

## การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหา ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ดังนี้

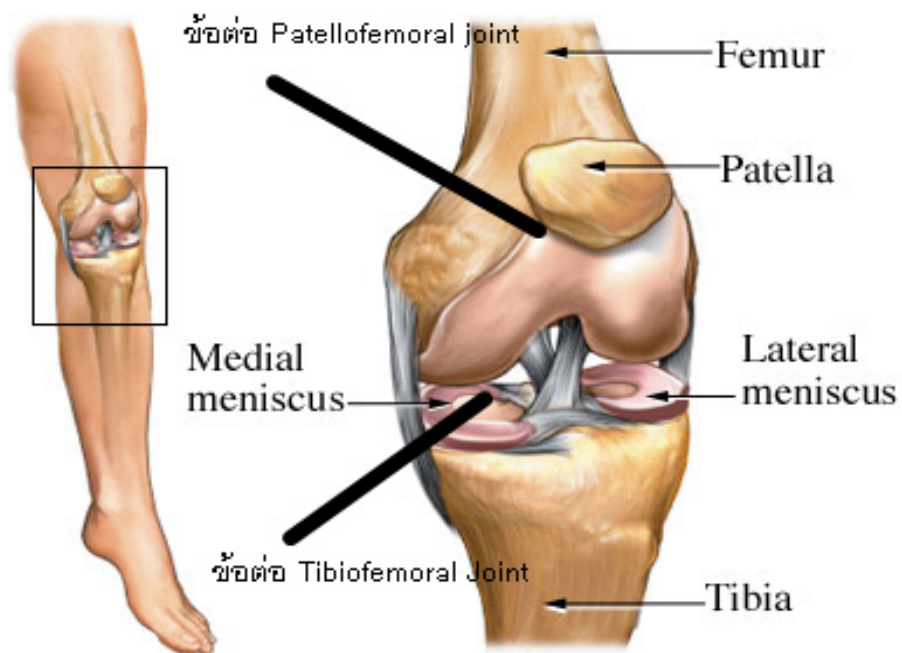
- กายวิภาคศาสตร์ของข้อเข่า
- การเคลื่อนไหวของข้อเข่า
- มุมควอด ไคร์เซปส์
- ความผิดปกติที่พบบริเวณข้อเข่าที่มาจากมุมควอด ไคร์เซปส์ที่สูงขึ้นและต่ำลง
- วิธีการตรวจข้อเข่าและการตรวจข้อเข่าแบบพิเศษ
- ความสำคัญของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
- หลักการฝึกยกน้ำหนักเพื่อความแข็งแรง

### กายวิภาคศาสตร์ของข้อเข่า

ข้อเข่า เป็นข้อต่อชนิด synovial ที่ใหญ่ที่สุดในร่างกายชนิด Modified hinge joint (trochoginglymus) ที่เกิดจากการเชื่อมต่อกันของกระดูกต้นขาฟีเมอร์ (femur) กับกระดูกขาส่วนปลาย (tibia) และมีกระดูกสะบ้า (patella) อยู่ทางด้านหน้า โดยการเชื่อมต่อดังกล่าวทำให้เกิดข้อต่อที่ประกอบเป็นข้อเข่า 2 ข้อต่อ คือ

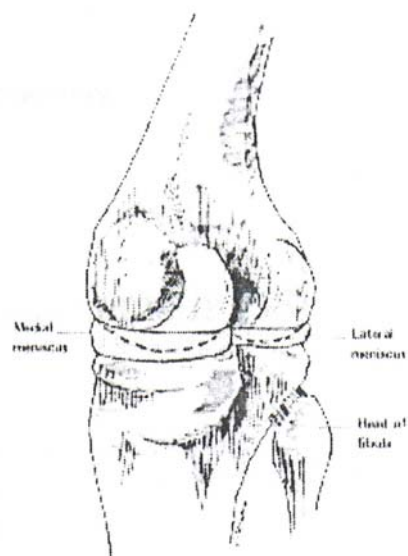
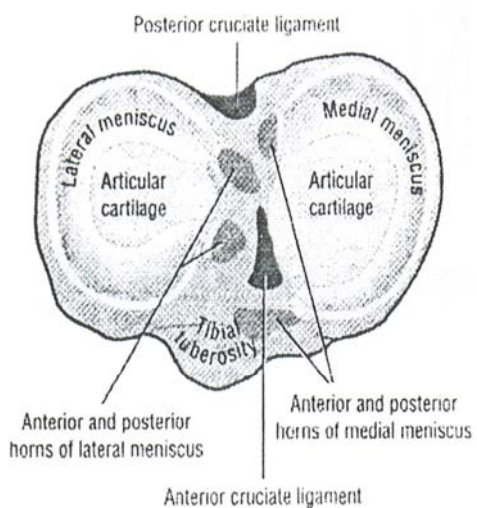
1. ข้อต่อ tibiofemoral เป็นข้อต่อที่เกิดจากการประกบกันของ medial condyle และ lateral condyle ของกระดูกฟีเมอร์กับส่วนต้นของกระดูกทibia (proximal part of tibia) ดังภาพที่ 1 โดย condyle ของกระดูกฟีเมอร์จะวางบนแอ่งของ tibial condyle ซึ่งเป็นแอ่งค่อนข้างตื้น ทำให้การสัมผัสของกระดูกทั้งสองไม่พอดีกัน ดังนั้นภายในข้อเข่าจะมีหมอนรองเข่า (meniscus) เพื่อเสริมให้การสัมผัสของผิวข้อสนิทดกกันมากขึ้น และทำให้เกิดความสมดุลทั้งขณะเคลื่อนไหวและหยุดนิ่ง หมอนรองเข่าเป็นกระดูกอ่อนมีลักษณะเป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว (semilunar cartilage) จำนวนสองชิ้น คือ หมอนรองเข่าทางด้านใน (medial meniscus) และหมอนรองเข่าทางด้านนอก (lateral meniscus) มีหน้าตัดเป็นรูปลิ้มและมีโครงสร้างเป็น fibrocartilage วางอยู่บนกระดูกขาที่ค่อนข้างแบนบริเวณ tibial plateau ดังภาพที่ 2 ผิวบนของหมอนรองเข่ามีลักษณะเว้าเป็นแอ่ง (concave) เพื่อรองรับผิวข้อส่วน condyle ของกระดูกฟีเมอร์ ที่มีลักษณะโค้งนูน ส่วนผิวล่างค่อนข้างแบนราบตาม tibial plateau (ลลิตา, 2544) หมอนรองเข่ามีหน้าที่สำคัญ คือ ช่วยเสริมผิวบนของกระดูกทibia ให้สูงขึ้น ทำให้การสัมผัสกันระหว่างกระดูกของข้อเข่ามีมากขึ้น เป็นผลให้ข้อเข่ามีความมั่นคงขึ้น ช่วยในการลดแรงที่กระทำกับข้อเข่า กระจายแรงไปยังส่วนต่างๆ ของข้อเข่า และลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นกับข้อเข่า ช่วยให้ข้อเข่ามีการเคลื่อนไหวได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ช่วยกระจายอาหารและน้ำไขข้อไปบนผิวของข้อต่อ (วิรุพห์และอภิชัย, 2539) โดยทั่วไปขณะเดิน แรงกดที่กระทำกับข้อเข่ามีค่าประมาณ 2-3 เท่าของน้ำหนักตัวและมีค่าเพิ่มขึ้นถึง 5-6 เท่าของน้ำหนักตัว ในขณะที่วิ่งหรือเดินขึ้นลงบันได โดยหมอนรองเข่าจะรับแรงประมาณ 40-60% ของแรงที่กระทำกับข้อเข่าทั้งหมด ถ้าตัดหมอนรองเข่าออก ขนาดของแรงที่กระทำกับกระดูกฟีเมอร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่า และแรงที่กระทำต่อ tibial condyle มีค่าเพิ่มขึ้น 6-7 เท่า (ลลิตา, 2544)

2. ข้อต่อ patellofemoral เป็นข้อต่อที่เกิดจากการประกบกันของร่องของกระดูกฟีเมอร์ (intercondylar groove) ที่อยู่ด้านหน้าส่วนปลายของกระดูกฟีเมอร์กับกระดูกสะบ้า (patella) (วิรุพห์และอภิชัย, 2539) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงข้อต่อของข้อเข่า

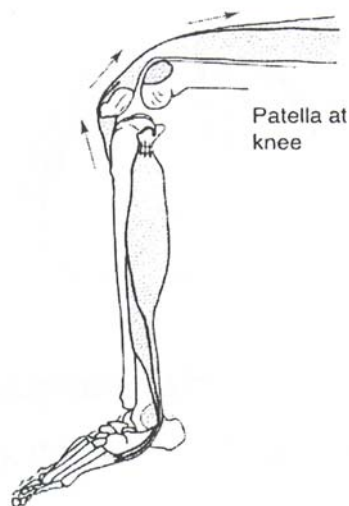
ที่มา : Health information organization (2005)



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของหมอนรองเข่า (meniscus)

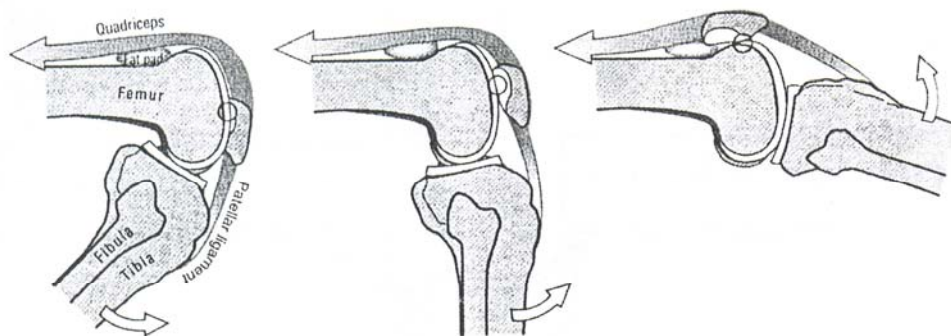
ที่มา : Neumann, 2002; Norkin and Levangie (1992)

กระดูกสะบ้า(patella) รูปร่างคล้ายรูปสามเหลี่ยม (sesamoid bone) มีอยู่ภายในเอ็นของกล้ามเนื้อควอดรีเซ็ปส์ ซึ่งวางอยู่ทางด้านหน้าของข้อเข่า การจัดเรียงของเอ็นกล้ามเนื้อควอดรีเซ็ปส์ กับกระดูกสะบ้ามีลักษณะเป็นรอกเดี่ยว (single fixed pulley) (ลลิตา, 2544) ดังภาพที่ 3 ทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางของแรง เพิ่มความยาวของคาน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อควอดรีเซ็ปส์ ผิวทางด้านหลังของกระดูกสะบ้าจะถูกคลุมด้วยกระดูกอ่อนผิวข้อ (articular cartilage) กระดูกอ่อนผิวข้อจะหนาที่สุดที่บริเวณส่วนกลาง เพื่อจะได้ทนต่อแรงที่มากระทำต่อข้อต่ออย่างมากในชีวิตประจำวัน ระหว่างการเดินบนพื้นราบ จะมีแรงมากระทำต่อผิวข้อประมาณ 0.5 เท่าของน้ำหนักตัว แรงกระทำนี้จะเพิ่มเป็น 3.3 เท่าของน้ำหนักตัวระหว่างการขึ้นบันได และอาจสูงถึง 7 เท่าของน้ำหนักตัวในขณะนั่งยองๆ จะเห็นได้ว่าแรงที่กระทำต่อผิวข้อจะค่อนข้างมากในท่างอเข่า (Neumann, 2002) ถ้าหากกระดูกสะบ้าถูกตัดทิ้ง กล้ามเนื้อควอดรีเซ็ปส์จะต้องออกแรงเพิ่มขึ้นจากปกติประมาณ 30% ซึ่งแรงขนาดนี้อาจเกินขอบเขตที่ผิวข้อจะรับไหว ทำให้เกิดการเสื่อมของผิวข้อเร็วกว่าปกติ หรือในกรณีที่กระดูกสะบ้าเคลื่อนที่ขึ้นลงไม่ราบเรียบไปตาม intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์ จะทำให้เกิดการอักเสบของข้อต่อได้ (วิรุพท์และอภิชัย, 2539)



ภาพที่ 3 แสดงการทำงานในลักษณะที่เป็นรอกเดี่ยวของกระดูกสะบ้า  
ที่มา : Kreighbaum and Barthels (1996)

โดยปกติกระดูกสะบ้าจะเคลื่อนไปตาม intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์ดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5 กล่าวคือ ขณะอยู่ในท่างอเข้า 135 องศา ส่วนฐาน (base) ของกระดูกสะบ้าจะอยู่ล่างต่อ intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์ มีเพียงขอบทางด้านนอกและขอบทางด้านในของกระดูกสะบ้าเท่านั้นที่สัมผัสกับกระดูกฟีเมอร์ เมื่อเหยียดเข้าออกจนกระทั่งเข้าอยู่ในท่าอ 90 องศา กระดูกสะบ้าจะเคลื่อนขึ้นไปตาม intercondylar groove ขณะเข้าอยู่ในท่าอระหว่าง 90 ถึง 60 องศา การสัมผัสของส่วนของกระดูกสะบ้ากับกระดูกฟีเมอร์จะมีมากที่สุดเมื่อเข้าอยู่ในท่า 20 องศา สุดท้ายของการเหยียดเข้า ส่วนฐานของกระดูกสะบ้าจะเคลื่อนขึ้นไปอยู่เหนือต่อ intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์ เมื่อเหยียดเข้าสุด ทุกส่วนของกระดูกสะบ้าจะอยู่เหนือต่อ intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์ (Neumann, 2002)

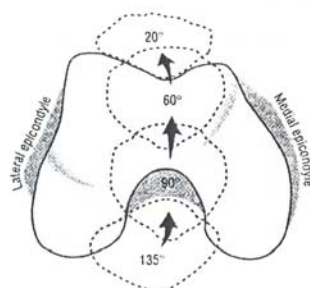


ก. เข้างอ 135 องศา

ข. เข้างอ 90 องศา

ค. เข้างอ 20 องศา

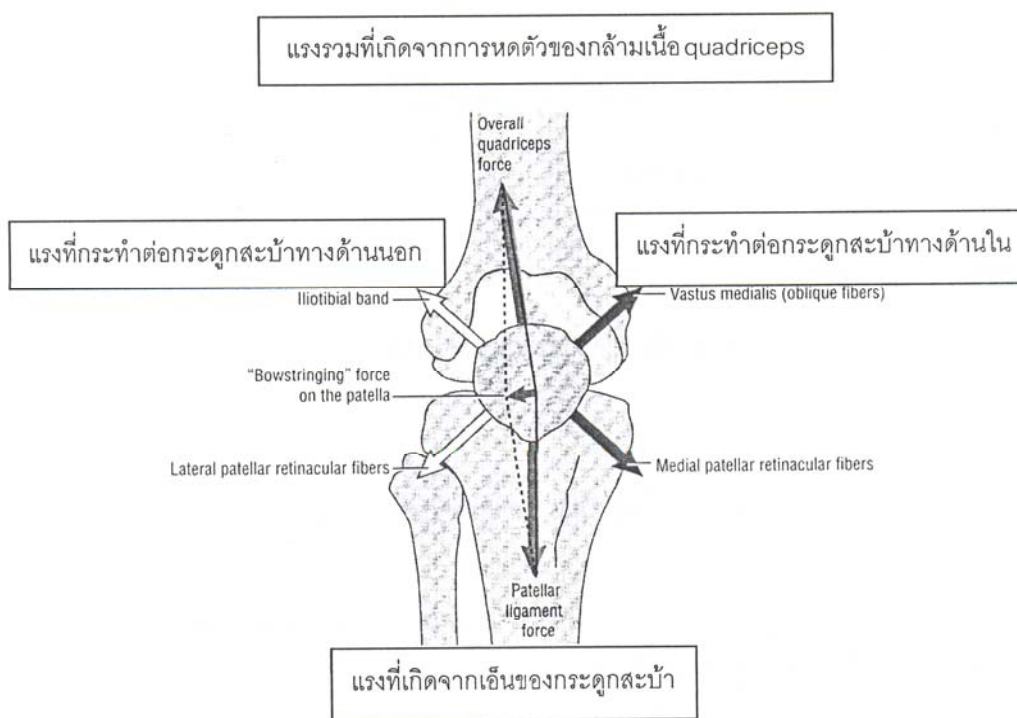
ภาพที่ 4 แสดงการเคลื่อนของกระดูกสะบ้าไปตาม intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์  
ที่มา : Neumann (2002)



ภาพที่ 5 แสดงการเคลื่อนของกระดูกสะบ้าตาม intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์ เมื่อเข้าอยู่ในท่าอ 135, 90, 60 และ 20 องศา

ที่มา : Neumann (2002)

การที่กระดูกสะบ้าจะเคลื่อนไปบน intercondylar groove ที่เรียกว่า tracking ได้อย่างราบเรียบขณะเหยียดเข่าขึ้น ขึ้นอยู่กับโครงสร้างดังต่อไปนี้ คือ กล้ามเนื้อควอดไทร์เซ็ปส์ เอ็นกล้ามเนื้อควอดไทร์เซ็ปส์ เอ็นกระดูกสะบ้า (patellar ligament) , iliotibial tract, patellar retinacular fibers และรูปร่างผิวสัมผัสของข้อต่อ ดังภาพที่ 6 ถ้าแรงที่กระทำต่อกระดูกสะบ้าสมดุลกัน กระดูกสะบ้าจะสามารถเคลื่อนไปบน intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์ได้อย่างราบเรียบ แต่ถ้าแรงไม่สมดุลกัน โอกาสที่กระดูกสะบ้าจะเคลื่อนหลุดออกจาก intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์ มีความเป็นไปได้สูง (Neumann, 2002)



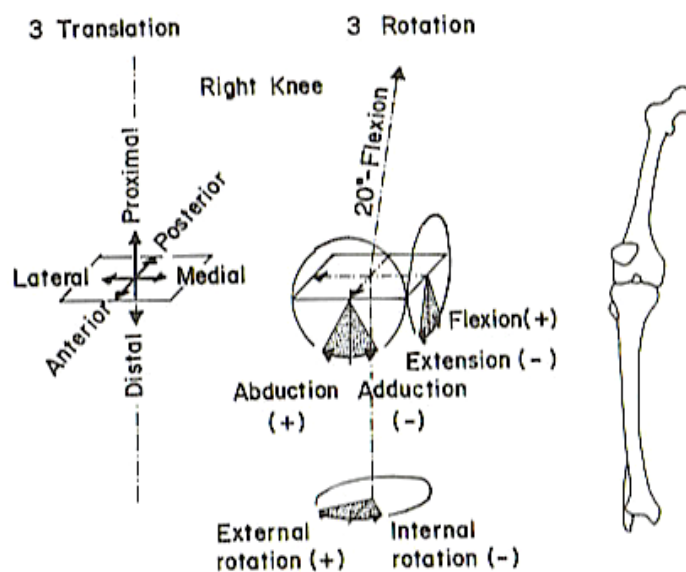
ภาพที่ 6 แสดงโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนของกระดูกสะบ้าไปบน intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์

ที่มา : Neumann (2002)

### การเคลื่อนไหวของข้อเข่า

ข้อเข่ามีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบหมุน (rolling) และแบบไถลตัว (gliding) โดยมีการเคลื่อนไหวได้ 3 ระนาบ 6 ลักษณะการเคลื่อนไหว ดังภาพที่ 7 คือ (สมชัย และคณะ, 2544)

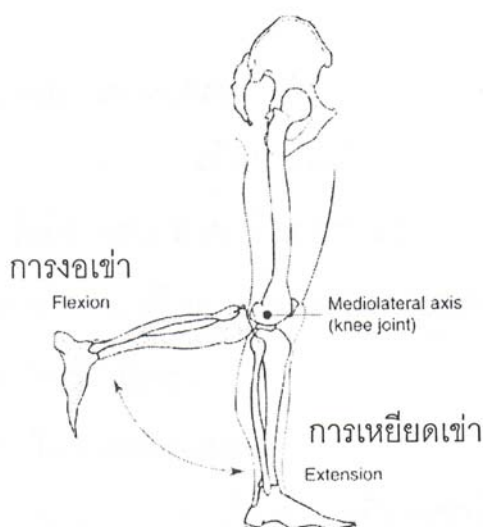
1. ระนาบ sagittal : flexion – extension
2. ระนาบ frontal : abduction – adduction
3. ระนาบ transverse : internal – external rotation
4. antero – posterior translation
5. medio – lateral translation
6. compression – distraction



ภาพที่ 7 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อเข่า

ที่มา : สมชัย และคณะ (2544)

การเคลื่อนไหวที่ใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวันมักจะเป็นการเคลื่อนไหวของข้อเข่าโดยส่วนใหญ่มักจะเคลื่อนไหวได้สองทิศทาง คือ การงอ (flexion) และการเหยียด (extension) ตามแนว sagittal plane ดังภาพที่ 8 (ลลิตา, 2544; Schulthies *et al.*, 1995)



ภาพที่ 8 แสดงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า

ที่มา : Kreighbaum and Barthels (1996)

ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อเข่ามีรายละเอียดดังนี้ (ลลิตา, 2544)

1. การงอเข่า (knee flexion) เป็นการงอเข่าจากท่าเข่าเหยียดตรง องศาการเคลื่อนไหวปกติคือ 135 องศา ประกอบด้วย

1.1 กลไกการงอเข่าในโอเพ่นคิเนติกเซน เป็นการงอเข่าโดยตรึงให้กระดูกฟิเมอร์อยู่กับที่ แล้วทำการเคลื่อนไหวกระดูกทibia เช่น ทำนั่งเก้าอี้ในขณะที่เข่าเหยียดตรงแล้วทำการงอเข่า หรือในท่านอนคว่ำเข่าเหยียดตรงแล้วงอเข่า ในช่วงแรกของการงอเข่าจะเกิดการหมุนของกระดูกทibia เข้าทางด้านใน จากการทำงานของกล้ามเนื้อ popliteus เพื่อที่จะทำการปลดล็อก (unlock) ข้อเข่า

1.2 กลไกการงอเข่าในโคลสคิเนติกเซน เป็นการงอเข่าโดยตรึงให้กระดูกทibiaอยู่กับที่ แล้วทำการเคลื่อนไหวกระดูกฟิเมอร์ เช่น จากท่ายืนตรงมานั่ง ในช่วงแรกของการงอเข่าจะเกิดการ

หมุนของกระดูกฟีมอร์ออกทางด้านนอก จากการทำงานของกล้ามเนื้อ popliteus เพื่อที่จะทำการปลดล็อก (unlock) ข้อเข่าก่อน

2. การเหยียดเข่า (knee extension) เป็นการเหยียดเข่าจากท่างอเข่า องศาการเคลื่อนไหวปกติ คือ 0 องศา ประกอบด้วย

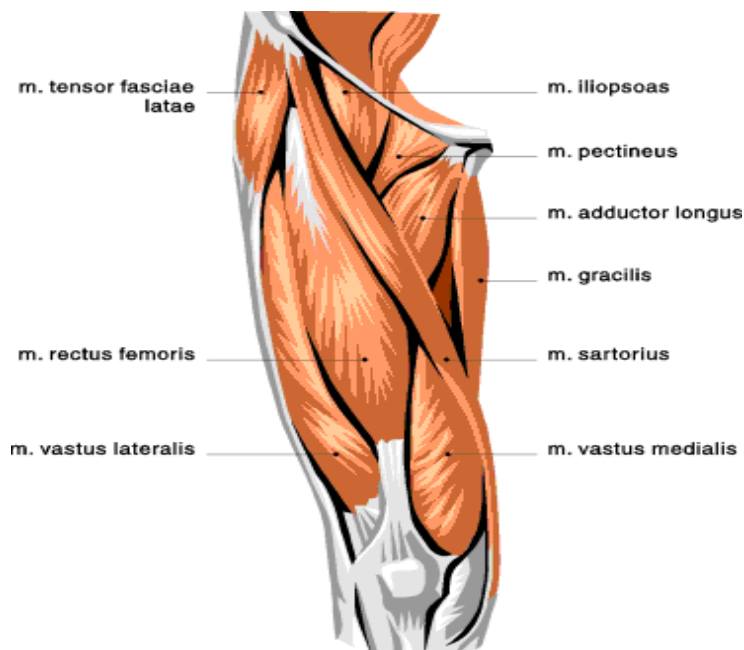
2.1 กลไกการเหยียดเข่าใน โอเพ็นคินติกเซน เป็นการเหยียดเข่าโดยตรงให้กระดูกฟีมอร์อยู่กับที่แล้วทำการเคลื่อนไหวกระดูกทิวเบีย เช่น ทำนั่งห้อยขาข้างเดียวแล้วเหยียดเข่าขึ้น ในระยะ 30 องศาสุดท้ายของการเหยียดเข่า จะเกิดการหมุนของกระดูกทิวเบียออกทางด้านนอกอย่างอัตโนมัติ เพื่อที่จะทำการล็อก (lock) ข้อเข่า

2.2 กลไกการเหยียดเข่าใน โคลสคินติกเซน เป็นการเหยียดเข่าโดยตรงให้กระดูกทิวเบียอยู่กับที่แล้วทำการเคลื่อนไหวกระดูกฟีมอร์ เช่น จากท่านั่งมายืนตรง ในระยะ 30 องศาสุดท้ายของการเหยียดเข่า จะเกิดการหมุนของกระดูกฟีมอร์เข้าทางด้านในอย่างอัตโนมัติ เพื่อที่จะทำการล็อก (lock) ข้อเข่า

นอกจากกระดูกที่มาเชื่อมต่อกันเป็นข้อเข่าแล้วยังมีเอ็นกล้ามเนื้อ เอ็นยึดข้อเข่าและกล้ามเนื้อช่วยในการเชื่อมยึดข้อเข่าให้แข็งแรงและทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของข้อเข่า มีรายละเอียดดังนี้

## เอ็นกล้ามเนื้อ (tendon)

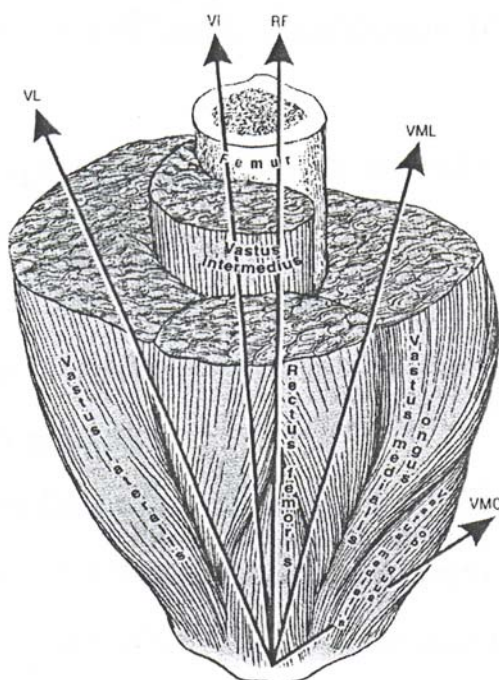
เอ็นกล้ามเนื้อ ภาพที่ 9 ประกอบด้วยกลุ่มกล้ามเนื้อใหญ่ๆ 2 กลุ่ม คือ



ภาพที่ 9 แสดงการเกาะของเอ็นกล้ามเนื้อควอดริเซ็ปส์

ที่มา : James Madison University (2005)

1. กลุ่มกล้ามเนื้อหลัก ได้แก่ กล้ามเนื้อควอดริเซ็ปส์ทำหน้าที่ในการเหยียดเข่า กล้ามเนื้อ quadriceps ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ 4 มัดใหญ่ๆ คือ rectus femoris, vastus lateralis, vastus intermedius และ vastus medialis oblique (Norkin and Levangie, 1992) โดยแนวแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อควอดริเซ็ปส์ แต่ละมัดมีทิศทางที่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 10 จากการศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อควอดริเซ็ปส์ฟีมอริสใน cadavers พบว่าแต่ละมัดของ กล้ามเนื้อควอดริเซ็ปส์ ยกเว้น vastus medialis จะทำงานในช่วง 20-30 องศาสุดท้ายของการเหยียดเข่า อย่างไรก็ตาม จากผลของ electromyography พบว่ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดของกล้ามเนื้อควอดริเซ็ปส์ทำงานร่วมกันตั้งแต่เริ่มเหยียดเข่าจนกระทั่งเหยียดเข่าสุด โดย vastus medialis ทำหน้าที่สำคัญในการทำให้กระดูกสะบ้าเคลื่อนไปตาม femoral condyle ได้อย่างราบเรียบ ส่วน vastus medialis oblique ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้กระดูกสะบ้าเคลื่อนออกจาก femoral condyle



รูปที่ 10 แสดงแนวแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อควอดโรiceps

VL = vastus lateralis , VI = vastus intermedius , RF = rectus femoris ,

VML = vastus medialis longus และ VMO = vastus medialis oblique

ที่มา : Neumann (2002)

เนื่องจากกล้ามเนื้อแต่ละมัดของกล้ามเนื้อควอดโรiceps มีรูปร่างและแนวแรงดึงของกล้ามเนื้อที่ต่างกันไป ดังนั้นในการศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อจึงมีการแบ่งองค์ประกอบของกล้ามเนื้อควอดโรiceps ออกเป็น 8 องค์ประกอบย่อยๆ (Schulthies *et al.*, 1995) คือ

### 1.1. Distal portion of vastus medialis หรือ vastus medialis oblique

จุดเกาะต้น : อยู่ที่ เส้นของกล้ามเนื้อ adductor magnus และ medial intermuscular septum

จุดเกาะปลาย : อยู่ที่ ขอบทางด้านในทางด้านบนของกระดูกสะบ้า

กล้ามเนื้อมีรูปร่างเป็นรูปกระสวย (fusiform) แนวแรงการดึงของกล้ามเนื้อจะเฉียงเข้าทางด้านในทำมุมประมาณ 50-55 องศากับแนวแกนตามยาวของกระดูกฟีเมอร์ (Norkin and Levangie, 1992) ดังภาพที่ 11 (comp.1)

#### 1.2. Middle portion of vastus medialis

จุดเกาะต้น : อยู่ที่ เอ็นของกล้ามเนื้อ adductor magnus, adductor longus และ medial termuscular septum  
จุดเกาะปลาย : อยู่ที่ เอ็นของกล้ามเนื้อควอดริเซ็ปส์ ล่างต่อจุดเกาะปลายของกล้ามเนื้อ vastus intermedius

กล้ามเนื้อมีรูปร่างเป็นรูปกระสวย (fusiform) แนวแรงการดึงของกล้ามเนื้อจะเฉียงเข้าทางด้านในดังภาพที่ 11 (comp.2)

#### 1.3. Proximal portion of vastus medialis หรือ vastus medialis longus

จุดเกาะต้น : อยู่ที่ linea aspera  
จุดเกาะปลาย : รวมกับเอ็นของกล้ามเนื้อที่วิ่งขึ้นไปยังต้นขา เป็นกล้ามเนื้อมัดที่แบ่งกล้ามเนื้อ vastus medialis ออกจากกล้ามเนื้อ vastus intermedius

กล้ามเนื้อมีรูปร่างเป็นขนนกเดี่ยว (unipennate) แนวแรงการดึงของกล้ามเนื้อจะเฉียงเข้าทางด้านในทำมุมประมาณ 15-18 องศากับแนวแกนตามยาวของกระดูกฟีเมอร์ ดังภาพที่ 11 (comp.3)

#### 1.4. Vastus intermedius

จุดเกาะต้น : อยู่ที่ ผิวทางด้านหน้าและด้านข้างของกระดูกฟีเมอร์  
จุดเกาะปลาย : อยู่ที่ ขอบด้านบนของกระดูกสะบ้า

กล้ามเนื้อที่มีรูปร่างเป็นขนนกเดี่ยว (unipennate) แนวแรงการดึงของกล้ามเนื้อจะขนานกับแนวของกระดูกฟีเมอร์ ดังภาพที่ 11 (comp.4)

#### 1.5. Proximal portion หรือ upper fiber of vastus lateralis

จุดเกาะต้น : อยู่ที่ linea aspera และ fascia latae  
จุดเกาะปลาย : อยู่ที่ เอ็นของกล้ามเนื้อที่แบ่งกล้ามเนื้อ vastus lateralis และกล้ามเนื้อ vastus intermedius

กล้ามเนื้อที่มีรูปร่างเป็นขนนกเดี่ยว (unipennate) แนวแรงการดึงของกล้ามเนื้อจะเฉียงออกทางด้านนอกทำมุมประมาณ 12-15 องศา กับแนวแกนตามยาวของกระดูกฟีเมอร์ (Norkin and Levangie, 1992) ดังภาพที่ 11 (comp.5)

#### 1.6. Middle portion of vastus lateralis

จุดเกาะต้น : อยู่ที่ linea aspera และ fascia latae  
จุดเกาะปลาย : อยู่ที่ เอ็นของกล้ามเนื้อควอดรีเซ็ปส์

กล้ามเนื้อจะมีรูปร่างเป็นกระสวย (fusiform) ตามแนว frontal plane และจะมีรูปร่างเป็นขนนกคู่ (bipennate) ตามแนว sagittal plane ส่วนแนวแรงของกล้ามเนื้อจะเฉียงออกทางด้านนอกเมื่อเทียบกับกระดูกฟีเมอร์ดังภาพที่ 11 (comp.6)

#### 1.7. Distal portion หรือ lower fiber of vastus lateralis

จุดเกาะต้นอยู่ : ที่ส่วนล่างของ linea aspera, fascia latae และ lateral intermuscular septum  
จุดเกาะปลาย : อยู่ที่เอ็นของกล้ามเนื้อควอดรีเซ็ปส์ ล่างต่อกล้ามเนื้อ vastus intermedius

กล้ามเนื้อจะมีรูปร่างเป็นรูปกระสวย (fusiform) ตามแนว frontal plane และจะมีรูปร่างเป็นขนนกคู่ (bipennate) ตามแนว sagittal plane ส่วนแนวแรงการดึงของกล้ามเนื้อจะเฉียงออกทางด้าน

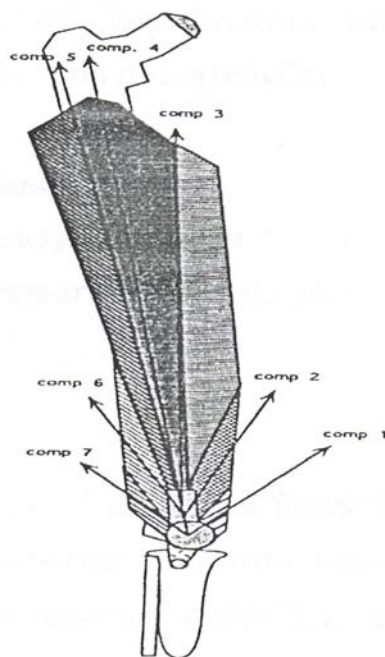
นอกทำมุมประมาณ 40 องศา กับแนวแกนตามยาวของกระดูกฟีเมอร์ (Norkin and Levangie, 1992)  
 ดังภาพที่ 11 (comp.7)

### 1.8. Rectus femoris

จุดเกาะต้น : อยู่ที่ anterior inferior iliac spine (AIIS), ilium, และทางด้านบนของ acetabulum

จุดเกาะปลาย : อยู่ที่ ขอบทางด้านบนของกระดูกสะบ้า

กล้ามเนื้อนี้มีรูปร่างเป็นขนนกคู่ (bipennate) แนวแรงการดึงของกล้ามเนื้อทำมุมประมาณ 5 องศา กับแนวแกนตามยาวของกระดูกฟีเมอร์ (Smith *et al.*, 1996)



ภาพที่ 11 แสดงแนวการดึงของกล้ามเนื้อควอดรีเซ็ปส์

Comp.1: Distal portion of vastus medialis

Comp.2: Middle portion of vastus medialis

Comp.3: Proximal portion of vastus medialis

Comp.4: Vastus intermedius

Comp.5: Proximal portion of vastus lateralis

Comp.6: Middle portion vastus lateralis

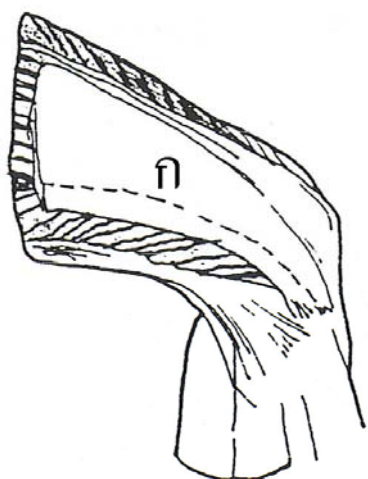
Comp.7: Distal portion of vastus lateralis

ที่มา : Smith *et al.* (1996)

## 2. กลุ่มกล้ามเนื้อเสริม ดังภาพที่ 12 ประกอบด้วย

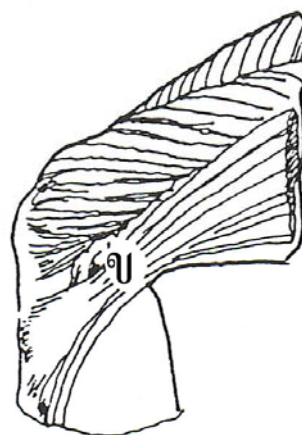
2.1. Iliotibial band เป็นเอ็นของกล้ามเนื้อ tensor fascia latae ที่อยู่ทางด้านนอกของต้นขา มาเกาะที่ด้านนอกของ distal end of femur ทำหน้าที่ช่วยป้องกันการบิดของกระดูกขาส่วนปลาย ออกไปทางด้านนอก

2.2. Pes ancerinus เป็นชื่อเรียกรวมเอ็นกล้ามเนื้อ sartorius กับเอ็นกล้ามเนื้อ gracillis และเอ็นกล้ามเนื้อ semitendinosus อยู่ทางด้านในของกระดูกฟีเมอร์ไปเกาะที่กระดูกทibia ทางด้านใน ทำหน้าที่ป้องกันการบิด ของกระดูกทibia เข้ามาทางด้านใน



ก.เอ็นกล้ามเนื้อเสริมทางด้านนอก

(Iliotibial band)



ข.เอ็นกล้ามเนื้อเสริมทางด้านใน

(Pes ancerinus)

ภาพที่ 12 แสดงการเกาะของเอ็นกล้ามเนื้อเสริม

ที่มา : Blackburn and Craig (1980)

## เอ็นยึดข้อเข่า (Ligament)

ข้อเข่ามีเอ็นยึดข้อเข่าที่ช่วยเสริมความมั่นคงให้กับข้อเข่าอีกด้วย เอ็นยึดข้อเข่าที่สำคัญ คือ anterior cruciate ligament (ACL), posterior cruciate ligament (PCL), medial collateral ligament (MCL), lateral collateral ligament (LCL) (วิรุพห์ และ อภิชัย, 2539; Engle, 1991) ดังภาพที่ 13 มีรายละเอียด ดังนี้

### 1. Anterior cruciate ligament (ACL)

เกาะอยู่ระหว่างผิวข้อด้านในของ lateral femoral condyle กับกระดูกทibia ตรงตำแหน่งหน้าต่อ medial tibial eminence แบ่งได้ 2 ส่วน คือ anteromedial ซึ่งจะดึงเมื่องอเข่า และ posterolateral ซึ่งจะหย่อนเมื่องอเข่า ทั้งสองส่วนนี้จะดึงเมื่อเข่าเหยียดเต็มที่

### 2. Posterior cruciate ligament (PCL)

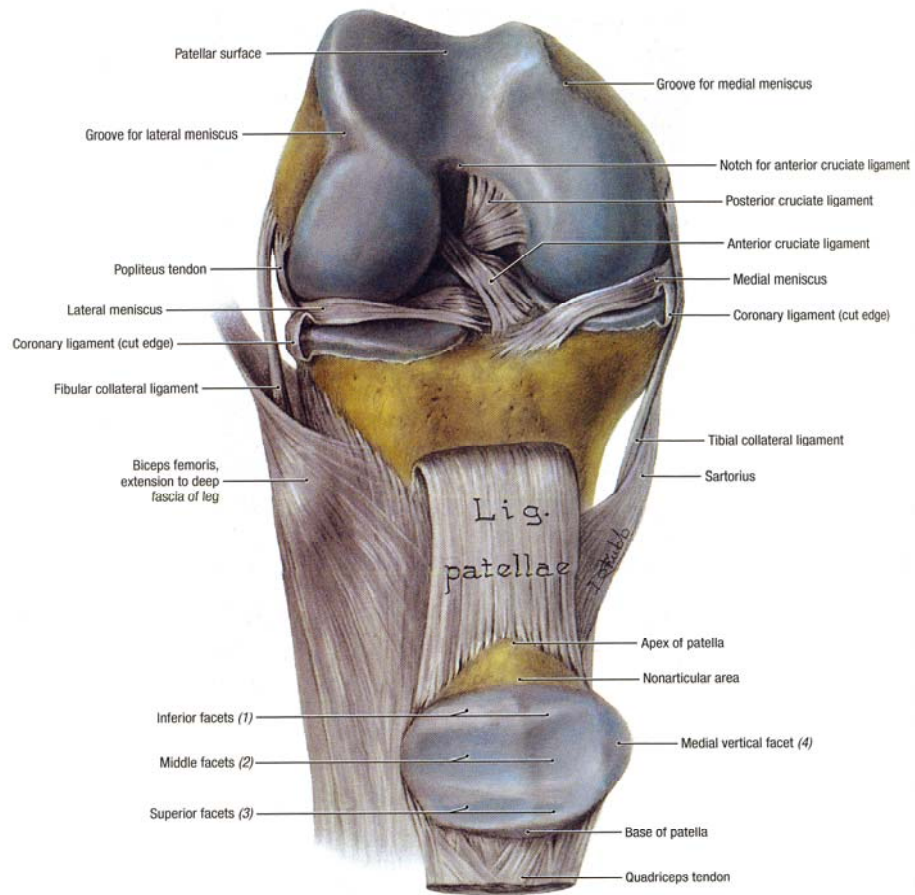
เกาะอยู่ระหว่างมุมด้านหลังของกระดูกทibia กับผิวข้อด้านนอกของ medial femoral condyle โดยทอดตัวในลักษณะไขว้กับ ACL แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหน้า ดึงเมื่องอเข่า หย่อนเมื่อเหยียดเข่า และส่วนหลัง ดึงเมื่อเหยียดเข่า หย่อนเมื่องอเข่า

### 3. Medial collateral ligament (MCL)

เกาะอยู่บริเวณ medial femoral condyle กับด้านในของกระดูกทibia ทอดอยู่ใต้ต่อ pes anserinus ส่วนหน้าของ MCL ทำหน้าที่หลักในการต้านแรงที่มากระทำกับข้อเข่าทางด้านนอกในท่า valgus ขณะเข่างอ 30 องศา และจะทำหน้าที่ร่วมกับเยื่อหุ้มข้อด้านใน เพื่อด้านการเคลื่อนไหวในท่าหมุนเข่าออกด้านนอก (external rotation)

### 4. Lateral collateral ligament (LCL)

เกาะอยู่บริเวณ lateral femoral condyle กับส่วนหัวของกระดูกฟีบูลา (head of fibula) ทำหน้าที่หลักในการต้านแรงที่มากระทำกับข้อเข่าทางด้านใน ในท่า varus ขณะเข่างอ 35 องศา นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ร่วมกับ iliotibial band และ arcuate ligament ในการต้านแรงที่มากระทำต่อข้อเข่าในท่าหมุนเข่าด้านใน (internal rotation) และมีหน้าที่สำคัญต่อความมั่นคงของข้อเข่าเมื่อ cruciate ligament ได้รับความเสียหาย



ภาพที่ 13 แสดงเอ็นยึดข้อเข่า

ที่มา : Agur and Lee (1999)

### กล้ามเนื้อ (Muscle)

กล้ามเนื้อ popliteus ที่เกาะอยู่ทางด้านหลังของข้อต่อ tibiofemoral ที่เกาะอยู่ในแนวเฉียงจากทางด้านนอกของกระดูกฟีเมอร์ทางด้านหลังมาเกาะทางด้านหน้าในของกระดูก tibia ทำหน้าที่ช่วยในการเพิ่มความมั่นคงของข้อเข่าเมื่ออยู่ในท่าเหยียดเข่า

ชำระรัตน์ (2545) กล่าวถึง องค์ประกอบภายในข้อเข่า ดังนี้

1. กระดูกอ่อนผิวข้อ (articular cartilage) คือเนื้อเยื่อที่หุ้มปลายกระดูกของข้อ กระดูกอ่อนนี้มีชื่อทางการแพทย์ว่าเป็น hyaline cartilage เพราะมีลักษณะคล้ายแก้ว เนื้อเยื่อชนิดนี้เป็นเนื้อเยื่อที่ปราศจากหลอดเลือด หลอดน้ำเหลือง และเส้นประสาท มีเซลล์ (chondrocytes) จำนวนน้อยฝังอยู่อย่างมีระเบียบในเนื้อพื้น สาเหตุสำคัญที่ทำให้กระดูกอ่อนผิวข้อมีลักษณะคล้ายแก้ว ก็คือน้ำซึ่งเป็นส่วนประกอบประมาณ 70 – 80 % ของเนื้อพื้นส่วนประกอบที่เหลือเป็นเส้นใยคอลลาเจน และโปรตีนที่เรียกว่า proteoglycan ส่วนประกอบสองอย่างหลังนี้ ให้ทั้งความแข็งแรง และความยืดหยุ่นต่อกระดูกอ่อนผิวข้อ โดยเฉลี่ยแล้วกระดูกชนิดนี้มีความหนาประมาณ 2 – 4 มิลลิเมตร เซลล์กระดูกอ่อนได้รับทั้งสารอาหาร และออกซิเจนได้ค่อนข้างยาก เพราะปัจจัยเหล่านี้ต้องซึมผ่านเนื้อเยื่อพื้นเข้ามาจากน้ำไขข้อ ในปัจจุบันเป็นที่เชื่อกันว่าอัตราการซึมผ่านดังกล่าวจะดีขึ้นถ้ากระดูกอ่อนได้รับแรงกดเป็นช่วงๆ เช่น ในเวลาเดิน หรือเวลาขยับข้อ การยืดข้อไว้ไม่ให้ขยับอย่างเช่น การใส่เฝือกเป็นเวลานานจะทำให้กระดูกอ่อนผิวข้อเสื่อมลง

ผิวของกระดูกอ่อนผิวข้อนี้ลื่น และเรียบมาก แรงต้านทานการขยับของข้อจากความเสียดทาน (friction) มีน้อยมากที่เป็นเช่นนี้ได้ก็เพราะมีระบบหล่อลื่น (lubrication) ที่ยอดเยี่ยมช่วยอยู่น้ำไขข้อมีส่วนสำคัญในการหล่อลื่นนี้

2. เยื่อหุ้มข้อ (synovial membrane) คือเยื่อหุ้มด้านในของเปลือกหุ้มข้อ และส่วนของกระดูกที่อยู่ในขอบเขตของเปลือกหุ้มข้อ แต่ไม่ได้มีกระดูกอ่อนมาปกคลุม เยื่อหุ้มข้อนี้แบ่งออกเป็น 2 ชั้น ส่วนที่อยู่ผิวเป็นเซลล์บุ (synovial lining cells) ส่วนที่ลึกลงมาเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน(connective tissue) ซึ่งมีเนื้อพื้นประกอบด้วยใย collagen และสารเนื้อพื้น (ground substance) มีหลอดเลือด หลอดน้ำเหลือง ไขมัน เส้นประสาท และเซลล์ต่างๆ หลายชนิด ส่วนลึกสุดของเยื่อหุ้มข้อๆ เปลี่ยนลักษณะไปเป็นเปลือกหุ้มข้อ เพราะฉะนั้น เขตระหว่างเยื่อหุ้มข้อกับเปลือกหุ้มข้อจึงไม่ชัดเจนโดยรวมแล้วเยื่อหุ้มข้อมีหน้าที่หลักๆ คือการควบคุมความเข้มข้นของสารต่างๆ ภายในข้อ และการนำเอาอาหาร และออกซิเจนจากเลือดเข้ามาในไขข้อ ส่วนผสมของน้ำไขข้อนี้มีความสำคัญมากในการดำเนินชีวิตของ chondrocytes ในกระดูกอ่อนผิวข้อ

3. น้ำไขข้อ (synovial fluid) อยู่บริเวณช่องว่างของข้อซึ่งที่จริงแล้วเป็นเพียงช่องว่างซ่อนแฝง (potential space) น้ำไขข้อจึงเป็นเพียงสารเหลวที่เป็นฟิล์มบางเคลือบกระดูกอ่อนผิวข้อ

ปริมาณของสารเหล่านี้ในภาวะปกติจะมีไม่มากพอที่จะใช้เข็มดูดออกมาได้ ส่วนประกอบของสารเหล่านี้ส่วนใหญ่จะเป็นสิ่งที่กรอง (filtrates) จากเลือดที่ผ่านหลอดเลือดฝอยในเนื้อเยื่อ และผ่านเยื่อ ขี้เข้าไปในช่องว่างของข้อ สารเหล่านี้มีบทบาท คือ

3.1 นำเอาออกซิเจน และอาหารเข้ามาในช่องว่างของข้อ สารเหล่านี้จะซึมไปในเนื้อเยื่อพื้นของกระดูกอ่อนผิวข้อเพื่อเลี้ยง chondrocytes อีกทางหนึ่ง ในทางกลับกันของเสียจากเซลล์เหล่านี้ ก็ซึมสวนทางกลับเข้าไปในหลอดเลือด หรือหลอดน้ำเหลืองที่อยู่ในเยื่อข้อ

3.2 ช่วยหล่อลื่นข้อ สารในน้ำไขข้อที่ผลิตโดยเยื่อข้อเองคือ lubricin และ hyaluronate มีส่วนช่วยให้สัมประสิทธิ์การเสียดทาน (friction coefficient) ในข้อต่ำลงอย่างมาก

3.3 ช่วยให้ข้อมั่นคงขึ้น การที่มีสารเหลวเป็นฟิล์มบางๆ คั่นระหว่างผิวสองผิวที่ประกบกันทำให้เกิดแรงดึงดูดไม่ให้ผิวนี้แยกออกจากกันโดยขัดขวางการขยับไปทางด้านข้างตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเกี่ยวกับการดึงดูดของฟิล์มของสารเหล่านี้คือ กระจกเปียกๆสองแผ่นประกบกัน ซึ่งสามารถเลื่อนไปมาได้ง่าย แต่จะแยกจากกันนั้นยากมาก

4. เปลือกหุ้มข้อ (capsule) จะมีเนื้อเยื่อเส้นใยที่ยึดกระดูกที่เป็นส่วนประกอบของข้อให้อยู่ด้วยกัน และแยกส่วนที่เป็นข้อออกจากส่วนที่อยู่นอกข้อ

5. เอ็นยึดข้อ (ligament) เอ็นยึดข้อเป็นเนื้อเยื่อเส้นใยที่เชื่อมระหว่างกระดูกสองชิ้นที่มาประกบกันเป็นข้อต่อเพื่อระงับกระดูกเข้าด้วยกัน นอกจากเส้นเอ็นยึดข้อแล้ว กล้ามเนื้อ และเอ็นกล้ามเนื้อที่ทอดผ่านข้อก็มีส่วนเพิ่มความมั่นคงให้แก่ข้อด้วย

6. หมอนรองเข่า (meniscus) จัดว่าเป็นกระดูกอ่อนชนิด fibrocartilage ซึ่งแทรกตัวอยู่ระหว่างผิวข้อของกระดูกต้นขา และกระดูกเข่าในข้อเข่า ทั้งด้านชิดใน (medial) และด้านชิดนอก (lateral) นี้จะมีลักษณะคล้ายดวงจันทร์ ทั้งส่วนหน้า และส่วนหลังของหมอนรองเข่าจะติดอยู่กับปลายบนของกระดูกเข่า หน้าตัดตามแนวยื่นของหมอนรองเข่า จะเป็นรูปสามเหลี่ยมซึ่งประกอบเป็นสามด้าน โดยด้านบนเป็นรูปเว้า และสัมผัสอยู่กับผิวข้อของกระดูกต้นขา ส่วนขอบด้านนอกนั้นจะยึดติดอยู่กับผนังเปลือกหุ้มข้อเข่า และจะเป็นทางให้หลอดเลือดมาเลี้ยงหมอนรองเข่าด้วย หน้าที่สำคัญของหมอนรองเข่า คือ

6.1 ช่วยเสริมความมั่นคงแข็งแรงของข้อเข่า โดยทำให้ผิวข้อของกระดูกต้นขา และกระดูกเข่าเข้ากันได้ดีขึ้น

6.2 ช่วยลดแรงที่มายังข้อเข่าจากการลงน้ำหนัก

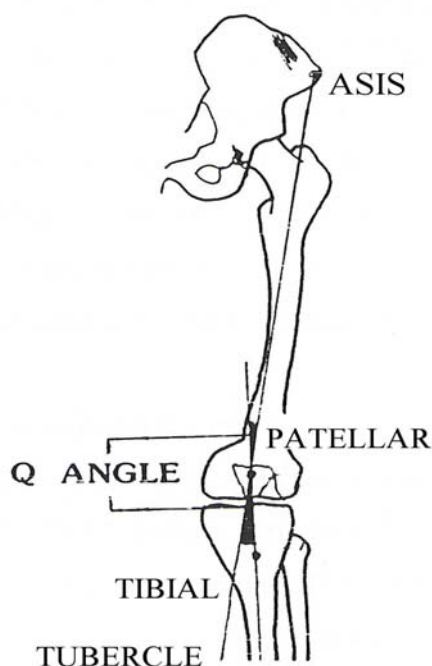
6.3 ช่วยลดแรงที่มายังข้อ ทำให้เซลล์กระดูกอ่อนของข้อเข่าได้รับอาหารอย่างทั่วถึง

6.4 ช่วยให้การเคลื่อนไหวของกระดูกเข่า และกระดูกต้นขาในการงอ และเหยียด เป็นไปด้วยความราบเรียบ

6.5 ช่วยลดแรงกดดันต่อเซลล์ของกระดูกอ่อนผิวข้อ โดยพบว่าจะช่วยรับแรงได้ถึงประมาณ 50 % ในทำขึ้น

### มุมควอดไตร์เซ็ปส์

แนวการวางตัวของกระดูกทั้ง 3 ชิ้น เมื่อพิจารณาทางด้านหน้าจะพบมุม มุมหนึ่งที่สามารถใช้บอกแนวการวางกระดูกสะบ้าที่เกิดจากแนวแรงดึงของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ โดยเทียบกับแนวการวางตัวของกระดูกฟีเมอร์และกระดูกทibia มุมดังกล่าวนี้เรียกว่า “มุมควอดไตร์เซ็ปส์” (Quadriceps angle หรือ Q-angle) มุมนี้เกิดจากการตัดกันของเส้นสมมติ 2 เส้นคือเส้นที่ลากจากปุ่มกระดูกสะโพกทางด้านหน้า ที่เรียกว่า ปุ่มกระดูกด้านหน้าของกระดูกเชิงกราน (anterior superior iliac spine หรือ ASIS) ไปยังกึ่งกลางกระดูกสะบ้า อีกเส้นหนึ่งลากจากกึ่งกลางกระดูกสะบ้า (mid patella) ไปที่ปุ่มทางด้านหน้าของกระดูกทibia (tibial tubercle) จะพบว่าทั้งสองเส้นนี้ทำมุมกันที่ตำแหน่ง กึ่งกลางของกระดูกสะบ้า (mid patellar) ซึ่งในทางคลินิกใช้เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญเกี่ยวกับตำแหน่ง การวางตัวของกระดูกสะบ้า ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แสดงภาพการเกิดมุมควอดไตร์เซ็ปส์

ที่มา : Schulthies *et al.* (1995)

จากที่กล่าวมาแล้วว่ามุมควอดไคร์เซ็ปส์เป็นมุมที่ใช้ในการบอกแนวการวางตัวของกระดูกสะบ้าได้ วิธีการที่จะวัดแนวการวางตัวที่เบี่ยงเบนไปนั้น สามารถทำได้โดยการใช้อุปกรณ์การวัดคือ โคนิโอมิเตอร์ (goniometer) ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

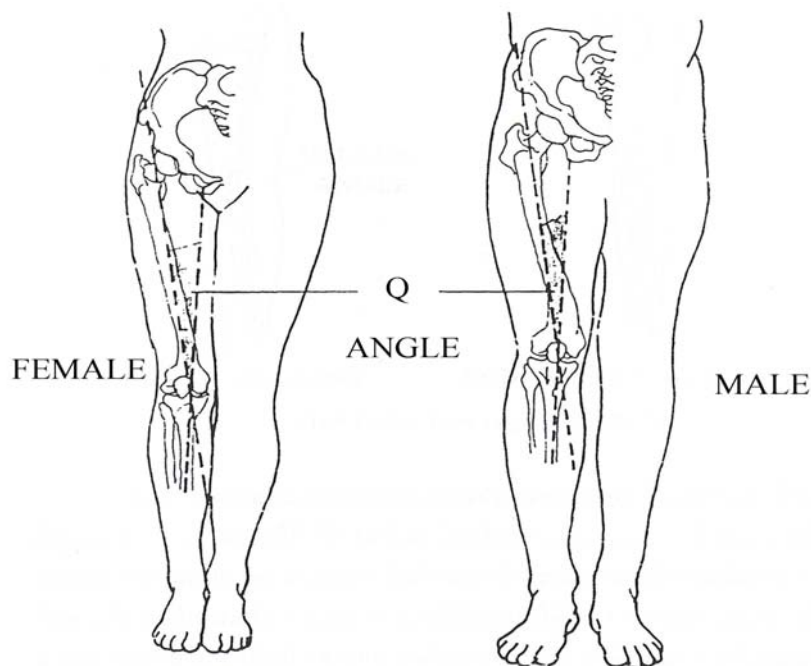
1. stationary arm เป็นแกนที่อยู่นิ่ง ใช้เป็นแกนอ้างอิงขณะทำการวัด
2. movable arm เป็นแขนที่เคลื่อนไหวไปตามแนวแกนของกระดูกที่เคลื่อนไหวเพื่อใช้บอกค่าองศา
3. axis และ standard scale เป็นจุดหมุนที่มีค่าองศาไว้สำหรับอ่านค่าองศาที่ได้จากการเคลื่อนไหวไปของ movable arm

ในการวัดมุมควอดไคร์เซ็ปส์ที่เกิดจากเส้นสมมติ 2 เส้น ที่ตัดกันที่ตำแหน่งกึ่งกลางกระดูกสะบ้า (mid patella) นั้น ให้นำ โคนิโอมิเตอร์ (goniometer) มาวางตามตำแหน่งอ้างอิงต่าง ๆ ดังนี้ คือ axis และ standard scale วางบนตำแหน่งกึ่งกลางกระดูกสะบ้า (mid patella) ส่วน stationary arm วางขนานกับแนวเส้นสมมติเส้นที่ 1 (ลากจาก ASIS มาที่ mid patella) และวาง movable arm ขนานกับเส้นสมมติเส้นที่ 2 (ลากจาก mid patella ไปที่ tibial tubercle) แล้วอ่านค่าองศาของมุมที่ได้จาก standard scale ซึ่งได้มีผู้ทำการศึกษาดัง reliability ของการใช้ goniometer ด้วยการทดสอบ intrareliability และ interreliability โดยการให้นักศึกษาถ่ายภาพขาข้างที่ได้อ่านและรับการฝึกใช้ goniometer แล้วจำนวน 40 คน ทำการวัดข้อต่อต่าง ๆ ด้วย goniometer และให้นักศึกษาแต่ละคนทำการวัดมุมของข้อต่อเดิม ซ้ำหลายครั้งใน หนึ่ง วัน ทำการศึกษาเป็นเวลา สองสัปดาห์ พบว่า reliability ของ intrareliability มากกว่า interreliability รวมทั้งได้ค่าผิดพลาดที่น้อยกว่า interreliability อีกด้วย (Boone *et al.*, 1978 ; Mayerson and Milano ,1984)

ค่าปกติของมุมควอดไคร์เซ็ปส์ในผู้ชายจะอยู่ระหว่าง 10-14 องศา ส่วนผู้หญิงมีค่า 14-17 องศา ซึ่งจะเห็นว่าผู้หญิงจะมีค่ามุมควอดไคร์เซ็ปส์มากกว่าผู้ชายและถูกกระทบได้บ่อยกว่าอันเนื่องมาจากมีปัญหาของ patellofemoral joint เพราะผู้หญิงมีความกว้างของกระดูกอุ้งเชิงกรานที่มากกว่า มีกระดูกฟีเมอร์สั้นกว่าหรือคอคของกระดูกฟีเมอร์จะหมุนออกไปทางด้านหน้า (anteversion) ในการศึกษาพบว่า ในภาวะที่มีความผิดปกติของ patellofemoral joint จะพบความ

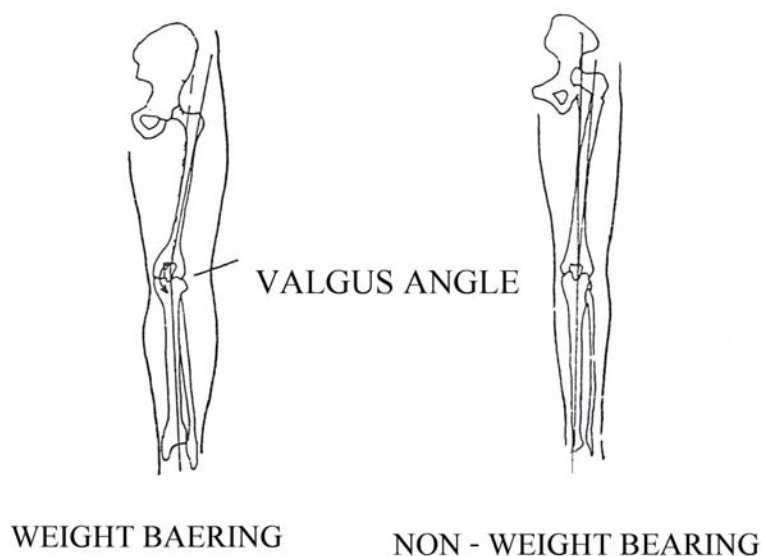
ผิดปกติร่วมของมุมควอดไตร์เซ็ปส์ คือ มุมควอดไตร์เซ็ปส์ มีค่ามากกว่า 15 องศา ในผู้ชายและ 20 องศา ในผู้หญิง (Lathinghouse and Trimble, 2000) จากการศึกษาที่ผ่านมายังพบอีกว่า มุมควอดไตร์เซ็ปส์ ในผู้ชายที่มีค่ามากกว่า 15 องศา และในผู้หญิงที่มีค่ามากกว่า 20 องศา ซึ่งพบจะพบการเกิดพยาธิสภาพของ patellofemoral joint (Hooper *et al.*, 2001)

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ค่ามุมควอดไตร์เซ็ปส์ที่รายงานไว้นั้นขึ้นกับปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายปัจจัย โดย Olerud and Berg (1984) ได้ทำการศึกษาคำแหน่งของเท้า (foot position) ขณะยืนลงน้ำหนักแบบต่าง ๆ โดยให้ผู้ถูกวัดยืน สี่แบบ คือ หมุนขาเข้าด้านใน (internal rotation of lower limb) หมุนขาออกด้านนอก (external rotation of lower limb) ยื่นคว่ำฝ่าเท้า (pronation of subtalar joint) ยื่นหงายฝ่าเท้า (supination of subtalar joint) พบว่ามุมควอดไตร์เซ็ปส์ที่วัดได้เปลี่ยนแปลงไปตาม ที่ยื่น โดยมุมควอดไตร์เซ็ปส์จะเพิ่มขึ้นเมื่อยื่นหมุนขาเข้าและคว่ำฝ่าเท้า เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งปุ่มทางด้านหน้าของกระดูกทิวเบีย (tibial tubercle) ทำให้แนวของเส้นสมมุติที่สองเปลี่ยนแปลงไป Guerra *et al.* (1994); Klingman *et al.* (1997) เพราะเมื่อคว่ำฝ่าเท้ามาก ๆ (excessive pronation) ที่ subtalar joint จะเหนี่ยวนำให้เกิด internal rotation ของกระดูกทิวเบีย ร่วมกับกระดูกฟีเมอร์เนื่องจากกระดูกทั้งสองชิ้นนี้เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ทำให้เมื่อกระดูกชิ้นหนึ่งมีการบิดตัวอีกชิ้นหนึ่งก็จะบิดตัวตามไปด้วย เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า compensatory internal rotation of femur (CIRF) กล่าวโดย (Tiberio, 1987) นอกจากนี้ยังมีผู้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยของเพศที่มีผลต่อมุมควอดไตร์เซ็ปส์โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของความแตกต่างของกระดูกเชิงกราน และความยาวของกระดูกขา ของทั้งสองเพศว่ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของมุมควอดไตร์เซ็ปส์ อย่างไร Horton and Hall (1989) พบว่าเพศหญิงจะมีค่ามุมที่มากกว่าเพศชาย ดังภาพที่ 15 เป็นเช่นนี้เพราะตำแหน่งอ้างอิง ASIS เป็นส่วนหนึ่งของกระดูกเชิงกราน เมื่อกระดูกเชิงกรานกว้าง ASIS ก็จะต้องเอียงออกไปทางด้านนอกมากขึ้น ทำให้ขณะยืนลงน้ำหนัก เท้าจะต้องปรับเพื่อให้อยู่ใน neutral position ขาจึงเกิด internal rotation ขึ้น



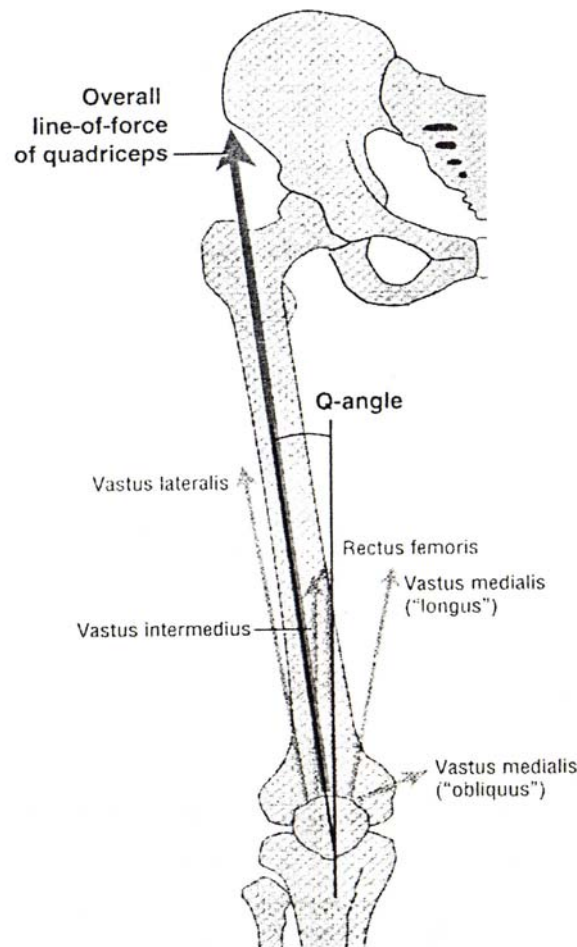
ภาพที่ 15 แสดงผลของความกว้างของกระดูกเชิงกรานที่มีต่อมุมควอด ไดรเซ็ปส์  
ที่มา : Tiberio (1987)

ต่อมาในปี Woodland and Francis (1992) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของท่าที่ใช้ในการวัด มุมควอด ไดรเซ็ปส์ โดยเลือกเปรียบเทียบท่าที่ใช้ 2 ท่า คือ ท่านอนหงาย กับท่ายืนตรง และได้ผลว่า ในท่ายืนตรงจะได้ค่ามุมควอด ไดรเซ็ปส์ที่มากกว่า ท่านอนหงาย เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของ knee valgus angle ที่เกิดจากการลงน้ำหนัก ดังภาพที่ 16 ซึ่งไปทำให้เกิด internal rotation ของขา แต่ในการศึกษารุ่นนี้ ทั้งสองท่านไม่ได้กำหนดท่าทางของข้อสะโพกและข้อเท้า ให้อยู่ในท่าใดขณะทำการวัด จึงยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนว่า การวัดในท่านอนหงายกับท่ายืนนั้นให้ค่าองศาของ มุมควอด ไดรเซ็ปส์ที่แตกต่างกันจริง



ภาพที่ 16 แสดง Knee valgus angle ขณะยืน  
ที่มา : Woodland and Francis (1992)

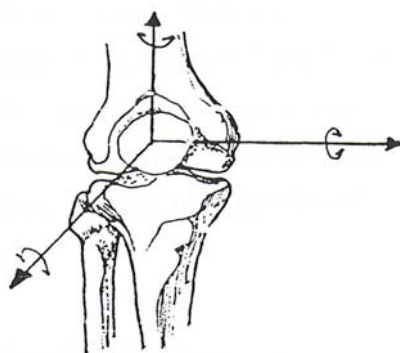
Guerra *et al.* (1994) ว่าการทำงานของกล้ามเนื้อควอดไตรเซ็ปส์น่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของมุมควอดไตรเซ็ปส์ จึงได้ทำการศึกษาโดยเลือกวัดมุมควอดไตรเซ็ปส์ในท่ายืนตามปกติ กับท่ายืนที่มีการเกร็งของกล้ามเนื้อควอดไตรเซ็ปส์ และการเคลื่อนไหวของลำตัวขณะทำการวัดว่าจะมีผลต่อมุมควอดไตรเซ็ปส์หรือไม่อย่างไร พบว่าการเกร็งควอดไตรเซ็ปส์จะทำให้ค่ามุมควอดไตรเซ็ปส์ที่ได้ลดลง เนื่องจากสะบ้าเคลื่อนออกทางด้านนอก และขึ้นไปทางด้านบนตามการหดตัวของกล้ามเนื้อควอดไตรเซ็ปส์ ทำให้สะบ้าเข้าใกล้เส้นสมมติเส้นที่ 1 มากขึ้น ดังภาพที่ 17 ส่วนการเคลื่อนไหวลำตัวขณะวัดนั้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของมุมควอดไตรเซ็ปส์ นอกจากนั้นได้เสนอว่า ก่อนทำการวัดควรจัดท่าให้ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า อยู่ในท่าตรง (neutral position) เพราะจะทำให้ค่ามุมควอดไตรเซ็ปส์ที่ได้ไม่แตกต่างกัน และเป็นการจำกัดปัจจัยที่อาจไปมีผลต่อค่า มุมควอดไตรเซ็ปส์อีกด้วย



ภาพที่ 17 แสดงผลของการหดตัวของกล้ามเนื้อควอดริเซ็ปส์ ต่อการเคลื่อนของกระดูกสะบ้า ↑  
 = แนวแรงดึงของกล้ามเนื้อ  
 ที่มา : Neumann (2002)

การบอกตำแหน่งการวางตัวของสะบ้าอย่างง่าย ด้วยการใช้โกนิโอมิเตอร์ (goniometer) นั้น เป็นวิธีที่นิยมใช้ในทางคลินิก ซึ่ง Fitzgerald and McClure (1995); Tomish *et al.* (1996) ได้ทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของการวัดแนวการวางตัวของสะบ้าด้วยโกนิโอมิเตอร์ (goniometer) ในทางคลินิกพบว่าสามารถเชื่อถือได้ แต่ต้องมีการควบคุมปัจจัยที่อาจไปมีผลต่อค่ามุมที่จะได้ นั่นคือ ความชำนาญของผู้วัดในด้านทักษะการเลือกตำแหน่งอ้างอิงเพื่อวางอุปกรณ์ขณะวัด และการอ่านค่ามุมที่ได้จากอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน แนวทางการแก้ไขคือ ในการวัดทุกครั้งควรเป็นผู้วัดคนเดิม เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้

นอกจากการวัดมุมควอดไตร์เซ็ปส์ด้วยโกนิโอมิเตอร์ (goniometer) แล้ว ยังมีผู้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการวัดมุม ด้วยการสร้างภาพจำลองทิศทางของแรงดึงของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ ทั้งสี่มัด โดยแสดงแรงลัพท์ที่เกิดขึ้นที่เอ็นกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ที่พาดผ่านกระดูกสะบ้าโดย Schulthies *et al.*(1995) พบว่าแนวแรงลัพท์ของกล้ามเนื้อกับแนวเส้นสมมติเส้นที่ 1 ที่ลากจาก ASIS ไปที่ mid patella นั้น ทับกันพอดีเหมือนเป็นเส้นเดียวกัน และยังพบว่าหากกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์มีความแข็งแรงมาก แรงลัพท์ที่ดึงกระดูกสะบ้า ก็จะออกไปทางด้านนอกมากขึ้น ค่ามุมควอดไตร์เซ็ปส์ ที่วัดได้จะลดลง ดังภาพที่ 18 รวมทั้งยังมีการวัดมุมควอดไตร์เซ็ปส์ จากการนำภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์มาใช้ Aglietti *et al.*, 1983; Ando *et al.*, 1993; Chao *et al.*(1994) ที่นำไปใช้ในการยืนยันการวินิจฉัยผู้ที่มีการเลื่อนหลุดของสะบ้า และในผู้ที่มีอาการเจ็บข้อเข่าทางด้านหน้าโดยจะสามารถนำไปใช้ประกอบการตรวจวินิจฉัยทางกายภาพอื่น ๆ ได้ หรือใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อประกอบการพิจารณาการผ่าตัดแก้ไขความผิดปกติของสะบ้า ของแพทย์ และการเลือกกายอุปกรณ์เสริมเพื่อป้องกัน แก้ไขความผิดปกติของสะบ้าของนักกายภาพบำบัด รวมทั้งยังสามารถนำไปใช้ประเมินผลการรักษาที่ให้และ ใช้ทำนายแนวโน้มความผิดปกติของกระดูกสะบ้า ที่อาจเกิดขึ้นได้อีกด้วย



ภาพที่ 18 แสดงแนวแรงดึงของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ทั้ง 4 มัด

ที่มา : Schulthies *et al.* (1995)

### ความผิดปกติที่พบบริเวณข้อเข่าที่มาจากมุมควอดไตร์เซ็ปส์ที่สูงขึ้นและต่ำลง

เนื่องจากข้อเข่าเป็นข้อต่อที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักของร่างกาย ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติและการบาดเจ็บมากกว่าข้อต่ออื่นๆ ความผิดปกติที่พบบริเวณข้อเข่า (เจริญ , 2535; Schulthies *et al.*, 1995) ได้แก่

1. การเคลื่อนหลุดของกระดูกสะบ้า ส่วนใหญ่จะเคลื่อนหลุดออกทางด้านนอก สาเหตุเกิดเนื่องจากการหดรั้งของ iliotibial tract และ/หรือ lateral patellar retinaculum เอ็นยึดข้อทางด้านใน และ/หรือ medial patellar retinaculum หย่อนตัวมากกว่าปกติ หรือเกิดจากโครงสร้างของข้อเข่ามีลักษณะผิดปกติ เช่น กระดูกสะบ้ามีขนาดเล็กกว่าปกติ กระดูกสะบ้าลอยอยู่สูงกว่าปกติ (patella alta), knock knee, quadriceps angle สูงมากกว่าปกติ, มีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ vastus medialis oblique เป็นต้น จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้นทำให้กระดูกสะบ้าเคลื่อนหลุดออกทางด้านนอกได้ง่าย (Neumann, 2002)

2. Chondromalacia patellae เกิดจากกระดูกอ่อนผิวข้อของกระดูกสะบ้า เกิดการสึกกร่อนและนูนตัวลงโดยไม่ทราบสาเหตุ (สมชัย และคณะ, 2544) มักเริ่มเป็นที่ตรงกลางของกระดูกอ่อน ต่อมาจึงลามออกมาทั้งสองด้านของผิว femoral condyle อาการที่พบบ่อย คือ อาการปวดบริเวณกระดูกสะบ้า เมื่อมีการเคลื่อนไหวของข้อเข่า เช่น การเดินขึ้นลงบันไดหรืออาจเกิดอาการปวดเมื่อยข้อเข่าอยู่ในท่างอเป็นระยะเวลานาน (วรวิทย์, 2546) มักพบบ่อยในวัยหนุ่มสาว ส่วนมากผู้ที่ป่วยโรคนี้ อาการมักหายได้เอง แต่บางรายอาการจะมากขึ้นจนกระทั่งกระดูกอ่อนผิวข้อถูกทำลายจนถึงระยะข้อเข่าเสื่อม (osteoarthritis) (Neumann, 2002)

3. Osteoarthritis (OA) knee หรือข้อเข่าเสื่อม โดยปกติผิวข้อของข้อเข่าจะเสื่อมสภาพตามอายุขัยการสึกของผิวข้อส่วนที่รับน้ำหนักจะทำให้มีอาการปวด ในระยะแรกจะมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าและอาจมีอาการปวดในกระดูก เนื่องจากเส้นเลือดในกระดูกส่วนที่อยู่ใต้ต่อผิวข้อมีการขยายตัว ซึ่งอาการมักเกิดขึ้นในตอนเช้าหรือภายหลังที่อยู่ในอิริยาบถใด อิริยาบถหนึ่งเป็นเวลานาน นอกจากนี้ยังมีความรู้สึกขัดในข้อหรือข้อฝืด อาการจะหายไปเมื่อเริ่มมีการเคลื่อนไหว ในรายที่มีอาการเสื่อมรุนแรง อาการปวดเกิดขึ้นตลอดเวลาและรุนแรงขึ้นเมื่อยืนหรือเดิน และมีการผิดรูปของข้อเข่า ที่พบส่วนใหญ่คือ ข้อเข่ามักจะโก่งออกหรือเรียกว่า genu varum

4. Genu valgum เป็นความผิดปกติที่มุม medial tibiofemoral มีค่ามากกว่า 195 องศาหรือถ้า วัดทางด้าน ด้านนอกมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 165 องศา ทำให้เข่าทั้งสองข้างชิดกันในขณะที่เข่า แยกจากกัน เป็นผลให้เกิดแรงอัดทางด้าน lateral condyle มากขึ้น และเกิดแรงดึงทางด้านในมากขึ้น (ลลิตา, 2544)

5. Genu varum เป็นความผิดปกติที่มุม medial tibiofemoral มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 180 องศา หรือถ้าวัดทางด้านนอกมีค่ามากกว่า 180 องศา ทำให้เข่าทั้งสองข้างแยกจากกันเมื่อเท้าอยู่ชิด กัน เป็นผลให้เกิดแรงอัดทางด้านในของ condyle มากขึ้น และเกิดแรงดึงทางด้านนอกมากขึ้น (ลลิตา, 2544)

### วิธีการตรวจข้อเข่าและการตรวจข้อเข่าแบบพิเศษ

#### วิธีการตรวจข้อเข่า

ขั้นตอนของการตรวจควรเริ่มจากท่ายืน เดิน นั่ง และนอนตามลำดับ เพื่อให้สามารถ มองเห็นขาได้ตลอด เติงที่ใช้ในการตรวจควรสูงประมาณ 50-60 เซนติเมตร เมื่อนั่งห้อยขาข้าง เติงแล้วเท้าจะลอยจากพื้นเล็กน้อย และควรตั้งเติงห่างจากผนังอย่างน้อย 2 ฟุต ควรตรวจข้อเข่า ทั้งสองข้างเปรียบเทียบกันเสมอ โดยตรวจข้อเข่าข้างปกติก่อนเพื่อให้ทราบลักษณะที่ปกติ

การตรวจในท่านอน ให้ผู้ป่วยนอนหงายเหยียดขาตามสบายทั้งสองข้าง ก่อนที่จะทำการ ตรวจบริเวณข้อเข่าควรสังเกตลักษณะต่างๆ ไปของรยางค์ส่วนล่าง (lower extremity) ทั้งหมดก่อน (ก่องู๋ และปรีชา, 2536) และในการตรวจข้อเข่า โดย เจริญ (2535) กล่าวถึง วิธีการตรวจ ดังนี้

#### 1. การดู (inspection)

1.1 ลักษณะข้อเข่า ให้สังเกตลักษณะตำแหน่งและจุดสำคัญทางกายวิภาคบริเวณข้อเข่า ที่เด่นๆ คือ กระดูกสะบ้า, เอ็นของกล้ามเนื้อ quadriceps, รอยนูนของกล้ามเนื้อ vastus medialis, rectus femoris, vastus lateralis, patellar ligament, medial และ lateral condyle ของกระดูกฟีเมอร์,

tibial plateau, tibial tubercle, tibial flare, ส่วนหัวของกระดูกฟีบูลา (head of fibula), medial และ lateral joint line ให้ดูเปรียบเทียบทั้งสองข้างว่าเหมือนกันหรือไม่

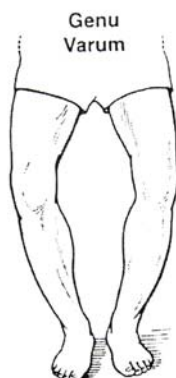
1.2 การบวม ให้สังเกตลักษณะของข้อเข่าว่าบวมหรือไม่ ถ้ามีบวมที่ไหน เช่น บวมที่ suprapatellar pouch ด้านข้างของ patellar ligament การบวมของข้อเข่าย่อมแสดงให้เห็นว่ามีพยาธิสภาพเกิดขึ้นภายในข้อเข่าเสมอ โรคที่พบว่ามักทำให้มีการบวมของข้อเข่าคือ การอักเสบติดเชื้อ, ข้ออักเสบรูมาตอยด์, เยื่อข้ออักเสบที่เกิดร่วมกับโรคข้อเสื่อม, Reiter's syndrome, โรคกระดูกอ่อนอักเสบที่มีเยื่อข้ออักเสบร่วมด้วย, ankylosing spondylitis ที่เกิดขึ้นกับข้อเข่า, โรคเก๊าท์, และโรคเก๊าท์เทียม เป็นต้น

1.3 สีผิวหนัง ให้สังเกตว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสีผิวหรือไม่ เช่น มีรอยฟกช้ำดำเขียวซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของการได้รับอุบัติเหตุอันตราย เช่น กระดูกสะบ้าถูกระแทกจะมีรอยฟกช้ำบริเวณผิวหนังที่คลุมกระดูกนี้ ถ้ากระดูกสะบ้าแตก หรือหักอาจมองเห็นร่องรอยแยกของกระดูกที่หัก เป็นต้น สีของผิวหนังทางด้านของข้อเข่า เช่น มีสีแดง อาจเกิดจากการติดเชื้อเป็นลักษณะของการอักเสบค่อนข้างรุนแรง หรืออาจมีสาเหตุมาจากเชื้อหุ้มข้ออักเสบก็ได้

1.4 ขนาดของกล้ามเนื้อ ให้สังเกตลักษณะกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าโดยเฉพาะกล้ามเนื้อ quadriceps, hamstrings, gastrocnemius และ soleus มีการลีบเล็กลงหรือไม่ เมื่อเปรียบเทียบกันสองข้าง

1.5 ความพิการผิดรูป ของข้อเข่ามีได้หลายรูปแบบ ที่พบได้บ่อยคือ

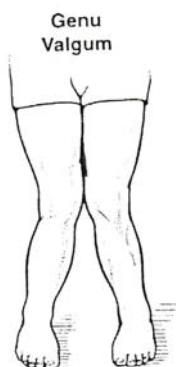
1.5.1 varus deformity หรือ bow leg หรือ genu varum คือเข่าโค้งออกนอก ดังภาพที่ 19 ในคนปกติ ถ้าลากเส้นจาก anterior superior iliac spine ไปยังนิ้วเท้าที่ที่สองในท่าเหยียดขา เส้นนี้จะผ่านจุดกลางของกระดูกสะบ้า ถ้าหากว่ามี bow leg หรือ genu varum ข้อเข่าจะอยู่นอกเส้นนี้ไปทางด้านนอก (lateral)



ภาพที่ 19 แสดง varus deformity หรือ bow leg หรือ genu varum

ที่มา : Hamill and Knutzen (1995)

1.5.2 valgus deformity หรือ knock knee หรือ genu valgum ความพิการผิดรูปในลักษณะเช่นนี้เกิดจากข้อเข่าโค้งงอเข้าด้านใน ดังภาพที่ 20 กว่าเส้นสมมุติที่กล่าวใน genu varum ถือเป็นความพิการผิดรูปที่กลับกัน ความผิดปกติเช่นนี้จะพบได้ในคนที่เป็นโรคกระดูกอ่อน (rickets, osteomalacia)



ภาพที่ 20 แสดง valgus deformity หรือ knock knee หรือ genu valgum

ที่มา : Hamill and Knutzen (1995)

## 2. การคลำ (palpation)

การคลำทำให้ได้ข้อมูลการตรวจที่ละเอียดยิ่งขึ้น สิ่งที่ต้องกระทำทั้งในท่าอและเหยียดเข่า คือ ตำแหน่งและจุดกายวิภาคที่สำคัญ โดยการคลำสัมผัสตำแหน่งต่างๆ ที่มองเห็นตามบริเวณข้อเข่า

2.1 การคลำกระดูกสะบ้า ดังภาพที่ 21 เพื่อให้ทราบลักษณะ ขอบเขต ขนาด โดยการจับขอบของกระดูกสะบ้าแล้วเคลื่อนดูว่ามีการเคลื่อนไหวได้มากน้อยเพียงใด ทั้งทางด้านบนด้านล่าง ด้านนอกและด้านใน มีการเจ็บปวดขณะทำการเคลื่อนไหวหรือไม่ ในกรณีที่มีการแตกหักของกระดูกสะบ้า อาจคลำได้ช่องว่างระหว่างรอยแตกหรือหัก ถ้ากระดูกแตกเป็นชิ้นละเอียดจะคลำได้กระดูกหลายชิ้น



ภาพที่ 21 แสดงการคลำกระดูกสะบ้า

ที่มา : เจริญ (2535)

2.2 การคลำ patellar ligament เพื่อเปรียบเทียบขนาดของทั้งสองข้าง จับเคลื่อนดูว่ามีอาการปวดหรือไม่ โดยคลำร่องระหว่างขอบในของ patellar ligament กับ medial condyle ของกระดูกต้นขา จะเป็นตำแหน่งของก้อนไขมัน ขอบนอกของ patellar ligament กับ lateral condyle ของกระดูกฟีเมอร์ ก็จะเป็นตำแหน่งก้อนไขมันเช่นกัน ตรวจสอบดูว่าขณะกดมีอาการปวดหรือไม่ โดยเฉพาะในรายที่มีประวัติได้รับอันตราย ต่ำลงมาเป็น tibial tubercle ซึ่งเป็นที่ยึดเกาะของ patellar ligament ในรายที่มีขนาดโตขึ้นเนื่องจากโรค Osgood-Schlatter ซึ่งเป็นการอักเสบของกระดูกและกระดูกอ่อน (osteochondritis) เมื่อถูกกดจะมีอาการปวด

2.3 การคลำ และกดตำแหน่งของ meniscus ที่อยู่ตรงแนวช่องของข้อ (joint line) และกดดูว่ามีอาการเจ็บปวดหรือไม่ เช่น ในรายที่มีการฉีกขาดของ meniscus อันใดอันหนึ่ง ให้คลำทั้งสองข้างเพื่อเปรียบเทียบ และจะคลำได้ดีในท่าข้อเข่า เพราะช่องของข้อเข่าจะกว้างขึ้น ถ้าเป็นซีสต์ (cyst) ของ meniscus จะคลำพบก้อนหรือ cystic mass ที่ meniscus โดยเฉพาะทางด้านนอกคือ lateral meniscus

2.4 การคลำปุ่มหัวกระดูกfibulaและต่ำลงมาจะเป็นส่วนคอของกระดูกนี้ ซึ่งเป็นตำแหน่งของประสาท common peroneal ทอดผ่านลงสู่ขาที่อ่อนล่าง

### 3. การฟัง (auscultation)

การเคลื่อนกระดูกสะบ้าไปบนผิวหน้ากระดูกฟีเมอร์ อาจได้ยินเสียงในข้อเข่า จากการเสียดสีของผิวหน้าของข้อที่ขรุขระของข้อต่อ partellofemoral เช่น ในรายที่เป็นโรคของข้อต่อผิวของข้อต่อ tibiofemoral ขรุขระจากการอักเสบ โดยเฉพาะ โรคข้อเสื่อม ข้อเข่าที่มีการฉีกขาดหรือการแตกของ meniscus หรือมีเนื้อกระดูกหลุดลอยอยู่ภายใน ขณะเคลื่อนกระดูกสะบ้าก็จะมีเสียงในข้อเข่าเช่นกัน

### 4. การวัด (measurement) วัดเพื่อให้ทราบความยาว และมุมมองของการเคลื่อนไหว

4.1 การวัดความยาวเพื่อให้ทราบความยาวของต้นขา ขาที่อ่อนปลายและความยาวตลอดทั้งหมด ในรายที่มีการทำลายของผิวข้อ และมีความผิดปกติของข้อเข่าจะทำให้ความยาวของขาสั้นลงได้ ปกติความยาวของขาทั้งสองข้างควรเท่ากันหรือแตกต่างกันไม่เกิน 1 เซนติเมตร (นงนภัส, 2544)

4.2 การวัดมุมมองการเคลื่อนไหว จะต้องวัดในท่าข้อและเหยียดข้อเข่าในแนว sagittal plane ให้เริ่มจากท่าศูนย์องศา โดยจะวัดในท่าข้อเข่าให้มีการงอข้อสะโพกเล็กน้อย ส่วนการวัดในท่าเหยียดข้อเข่าให้มีการเหยียดข้อสะโพกด้วย ทั้งนี้เพราะไม่ต้องการให้ผลจากกล้ามเนื้อที่เกาะข้ามข้อต่อมากกว่าหนึ่งข้อต่อขึ้นไปตั้งมาก จนทำให้การวัดค่าคลาดเคลื่อนไปจากความจริง ถึงแม้จะมีการหดรั้งของกล้ามเนื้อดังกล่าวเพียงเล็กน้อยก็ตาม

4.3 การวัดระยะห่างระหว่างข้อเข่าทั้งสองข้างในรายที่เป็น genu varum โดยให้ยืนลำตัวตรงเท้าทั้งสองข้างชิดกัน จะพบว่าระยะห่างระหว่างด้านในของข้อเข่ามาก ให้ทำการวัดระยะห่างระหว่างด้านในของข้อเข่า จากด้านในของข้อเข่าข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่ง ส่วนการวัดระยะห่างระหว่างเท้าทั้งสองข้างในรายที่เป็น genu valgum โดยให้ยืนลำตัวตรงหัวเข่าชิดกัน จะพบว่าระยะห่างระหว่างขอบในของเท้าทั้งสองข้าง ให้ทำการวัดระยะทางระหว่างขอบในของเท้าทั้งสอง

#### การตรวจข้อเข่าแบบพิเศษ

การตรวจข้อเข่าแบบพิเศษ (special test) มีวัตถุประสงค์เพื่อดูความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างบริเวณข้อเข่า เจริญ (2535) ประกอบด้วย

##### 1. valgus stress test เป็นการตรวจเอ็นทางด้านในของข้อเข่า การตรวจประกอบด้วย

1.1 ตรวจในท่าเข่างอ 30 องศา โดยให้ผู้ตรวจยืนทางด้านนอกของขาที่ทำการตรวจใช้มือด้านตรงข้ามกับเข่าผู้ป่วยจับที่ด้านหลังของต้นขาสูงกว่าระดับเข่าเล็กน้อยให้อยู่หนึ่งมืออีกมือจับขาท่อนปลายเหนือข้อเท้า แล้วดัดขาท่อนปลายออก ถ้าหากว่ารอยของข้อเข่าทางด้านในกว้างออกแสดงว่ามีการฉีกขาดของ medial collateral ligament ทั้งหมด การที่ต้องงอเข่า 30 องศาขึ้นเพื่อให้เอ็น posterior cruciate และ posterior capsule หย่อน ถ้าให้ข้อเข่าเหยียดเอ็นทั้งสองจะตึง

1.2 ตรวจในท่าเข่าเหยียดตรง ให้ท่าเหมือนการตรวจในท่าเข่างอ 30 องศา แต่ข้อเข่าเหยียดตรง ถ้าหากรอยข้อเข่าด้านในกว้างออก แสดงว่ามีการฉีกขาดของ medial collateral ligament posterior cruciate ligament และ posterior capsule ของข้อเข่า

##### 2. varus stress test เป็นการตรวจเอ็นทางด้านนอกของข้อเข่า การตรวจประกอบด้วย

2.1 ตรวจในท่าเข่างอ 30 องศา โดยให้ผู้ตรวจยืนทางด้านในของข้อเข่าที่จะตรวจใช้มือข้างเดียวกันกับเข่าที่จะตรวจจับที่ด้านหลังของต้นขาสูงกว่าระดับเข่าเล็กน้อยให้อยู่หนึ่งมืออีกมือจับที่ขาท่อนปลายเหนือข้อเท้าเล็กน้อยแล้วดัดขาเข้าใน ถักรอยข้อเข่าทางด้านนอกกว้างออก แสดงว่ามีการฉีกขาดของ lateral collateral ligament ของข้อเข่า

2.2 ตรวจในท่าเขยียดตรง ให้ท่าเหมือนการตรวจในท่าเข่งอ 30 องศา แต่จับให้ข้อเข่าเหยียดออก ถ้าวอยข้อทางด้านนอกกว้างออก แสดงว่ามีการฉีกขาดของ lateral collateral ligament, posterior cruciate ligament, และ posterior capsule ของข้อเข่า

นอกจากนี้ในทางคลินิกยังใช้การวัดมุมควอด ไดร้เซ็ปส์ เพื่อใช้สนับสนุนการวินิจฉัยความผิดปกติที่เกิดขึ้นบริเวณข้อเข่าอีกด้วย ซึ่งในรายที่มีพยาธิสภาพพบว่าค่ามุมควอด ไดร้เซ็ปส์จะสูงกว่าปกติ

### ความสำคัญของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

Westcott (1993) กล่าวว่าไว้ว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวันและการแข่งขันกีฬาเป็นอย่างมาก การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะช่วยพัฒนาบุคลิก ท่าทาง (appearance) ความสามารถทางกาย การเผาผลาญและผลิตพลังงานในร่างกาย ช่วยลดไขมันที่สะสมในร่างกายและโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บเนื่องมาจากการเล่นกีฬา หรือการปฏิบัติภารกิจงานในชีวิตประจำวัน ช่วยเพิ่มกำลัง ความแข็งแรงและความหนาแน่นของกล้ามเนื้อ รวมทั้งเอ็นกล้ามเนื้อและกระดูกเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Stone and O'Bryant (1987) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสำคัญทั้งเกี่ยวกับสุขภาพและความสามารถทางการกีฬา การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะทำให้กล้ามเนื้อ เอ็นและข้อต่อมีความแข็งแรงสูงสุดเพิ่มขึ้น ซึ่งจะช่วยลดโอกาสของการเกิดการบาดเจ็บและความเครียดที่จะเกิดกับกล้ามเนื้อ อันเนื่องมาจากการทำงานในชีวิตประจำวัน เช่น อาการปวดหลัง และลดโอกาสของการเกิดโรกระบบข้อต่อกล้ามเนื้อ (skeletal musculature) และโรคทางระบบไหลเวียนโลหิต และช่วยให้สามารถเล่นกีฬาที่ต้องใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดี Graves *et al.* (1993) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกจะส่งผลให้ความอดทนของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย โดยเกิดจากร่างกายมีแหล่งพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy) เพิ่มขึ้นในกล้ามเนื้อที่ถูกฝึก (adenosine triphosphate and creatine phosphate) ช่วยลดโอกาสการเกิดบาดเจ็บของข้อต่อและกล้ามเนื้อที่เกิดจากการเล่นกีฬา หรือเกิดจากอุบัติเหตุ จากการทำงานในชีวิตประจำวัน การฝึกความแข็งแรงจะทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงสุดเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงภายในตัวกล้ามเนื้อเอง โดยในระยะแรกของการฝึกความแข็งแรง ระบบประสาทมีการเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มความถี่ในการกระตุ้นหน่วยยนต์ (motor unit firing)

และจำนวนหน่วยยนต์ที่ถูกกระตุ้นเพิ่มขึ้น หลังจากการฝึกไป 4 – 6 สัปดาห์ กล้ามเนื้อจะมีขนาดใหญ่ขึ้น (muscle hypertrophy) ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อมากขึ้น

Stone and O'Bryant (1987) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่

1. อายุ ผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ร่างกายจะมีการพัฒนาระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงสุดเมื่ออายุประมาณ 20 ปี ในเพศชาย และอายุ 18 ปีในเพศหญิง หลังจากนั้นเมื่ออายุมากขึ้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะลดลง เป็นผลเนื่องจากเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดลดลง และมีอัตราการลดลงของหน่วยยนต์ชนิดหดตัวเร็ว (fast motor units) สูงกว่าหน่วยยนต์ชนิดหดตัวช้า (slow motor units) ซึ่ง ชูสคัลด์และกันยา(2536) กล่าวว่า เด็กผู้ชายที่มีสภาวะการเจริญเติบโตปกติ (normal condition) จะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นค่อนข้างสม่ำเสมอจนถึงอายุ 20 ปี หลังจากนั้นอัตราการความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ช้าลง จนกระทั่งอายุ 25 ปี ซึ่งจะถึงจุดที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากที่สุดหลังจากที่ถึงจุดที่มีความแข็งแรงมากที่สุดแล้ว ความแข็งแรงจะลดลง ในช่วงอายุ 20 – 30 ปี จะมีการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงน้อยกว่าในช่วงอายุอื่นๆ หลังจากอายุ 25 ปี ความแข็งแรงของแต่ละบุคคลจะลดลง 1% แต่ละปี และเมื่อมีอายุ 65 ปี ความแข็งแรงจะมีประมาณ 65% - 70% ของเมื่ออายุ 20 – 30 ปี อัตราการลดลงของความแข็งแรงขึ้นอยู่กับกิจกรรมของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ ในบุคคลเดียวกัน การตอบสนองต่อการฝึกความแข็งแรงจะต่างกันเมื่ออายุแตกต่างกัน ผู้ชายสามารถรับการฝึกความแข็งแรงได้ดีที่สุดในช่วงอายุที่ยังไม่เกิน 25 ปี หลังจากนั้นการตอบสนองต่อการฝึกจะลดลงเรื่อยๆ ส่วนผู้หญิงจะอยู่ในช่วงอายุไม่เกิน 21 ปี

2. เพศ เพศชายจะมีความแข็งแรงมากกว่าเพศหญิง เนื่องจากฮอร์โมน testosterone ต่างกัน ทำให้เพศชายมีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่กว่าเพศหญิง จึงมีมวลกล้ามเนื้อ (muscle mass) มากกว่าเพศหญิง ซึ่ง ชูสคัลด์และกันยา (2536) กล่าวว่า โดยเฉลี่ยเพศหญิงมีความแข็งแรงเป็น 2/3 ของเพศชาย โดยที่มีจำนวนกล้ามเนื้อเป็น 2/3 เช่นกัน เนื่องจากความแตกต่างทางธรรมชาติของทั้งสองเพศที่ทำให้กล้ามเนื้อบางกลุ่มของเพศหญิง โตเกือบเท่าเพศชาย แต่บางกลุ่มเล็กกว่า และกิจกรรมในชีวิตประจำวันของเพศหญิงต่างจากเพศชาย

### หลักการฝึกยกน้ำหนักเพื่อความแข็งแรง

เจริญ (2538) รายงานว่า การฝึกยกน้ำหนักเพื่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะต้องคำนึงถึงหลักของการเพิ่มความหนักในการฝึก (overload principle) การเพิ่มความต้านทานในการฝึก (progressive resistance) และการฝึกที่เฉพาะเจาะจง (specificity training)

#### หลักของการเพิ่มความหนักในการฝึก (Overload principle)

การเพิ่มความหนักในการฝึก (overload) หมายถึง การเพิ่มความเครียด (stress) ให้กับกล้ามเนื้อมากขึ้นจากภาวะปกติในขณะที่ทำการฝึก เช่น ให้น้ำหนักยกน้ำหนักที่กำหนดให้ ซึ่งน้ำหนักนี้จะกระตุ้นให้ร่างกายเกิดปฏิกิริยาตอบสนองขึ้น ขนาดของความหนักที่พอเหมาะ (optimal load) สำหรับการพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อควรอยู่ในระดับที่ทำให้กล้ามเนื้อต้องออกแรงเกือบเต็มที่ในการฝึกแต่ละครั้ง จึงจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการเสริมสร้างความแข็งแรงและกำลังให้กับกล้ามเนื้อได้มากที่สุด Bowerman and Freeman (1991) รายงานว่า การเพิ่มความหนักในการฝึกนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคลและวัตถุประสงค์ของการฝึก ศิริรัตน์ (2536) รายงานว่า หลักการฝึกเกิน (overload principle) เป็นหลักที่สำคัญที่สุดในการฝึกยกน้ำหนัก (weight training) เพราะน้ำหนักเป็นแรงต้าน ทำให้เซลล์กล้ามเนื้อทำงานมากกว่าสภาวะปกติในชีวิตประจำวัน น้ำหนักที่เกินจะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเจริญเติบโตขึ้น แข็งแรงขึ้น หลักการฝึกเกินจึงต้องทำโดยเพิ่มแรงต้านหรือเพิ่มน้ำหนักที่จะยกเพิ่มจำนวนครั้งในการยก

#### การเพิ่มความต้านทานในการฝึก (Progressive resistance)

หลักการฝึกที่ดีนั้น กล้ามเนื้อจะต้องได้รับการฝึกให้ออกแรงกระทำกับความต้านทานหรือความหนักที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นทีละเล็กละน้อยอย่างต่อเนื่องเป็นระบบ การเพิ่มปริมาณความหนักหรือความต้านทานในการฝึกจะต้องเป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสมและสัมพันธ์กับสภาพความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย จึงจะทำให้โปรแกรมการฝึกได้ผลประสบความสำเร็จสูงสุด หลักและวิธีการฝึกดังกล่าวมาแล้วนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มความต้านทานในการฝึกให้กับกล้ามเนื้อ จนกระทั่งกล้ามเนื้อไม่สามารถเอาชนะความต้านทานได้อีกต่อไป การเพิ่มจำนวนครั้งในการปฏิบัติให้มากขึ้น หรือเพิ่มความเร็วในการปฏิบัติให้เร็วขึ้น ลดช่วงเวลาพักให้น้อยลง วิธีการเหล่านี้ล้วนช่วยกระตุ้นหรือเพิ่มความต้านทานในการฝึกให้กับกล้ามเนื้อมากขึ้น อันเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยพัฒนา

และเสริมสร้างความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ Pauletto (1991) กล่าวว่า การเพิ่มความต้านทานในการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จะใช้ความต้านทานที่หนักมาก จนถึงให้กล้ามเนื้อออกแรงเกือบถึงแรงสูงสุดที่เขาสามารถทำได้ (near – maximum effort) จำนวนครั้งที่กระทำซ้ำต่อเซต (repetitions) เป็นองค์ประกอบรองลงมาในการพิจารณาจัดโปรแกรมการฝึก ยกน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรง

### การฝึกที่เฉพาะเจาะจง (Specificity training)

Pauletto (1991) รายงานว่า ความเฉพาะเจาะจงของการฝึกความแข็งแรงนั้น จะต้องเลือกการออกกำลังกายที่ทำให้เกิดความแข็งแรงและกำลังในกล้ามเนื้อส่วนที่ใช้ในการเล่นกีฬา ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่สำคัญและเหมือนกับที่เคลื่อนไหวในการเล่นกีฬา และเป็นการออกกำลังกายที่ใช้พลังงานเช่นเดียวกับที่ต้องการในการเล่นกีฬา ความเฉพาะเจาะจงของระบบพลังงานที่ต้องการขึ้นอยู่กับ จำนวนเซต จำนวนครั้งที่กระทำต่อเซต และน้ำหนักที่ใช้ในการฝึก

ความหนักของการฝึก (intensity) คือ ปริมาณของความตึง (tension) หรือความเครียดที่กระทำต่อกล้ามเนื้อ ซึ่งจะวัดออกมาในรูปของปริมาณน้ำหนักที่ใช้ยกเป็นส่วนใหญ่ระดับความหนักของการฝึกความแข็งแรง มี 3 ระดับ คือ

ระดับหนัก (heavy intensity)	: 90% - 100%	ของความสามารถสูงสุด
ระดับปานกลาง (medium intensity)	: 80% - 89%	ของความสามารถสูงสุด
ระดับเบา (light intensity)	: 60% - 79%	ของความสามารถสูงสุด

ความถี่ที่ใช้ฝึก (frequency) คือ จำนวนของการทำซ้ำในแต่ละวัน แต่ละสัปดาห์ ซึ่งการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงควรฝึกอย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 วัน

ชุมพล (2540) รายงานว่า จำนวนครั้งที่ยกต่อเซต (repetition) คือ จำนวนครั้งที่ทำให้เกิดกิจกรรมโดยไม่มีอาการหยุดพัก เจริญ (2542) กล่าวว่า การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควรใช้ความหนักที่ระดับ 70% - 90% ของ 1RM จำนวนครั้งที่ฝึก 3 – 5 ครั้งต่อเซต จำนวนชุดที่ฝึก (set) คือ

จำนวนครั้งของกิจกรรมที่ให้ฝึกในแต่ละช่วงการหยุดพัก เช่น การฝึก 3 ชุด ชุดละ 10 ครั้ง ก็จะเขียน  $3 \times 10 \times$  จำนวนที่ฝึก

เจริญ(2538) กล่าวไว้เวลาพัก (recovery time) อาจเป็นระหว่างเที๊วและระหว่างชุด จำนวนของเวลาพักจำเป็นสำหรับกล้ามเนื้อในการพักผ่อนและการปรับตัวต่อความเครียดระหว่างการฝึก ช่วงเวลาพักต่อเซตสำหรับกล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกัน 30 – 90 วินาที แต่อาจจะมีช่วงพักเพิ่มขึ้นถึง 5 นาที หรือ มากกว่าขึ้นอยู่กับชนิดของการฝึก หรืออาจไม่มีการพักเลย ในกรณีที่ทำการฝึกที่มีการฝึกต่อด้วยกล้ามเนื้อกลุ่มที่ตรงข้ามกัน (superset) หรือการออกกำลังกายที่ใช้กล้ามเนื้อแตกต่างกันเวลาพักที่กำหนดไว้ในการฝึกความแข็งแรงใช้เวลา 2 – 5 นาที ในการฝึก 1 – 5 เซต เพื่อให้กล้ามเนื้อที่ใช้ในการฝึกได้มีเวลาในการเก็บสะสมพลังงานระบบ ATP – CP เพื่อใช้ในการฝึกเซตต่อไป

การเก็บสะสมพลังงานระบบ Phosphagent

เวลาในการพัก (วินาที)	การเก็บสะสมพลังงาน (phosphagent) ในกล้ามเนื้อ
10	10%
30	50%
60	75%
90	87%
120	93%
150	97%
180	99%
210	101%
240	102%

ที่มา: เจริญ (2538)

เจริญ (2541) รายงานถึงเกณฑ์การพิจารณาความหนักในการฝึกตามจุดมุ่งหมายต่างๆ ดังนี้

จุดมุ่งหมายในการฝึก	เปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุด	จำนวนครั้ง	จำนวนเซต
ความอดทน	30 - 50	12 - 15	3 - 5
ความแข็งแรง	70 - 90	6 - 8	4 - 5
กำลังความเร็ว	50 - 70	8 - 10	3 - 4
ระบบไหลเวียนเลือด	20 - 30	15 - 20	3 - 5

สนธยา (2547) กล่าวถึงระดับความหนักที่ใช้ในการฝึกซ้อมความแข็งแรง ดังนี้

ความหนัก (Intensity)	เปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุดที่ยกได้หนึ่งครั้ง (1RM)	ชนิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ
สูงกว่าสูงสุด	มากกว่า 105	เอกเซนทริก / ไอโซเมทริก
สูงสุด	90 - 100	คอนเซนทริก
หนัก	80 - 90	คอนเซนทริก
ปานกลาง	50 - 80	คอนเซนทริก
ต่ำ	30 - 50	คอนเซนทริก

สนธิยา (2547) กล่าวถึงจำนวนครั้งของการปฏิบัติในแต่ละชนิดของการฝึกซ้อม

ชนิดของการฝึกซ้อม	จุดมุ่งหมายของการฝึกซ้อม	จำนวนครั้ง
ความแข็งแรงสูงสุด	เพิ่มความแข็งแรงหรือความตึงของกล้ามเนื้อ	1 - 7
ขนาดกล้ามเนื้อ	เพิ่มขนาดกล้ามเนื้อ	6 - 12
ความอดทนของกล้ามเนื้อ	เพิ่มความอดทนของกล้ามเนื้อ	30 - 150

Stone and Bryant (1987) กล่าวว่า การฝึกยกน้ำหนักในปัจจุบันมีจุดมุ่งหมายหลักของการฝึกอยู่ 4 ประการ คือ

1. การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อการเพาะกาย (weight training for building)
2. การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อกายภาพบำบัด (weight training for rehabilitation)
3. การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อส่งเสริมทักษะกีฬา (weight training for sports)
4. การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อสมรรถภาพทั่วไป (weight training for general fitness)