

กายวิภาคประยุกต์ของข้อเข่า

รศ.นพ.สมศักดิ์ คุปต์นิรัตน์ชัยกุล
ภาควิชาออร์โธปิดิกส์
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กายวิภาคของข้อ

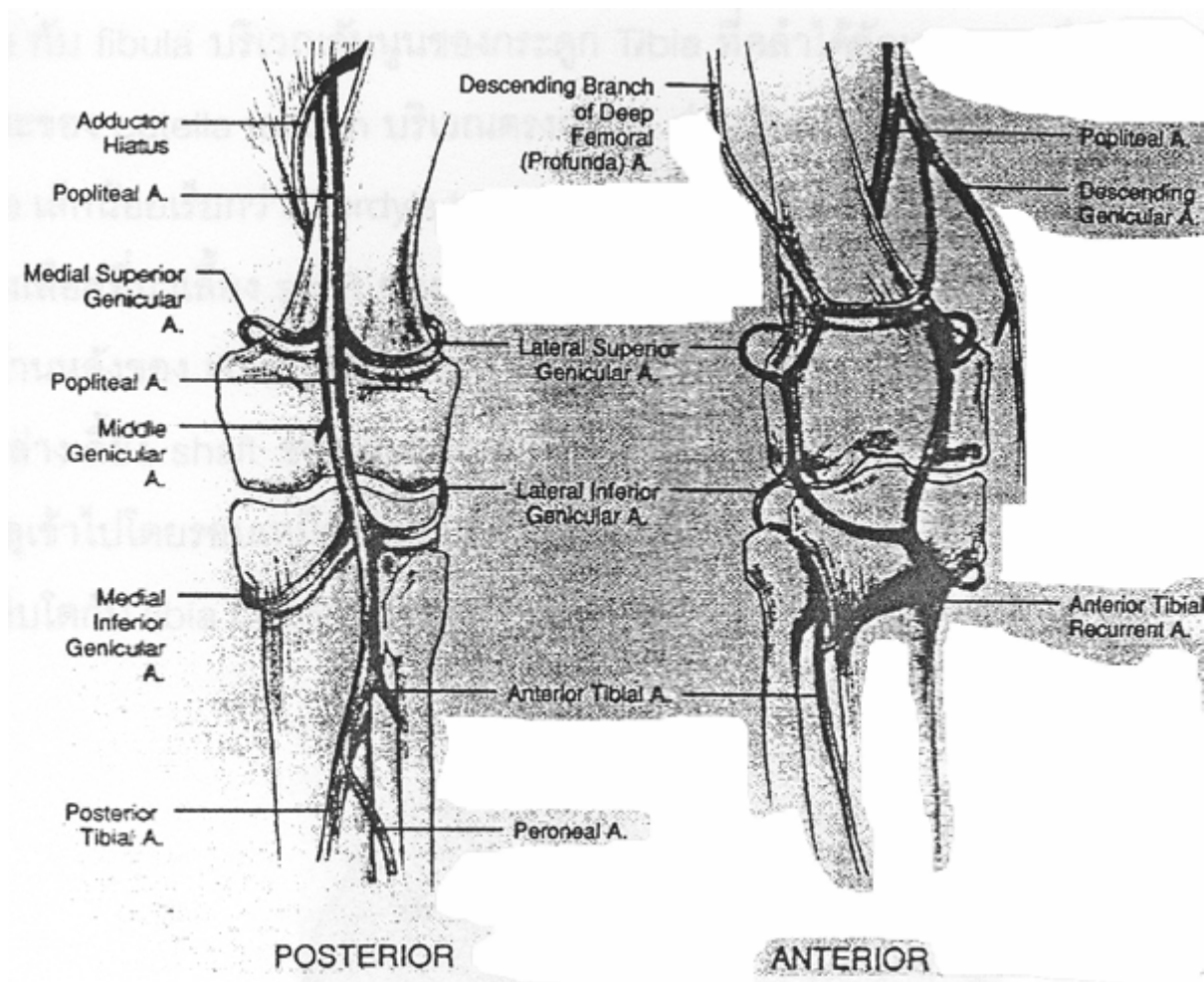
องค์ประกอบที่สำคัญของข้อเข่า ประกอบด้วย

- Bone and cartilage
 - Femur
 - Tibia
 - Fibular
 - Patella
 - Synovium
- Ligaments
 - Cruciate ligaments
 - Collateral ligaments
 - Meniscus
 - Muscle crossing the joint line

I. Femur

ส่วนของกระดูก femur ที่เกี่ยวข้องกับข้อเข่าส่วนใหญ่แล้วอยู่ตรงส่วนล่างของกระดูกต้นขา femur ส่วนที่อยู่เหนือข้อนั้น จะเกี่ยวข้องในแง่ของแนวแรงที่จะผ่านลงสู่เข่า และ Head of femur ลงไป ดังนั้นการเกาะของกล้ามเนื้อหลายมัดซึ่งทอดข้ามข้อเข่า ได้แก่ Quadriceps muscle, Hamstring muscle, Popliteus muscle รวมทั้ง Gastrocnemius muscle ส่วนของ distal femur จะมีลักษณะเป็น condyles 2 อัน ประกบกันกับกระดูก proximal tibia และกระดูก patella รวมเป็นข้อเข่า

Femur ได้รับความเลี้ยงจาก Nutrient artery เป็นส่วนใหญ่ โดยเป็นแขนงของ 1st หรือ 2nd perforating branch of profundus femoris แต่ในส่วนปลายที่เชื่อมต่อกับ tibia เป็นข้อเขานั้น medial condyle ได้รับความเลี้ยงจากแขนง deep branch ของ Supreme genicular artery และให้แขนงเป็น medial superior genicular artery ส่วน lateral femoral condyle ได้รับความเลี้ยงมาจาก condylar fossa และ anterior cruciate ligament นั้นรับเลือดมาจาก middle genicular artery (รูป1)



รูป 1 : แสดงเส้นเลือดที่มาเลี้ยงบริเวณข้อเข่า

Epiphyseal plate ของ distal femur จะปรากฏ ossification center ตั้งแต่แรกคลอด และจะเชื่อมต่อนำกับ metaphysis เป็นเนื้อเดียวกันเมื่ออายุประมาณ 14-19 ปี โดยให้การเจริญเติบโตประมาณ 70% ของความยาว femur และเป็น 40% ของขาข้างนั้น ส่วนปลายของ medial femoral condyle จะมีความยาวในแนว AP ยาวกว่าทาง lateral ด้วยรูปร่างดังกล่าว ทำให้ในตอนท้ายสุดของการเหยียดเข่าออกจะมี screw-home mechanism เกิดขึ้น โดยจะมี external rotation ของ tibia เมื่อเทียบกับ femur

II. Tibia

ผิว articular surface ของ tibia ค่อนข้างตั้งฉากกับแกนของ tibia ส่วนปลายของกระดูก tibia ร่วมกับกระดูก fibular ประกอบขึ้นเป็นข้อเท้า (ankle joint) ส่วน tibial plateau จะประกอบเป็นขอบล่างของผิวข้อเข่า ของ knee joint surface โดยแบ่งเป็น lateral และ medial plateau คั่นกลางด้วย intercondylar bony eminence ซึ่งเป็นที่เกาะของเอ็นไขว้หน้า (Anterior cruciate ligament = ACL) และเอ็นไขว้หลัง (Posterior cruciate ligament = PCL) และ ผิวของ lateral plateau จะค่อนข้างแบน ในขณะที่ทางด้าน medial เป็นแอ่งลงไป (concave) ทาง posterolateral ของ tibial plateau จะไป articulate กับ fibula บริเวณสันนูนของกระดูก Tibia ที่คล้ำได้ชัดเจนทางหน้าเป็น tibial tubercle และที่เป็นเกาะของ patella tendon บริเวณตรงกลาง ส่วนปุ่มกระดูกเล็กที่คล้ำได้ lateral ออกไปจาก tibial tubercle เล็กน้อยเรียกว่า Gerdy's tubercle ซึ่งเป็นที่เกาะของ Iliotibial band

แขนงเลือดที่มาเลี้ยง shaft ของ tibia มาจาก nutrient branch ของ posterior tibial artery แขนงเข้าทางด้านหลังของ tibia ใต้ต่อ origin ของ Soleus muscle จากนั้นให้แขนงใน intramedullary ขึ้นบนและลงล่างเลี้ยง shaft ของ tibia ส่วนบริเวณ proximal tibia ซึ่งมี cortex ค่อนข้างบางจะมีแขนงทางทะลุเข้าไปโดยรอบเหมือนซี่ล้อเกวียน (รูป 2) Proximal physis ของ tibia จะเป็นส่วนให้ความเจริญเติบโตกับ tibia ถึง 55% ซึ่งคิดเป็น 27% ของความยาวของขาทั้งหมด



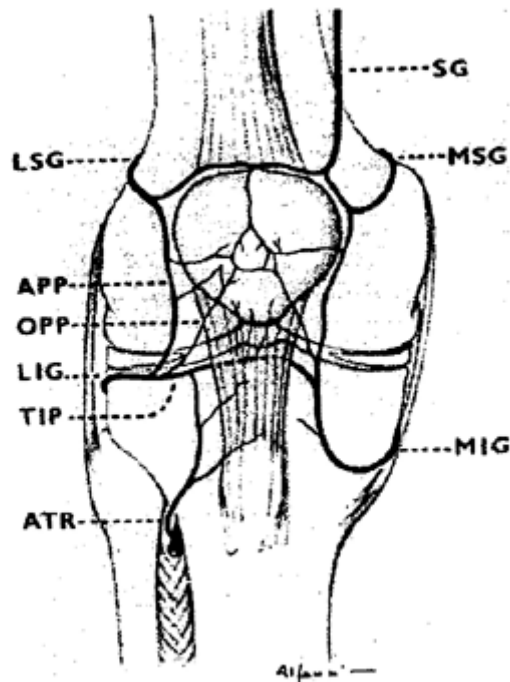
รูป 2 : แสดงเส้นเลือดที่มาเลี้ยงรอบ proximal tibia มีลักษณะล้อมรอบเหมือนซี่ล้อเกวียน

III. Patella

เป็น sesamoid bone ขนาดใหญ่ภายใน Quadriceps muscle มีผิว articulate กับ Suprapatella pouch ในขณะที่เหยียดเข้าสุดและ articulate กับ intercondylar trochlea groove ของ femur ในขณะที่กำลังก้าวขึ้นบันไดนั้น patella ต้องรับ load มากถึง 3 เท่าของน้ำหนักตัว อย่างไรก็ตามการทำงานของ patella ยังช่วยการได้เปรียบเชิงกลในขณะที่เหยียดเข้าออก โดยช่วยลดแรงดึงที่เกิดจากกล้ามเนื้อ Quadriceps ได้อย่างมาก

โดยทั่วไป patella ประกอบด้วย articular facet 2 ข้าง คือ medial และ lateral facet ซึ่งแต่ละองศาของการงอหรือเหยียดข้อเข่านั้น patella จะ articulate กับ femur มากน้อยต่างกันไปในท่าเหยียดเข้าสุด patella จะ articulate กับ Intercondylar trochlea fossa ทั้งทาง medial และ lateral facet ซึ่งเป็นการช่วยลด force per surface area ลงไป เพราะในขณะที่ flexion นั้น patella ต้องรับแรงที่กดต่อ femoral surface สูงมาก

แขนงของเส้นเลือดที่มาเลี้ยง patella นั้นจะประกอบเป็นรูปวงกลมล้อมรอบ patella เป็น Extraosseous pattern โดยแต่ละ Quadrant จะมีเส้นเลือดสำคัญต่างๆ มาเลี้ยง คือทาง Superomedial Quadrant มีแขนงของ Supreme genicular และ medial superior genicular arteries จะ anastomose กันด้วย transverse suprapatellar artery ให้แขนงไปเลี้ยงบริเวณ superolateral quadrant ทาง inferolateral quadrant ประกอบด้วย anastomosis ของ lateral inferior genicular artery และ recurrent branch จาก tibialis anterior (รูป 3) นอกจากนี้จะมี anastomosis กับ infero-medial genicular artery ผ่านทาง transverse infra-patellar artery



รูป 3 : แสดง anastomosis ของเส้นเลือดที่ไปเลี้ยง patella

กลุ่มเส้นเลือดบริเวณ inferior patella จะประกอบกันเป็นร่างแหให้แขนงขึ้นไปเลี้ยงส่วนล่างของกระดูกสะบ้า ซึ่งระบบเส้นเลือดที่เลี้ยงกระดูกสะบ้าสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน ใหญ่ ๆ คือ

- Midpatellar vessels เข้าสู่ patella ทาง middle third ของด้านหน้ากระดูกสะบ้า
- Polar vessels ซึ่งเข้ามาทาง infrapatellar anastomosis ของ inferior genicular artery

เป็นที่น่าสังเกตว่า กระดูกสะบ้าที่หักบริเวณขอบนอกมักติดกันยาก เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีเลือดมาเลี้ยงน้อย

Wiberg แบ่ง patella ออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามรูปร่างของ medial facet

Type I : medial facet มีขนาดใกล้เคียงกับ lateral facet

Type II : medial facet มีขนาดประมาณครึ่งหนึ่งของ lateral facet

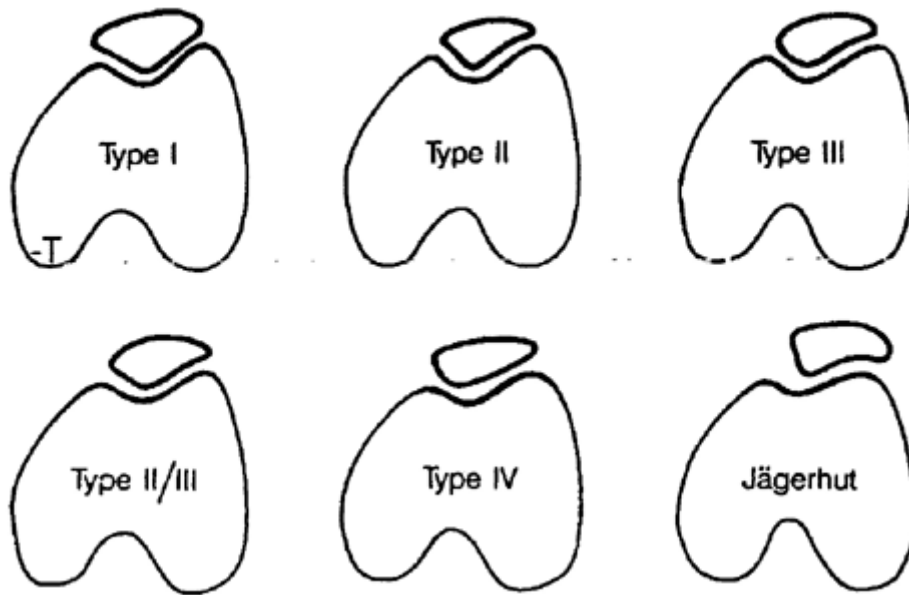
Type III : patella เลื่อนไปทาง lateral มากจนดูเหมือนไม่มี medial facet และขอบทาง medial facet นูนเป็นสันขึ้นมาก

Baumgart แบ่ง patella ออกเป็น 6 ชนิด โดยสามชนิดแรกเหมือนการแบ่งของ Wiberg และเพิ่มเติมอีก 3 ชนิด (รูป 4) ดังนี้

Type II / III : ซึ่งมี medial facet แบนแทนที่จะเว้าเป็นแอ่งลงไป

Type IV : ไม่มี medial facet

Type V : มี lateral subluxation ของ patella



รูป 4 : แสดงลักษณะของ Patella ชนิดต่างๆ

แนวแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps ที่ผ่านสะบ้าจะทำมุมกับแนวแรงดึงของ patellar tendon ขนาดหนึ่งเรียก Q angle (รูป 5) แต่แรงต่างๆ นี้จะสมดุลย์กับแรงดึงจาก Vastus medialis และ Vastus lateralis รวมทั้ง patello-femoral ligaments และ retinaculum ทั้งทาง lateral และ medial



รูป 5 : แสดง Q-angle ซึ่งเกิดจากแรงดึงของกล้ามเนื้อ quadriceps และ patellar tendon

IV. Synovium

จะคลุมผิวภายในข้อเข่าบริเวณส่วนที่ไม่มีกระดูกอ่อนคลุม โดยเจริญมาจากชั้น mesoderm และไม่มีลักษณะของ epithelium lining อย่างแท้จริง แต่จะมีเนื้อเยื่อชั้นลึกลงไปอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ alveolar, fibrous หรือ adipose ซึ่งในชั้นนี้จะมีแขนงของเส้นเลือดและเส้นประสาทมาเลี้ยง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่ synovium คลุม cruciate ligaments จะเป็นแหล่งสำคัญ สำหรับให้แขนงประสาทและเส้นเลือดไปเลี้ยง cruciate ligament นั้น

synovium ที่บวมหรือข้อเข่าบางส่วนเจริญมาจาก membrane ที่แบ่งข้อเข่าตั้งแต่ยังเป็น embryo อยู่ โดย membrane เหล่านี้จะแยกส่วนของข้อออกเป็น 3 ส่วน คือ suprapatellar, lateral และ medial compartment เมื่อเป็น embryo ที่มีอายุประมาณ 3 เดือน ในครรภ์มารดา compartment เหล่านี้จะรวมกันและ membrane เริ่มหดหายไป ถ้าหาก membrane เหล่านี้ ยังคงเหลืออยู่จะหนาตัวขึ้นเป็นสัน เรียกว่า plica ซึ่งอาจเป็น remnant ธรรมดาที่ไม่มี ความสำคัญ หรืออาจมีการหนาตัวขึ้นมาก และมีผลขัดขวางการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ทำให้ เจ็บปวดได้ plica ที่พบบ่อยถึง 90% ของข้อเข่าคือ suprapatella plica ซึ่งมักไม่ทำให้มีอาการ ผิดปกติใดๆ สำหรับ infrapatella plica (ligamentum muscosum) ก็พบได้บ่อยเช่นกันเกาะอยู่ หน้าต่อ ACL และมักไม่ทำให้มีอาการเช่นเดียวกัน ส่วน plica ที่ทำให้มีอาการปวดมักเป็น medial plica ซึ่งเกาะจาก suprapatella แนวยาวลงมายัง infrapatellar fat pad อาจมีการหนา ตัวมากและแข็ง ซึ่งจะขัดขวางการเคลื่อนไหวข้อเข่าในตำแหน่งต่างๆ

V. Ligament and Associated Restraining Structures

สามารถแบ่งกายวิภาคเป็นส่วนต่าง ๆ คือ

- Medial knee anatomy
- Lateral knee anatomy
- Cruciate ligament anatomy

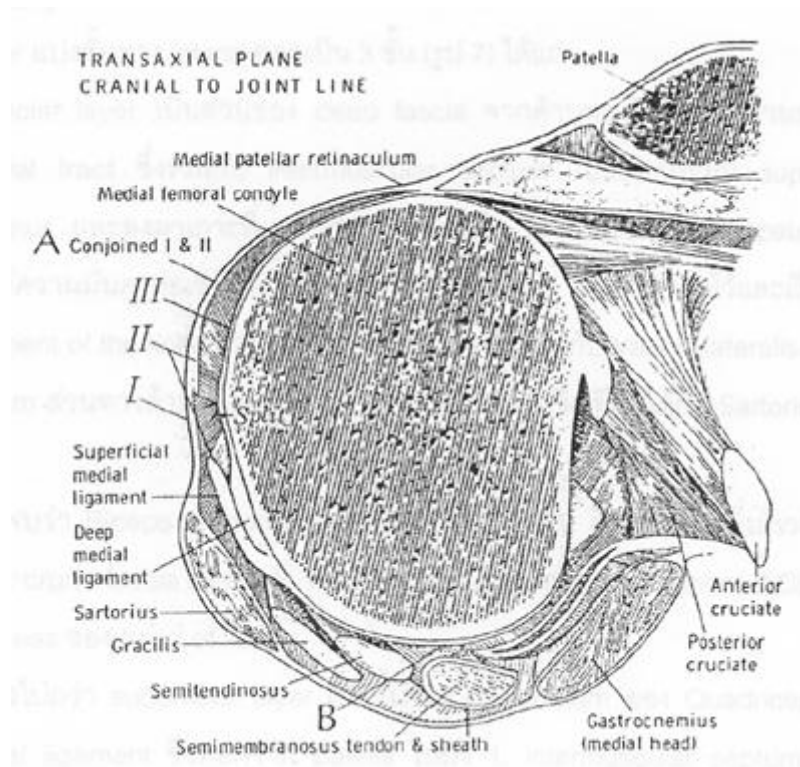
Medial knee anatomy

อาจแบ่งได้เป็น 3 ชั้นตาม Warren (รูป 6)

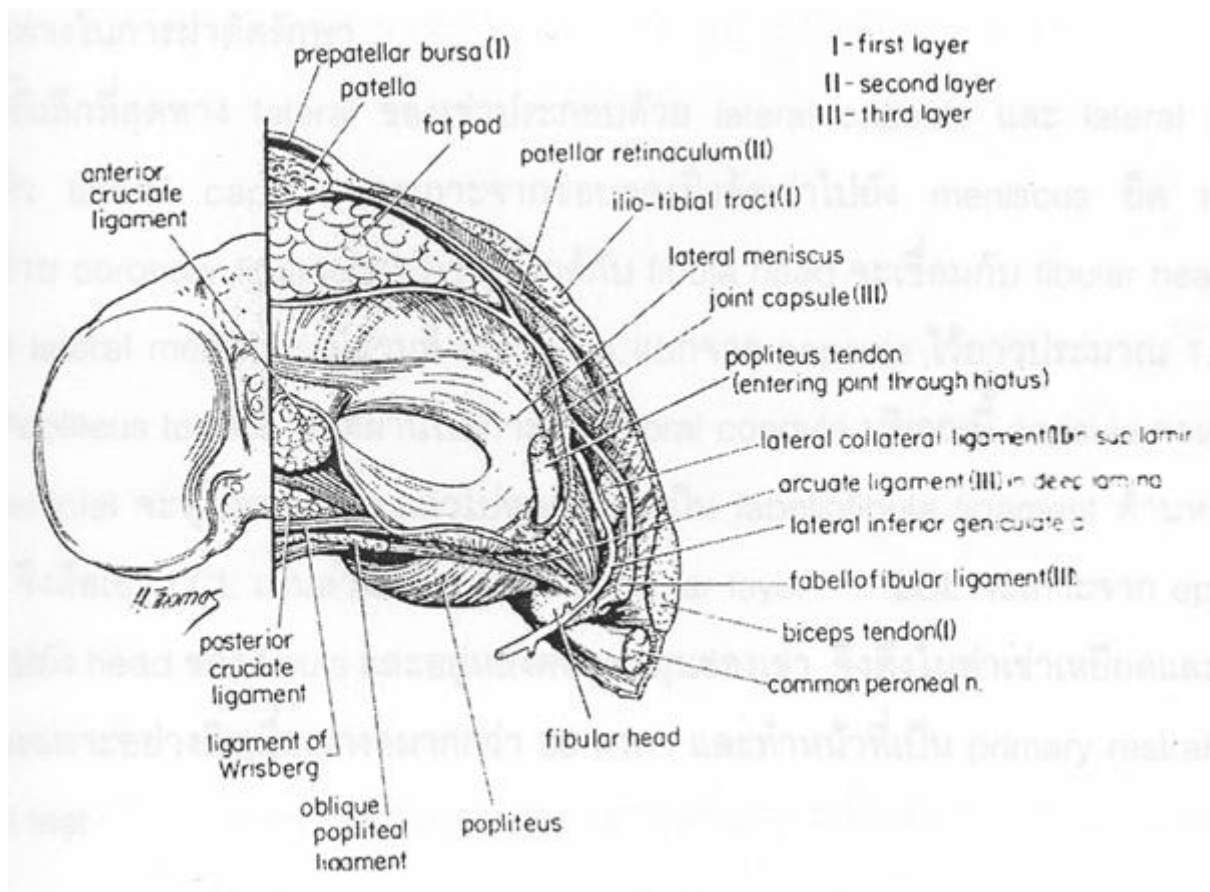
1. Superficial layer (Layer I) ประกอบด้วย Deep fascia ที่คลุม Quadriceps ต่อเนื่อง ไปเป็น deep fascia of the leg จะคลุมกล้ามเนื้อ Sartorius และเป็น ที่ เกาะของกล้ามเนื้อนี้ด้วย
2. Layer II เป็นส่วนของ Superficial medial collateral ligament (MCL) ซึ่ง Layer I กับ II นี้จะรวมกันไปเชื่อมกับ Vastus medialis ทางด้านหน้าต่อไป เป็น Patellar retinaculum ดังนั้น layer I กับ II จะแยกกันชัดเจนก็ตรงบริเวณที่ค่อนข้าง มาทางด้านหลังบริเวณ Superficial MCL นี้เอง กล้ามเนื้อ Gracilis และ Semitendinosus จะวิ่งอยู่ระหว่าง layer I และ II นี้ layer II มีชื่อเรียกต่าง ๆ ได้แก่ Superficial medial collateral ligament, Tibial collateral ligament หรือ medial collateral ligament เกิดจากบริเวณ longitudinal fiber ของ superficial MCL ไปทางด้านหลังจะเชื่อมเป็นเนื้อ เดียวกับ layer II (joint capsule) ร่วมกับ Semimembranosus เป็น postero-medial corner ให้ความแข็งแรงกับข้อเข่า ซึ่ง Houghston เรียกว่า posterior oblique ligament ในขณะที่ Warren ให้ส่วนนี้เป็น oblique fiber ของ superficial collateral ligament
3. Layer III เป็นส่วนของ joint capsule ซึ่งทางส่วนข้างหน้าจะบางและไม่ค่อยให้ ความแข็งแรงมากนัก แต่ส่วนกลางและทางด้านหลังของ layer III นี้ จะให้ ความสำคัญกับเข่ามาก โดยเฉพาะส่วนกลาง บางคนเรียกว่า middle capsule ligament หรือ deep medial ligament หรือ deep collateral ligament หรือ deep MCL ซึ่งอยู่ใต้ต่อชั้น superficial ชั้น deep MCL แบ่งเป็นส่วนของ menisco-femoral และ menisco-tibial portion ส่วนบริเวณที่เกาะรอบขอบของ meniscus ไปยัง tibia เป็นส่วนของ coronary ligament ชั้น layer III นี้ จะ แยกกันชัดเจนบริเวณ midportion เช่นเดียวกับ layer II และบริเวณ posteromedial ต่อ oblique fiber นั้นจะเป็นส่วนที่สามารถตัดเพื่อขยาย fiber

ทำให้สามารถเหยียดเข้าได้มากขึ้น โดยไม่ไปรบกวนต่อ posterior oblique fiber ทำในกรณีที่ต้องการเหยียดเข้าให้มากขึ้น

Semimembranosus insertion เป็นอีกส่วนหนึ่งที่ทำให้ความแข็งแรงต่อ postero-medial corner ประกอบด้วยจุดเกาะ 5 จุด จุดแรกเกาะโดยตรงที่ posteromedial ของ tibia ใต้ต่อ joint line จุดที่ 2 เกาะไปทางข้างหน้าใต้ต่อ superficial MCL จุดที่ 3 รวมเป็น posteromedial capsule จุดที่ 4 รวมเป็น oblique popliteal ligament คลุมหลังต่อ knee joint capsule จุดที่ 5 รวมกับ superficial MCL ทางด้านล่าง



รูป 6 : แสดงโครงสร้างชั้นต่างๆ ที่ห่อหุ้มเขาด้าน medial



รูป 7 : แสดงโครงสร้างชั้นต่าง ๆ ที่ห่อหุ้มเข่าด้าน lateral

Lateral knee anatomy

Seebacher แบ่งชั้นทาง lateral ออกเป็น 3 ชั้น (รูป 7) ได้แก่

1. Superficial layer เป็นส่วนของ deep fascia จากด้านหลังต่อมาทางด้านหน้า ซึ่งทาง lateral คือ iliotibial tract ซึ่งรวมกับ intermuscular septum ไปเกาะบริเวณ supracondylar tubercle ของ femur และลงมาเกาะที่ Gerdy's tubercle ของ tibia เป็น capsule-osseous attachment ซึ่งให้ความมั่นคงต่อเข่าทาง lateral ตามที่ Terry เคยรายงานไว้และเรียกส่วนนี้ว่า anterolateral ligament of the knee ส่วนที่อยู่หน้าไปกว่านี้จะไปรวมกับ Vastus lateralis เป็น lateral patellar retinaculum ส่วนทางด้านหลังจะรวมกับ biceps tendon ซึ่งเทียบได้กับ Sartorius ใน layer I ของ medial site

Marshall พบว่า Biceps tendon มีจุดเกาะแยกเป็น 4 ส่วน คือ 1. เกาะที่บริเวณ Gerdy's tubercle 2. รวมกับ crural fascia ของขา 3. คล้องรอบ lateral collateral ligament (LCL) 4. ลงไปเกาะที่ styloid process ของ head of fibular

2. ชั้นลึกลงไปกว่า superficial layer เป็นชั้นของ retinaculum ของ Quadriceps muscle และ patellofemoral ligament ซึ่งทอดจาก patella ไปยัง 1. intermuscular septum 2. lateral epicondyle 3. fabella หรือ posterolateral capsule

Reider พบว่า patella ยังมีลักษณะเหมือน Wiberg type III มากขึ้นเท่าไรก็ยังมี

patellofemoral ligament หนามากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งช่วยอธิบายการเกิด patellar subluxation และช่วยเป็นแนวทางในการผ่าตัดรักษา

3. ชั้นลึกที่สุดทาง lateral ของเข่าประกอบด้วย lateral capsule และ lateral collateral ligament ตัว lateral capsule จะเกาะจากขอบของผิวข้อเข่าไปยัง meniscus ยึด tibial กับ meniscus ด้วย coronary ligament บริเวณที่ใกล้กับ fibula head จะเชื่อมกับ fibular head บริเวณด้านหลังของ lateral meniscus มีส่วนที่ meniscus แยกจาก capsule ไวกยาวประมาณ 1.3 cm ซึ่งเป็นทางให้ Popliteus tendon พาดผ่านไปเกาะที่ femoral condyle บริเวณนี้ capsule จะแยกเป็น 2 ชั้น ชั้น superficial จะหุ้มรอบ LCL แล้วไปสรุวมกันเป็น fabellofibula ligament ด้านหลัง ดังนั้น Seebacher จึงถือเอา LCL เป็นส่วนหนึ่งของชั้น capsular layer LCL จะเกาะจาก epicondyle ของ femur ไปยัง head ของ fibula และอยู่หลังต่อจุดหมุนของเข่า จึงตั้งในท่าเข่าเหยียดและหย่อนในท่าเข่างอโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเข่างอ มากกว่า 30 องศา และทำหน้าที่เป็น primary restrain สำหรับ varus stress test

ชั้น deeper lamina ของ capsule จะทอดผ่าน posterolateral ของ meniscus ประกอบเป็น coronary ligament และส่วนปลายสุดเป็น arcuate ligament ซึ่งจะแผ่จาก styloid process ของ fibula head แล้วรวมกับ popliteus musculotendinous junction สุดที่ posterior capsule ใกล้กับส่วนปลายของ oblique popliteal ligament ชั้น deeper lamina นี้จะแยกตัวจาก LCL ด้วย inferior lateral geniculate artery ligament ด้วย ดังนั้นจึงสามารถใช้ inferior lateral geniculate artery เป็น landmark ช่วยแยกชั้นของ ligament นี้ได้

De Lee ไม่แยก arcuate ligament ออกจาก fabellofibula ligament แต่จะเรียกรวมกันเป็น arcuate complex เลย โดยรวมเอา ligament ดังกล่าวทั้ง 2 และ LCL, popliteus และ lateral head of gastrocnemius

Popliteus ligament ต่อจาก myotendinous junction ของ popliteus muscle ไปยัง lateral femoral condyle จะเกาะกับ lateral meniscus และ arcuate ligament แล้วทอดเข้าสู่ knee joint แต่อยู่ extrasynovial จุดเกาะจะอยู่หลังต่อ LCL

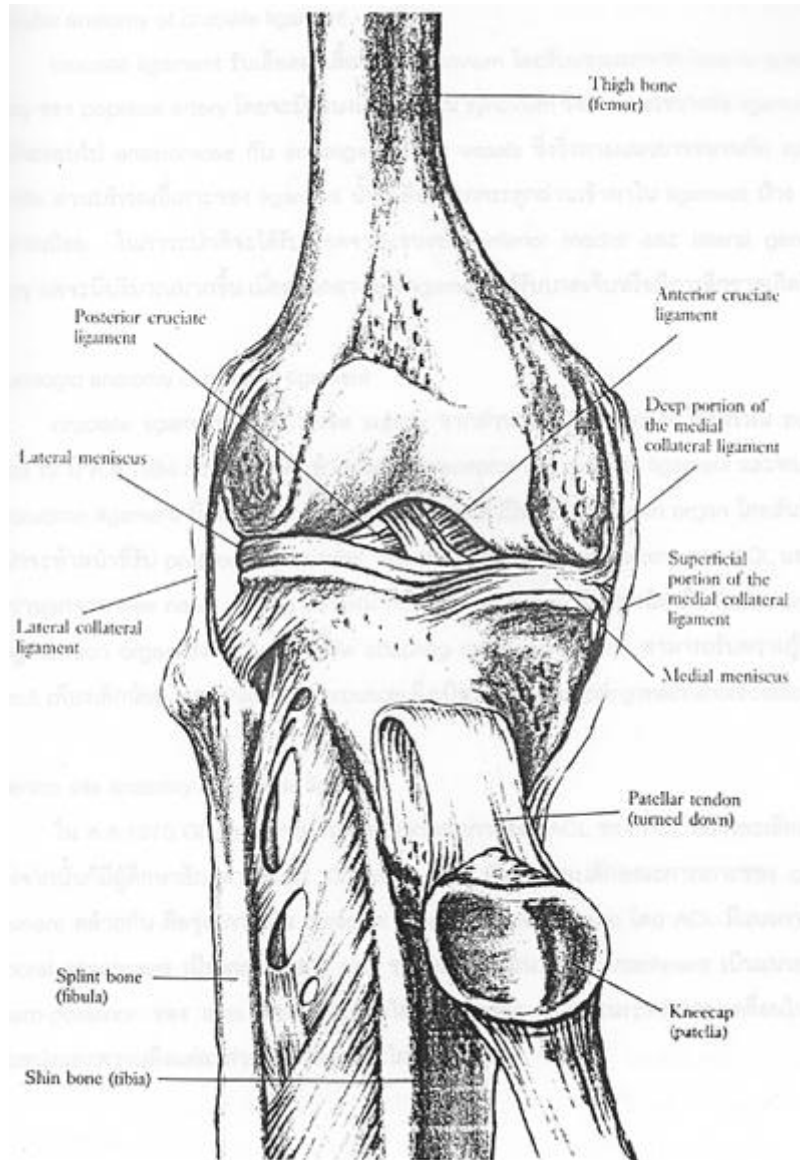
Cruciate ligament anatomy

เป็น intraarticular extrasynovial ligament อยู่บริเวณ intercondylar notch ของ femoral condyle ประกอบด้วย anterior cruciate ligament (ACL) เกาะจาก medial side ของ lateral femoral condyle ไปยัง intercondylar eminence ของ tibia และ posterior cruciate ligament (PCL) เกาะจาก lateral side of medial femoral condyle ไปยังด้านหลังของ intercondylar ใต้ต่อระดับ tibia plateau ประมาณ 1.5 cm (รูป8)

Histologic anatomy of cruciate ligament

บริเวณจุดเกาะของ cruciate ligament จะมีการค่อยๆ เปลี่ยนแปลงจาก zone ที่ยึดหยุ่นของ ligament ไปสู่ zone ของกระดูกที่แข็งกว่า ระหว่างนั้นจะมีส่วน zone ที่ค่อย ๆ เปลี่ยนเป็น zone ที่มีการ calcified การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ ทำให้เกิดสภาพต่อเนื่อง Cooper แบ่ง zone ต่าง ๆ เหล่านี้เป็น

- Zone I เป็น Weavy collagen zone
- Zone II เป็น Fibrocartilage zone
- Zone III เป็น Mineralized zone
- Zone IV เป็น Bone matrix collagen และจะเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกับ mineralized zone



รูป 8 : แสดงโครงสร้างของเอ็นที่เกาะภายในและภายนอกข้อเข่า

Vascular anatomy of cruciate ligament

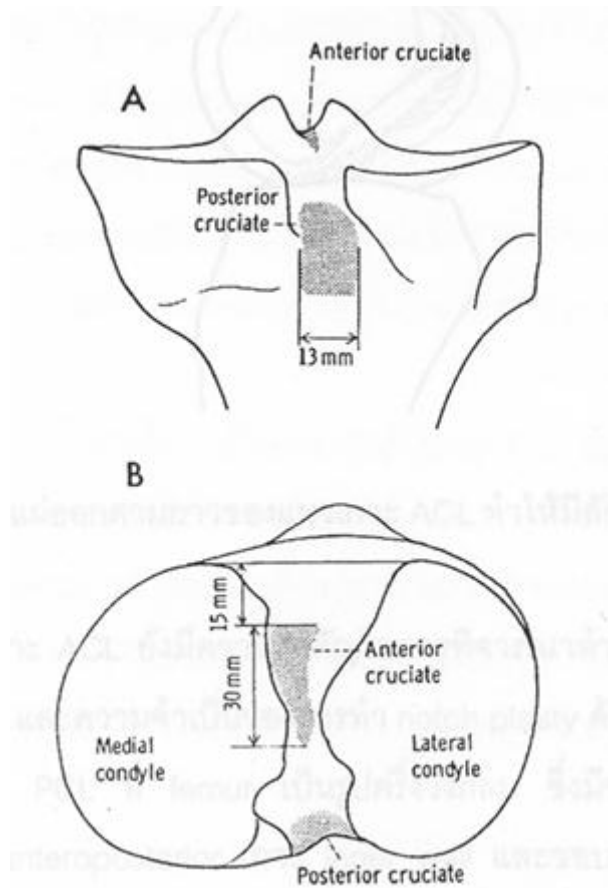
cruciate ligament รับเลือดมาเลี้ยงจาก synovium โดยรับแขนงมาจาก middle geniculate artery ของ popliteal artery โดยจะมีแขนงเส้นเลือดใน synovium รังตามแนวขวางต่อ ligament ทางเข้าโดยรอบไป anastomose กับ endoligamentous vessels ซึ่งรังตามแนวยาวขนานกับ collagen bundle ส่วนบริเวณที่เกาะของ ligament นั้นมีเลือดจากกระดูกผ่านเข้ามาใน ligament บ้าง แต่เป็นปริมาณน้อย ในภาวะปกติจะได้รับเลือดจากแขนงของ inferior medial และ lateral geniculate artery แต่จะมีปริมาณมากขึ้น เมื่อส่วนกลางของ ligament ได้รับบาดเจ็บหรือมีการฉีกขาดเกิดขึ้น

Neurologic anatomy of cruciate ligament

cruciate ligament ได้รับ nerve supply จากส่วนของ tibial nerve ในบริเวณ popliteal fossa ในปี ค.ศ.1984 Schultz ได้ศึกษา mechanoreceptor ของ cruciate ligament และพบว่า ภายใน cruciate ligament มี mechanoreceptor อยู่ ลักษณะเป็น golgi tendon organ โดยสันนิษฐานว่าน่าจะทำหน้าที่รับ proprioceptive sense Schutte ได้ศึกษา neuroanatomy ของ ACL และ PCL พบว่านอกจาก free nerve ending แล้วยังมี mechanoreceptors อีก 3 ชนิด คือ Ruffini endings, Golgi tendon organ ซึ่งทั้ง 2 เป็น slow adapting mechanoreceptor สามารถรับความรู้สึกแม้มี stimuli เพียงเล็กน้อย และ Pacinian corpuscle ซึ่งเป็น rapidly adapting mechanoreceptor

Insertion site anatomy of cruciate ligament

ใน ค.ศ.1975 Girgis ได้รายงานการศึกษาการเกาะของ ACL ของ PCL อย่างละเอียด (รูป9) หลังจากนั้นก็มีผู้ศึกษาอีกหลายคนทั้ง Odensten และ Daniel พบลักษณะการเกาะของ cruciate ligament คล้ายกัน คือจุดเกาะเป็น crescent shape หรือ oval shape โดย ACL มีแนวการเกาะที่ femoral attachment เป็นแนวยาวตาม axis ของ femur ส่วน tibial attachment เป็นแนวยาวตาม antero-posterior ของ axis ของ tibia ทำให้มีการบิดของ ACL ในระหว่างการเคลื่อนไหวแต่ละตำแหน่งและความตึงแต่ละส่วนของ fibers จะไม่เท่ากันตลอด



รูป 9 : แสดงจุดเกาะของเอ็น cruciate ที่เกาะภายในข้อเข่า

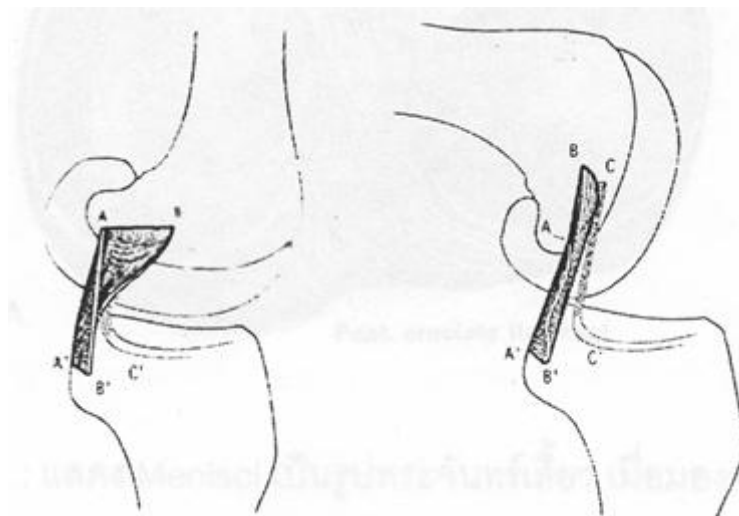
ลักษณะการเกาะของ ACL ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ การแผ่อกตามยาวของแนวเกาะ ACL ทำให้มีลักษณะรูปร่างเหมือนเท้า (รูป 10) ซึ่งจะทำให้มี impingement กับส่วนบนของ intercondylar notch เป็นเหตุให้ ACL มี strain มากขึ้นและเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ทำให้ ACL ขาดได้ง่าย โดยมีการศึกษาของ Anderson กับพวกและ Houseworth กับพวกในปี 1987 ให้ผลตรงกันว่า intercondylar notch ของผู้ป่วยที่มี ACL ขาดมักจะแคบกว่า notch ของคนปกติอย่างมีนัยสำคัญ Souryal กับพวกยังพบว่า อัตราส่วนความกว้างของ Notch ต่อ Intercondylar distance ของผู้ป่วยที่มี ACL ขาดข้างเดียวไม่แตกต่างจากของคนปกติทั่วไป และให้อัตราส่วนนี้มีค่าน้อยกว่า 0.2 เป็น risk factor ต่อการเกิด ACL injury



รูป 10 : แสดงการแผ่อกตามยาวของแนวเกาะ ACL ทำให้มีลักษณะรูปร่างเหมือนเท้า

กายวิภาคของการเกาะ ACL ยังมีความสำคัญในการพิจารณาทำ ACL Reconstruction ในแง่ของตำแหน่งการวาง graft และความจำเป็นของการทำ notch plasty ด้วย

ลักษณะจุดเกาะของ PCL ที่ femur เป็นรูปครึ่งวงกลม ซึ่งมีขนาด 21 x 10 mm มี longitudinal axis ในแนว anteroposterior เกาะ inner wall และขอบด้านบนของ intercondylar notch แต่ถ้ามี meniscofemoral มาร่วมเกาะบริเวณนี้แล้ว PCL ก็จะเลื่อนไปเกาะทาง inner wall ของ notch มากขึ้น ส่วนที่ tibia นั้น PCL เกาะต่ำกว่า tibial plateau level ลงมา แต่ยังคงอยู่ใน intraarticular อยู่แนวเดียวกับ intercondylar eminence มี fiber orientation ที่ Hughston บรรยายไว้เป็น anterolateral band ซึ่งจะตั้งตัวในท่าเข่างอ และ posteromedial band ซึ่งจะตั้งตัวในท่าเข้าเหยียดตรง (รูป 11)



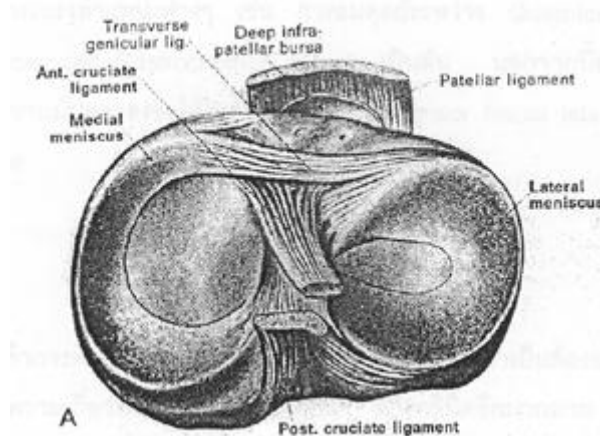
รูป 11 : แสดง anterolateral band PCL ซึ่งจะตั้งตัวในท่าเข่างอ และ posteromedial band

PCL
ซึ่งจะดึงตัวในท่าเข่าเหยียดตรง

VI. Meniscus

Meniscus เป็นกระดูกอ่อนในข้อเข่าเสริมอยู่ระหว่างผิวข้อของ tibia ซึ่งไม่เข้ารูปกับ femur อย่างแนบสนิท ช่วยทำให้ผิวข้อเข้ารูปกันจนสนิทและมีการกระจายแรงที่สม่ำเสมอ meniscus จะเกาะอยู่กับ tibial แนนหนากว่า femur ด้วย coronary ligaments แต่ก็จะมีการขยับตัวให้ห่าง โดยจะขยับมาทางข้างหลังในขณะที่เข่างอ Medial meniscus จะเกาะกับ tibia แนนหนากว่า lateral meniscus ทำให้แต่เดิมมีความเชื่อว่า medial meniscus มีอุบัติการณ์ฉีกขาดมากกว่า lateral meniscus ส่วนที่เกาะกับ capsule มากที่สุดของ medial meniscus อยู่บริเวณที่ติดกับ posterior oblique ligament

Meniscus เป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว เมื่อมองจากด้านบน (รูป 12) และเป็นรูปลิ่มเมื่อมองในภาพตัดขวาง มีเลือดมาเลี้ยงเฉพาะขอบประมาณ 25-30% ด้านนอกยกเว้นบริเวณ popliteus hiatus ของ lateral meniscus แต่ส่วนที่ไม่มีเลือดมาเลี้ยงก็สามารถรับอาหารและออกซิเจนจาก pressure gradient ที่เกิดขึ้นขณะเข่ามีการขยับในท่างอและเหยียด ทำให้มีความเปลี่ยนแปลงความดันในข้อเข่า ส่วนของ meniscus ที่มีเลือดมาเลี้ยงจะทะลุผ่านเข้ามาจากขอบนอกเป็นรูปซี่ล้อเกวียน เช่นเดียวกับที่ไปเลี้ยง tibia



รูป 12 : แสดง Menisci เป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว เมื่อมองจากด้านบน

variation อย่างหนึ่งของ meniscus ก็คือการมีรูปร่างผิดปกติไปจากรูปพระจันทร์เสี้ยวเป็นรูปแผ่นกลมทั้งชิ้นแทน ไม่มีรอยเว้าด้านใน (Discoid meniscus) พบอุบัติการณ์ประมาณ 1-2% ในแถบอเมริกาเหนือ และ 15% ในชาวเอเชียแปซิฟิก Discoid meniscus แบ่งเป็น 3 ชนิดคือ

- Complete type
- Incomplete type
- Wrisberg ligament type

สองประเภทแรกนั้น แบ่งตามลักษณะของ meniscus ที่พบ แต่จะมีการเกาะกับ ligament ตามปกติ ส่วนประเภทหลังนี้จะเกาะกับ Wrisberg ligament ค่อนข้างแนบมาก และจะมีการขยับโดยการดึงของ ligament นี้ด้วย โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มี Wrisberg ligament สั้น เวลาผู้ป่วย

เหยียดเข่าสุดจะทำให้ meniscus ถูกดึงไปข้างหน้าและมีเสียงดังเกิดขึ้น ร่วมกับอาการเจ็บได้ จึงเป็นกลุ่มที่จำเป็นต้องได้รับการรักษา

VII. กล้ามเนื้อรอบข้อเข่า

กล้ามเนื้อต่างๆ ที่ทอดข้ามข้อสามารถก่อให้เกิดความมั่นคงภายในข้อได้ในลักษณะของ Dynamic stabilizer เมื่อมี tone ของกล้ามเนื้อ ดังนั้นการฝึกฝนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจึงสามารถช่วยเพิ่มความมั่นคงภายในข้อ โดยการเพิ่ม joint reaction force โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อมีการสมดุลย์ของแนวแรงตำแหน่งต่างๆ เช่น การสมดุลย์ระหว่าง Quadriceps muscle ร่วมกับ Hamstring muscle และ Gastrocnemius muscle เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกล้ามเนื้อมัดเล็กที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงของข้อได้ในลักษณะนี้อีกเช่น tensor fascia lata และ iliotibial tract, popliteus muscle

สรุป

ก่อนจะทำการศึกษาปัญหาทางข้อเข่าที่ลึกซึ้งลงไปนั้น จำเป็นต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางกายวิภาค ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความผิดปกติอื่นๆ ทางคลินิกอีกมากมาย เพื่อนำไปใช้อธิบายวินิจฉัยและแก้ไขปัญหาต่างๆ เหล่านั้น จนสามารถที่จะประยุกต์ใช้อย่างต่อเนื่องได้

References

1. Anderson AF, Lipscomb AB, Lindahl KJ, et al : Analysis of the intercondylar notch by computed tomography. Am J Sports Med 1987; 5 : 547-52.
2. Arnoczky SP. Blood to the anterior cruciate ligament and supporting structures. Orthop Clin North Am 1985; 16 : 15-28.
3. Cooper RR, Misol S. Tendon and ligament insertion : a light and electron microscopic study. J Bone Joint Surg 1970 : 52A : 1-20.
4. Daniel DM. Diagnosis of ligament injury. In : Daniel DM, Akeson WH, O'Conner JJ, editors. Knee ligaments : structure, function, injury and repair. New York : Raven Press, 1990 : p.3-10.
5. De Lee JC, Riley MB, Rockwood CA Jr. Acute posterolateral rotary instability of the knee. Am J Sports Med 1983; 11(4) : 199-206.
6. Girgis FG, Marshall JL, Al Monajem ARS. The cruciate ligaments of the knee joint. Clin Orthop Rel Res 1975; 106 : 216-31.
7. Houseworth SW, Mauro VJ, Mellon BA, et al : The intercondylar notch in acute tears of the anterior cruciate ligament : A computer graphics study. Am J Sports Med 1987; 15 : 221-4.
8. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A. Classification of knee ligament instabilities part II : the lateral compartment. J Bone Joint Surg 1976; 58A : 173-9.

9. Marshall JL, Girgis FG, Zelko RR. The biceps femoris tendon and its functional significance. *J Bone Joint Surg* 1972; 54A : 1444-50.
10. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg* 1985; 67A : 257-61.
11. Reider B, Marshall JL, Kosilin RT, Elmsford BR, Girgis FG. The anterior aspect of the knee joint. *J Bone Joint Surg* 1981; 63A : 351-6.
12. Schultz RA, Miller DC, Kerr CS, Micheli L. Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg* 1984; 66A : 1072-6.
13. Schutte MJ, Dabezies EJ, Zimny MI, Happel LT. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg* 1987; 69A : 243-7.
14. Seebacher JR, Inglis AE, Marshall JL, Warren RF. The structure of the posterolateral aspect of the knee. *J Bone Joint Surg* 1982; 64A(4) : 536-41.
15. Souryal TO, Moore HA, Evans JP : Bilaterality in anterior cruciate ligament injuries : Associated intercondylar notch stenosis. *Am J Sports Med* 1988; 16 : 449-54.
16. Warren LF. The supporting structures and layers on the medial side of the knee : an anatomical analysis. *J Bone Joint Surg* 1979; 61A : 56-62.
17. Wiberg G. Roentgenographic and anatomic studies on the femoral patellar joint. *Acta Orthop Scand* 1941; 12 : 319-410.