program)⁵⁻¹⁰ ถ้าวางตำแหน่งของเอ็นปลุกถ่ายที่กระดูกต้นขาหน้าเกินไป จะทำให้งอเข่าไม่สุดหรือถ้าผิวนองสุดเอ็นปลุกถ่ายก็จะขาด¹¹ ถ้าวางตำแหน่งหลังเกินไปจะทำให้เกิด posterior blowout ทำให้ไม่สามารถยึดเอ็นปลุกถ่ายได้¹⁰ ในการเล็งจุดเกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขาจะต้องสอดเครื่องมือเล็ง (endoscopic femoral aimer) ผ่านอุโมงค์ที่กระดูกแข็ง¹² เมื่อขยับงอ เขยียดเข่าให้ มุมงอเข่า (knee flexion angle) เปลี่ยนแปลงจะทำให้ตำแหน่งเล็งจุดเกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขาเปลี่ยนแปลงไปด้วย (รูปที่ 1) ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหามุมของอุโมงค์ที่



1A เมื่องอเข่า 80° ได้ตำแหน่งเล็งที่เหมาะสม



1B เมื่องอเข่า 100° ได้ตำแหน่งที่หน้าเกินไป

รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งเล็งจุดเกาะของเอ็นไขว้หน้าที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปลี่ยนมุมงอเข่าโดยมุมอุโมงค์ที่กระดูกแข็งเป็น 55°

กระดูกแข็งและมุมงอเข่า ที่เหมาะสมและหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มุมนี้ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการวางแผนการผ่าตัดทำให้ได้ตำแหน่งของเอ็นปลูกถ่ายที่กระดูกต้นขาที่เหมาะสมลดภาวะแทรกซ้อนที่จะเกิดขึ้นระหว่างการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าแบบใช้สองกล้องข้อ

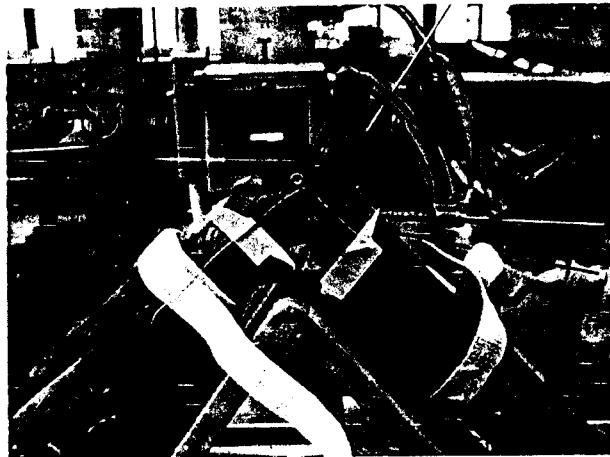
วิธีการ

ทำการศึกษาในศพดองทั้งหมด 54 ศพ ในห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัย โดยมี exclusion criteria คือ ข้อเข่าที่เสื่อมและข้อเข่าที่มีการฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้า ทำการเปิดข้อเข่า (arthrotomy) ทั้งทางด้านหน้าและด้านหลัง และหาที่เกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกแข็ง (tibial footprint) และกระดูกต้นขา (femoral insertion) จากนั้นใช้ลวดคล้องรอบที่เกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขา ให้ชิดกระดูกต้นขามากที่สุด แบ่งการศึกษาเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1: เพื่อที่จะหามุมอิมองค์ที่กระดูกแข็ง (tibial tunnel angle) และมุมงอเข่า (knee flexion angle) คู่ที่เหมาะสมที่ให้ femoral aimer ชี้ไปที่จุดเกาะที่กระดูกต้นขาได้แม่นยำมากที่สุด นำ ACL tibial guide วางที่บริเวณด้านหลังและใน (posteromedial) ของที่เกาะเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกแข็ง โดยให้ guide ทำมุม 40° กับ tibial plateau ในแนวแบ่งซ้ายขวา (sagittal plane) และทำมุมประมาณ 30° กับแนว coronal plane ใช้ k-wire ขนาด 2.0 มิลลิเมตร เจาะผ่าน guide จากด้านหน้าและใน (anteromedial aspect) ของกระดูกแข็ง ให้ทะลุผ่านผิวข้อประมาณ 5-10 มิลลิเมตร จากนั้นขยับเข่าให้มุมงอเข่าเป็น 60° ถ่ายภาพรังสีของด้านข้าง จากนั้นขยับเข่าให้มุมงอเข่าเป็น 75°, 90° แล้วถ่ายภาพรังสีด้านข้าง (รูปที่ 2)

ทำซ้ำทั้งหมด โดยปรับ ACL tibial guide ให้ทำมุม 55° และ 70° กับ tibial plateau ในแนวแบ่งซ้ายขวา ให้ k-wire เจาะผ่าน guide ให้ทะลุผิวข้อ 5-10 มิลลิเมตร จากนั้นขยับเข่าให้มุมงอเข่าเป็น 60°, 75°, 90° แล้วถ่ายภาพรังสีด้านข้างตามลำดับ

นำภาพถ่ายรังสีที่ได้มาวิเคราะห์ว่า k-wire ชี้ไปตรงกับตำแหน่งที่เกาะของเอ็นไขว้หน้าหรือไม่ โดยดูว่า k-wire ชี้ผ่านลวดคล้องที่เกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขา และจะต้องห่างจากขอบหลังของกระดูกต้นขา (posterior cortex) ไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร (รูปที่ 3) เพราะถ้าห่างจากขอบหลังของกระดูกต้นขาไม่ถึง 2 มิลลิเมตร แสดงว่าทะลุกระดูกออกไปมุมของ guide หรือมุมของอิมองค์ที่กระดูกแข็งกับมุมงอเข่าคูใดที่ให้เปอร์เซ็นต์ของการชี้ไปตรงกับที่เกาะเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขาส่งสุดจะเป็นมุมที่เหมาะสมขณะใส่ femoral aimer ในการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้า



รูปที่ 2 แสดงภาพถ่ายรังสีด้านข้างขณะมุมงอเข่าเป็น 90° มุมอิมองค์ที่กระดูกแข็งเป็น 55°

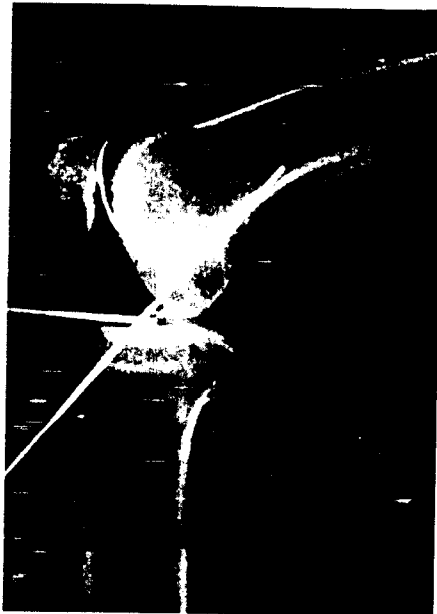
ตอนที่ 2: นำ ACL tibial guide วางที่บริเวณด้านหลังและใน (posteromedial) ของที่เกาะเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกแข็ง โดยให้ guide ทำมุม 40° กับ tibial plateau และทำมุมประมาณ 30° กับแนว coronal plane ใช้ k-wire ขนาด 2.0 มิลลิเมตร เจาะผ่าน guide จากด้านหน้าและใน (anteromedial aspect) ของกระดูกแข็งให้ทะลุผ่านผิวข้อ 5-10 มิลลิเมตร จากนั้นขยับเข่าอเหยียดจนกระทั่ง k-wire ชี้ไปที่ลวดที่คล้องเกาะเอ็นไขว้หน้ากระดูกต้นขา จากนั้นเจาะ k-wire ให้ผ่านลวดและทะลุกระดูกต้นขา ถ่ายภาพรังสีด้านข้างและวัดมุมงอเข่าจากภาพถ่ายรังสี (รูปที่ 4)

ถอน k-wire ออกมาแล้วทำซ้ำอีกโดยเปลี่ยนมุมของ guide หรือ มุมของอิมองค์ที่กระดูกแข็งเป็น 55° และ 70° ตามลำดับ แล้วถ่ายภาพรังสีด้านข้าง วัดมุมงอเข่าจากภาพถ่ายรังสีที่ได้ นำค่ามุมงอเข่าที่วัดได้หาความสัมพันธ์กับมุมอิมองค์ที่กระดูกแข็ง โดยการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น (linear regression analysis)

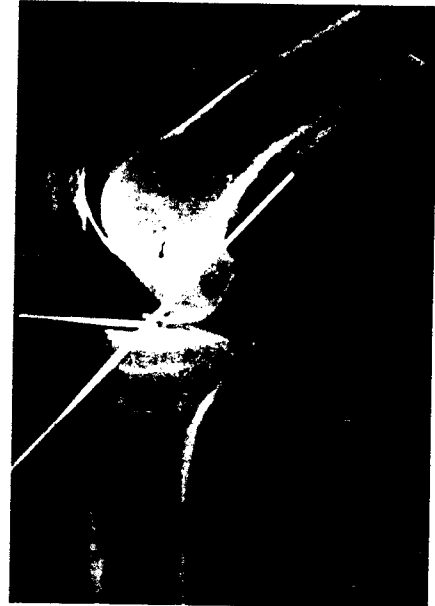
ผลการวิจัย

จากศพดอง 59 ศพ ได้คัดเลือกที่มีความเสื่อมและฉีกขาดของเอ็นไขว้หน้าออก เหลือ 54 ศพ มีเข่า 104 ข้าง เป็นชาย 37 ศพ หญิง 17 ศพ อายุเฉลี่ย 64.59 ปี (ช่วง 36-94 ปี) ผลการศึกษาเป็นดังนี้ คือ

ตอนที่ 1: มุมอิมองค์ที่กระดูกแข็งและมุมงอเข่าที่เหมาะสม คือ มุมอิมองค์ที่กระดูกแข็ง 55° และมุมงอเข่า 75° ซึ่งทำให้ k-wire ชี้ไปที่จุดเกาะเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขา 78.64% รองลงมาคือ มุมอิมองค์ที่กระดูกแข็ง 55° และมุมงอเข่า 90° k-wire ชี้ไปที่จุดเกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขา 72.12% (ตารางที่ 1)



3A ตำแหน่งของ K-wire ที่เล็งไปที่จุดเกาะเดิมของเอ็นไขว้หน้า



3B ตำแหน่งของ K-wire ที่เล็งไปด้านหลังต่อจุดเกาะเดิมของเอ็นไขว้หน้า ทำให้เกิด posterior blowout ได้

รูปที่ 3 แสดงตำแหน่ง k-wire จากอุโมงค์ที่กระดูกต้นขาขึ้นไปตำแหน่งที่เกาะของเอ็นไขว้หน้า



รูปที่ 4 แสดงการวัดมุมองศาได้ 105° จากภาพถ่ายรังสี, กำหนดมุมอุโมงค์ที่กระดูกแข้งเป็น 40°

ตอนที่ 2: ค่าเฉลี่ยของมุมองศาที่ทำให้ k-wire ชี้ไปที่จุดเกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขา เมื่อกำหนดมุมอุโมงค์ที่กระดูกแข้งในค่าที่ต่างกัน (ตารางที่ 2)

เมื่อนำค่ามุมองศาและมุมอุโมงค์ที่กระดูกแข้ง มาหาค่าความสัมพันธ์ แบบถดถอยเชิงเส้น (linear regression) (รูปที่ 5) และได้ค่าสมการดังต่อไปนี้

$$KFA = 155.6 - 1.4 TTA, R^2 = 0.80$$

โดย KFA แทน มุมองศา, TTA แทน มุมอุโมงค์ที่กระดูกแข้ง

จากสมการนี้ เมื่อแทนค่า TTA เป็น 40°, 55°, และ 70° จะได้ค่ามุมองศาที่คำนวณได้จากสมการ มีค่าใกล้เคียงกับค่ามุมองศาที่วัดได้ (ตารางที่ 2)

วิจารณ์

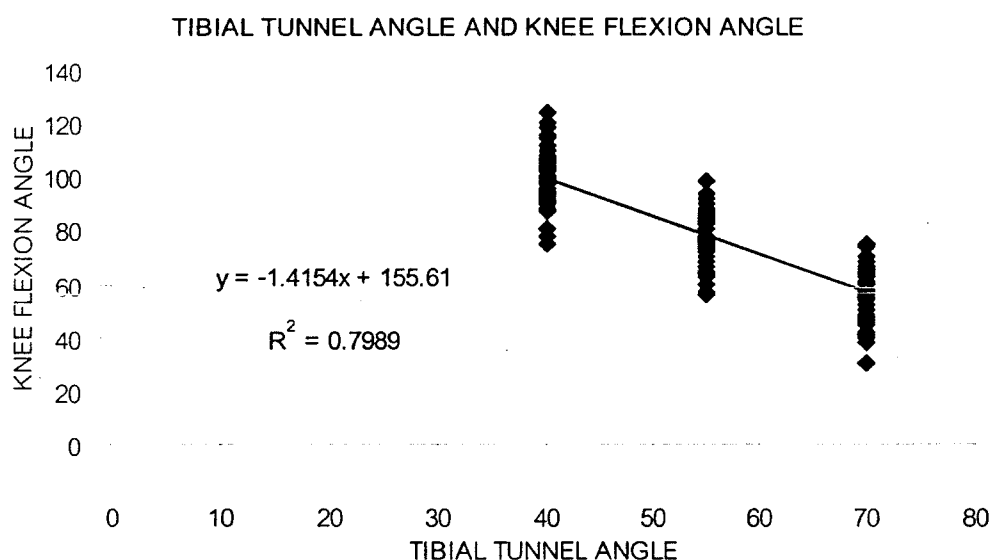
ในการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้ หน้าโดยใช้กล้องส่องข้อ มีขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่งอยู่ 2 ขั้นตอน คือ การเจาะอุโมงค์ที่กระดูกแข้ง (tibial tunnel placement) และการเจาะอุโมงค์ที่กระดูกต้นขา (femoral tunnel placement) เพราะมีผลต่อความยาวที่เหมาะสมของเอ็นปลูกถ่าย (isometry of graft) การ

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์ของความแม่นยำของการเล็ง K-wire ไปที่เกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขา เมื่อกำหนดมุมอุโมงค์ที่กระดูกแข็ง 40°, 55°, 70° และมุมงอเข่า 60°, 75°, 90°

มุมอุโมงค์ที่กระดูกแข็ง	40°	40°	40°	55°	55°	55°	70°	70°	70°
มุมงอเข่า	60°	75°	90°	60°	75°	90°	60°	75°	90°
จำนวน k-wire เล็งไปที่เกาะที่กระดูกต้นขา(%)	0	7.92	62.38	18.00	78.64	72.12	70.00	17.48	3.88

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมุมงอเข่าที่วัดได้และค่ามุมงอเข่าที่คำนวณได้จากสมการเมื่อกำหนดมุมอุโมงค์ที่กระดูกแข็งเป็น 40°, 55° และ 70° หน่วยเป็นองศา (SD)

มุมอุโมงค์ที่กระดูกแข็ง	มุมงอเข่าที่วัดได้(SD)	มุมงอเข่าที่คำนวณได้
40	98.87(8.26)	98.81
55	77.81(8.58)	77.51
70	56.24(9.31)	56.21



รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมงอเข่าและมุมอุโมงค์ที่กระดูกแข็ง

กำหนดมุมองศาที่กระดูกแข้งโดยใช้ ACL tibial guide มีการศึกษาที่กล่าวถึงมุมของอุโมงค์ไว้แตกต่างกัน ถ้ากำหนดมุมอุโมงค์น้อย จะได้ความยาวของอุโมงค์น้อย และในทางตรงกันข้ามถ้ากำหนดมุมอุโมงค์มาก จะได้ความยาวของอุโมงค์มาก¹³ จากการศึกษาของ Morgan และคณะ ได้แนะนำว่ามุมอุโมงค์ที่ทำกับ tibial plateau ในแนวแบ่งซ้ายขวาควรจะเป็น $68^\circ + 3^\circ$ ¹⁴ Odensten และคณะเสนอมุมอุโมงค์ควรเป็น 60° ¹⁴ Jackson และคณะได้แนะนำว่ามุมควรจะเป็น $50-60^\circ$ เพื่อที่จะได้ความยาวของอุโมงค์ 45-55 มิลลิเมตร และการเล็งจุดเกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขาทำผ่านอุโมงค์ที่กระดูกแข้ง โดยใช้ endoscopic femoral aimer ซึ่งอุโมงค์ทั้งสองควรจะอยู่ในเส้นตรงเดียวกัน (concentric axes) มิฉะนั้นเอ็นปลุกถ่ายจะได้รับแรงกระทำ(stress) ที่มากกว่าปกติ^{12,15} Mc Guire และคณะได้แนะนำมุมอุโมงค์ควรจะเป็น $55-60^\circ$ และมุมงอเข้า(Knee flexion angle) $55-60^\circ$ ขณะที่เล็งจุดเกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขา¹² Phillips ได้แนะนำมุมงอเข้า 90° ¹³ แต่ในปี 2002 Phillips และ Haynes ได้แนะนำมุมงอเข้าขณะที่เล็งอุโมงค์ควรเป็น 70° ¹⁶ สำหรับผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า มุมงอเข้าที่เหมาะสมเมื่อกำหนดมุมอุโมงค์ที่กระดูกแข้งเป็น 55° คือ 78.6° และยังได้พบความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มุมนี้ เป็นแบบเส้นตรงผกผัน ดังสมการ $KFA = 155.6 - 1.4 TTA$, $R^2 = 0.80$ หมายถึง 80% ของข้อมูลอยู่ในสมการนี้ ซึ่งนับว่าสมการนี้เป็นตัวแทนของข้อมูลส่วนใหญ่ของการศึกษาครั้งนี้ได้ และถ้ากำหนดมุมอุโมงค์น้อยกว่านี้ จะต้องงอเข้าให้มากกว่านี้ มิฉะนั้นจะเกิดการทะลุขอบหลังของกระดูกต้นขา (posterior cortical blowout) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mc Guire และคณะที่กล่าวว่าถ้างอเข้าน้อยเกินไป หรือมุมอุโมงค์น้อยกว่า 50° อาจเกิดการทะลุขอบหลังของกระดูกต้นขาได้¹² ถ้ากำหนดมุมอุโมงค์มากกว่า 55° มุมงอเข้าจะน้อยกว่า 78.6° มิฉะนั้นจะทำให้เล็งจุดเกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขาน่ากว่าปกติ

ในระหว่างการผ่าตัด สิ่งที่ต้องพิจารณาว่าจะกำหนดมุมอุโมงค์ที่กระดูกแข้ง มากน้อยเท่าใดคือ ความยาวของเอ็นปลุกถ่ายสะบ้าที่ได้มา ถ้าได้เอ็นปลุกถ่ายที่ยาว มุมอุโมงค์จะต้องชันมากขึ้น เพื่อให้ความยาวของอุโมงค์มากขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาปลายของเอ็นปลุกถ่ายโผล่ออกมาจากอุโมงค์ (graft-tunnel mismatch)¹⁶ Miller และคณะได้แนะนำแนวทางของการกำหนดอุโมงค์ไว้ คือ กฎ N+7 โดย N คือความยาวของเอ็นปลุกถ่ายสะบ้าส่วนที่เป็นเอ็น¹⁷ กล่าวคือ ถ้าได้ความยาวของเอ็นปลุกถ่ายสะบ้าส่วนที่เป็นเอ็น 50 มิลลิเมตร ควรจะให้มุมอุโมงค์ที่กระดูกแข้งเป็น 57° และสิ่งที่ต้องระวังขณะผ่าตัด จะต้องดูแขน (arm) ของ guide ให้ขนานกับ tibial

plateau มิฉะนั้นจะได้มุมอุโมงค์ที่ไม่ตรงกับความต้องการ โดยทั่วไปมักจะน้อยกว่าที่ต้องการ

สรุป

ในการผ่าตัดสร้างเอ็นไขว้หน้าโดยใช้กล้องส่องข้อ เราสามารถลดภาวะแทรกซ้อน ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในระหว่างการผ่าตัด โดยการให้ความสำคัญของมุมอุโมงค์ที่กระดูกหน้าแข้ง ถ้ากำหนดมุมเป็น 55° ควรงอเข้าขณะเล็งจุดเกาะของเอ็นไขว้หน้าที่กระดูกต้นขา ประมาณ 78° และความสัมพันธ์ระหว่างมุมอุโมงค์ที่กระดูกหน้าแข้งกับ มุมงอเข้า เป็นแบบเส้นตรงผกผัน ถ้าต้องกำหนดมุมอุโมงค์มากกว่า 55° จะต้องงอเข้าน้อยกว่า 78° หรือถ้ามุมอุโมงค์น้อยกว่า 55° จะต้องงอเข้าให้มากกว่า 78°

เอกสารอ้างอิง

1. Johnson RJ, Beynon BD, Nichols CE, Renstrom PA. Current concepts review. The treatment of injuries of the anterior cruciate ligament. J Bone and Joint Surg 1992; 74-A : 140-1.
2. Noyes FR, Mooar PA, Matthews DS, Butler DL. The symptomatic anterior cruciate deficient knee. Part 1: the long-term functional disability in athletically active individuals. J Bone and Joint Surg 1983; 65-A : 154-62.
3. O'Neill DB, Bay N. Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament. J Bone and Joint Surg 1996; 78-A : 803-13.
4. O'Neill DB. Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament. A follow-up report. J Bone and Joint Surg 2001; 83-A : 1329-32.
5. Morgan CD, Kalman VR, Grawl DM. Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy 1995; 11: 275-88.
6. Romano VM, Graf BK, Keene JS, Lange RH. Anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of tibial tunnel placement on range of motion. Am J Sports Med 1993; 21: 415-8.
7. Yaru NC, Daniel DM, Penner D. The effect of tibial attachment site on graft impingement in an anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 1992; 20: 217-20.
8. Howell SM, Clark JA. Tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstructions and graft impingement. Clin Orthop 1992; 283 : 187-95.
9. Jackson DW, Gasser SI. Tibial tunnel placement in ACL reconstruction. Arthroscopy 1994; 10(2):124-31.
10. McGuire DA, Hendricks SD, Wolchok JC. Pitfalls and tips for the management of injuries of the anterior cruciate ligament. Techniques in Orthopaedics. 1999; 14 : 74-88.

11. Hefzy MS, Grood ES, Noyes FR. Factors affecting the region of most isometric femoral attachments. Part II: The anterior cruciate ligament. Am J Sports Med 1989; 17: 208-16.
12. McGuire DA, Hendricks SD, Grinstead GL. Use of an endoscopic aimer for femoral tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy 1996; 12 : 26-31.
13. Phillips BB. Arthroscopy of lower extremity. In: Canale ST, ed. Campbell's Operative Orthopaedics. 9th edition. St.Louis: Mosby, 1998: 1470-561.
14. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. J Bone and Joint Surg 1985; 67A: 257-62.
15. Graf BK, Henry J, Rothenberg M, Vanderby R. Anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon. Am J Sports Med 1994; 22 : 131-35.
16. Phillips BB, Haynes DE. Complications of anterior cruciate ligament reconstruction. In: Beaty JH, ed. Instructional course lectures. Illinois: American academy of orthopaedics surgeons, 2002: 329-34.
17. Miller MD, Hinkin DT. The N +7 rule for tibial tunnel placement in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy 1996; 12 :124-6.

