

# การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่าและระยะเวลาการฟื้นตัวหลังการวิ่งระยะทางไกลของนักวิ่งมาราธอน

พัชรินทร์ ไรเดิน

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและเนื้อเยื่อรอบ ๆ ข้อเข่าจากการวิ่งระยะทางไกลยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ มีบางรายงานการศึกษาที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย ซึ่งทำให้ผลการศึกษามีความขัดแย้งกัน แต่บางรายงานพบมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่าในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักวิ่งมาราธอนหรือแม้กระทั่งนักวิ่งประเภทอื่นๆ ซึ่งเมื่อเร็วๆ นี้มีรายงานว่าความเสี่ยงต่อข้อเข่าเสื่อมลดลงในนักวิ่งมาราธอน แต่มีบางรายงานพบว่าการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่าทั้งก่อนและภายหลังการแข่งขันในการวิ่งระยะทางไกล ซึ่งบางรายงานได้ติดตามผลระยะยาวของการฟื้นตัวของโครงสร้างเหล่านั้น ดังนั้นบทความวิชาการนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะรวบรวมและวิเคราะห์รายงานการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างรวมถึงระยะเวลาการฟื้นตัวของข้อเข่าในนักวิ่งมาราธอนต่อไป [เชียงใหม่เวชสาร 2562;58\(4\):245-57.](#)

**คำสำคัญ:** โครงสร้างข้อเข่า ข้อเข่าเสื่อม นักวิ่งมาราธอน โครงสร้างของข้อเข่าในนักวิ่งมาราธอน

## บทนำ

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าการออกกำลังกายมีประโยชน์ต่อร่างกาย หลายคนต้องการออกกำลังกายหรือ เคลื่อนไหวร่างกาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของปอด หัวใจ ระบบการไหลเวียนโลหิต ระบบย่อยอาหาร ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย รวมทั้งระบบกระดูกกล้ามเนื้อและข้อต่อ แต่การออกกำลังกายบางประเภทยังเป็นที่ถกเถียงและสงสัยว่าถ้าออกกำลังกายมากเกินไปหรือนานเกินไปจะเป็นอันตรายต่อร่างกายอย่างไร เช่น การวิ่งมาราธอน ที่

มีระยะทาง 42 กิโลเมตร หรือ ultra-marathon ซึ่งมีระยะทาง 50 กิโลเมตร หรือ 100 กิโลเมตร การวิ่งระยะทางไกลมีผลต่อข้อต่ออย่างไร โดยเฉพาะข้อเข่า ข้อสะโพก และข้อเท้า มีทั้งรายงานการวิจัยที่ผลการศึกษาเหมือนกันและแตกต่างกัน ซึ่งการนำผลการศึกษาวินิจฉัยมาใช้ต้องพิจารณาการศึกษาในหลาย ๆ ประเด็น เช่น จำนวนและลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้แบบสอบถามหรือเครื่องมือทางการแพทย์

**ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:** พัชรินทร์ ไรเดิน, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่, อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50000, ประเทศไทย  
อีเมลล์: noipat9@gmail.com

**วันรับเรื่อง** 15 กันยายน 2562, **วันส่งแก้ไข** 28 ตุลาคม 2562, **วันยอมรับการตีพิมพ์** 12 พฤศจิกายน 2562



ชนิดใด เมื่อไม่นานมานี้มีรายงานวิจัยที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการต่างประเทศ พบความเสี่ยงต่อการเกิดข้อเข่าเสื่อมในนักวิ่งมาราธอนลดลง (1) ซึ่งเป็นประเด็นที่มีความสงสัยทั้งบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข รวมทั้งนักวิ่ง ดังนั้นบทความวิชาการนี้ได้นำเสนอการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและเนื้อเยื่อของข้อเข่าที่ตรวจพบในนักวิ่งมาราธอน ทั้งก่อนวิ่งและหลังการวิ่งมาราธอน เพื่อประกอบในการพิจารณาให้คำแนะนำแก่บุคคลทั่วไป หรือผู้ที่ออกกำลังกายด้วยการวิ่ง

### โครงสร้างของข้อเข่า (structures of knee joint)

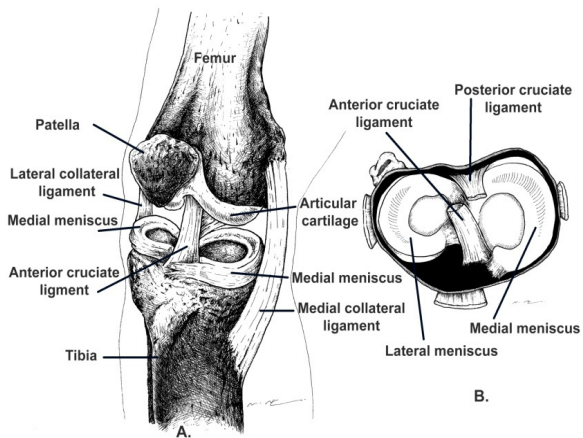
ข้อเข่ามีโครงสร้างที่ซับซ้อนเป็นส่วนที่รับน้ำหนักของร่างกาย ซึ่งมีหลายปัจจัยที่อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือเกิดการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อที่ประกอบเป็นข้อเข่าได้ง่าย ข้อเข่าเป็นข้อต่อชนิด synovial joint โดยมีช่องว่างภายในข้อต่อ (joint space) โครงสร้างหลักข้อเข่าประกอบด้วย กระดูก (bone) กระดูกอ่อนผิวข้อ (articular cartilage) กระดูกอ่อน

รองข้อเข่า (meniscus) แคปซูลหุ้มข้อเข่า (articular capsule) แผ่นเส้นเอ็น (ligament) และเส้นเอ็น (tendon) (2) ดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2

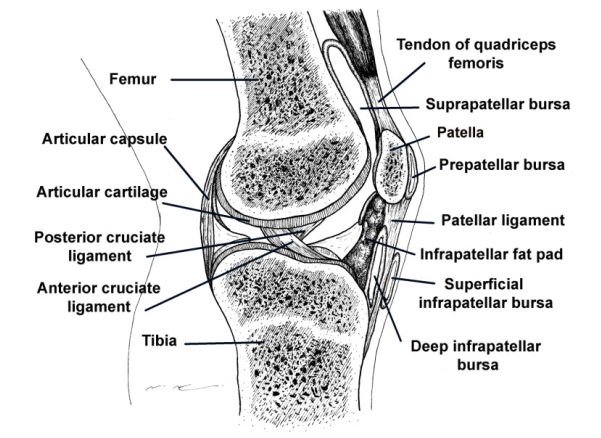
Bone ประกอบด้วยกระดูก 3 ชิ้น ได้แก่ กระดูกต้นขา (femur) กระดูกปลายขาด้านใน (tibia) และกระดูกสะบ้า (patella)

Articular cartilage เป็นกระดูกอ่อนผิวข้อ โดยหุ้มบริเวณส่วนปลายของกระดูก femur กระดูก tibia และด้านหลังกระดูก patella มีความหนาประมาณ 2-4 มิลลิเมตร เป็นกระดูกอ่อนชนิด hyaline cartilage มีผิวเรียบมัน ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวแบบราบเรียบขณะกระดูกมีการเสียดสีกัน articular cartilage ประกอบด้วย collagen fibers type II, proteoglycan, chondrocytes และ น้ำ โดยภายใน ไม่มีหลอดเลือด หลอดน้ำเหลือง หรือเส้นประสาท ซึ่งได้รับอาหารจาก synovial fluid

Meniscus เป็นกระดูกอ่อนรูปตัว C จำนวน 2 ชิ้น โดยวางตัวอยู่ส่วนบนของกระดูก tibia ซึ่ง medial meniscus อยู่ทางด้านใน ส่วน lateral meniscus อยู่ทางด้านนอก (รูปที่ 1) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างที่มีความยืดหยุ่นต่อแรงกระแทก “shock absorbers”



รูปที่ 1. articular cartilage, meniscus และ ligament ของข้อเข่า A; ด้านหน้า B; ด้านบน ภายในข้อเข่า ที่มา: วาดใหม่ ได้รับอนุญาตจากนายนิริศ ตนานนท์



รูปที่ 2. โครงสร้างของ articular capsule และส่วนประกอบภายในข้อเข่า ที่มา: วาดใหม่ ได้รับอนุญาตจากผู้วาด นายนิริศ ตนานนท์

เป็นกระดูกอ่อนชนิด fibrocartilage สามารถทนต่อแรงกด แรงอัดได้ดี ดังนั้นเมื่อก้าวถึงกระดูกอ่อนที่ข้อเข่าฉีกขาดมักหมายถึง meniscus

Articular capsule เป็นเนื้อเยื่อหุ้มรอบข้อเข่า มี 2 ชั้น โดยชั้นนอกเป็น fibrous membrane ซึ่งเป็นแผ่นแบนของ ligament (รูปที่ 2) ทำหน้าที่ยึดกระดูกที่มาประกอบเป็นข้อเข่าให้มีความมั่นคง และชั้นในเป็น synovial membrane เป็นเนื้อเยื่อที่สร้างน้ำหล่อเลี้ยงข้อ (synovial fluid) โดยจะอยู่รอบ ๆ ช่องว่างของข้อต่อ (synovial cavity) ยกเว้นบริเวณ articular cartilage โดยชั้นในสัมผัสกับ synovial fluid มี synoviocytes cells มีรูปร่าง cuboid เรียงตัวประมาณ 4 ชั้น ทำหน้าที่สร้าง synovial fluid (2)

Synovial fluid เป็นน้ำใสอยู่ที่ช่องว่าง synovial cavity ของข้อต่อ เป็นส่วน plasma ที่มี hyaluronic acid อยู่เป็นจำนวนมากทำหน้าที่หล่อลื่นข้อเข่าและเป็นแหล่งอาหารสำหรับเซลล์กระดูกอ่อนในข้อ (รูปที่ 2)

Ligament เป็นเนื้อเยื่อที่มีความแข็งแรงที่ยึดกระดูกเข้าด้วยกันให้ประกอบเป็นข้อต่อ เพื่อให้เกิดความมั่นคงประกอบด้วย ส่วนที่ยึดรอบนอกข้อเข่าได้แก่ medial collateral ligament และ lateral collateral ligament ส่วนที่ยึดภายในข้อเข่าได้แก่ anterior cruciate ligament ยึดทางด้านหน้า และ posterior cruciate ligament ยึดทางด้านหลัง (รูปที่ 1) ทั้งสองเส้นทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวข้อเข่าในท่างอและเหยียดเข่า

Tendon เป็นส่วนของเส้นเอ็นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (quadriceps femoris) ซึ่งรวมกันเป็นเส้นเอ็นเรียก quadriceps tendon แล้วพาดผ่านกระดูก patella กลายเป็น patellar ligament ไปยึดเกาะกระดูก tibia (รูปที่ 2) ทำหน้าที่ในการเหยียดข้อเข่า

มีรายงานการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในข้อเข่า ทั้งในกลุ่มบุคคลทั่วไป และกลุ่มที่เป็น

นักวิ่ง มีวิธีการศึกษาหลายรูปแบบ เช่น การใช้ภาพถ่ายรังสีจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic resonance image; MRI) ซึ่งสามารถวิเคราะห์การถูกทำลายของสารประกอบอินทรีย์ ของ articular cartilage หรือ meniscus และใช้ตรวจปริมาณของน้ำและการแตกหักของเส้นใย collagen ในกระดูกอ่อน การใช้เครื่องตรวจอัลตราซาวนด์ เพื่อตรวจหาปริมาณน้ำภายในข้อต่อ รวมทั้งการศึกษาแบบ systematic reviews and meta-analysis มีผลการศึกษาดังนี้

### ความชุกของข้อเข่าเสื่อมในผู้ที่ไม่มีอาการบาดเจ็บของข้อเข่ามาก่อน

การศึกษาของ Culvenor และคณะปี ค.ศ. 2018 ศึกษาความชุกของข้อเข่าเสื่อม ด้วยวิธี systematic reviews and meta-analysis จากผลของ MRI จำนวน 63 รายงาน โดยมี 46 รายงาน เป็นการศึกษาแบบ cross-sectional และจำนวน 17 รายงาน เป็น longitudinal study จากข้อเข่าจำนวน 5,397 ข้อของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีอาการเจ็บ และข้อเข่าไม่เคยได้รับการบาดเจ็บมาก่อน (asymptomatic and uninjured knee) อายุของกลุ่มตัวอย่าง 18 ปีขึ้นไป พบว่า จากจำนวน 42 รายงาน (จำนวนข้อเข่า 4,322 ข้อ) articular cartilage มีการสึกกร่อน (cartilage defect) เฉลี่ยร้อยละ 24 (95% CI 15-34%) โดยพบในผู้ที่มีอายุน้อยกว่า 40 ปี เฉลี่ยร้อยละ 11 (ร้อยละ 6-17) และในผู้ที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป พบเฉลี่ยร้อยละ 43 (ร้อยละ 29-57) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอายุที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.001$ ) โดยเฉพาะในเพศหญิง และจากจำนวน 44 รายงาน (ข้อเข่าจำนวน 3,761 ข้อ) พบ meniscus ฉีกขาด (meniscus tear) เฉลี่ยร้อยละ 10 (ร้อยละ 7-13) โดยพบในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุน้อยกว่า 40 ปีเฉลี่ยร้อยละ 4 (ร้อยละ 2-7) และร้อยละ 19 (ร้อยละ 13-26) ในผู้ที่มีอายุ 40 ปี

ขึ้นไป ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอายุอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบกระดูกงอก (osteophytes) ร้อยละ 25 (ร้อยละ 14-38) ซึ่งมีการอธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นตามอายุที่มากขึ้น ประมาณร้อยละ 75 ของผู้ที่มีอายุ 70 ปี พบมีการสึกกร่อนของ articular cartilage (3) ดังนั้นเมื่ออายุมากขึ้นจึงพบข้อเข่าเสื่อมมากขึ้น

### ความชุกของข้อเข่าเสื่อมในนักวิ่งมาราธอน

มีการศึกษาของ Ponzio และคณะ ปี ค.ศ. 2018 ศึกษาความชุกของข้อสะโพกและข้อเข่าเสื่อมในนักวิ่งมาราธอน จำนวน 675 ราย ที่มีประวัติการวิ่งแข่งขันมาราธอนจำนวน 5 ครั้งขึ้นไป และการฝึกซ้อมอย่างน้อย 16 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม อาการปวด ประวัติข้อเสื่อมของคนในครอบครัว ประวัติการผ่าตัด เวลาและระยะทางการวิ่ง วิเคราะห์ข้อมูลข้อเข่าเสื่อม เปรียบเทียบกับข้อมูลของศูนย์สถิติสุขภาพแห่งชาติอเมริกา (National Center for Health Statistics) พบว่ากลุ่มตัวอย่าง อายุเฉลี่ย 48 ปี (18-79 ปี) วิ่งระยะทางโดยเฉลี่ย 57.9 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ (ช่วง 16-241.4 กิโลเมตร) จำนวนปีของการวิ่งเฉลี่ย 19 ปี (3-60 ปี) จำนวนครั้งการวิ่งมาราธอนเฉลี่ย 76 ครั้ง (5-1,016 ครั้ง) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอาการปวดข้อสะโพกหรือข้อเข่า ร้อยละ 47 พบความชุกของข้อเสื่อมในนักวิ่งมาราธอนร้อยละ 8.8 ซึ่งน้อยกว่าข้อมูลของศูนย์สถิติสุขภาพแห่งชาติอเมริกา (ร้อยละ 17.9) อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.001$ ) พบว่าอายุ ประวัติครอบครัว ประวัติการผ่าตัด เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดข้อสะโพกและข้อเข่าเสื่อมในนักวิ่งมาราธอน ส่วนระยะเวลา ระยะทาง และจำนวนครั้งของการวิ่งมาราธอนไม่มีความสัมพันธ์ต่อความเสี่ยงต่อการเกิดข้อเสื่อมอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (1) จากการศึกษาเป็นการพบ

ข้อเข่าเสื่อมน้อยกว่าข้อมูลของศูนย์สถิติสุขภาพแห่งชาติอเมริกา ซึ่ง Engebretsen ปี ค.ศ. 2018 (4) ได้แสดงความคิดเห็นว่า การตอบแบบสอบถามอาจมีความเบี่ยงเบนข้อมูลเกี่ยวกับอาการปวด คำนิยามของข้อเสื่อมก็ต่างกัน และอีกทั้งนักวิ่งมาราธอนมีประสบการณ์สูงในการปรับตัวต่อสภาพร่างกาย การตอบแบบสอบถามอาจไม่ได้ข้อมูลที่แท้จริง เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของศูนย์สถิติสุขภาพแห่งชาติอเมริกา ในปี ค.ศ. 2018 Devashree และคณะ ศึกษาความชุกของอาการปวดบริเวณข้อเข่าทางด้านหน้า (anterior knee pain) ด้วยวิธี observational study ในนักวิ่งมาราธอน จำนวน 100 ราย เป็นชาย 48 ราย ช่วงอายุ 15-30 ปี ที่วิ่งระยะทางตั้งแต่ 64.37 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ขึ้นไป โดยใช้แบบสอบถาม AKPQ (anterior knee pain questionnaires) พบว่าร้อยละ 62 มีอาการปวดเข่าด้านหน้า โดยร้อยละ 51 มีอาการปวดขณะที่มีการนั่งนาน ๆ ร้อยละ 46 มีอาการปวดขณะเดินมากกว่า 2 กิโลเมตร ร้อยละ 29 มีอาการปวดขณะวิ่งมากกว่า 2 กิโลเมตร ร้อยละ 22 มีอาการปวดอย่างมาก และร้อยละ 14 ไม่สามารถวิ่งได้ ร้อยละ 82 ไม่สามารถงอเข่าได้ พบมีการบาดเจ็บของข้อเข่ามากที่สุดใ้มนักวิ่งช่วงอายุ 23-25 ปี (5) ซึ่งรายงานนี้ไม่ได้มีการเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างใด แต่เป็นข้อมูลที่ทำให้ทราบว่า การวิ่งสามารถทำให้มีอาการปวดที่เข่าด้านหน้าได้ถึงร้อยละ 62 และมีรายงานการศึกษาของ Alentorn-Geli และคณะ ในปี ค.ศ. 2017 ศึกษาแบบ systematic review and meta-analysis เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อสะโพกและข้อเข่าเสื่อมกับการวิ่ง ในนักวิ่งอาชีพ หรือนักวิ่งที่มีรายการแข่งขัน (competitive runners) และนักวิ่งสมัครเล่น (recreational runners) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ออกกำลังกาย โดยศึกษาจากจำนวน 25 รายงาน จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 125,810 ราย โดย 17 รายงาน (จำนวน 114,829 ราย) เป็นการ

ศึกษาแบบ meta-analysis พบความชุกของข้อเข่าและข้อสะโพกเสื่อมในนักวิ่งที่มีการแข่งขัน ร้อยละ 13.3 (95% CI: 11.6%, 15.2%) ในนักวิ่งสมัครเล่น พบร้อยละ 3.5 (95% CI: 3.4%, 3.6%) และในกลุ่มควบคุม พบร้อยละ 10.2 (95% CI: 9.9%, 10.6%) โดย odds ratio ของข้อสะโพกและข้อเข่าเสื่อมในนักวิ่งที่มีการแข่งขัน (1.34; 95% CI: 0.97, 1.86) สูงกว่าในนักวิ่งสมัครเล่น (0.86; 95% CI: 0.69, 1.07) และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.001$ ) (6)

### การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อเข่าของนักวิ่งระยะทางไกลที่เคยได้รับการผ่าตัด

มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างภายในข้อเข่าของนักวิ่งระยะทางไกลที่เคยได้รับการผ่าตัดซ่อมแซมเส้นเอ็นขาด (anterior cruciate ligament reconstruction: ACL reconstruction) เปรียบเทียบกับเข่าข้างปกติ จำนวน 8 ราย อายุเฉลี่ย 37.4 ปี เป็นเพศชายจำนวน 4 ราย ระยะเวลาหลังจากการผ่าตัดจนถึงระยะเวลาแข่งขัน Half-Marathon เฉลี่ยเป็นเวลา 54.4 เดือน ผลของ MRI ของเข่าข้างปกติ พบมีจำนวน 6 ราย ก่อนการแข่งขันตรวจพบมีการฉีกขาดของ medial meniscus tear Grad II (Linear intensity with no extension to articular surface) จำนวน 1 ราย มี Type I bone marrow edema (BME: Signal hyperintensities on short tau inversion recovery images located primarily within the medullary cavity of bone (epiphyseal and metaphyseal regions), no cortical interruption) และพบว่าจำนวน 5 ราย (ร้อยละ 63) จากจำนวน 8 ราย มีการสึกกร่อนของ articular cartilage และผลของ MRI ของเข่าข้างที่ทำ ACL reconstruction ก่อนการแข่งขัน พบว่าจำนวน 7 ราย (ร้อยละ 87.5) มีเนื้อเยื่อ (meniscus, articular cartilage,

BME) ถูกทำลาย โดย จำนวน 4 ราย (ร้อยละ 50) พบ BME ก่อนการแข่งขัน และพบ มี BME เพิ่มอีก 3 ราย ภายหลังการแข่งขัน ซึ่งก่อนการแข่งขัน ไม่มี ความแตกต่างของ BME ของเข่าข้างดีกับข้างที่ผ่าตัด ( $p = 0.12$ ) แต่พบว่าภายหลังการแข่งขันพบ BME เพิ่มขึ้นอย่างมากของเข่าข้างผ่าตัดเมื่อเปรียบเทียบกับเข่าข้างดี ( $p = 0.01$ ) และก่อนการแข่งขันในเข่าข้างผ่าตัดพบมี lateral meniscus tear Grade IV (Signal intensity that extends to both upper and lower surface (complex meniscal tear)) จำนวน 2 ราย มี articular cartilage ของ lateral femoral condyle ถูกทำลาย Grade IV (full-thickness chondral tear with exposure of subchondral bone) จำนวน 4 ราย และ medial femoral condyle Grade II (shallow superficial ulceration, lesion, fibrillation, or fissuring involving <50% of articular surface) จำนวน 3 ราย ซึ่งไม่พบการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังจากการแข่งขันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p = 0.09$ ) ทั้งของเข่าข้างที่ดีและข้างที่ผ่าตัด (7) จากรายงานนี้อธิบายได้ว่านักวิ่งที่เคยได้รับการผ่าตัดข้อเข่า ส่งผลให้เนื้อเยื่อถูกทำลายทั้งเข่าข้างปกติและเข่าข้างที่เคยผ่าตัด ถึงแม้จะไม่พบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่า ภายหลังการแข่งขัน 48 ชั่วโมงก็ตาม ก่อนนั้น Krampala และคณะ ปี ค.ศ. 2001 ได้ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักวิ่งระยะไกลสมัครเล่น (recreational long-distance runners, non-professional marathon runners) ในการแข่งขันมาราธอนจำนวน 8 ราย เป็นเพศชายทั้งหมดอายุเฉลี่ย 37 ปี (ช่วง 27-46 ปี) โดยจำนวน 6 รายไม่มีอาการปวดบริเวณเข่า ส่วนอีก 2 รายมีอาการปวดเข่าด้านข้างเล็กน้อย ซึ่งมีประวัติการได้รับการผ่าตัด meniscus มาก่อนในระยะเวลา 4-15 ปี ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นนักวิ่งระยะไกลมาประมาณ 5-20 ปี ผลของ MRI ของข้อเข่าภายใน

หลังการแข่งขัน 24 ชั่วโมง ในนักวิ่งจำนวนทั้ง 8 ราย พบ medial meniscus มีการถูกทำลายเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลตรวจก่อนการแข่งขัน และกลับมาใกล้เคียงระดับก่อนแข่งขันในระยะเวลา 6-8 สัปดาห์ (8)

### การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่าก่อนและหลังวิ่งระยะทางไกลในนักวิ่งมาราธอน

มีรายงานการศึกษาที่แตกต่างกันเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่าในนักวิ่งมาราธอน ดังนี้ มีการศึกษาของ Proft และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่าในนักวิ่งมาราธอน จำนวน 105 ราย อายุเฉลี่ย 36 ปี เป็นเพศชายจำนวน 70 ราย มีการแข่งขันวิ่งมาราธอนจำนวนเฉลี่ย 4.7 ครั้ง มีประสบการณ์ในการวิ่งโดยเฉลี่ย 7.9 ปี โดยร้อยละ 21.9 ฝึกซ้อมเป็นระยะทาง 50 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ร้อยละ 52.4 ฝึกซ้อมเป็นระยะทาง 25-50 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ และอีก 22.9 ฝึกซ้อมน้อยกว่า 25 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ผลจากการตรวจอัลตราซาวนด์ ก่อนการแข่งขันพบมีของเหลวในข้อเข่า (effusions) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) ของก่อนและหลังการแข่งขัน ขนาดของ effusion ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาของการตรวจ เพศ อายุ และระยะทางการวิ่ง และพบว่าจำนวน 21 ราย (ร้อยละ 10) มีเลือดมาเลี้ยงบริเวณ patella tendon (hypervascularity of the patella tendon) มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการแข่งขัน ( $p < 0.001$ ) ซึ่งพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง ( $p < 0.05$ ) (9) มีรายงานการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ articular cartilage ของนักวิ่งที่มีการฝึกซ้อมในโปรแกรมการฝึกวิ่งมาราธอนเป็นระยะเวลา 6 เดือน ก่อนการแข่งขันมาราธอน เป็นจำนวน 10 ราย มีการตรวจวัด car-

tilage volume และความหนาของ articular cartilage ของ medial และ lateral chondyle ของทั้งกระดูก femur, tibia และ patella โดยใช้ MRI ก่อนการเริ่มโปรแกรมฝึกซ้อมและหลังจากแข่ง 1 วัน ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างกันของค่า baseline กับค่าหลังการแข่งขัน พบ cartilage volume และความหนาของ บริเวณ lateral chondyle ของ femur ลดลงเฉลี่ยร้อยละ  $3.2 \pm 3.0$  ( $p = 0.012$ ) และ  $1.7 \pm 1.6$  % ( $p = 0.010$ ) ตามลำดับ ส่วนบริเวณอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (10) ก่อนนั้นมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของ meniscus, cartilage, ligaments, bone marrow, joint effusion ภายหลังจากวิ่งมาราธอน จากนักวิ่งมาราธอนสมัครเล่นจำนวน 22 ราย ซึ่งทั้งหมดมีประสบการณ์ในการวิ่งอย่างน้อยจำนวน 1 ครั้ง ของการแข่งขันมาราธอน โดยการใช้ MRI วัดเข้าข้างขวา ก่อนวิ่ง 24 ชั่วโมง และทันทีที่แข่งขันมาราธอนเสร็จสิ้น (ระยะเวลาเฉลี่ยหลังการวิ่งเสร็จจนถึงการได้รับการตรวจ MRI 2 ชั่วโมง 45 นาที) ซึ่งระยะทางการฝึกฝน 30-90 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ จำนวนเฉลี่ย 4.9 เดือน ซึ่งการแข่งขันครั้งนี้ นักวิ่งใช้เวลาวิ่งเฉลี่ย 3 ชั่วโมง 57 นาที ผลการตรวจก่อนการแข่งขันพบว่ามี meniscus lesion Grade I จำนวน 8 ราย Grade II จำนวน 5 ราย หลังการแข่งขัน มีนักวิ่งจำนวน 1 ราย ที่มีการเปลี่ยนแปลงของ meniscus จาก Grade I เป็น Grade II ส่วนผลของ MRI ของ articular cartilage ก่อนการแข่งขันพบ Grade I cartilage lesion จำนวน 3 ราย และ Grade II จำนวน 1 ราย ซึ่งทุกรายไม่พบการเปลี่ยนแปลงภายหลังจากแข่งขัน พบ effusion ในข้อเข่าก่อนการแข่งขันจำนวน 13 ราย แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจำนวน 4 ราย หลังการแข่งขัน และพบว่าเกิด effusion ขึ้นภายหลังจากวิ่งจำนวน 1 ราย ซึ่งการประเมินการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่าของนักวิ่งแต่ละราย พบว่ามีนักวิ่งจำนวน 2 รายที่เนื้อเยื่อถูกทำลาย

เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ดังนั้นผู้ศึกษาให้ความเห็นว่า การวิ่งมาราธอนไม่ได้ทำให้อาการรุนแรงมากขึ้น ในนักวิ่งที่ได้รับการฝึกซ้อมอย่างดี (11)

### การฟื้นตัวโครงสร้างภายในข้อเข่าภายหลังการวิ่งมาราธอน

มีรายงานการศึกษาของ Hoessly และคณะ ปี ค.ศ. 2017 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง และการฟื้นตัวของเนื้อเยื่อภายหลังที่ได้รับการบาดเจ็บหลังการแข่งขัน เป็นการศึกษาระบบatic review จำนวน 19 รายงาน ในนักวิ่งมาราธอนและนักวิ่งที่ผ่านโปรแกรมการฝึกซ้อม ซึ่งแต่ละการศึกษา กำหนดคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน เช่น เป็นนักวิ่งมาราธอน หรือนักกีฬาวิ่งที่ผ่านการฝึกและมีสุขภาพดี ต้องไม่มีการลงแข่งมาราธอนก่อนมาตรวจ 4 เดือน หรือแข่งมาแล้วไม่เกิน 3 ครั้ง ไม่มีอาการบาดเจ็บที่ข้อเข่ามาก่อน บางการศึกษา กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักวิ่งสมัครเล่น (non-professional marathon) แต่มีประสบการณ์วิ่งอย่างน้อย 1 มาราธอน ศึกษาผลของ MRI ซึ่งจำนวน 6 รายงาน ได้ศึกษาค่าปริมาตรและความหนาของ articular cartilage จากค่า T1rho และค่า T2 ซึ่ง T1rho สามารถวิเคราะห์การทำลายของ articular cartilage และวิธี T2 ใช้ตรวจปริมาณของน้ำและการแตกหักของ collagen fibers และมีจำนวน 16 รายงาน ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะของ articular cartilage และ meniscus ผลการศึกษาพบว่าจำนวน 10 รายงาน ไม่พบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเนื้อเยื่อของข้อเข่าภายหลังการแข่งขัน เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการแข่งขันอย่างมีนัยสำคัญ พบจำนวน 6 รายงาน ที่มีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อจากการตรวจติดตามผลครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการแข่งขัน และยังพบมีการเปลี่ยนแปลงในการติดตาม

ตามผลครั้งที่ 2 ซึ่งระยะเวลาการตรวจครั้งที่ 1 แตกต่างกัน บางการศึกษาตรวจวัด MRI ครั้งที่ 1 ภายใน 10-15 นาที หรือ 30 นาที หรือ 48-72 ชั่วโมงหลังวิ่ง ส่วนครั้งที่ 2 ตั้งแต่ 2 ชั่วโมง 10-12 สัปดาห์ หรือ 3 เดือน พบจำนวน 5 ใน 6 รายงาน ที่มีการเปลี่ยนแปลงค่า T1rho และค่า T2 อย่างมีนัยสำคัญ จากการตรวจวัดครั้งที่ 1 หลังการวิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนแข่งขัน และจำนวน 3 รายงาน ยังคงตรวจพบการเปลี่ยนแปลงในการตรวจวัดครั้งที่ 2 ภายหลังการวิ่ง และจำนวน 2 รายงาน ที่พบมีการฟื้นตัวของโครงสร้างกลับสู่ปกติอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้มีจำนวน 10 รายงาน ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ patella tendon, ligaments, synovial fluid และ subchondral bone ซึ่งพบมีการเปลี่ยนแปลงในการตรวจครั้งที่ 1 แต่ไม่มีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนแข่งขัน พบจำนวน 5 รายงาน มีการฟื้นตัวของเนื้อเยื่อจากการเปลี่ยนแปลงจากครั้งแรก ซึ่ง Hoessly ได้สรุปว่า จากข้อมูลเหล่านี้ อาจชี้ให้เห็นว่านักกีฬาที่มีสุขภาพดี (healthy athletes) มีการฝึกฝนอย่างดี การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหลังการวิ่ง ดูเหมือนว่าจะไม่มีผลกระทบที่เป็นอันตราย ยกเว้นระดับ T1rho ที่เพิ่มขึ้นที่แสดงถึงการทำลายของ proteoglycan ซึ่งอย่างไรก็ตามสามารถฟื้นกลับมาได้ภายในระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งควรศึกษาเพิ่มเติมว่ามีโครงสร้างใดบ้างที่ถูกทำลายอย่างถาวร (12) มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ articular cartilage ของข้อเข่าในนักวิ่งมาราธอนสมัครเล่น จำนวน 10 ราย อายุเฉลี่ย 28.7 ปี (22-34 ปี) เป็นเพศหญิง จำนวน 7 ราย ไม่มีประวัติการบาดเจ็บหรือผ่าตัดข้อเข่ามาก่อน ทำ MRI ก่อนการแข่งขัน 48 ชั่วโมง และภายหลังการแข่งขันซึ่งระยะเวลาการทำ MRI แบ่งเป็นครั้งที่ 1 หลังการแข่งขันภายใน 48 ชั่วโมง ครั้งที่ 2 หลังจากนั้นอีก 4 สัปดาห์ ผลการศึกษาไม่พบลักษณะของกระดูกอ่อนถูกทำลาย พบค่า T2 เพิ่มขึ้นภายใน

หลังการแข่งขันทัน โดยก่อนการวิ่ง =  $29.84 \pm 4.97$  ms และภายหลังการวิ่ง =  $30.47 \pm 5.16$  ms ( $p < 0.05$ ) หลังจากนั้นอีก 4 สัปดาห์ มีค่าลดลงใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้ก่อนการวิ่ง ( $29.81 \pm 5.17$  ms,  $p = 0.855$ ) นั้นหมายถึงว่าปริมาณน้ำที่เกิดจากการทำลายของ proteoglycan ที่เป็นส่วนประกอบของ collagen fiber ใน articular cartilage เพิ่มขึ้นในช่วงหลังการแข่งขันทันและหลังจากนั้นปริมาณของน้ำก็กลับคืนสู่ปกติ เลยทำให้ค่า T2 ลดลง (13)

รายงานการศึกษาของ Luke และคณะปี ค.ศ. 2010 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ articular cartilage ของข้อเข่า ในทดลองเป็นนักวิ่งมาราธอนจำนวน 10 ราย อายุเฉลี่ย 31 ปี (ระหว่าง 18-40 ปี) เป็นเพศหญิงจำนวน 6 ราย เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เป็นนักวิ่งจำนวน 10 ราย อายุเฉลี่ย 30 ปี โดยกลุ่มทดลองต้องไม่มีการแข่งขันทันอย่างน้อยที่สุด 4 เดือน ไม่มีอาการเจ็บที่ข้อเข่าน้อยกว่า 1 เดือน และหลังการแข่งขันทันต้องไม่มีการฝึกซ้อมสำหรับการวิ่งมาราธอนภายในระยะเวลา 3 เดือน ส่วนกลุ่มควบคุม ต้องไม่มีประวัติการวิ่งมาราธอนภายในระยะเวลา 5 ปี กลุ่มทดลองตรวจ MRI ก่อนการแข่งขันทัน 2 สัปดาห์ และหลังแข่งขันทันมาราธอน โดยครั้งที่ 1 ตรวจหลังแข่งขันทันภายใน 48 ชั่วโมง ครั้งที่ 2 ตรวจในสัปดาห์ที่ 10 ครั้งที่ 3 ตรวจในสัปดาห์ที่ 12 ส่วนกลุ่มควบคุม ตรวจ MRI เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและตรวจซ้ำอีกหลังจากนั้นอีกในสัปดาห์ที่ 10 และสัปดาห์ที่ 12 ซึ่งการทำ MRI ประกอบด้วย 2 วิธี คือ T1rho และวิธี T2 ผลการศึกษาพบว่า ค่า T1rho มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.01$ ) ภายหลังการแข่งขันทันวิ่งมาราธอนเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการวิ่ง และยังคงสูงในระยะ 3 เดือน พบว่าค่า T1rho มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่า T2 ภายหลังการแข่งขันทัน 48 ชั่วโมง ค่า T2 สูงกว่าก่อนการวิ่งอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะลดลงสู่ภาวะปกติภายในเดือนที่ 3 ภายหลังการแข่งขันทัน และ

ค่า T2 ภายหลัง 3 เดือนไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งหมายถึงว่าปริมาณน้ำและเส้นใยโปรตีนชนิด collagen fibers ได้กลับมาสู่สภาวะปกติ แต่ระดับ T1rho ยังมีค่าสูงจากซึ่งหมายถึงการทำลายของ proteoglycan ของ articular cartilage ยังไม่กลับสู่สภาพปกติภายในระยะเวลา 3 เดือน (14) ซึ่ง Stehling และคณะปี ค.ศ. 2011 ได้รายงานผลจากการทดลองนี้ว่า meniscus ก็มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับ articular cartilage เช่นกัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้จะนำไปสู่การเกิดข้อเข่าเสื่อมในระยะต่อมาเนื่องจากสารประกอบของ articular cartilage ถูกทำลาย โดยบริเวณข้อต่อของกระดูกสะบ้า (patella) กับกระดูก femur : patellofemoral joint และโครงสร้างด้านในของข้อเข่ามีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (15)

มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของข้อเข่าในนักวิ่งสมัครเล่น จำนวน 10 ราย อายุเฉลี่ย 37.3 ปี เป็นเพศชายจำนวน 7 ราย ในการแข่งขันทันวิ่งมาราธอน ศึกษาผลของ MRI ของข้อเข่าก่อนการแข่งขันทัน 48 ชั่วโมง และหลังการแข่งขันทัน 48 ชั่วโมง และหลังจากนั้นอีก 1 เดือน พบว่า ก่อนการแข่งขันทันนักวิ่งจำนวน 4 รายมี meniscus lesion grade 1 (punctuate focal hyperintensity not contiguous with and articular surface) และจำนวน 5 รายมีการบาดเจ็บของ patella tendon ภายหลังการแข่งขันทันมีการบาดเจ็บเพิ่มขึ้นอีก 2 ราย ซึ่งจำนวน 1 ราย ไม่พบการบาดเจ็บภายหลังการติดตามผลจากนั้นอีก 1 เดือน นักวิ่งจำนวน 2 ราย มีการบาดเจ็บของ quadriceps tendon ก่อนการแข่งขันทันและหลังการแข่งขันทันไม่พบการบาดเจ็บเพิ่มขึ้น และจำนวน 1 รายมีการฉีกขาดบางส่วนของ medial และ lateral collateral ligament ก่อนการแข่งขันทัน ซึ่งภายหลังการแข่งขันทันไม่พบมีการบาดเจ็บเพิ่มขึ้น และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ meniscus และ articular car-



tilage อย่างมีนัยสำคัญของก่อนและหลังการแข่งขัน พบว่าทุกข้อเข่ามี effusion ก่อนการแข่งขัน และเพิ่มขึ้นภายหลังการแข่งขันจำนวน 5 ราย และอีก 5 รายไม่เปลี่ยนแปลง ผลของการตรวจใน 4 สัปดาห์ต่อมาพบมีน้ำลดลงแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่พบ effusion หลังแข่งขัน ผู้ศึกษาสรุปว่าหลังการแข่งขันทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในข้อเข่าทำให้แย่ลง แต่จะมีการฟื้นตัวภายหลังจากนั้น 1 เดือน (16)

### การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่าในนักวิ่งระยะทางไกลกว่าวิ่งมาราธอน ( ultra-marathon runners)

เมื่อเร็ว ๆ นี้มีรายงานกรณีศึกษาของ Rutkauskas และคณะ ปี ค.ศ. 2019 ในนักวิ่งระยะทางไกลกว่ามาราธอน (ultra-marathon) เพศชาย โดยเคยเป็นนักวิ่งมาราธอน (42.2 กิโลเมตร) และ ultra-marathon เป็นเวลา 10 ปี จำนวนการแข่งขัน 20 ครั้ง ระยะทางไกลสุดที่เคยวิ่งคือ 5,013 กิโลเมตร ซึ่งการแข่งขันครั้งนี้วิ่งเป็นระยะทาง 7,985 กิโลเมตร ตรวจโครงสร้างข้อเข่าด้วยเครื่องอัลตราซาวนด์ ก่อนและหลังการแข่งขัน ได้แก่ ปริมาณน้ำในข้อ (effusion) การอักเสบของถุงน้ำใต้เส้นเอ็น (tenosynovitis) การอักเสบของเส้นเอ็น (tendinitis) หรือการฉีกขาดของเอ็น (tendon tear) การบาดเจ็บของแผ่นเอ็นข้อเข่า (knee ligament injury) และการเปลี่ยนแปลงของ meniscus (protrusion, extrusion, peripheral tear) ภายหลังการแข่งขัน พบว่าข้อเข่าสองข้างมี effusion เล็กน้อย (mild) บริเวณเหนือต่อกระดูกสะบ้า (supra patella effusion) มีการอักเสบของ quadriceps femoris tendon ระดับ grade I ทั้งสองข้าง ซึ่งไม่พบการอักเสบเพิ่มขึ้น ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ patella tendon ทั้งก่อนและหลังการแข่งขัน พบถุงน้ำใต้แผ่น iliotibial band ของเข่า

ข้างซ้ายก่อนการแข่งขันมีการอักเสบระดับปานกลาง (moderate iliotibial band bursitis) ภายหลังการแข่งขันพบมีการอักเสบอยู่ในระดับรุนแรง (severe iliotibial band bursitis) ไม่พบการอักเสบของ collateral ligaments ทั้งก่อนและหลังการแข่งขัน พบ medial meniscus ของเข่าข้างซ้ายมีการฉีกขาดเล็กน้อยทั้งก่อนและหลังการแข่งขัน (small peripheral horizontal tear) และพบ paraminiscal cysts บริเวณ medial meniscus ของเข่าข้างขวา ส่วน lateral meniscus ของเข่าทั้งสองข้างปกติ พบการอักเสบของถุงน้ำรองใต้กล้ามเนื้อ semitendinosus (semitendinosus bursitis) ของด้านหลังเข่าข้างซ้าย ซึ่ง Rutkauskas และคณะ ได้ให้ความเห็นว่าระยะการวิ่งเกือบ 8,000 กิโลเมตรเป็นเวลามากกว่า 100 วัน ทำให้พบมีการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อรอบข้อเข่า แต่ไม่พบอาการปวดที่รุนแรงยกเว้นที่เข่าซ้ายที่มีการอักเสบอย่างรุนแรงของ iliotibial band bursitis (17) และมีรายงานการศึกษาของ Schütz และคณะปี ค.ศ. 2012 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักวิ่ง ultra-marathon ในการแข่งขัน The Traneurope Footrace Project 2009 (TEFR09) จำนวน 44 ราย (ร้อยละ 67 ของผู้เข้าแข่งขันทั้งหมด) อายุเฉลี่ย 49.7 ปี (ช่วงอายุ 26-68 ปี) เป็นเพศชาย 40 ราย วิ่งระยะทาง 4,486 กิโลเมตร เป็นเวลา 64 วัน ศึกษาแบบ observational cohort study ใช้เครื่อง mobile MRI (T2\*-mapping of cartilage) ตรวจโครงสร้างข้อสะโพก กระดูกเชิงกราน ข้อเข่า และข้อเท้า พบมีผู้แข่งขันตลอดระยะทางจำนวน 30 ราย (ร้อยละ 68) พบ overuse syndrome ของกล้ามเนื้อขาร้อยละ 71.4 พบ stress fracture of proximal tibia และ pelvis จำนวน 2 ราย ในระยะที่สามของระยะการวิ่ง และพบการสึกกร่อนของ articular cartilage ในระยะทางการวิ่ง 1,500-2,500 กิโลเมตร (18) นอกจากนี้มีการศึกษาการทำลายของสารประกอบ

ของ articular cartilage ในการแข่งขันวิ่ง ultra-marathon ที่ประเทศเกาหลี ในเพศชายจำนวน 20 ราย ระยะทางการแข่งขัน 308 กิโลเมตร ใช้เวลา 64 ชั่วโมง โดยการตรวจเลือดหาค่า cartilage oligomeric matrix protein (COMP) แสดงว่ามีการทำลายของ cartilage ก่อนการวิ่ง ระหว่างการวิ่ง ในระยะ 100, 200 และ 300 กิโลเมตร ซึ่งพบว่าค่า COMP ที่ระยะ 100, 200 และ ระยะ 308 กิโลเมตร มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ 130.7% ( $p < 0.05$ ), 160.4% ( $p < 0.001$ ), and 194.1% ( $p < 0.001$ ) ตามลำดับ ซึ่งระยะ 200 และ 308 กิโลเมตร ค่า COMP เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับระยะที่ 100 กิโลเมตร ( $p < 0.05$ ) แต่ระยะที่ 200 กิโลเมตรกับระยะ 300 กิโลเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (19) แสดงว่ากระดูกอ่อนเริ่มถูกทำลายในช่วงระยะทางตั้งแต่ 200 กิโลเมตร ดังนั้น การวิ่ง ultra-marathon ระยะทางไกล ๆ มีโอกาสเกิดข้อเสื่อมมากขึ้น

### การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่าจากการวิ่ง ในกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ

การศึกษาของ Karanfil และคณะปี ค.ศ. 2018 แบบ cross-sectional study ในเพศชาย จำนวน 22 ราย ช่วงอายุ 18-35 ปี ไม่มีประวัติการบาดเจ็บข้อเข่ามาก่อน ทดสอบวิ่งบนสายพานวิ่ง (treadmill) เป็นเวลา 30 นาที ในระดับร้อยละ 80 ของ maximum heart rate วัดค่าความหนา articular cartilage ทั้งก่อนและหลังการวิ่งในเข่าข้างขวาซึ่งเป็นข้างที่ถนัด และเข่าข้างซ้ายซึ่งเป็นข้างที่ไม่ถนัด ทำ 3.0-TMRI บริเวณกระดูก patella, medial และ lateral condyles ของทั้งกระดูก femur และ กระดูก tibia ภาย หลังการวิ่ง พบว่าความหนา cartilage ลดลงบริเวณ lateral condyle ของเข่าข้างที่ถนัด แต่เพิ่มขึ้นใน

บริเวณ medial tibial plateau ภายหลังจากวิ่ง 30 นาที ซึ่งแสดงถึงมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นและมีการรับน้ำหนักมากขึ้นในบริเวณนี้ ผู้ศึกษาแนะนำว่าควรมีการวัดระยะเวลาของการฟื้นตัวของ cartilage ที่หน้าตัวขึ้น (20) มีรายงานการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ glycosaminoglycan ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารที่อยู่ภายนอกเซลล์กระดูกอ่อน (extracellular matrix) มีคุณสมบัติดูดน้ำทำให้เนื้อเยื่อทนต่อแรงกดอัดได้ ในนักวิ่งเพศหญิง จำนวน 9 ราย ที่สมัครเข้าโปรแกรมการฝึกซ้อมวิ่งเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ซึ่งโปรแกรมการฝึกอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของนักกายภาพบำบัด ในสัปดาห์ที่ 10 มีการทดสอบการวิ่งอย่างต่อเนื่องเป็นระยะทาง 5 กิโลเมตรโดยไม่หยุดพัก เปรียบเทียบกับผู้ที่ไม่ได้ออกกำลังกายจำนวน 10 ราย วัดผลโดย MRI เทคนิค Delayed gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging of cartilage (dGEMRIC) โดยตรวจก่อนการฝึกซ้อมและหลังจากสิ้นสุดโปรแกรม พบว่าไม่มีความแตกต่างของค่าที่วัดได้จาก MRI ของทั้งสองกลุ่ม แต่กลุ่มที่เข้าโปรแกรมการวิ่งภายหลังสิ้นสุดโปรแกรม พบว่า ค่าที่วัดได้จาก dGEMRIC imaging มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ( $p = 0.006$ ) ซึ่งผู้ศึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะว่าในการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างมากกว่านี้และระยะทางไกลกว่านี้ด้วย (21)

จากรายงานการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อเข่าพบว่า การสีก่อนและกระดูกงอกมีความสัมพันธ์กับอายุที่มากขึ้น (3) การศึกษาแบบ systematic review และ meta-analysis พบข้อเสื่อมในนักวิ่งอาชีพสูงกว่าในนักวิ่งออกกำลังกายทั่ว ๆ ไป และมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.001$ ) (6) พบว่านักวิ่งมาราธอนมีอาการปวดบริเวณข้อเข่าทางด้านหน้า ปวดขณะนั่งนาน ๆ หรือขณะเดินมากกว่า 2 กิโลเมตร (5) ซึ่งแสดงถึงโครงสร้างข้อเข่าถูก

ทำลาย การตรวจวิเคราะห์การทำลายของสาร proteoglycan ที่เป็นสารประกอบภายใน articular cartilage พบว่าถูกทำลายมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญภายหลังการแข่งขันวิ่งมาราธอนเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการวิ่งและยังคงสูงในระยะ 3 เดือน ถึงแม้ไม่มีการฝีกซ้อมต่ออีก ยังตรวจพบการทำลายสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้พบปริมาณของน้ำเพิ่มขึ้นซึ่งมีสาเหตุจากการแตกหักของเส้นใย collagen ในกระดูกอ่อน แต่กลับมาสู่ปกติภายในระยะเวลา 6 สัปดาห์ถึง 3 เดือน (12,14) มีบางการศึกษาไม่พบการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของข้อเข่าก่อนและหลังการแข่งขันมาราธอนอย่างมีนัยสำคัญ แต่การตรวจข้อเข่าก่อนการแข่งขันมี meniscus ถูกทำลาย lesion Grade I-Grade II แสดงว่าช่วงของการฝีกซ้อม เนื้อเยื่อถูกทำลายมาเรื่อย ๆ ถึงแม้จะไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญภายหลังการวิ่งแข่งขันก็ตาม (11) โดย Gallo และคณะ รายงานว่าการวิ่งระยะทางมากกว่า 64 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ เสี่ยงต่อการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อของข้อเข่า (22) พบว่าในนักวิ่ง half marathon ที่ได้รับการผ่าตัด ACL reconstruction พบมีการฉีกขาดของ medial meniscus มีการสึกกร่อนของ articular cartilage ของเข่าข้างดี ส่วนเข่าข้างที่ทำ ACL reconstruction พบว่ามี meniscus, articular cartilage, BME ถูกทำลายในระดับที่มาก ดังนั้นการฝีกซ้อมเป็นระยะทางไกล ทำให้โครงสร้างของข้อเข่าทั้งข้างดีและข้างที่ผ่าตัดถูกทำลายซึ่งจะส่งผลให้เกิดข้อเข่าเสื่อมต่อไป (7)

## สรุป

จากรายงานการศึกษากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่า พบข้อเข่าเสื่อมในบุคคลทั่วไปซึ่งพบมีการทำลายของ articular cartilage และ meniscus เพิ่มขึ้นตามอายุอย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่พบความ

แตกต่างการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อเข่าของนักวิ่งมาราธอน ก่อนและภายหลังการแข่งขัน อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นพบมีน้ำในข้อเข่ามากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญภายหลังการแข่งขันมาราธอน แต่สามารถกลับมาสู่ภาวะปกติภายในระยะเวลา 3 เดือน แต่การตรวจก่อนการแข่งขัน พบการทำลายของ articular cartilage, meniscus ในนักวิ่งมาราธอนและ ultramarathon แสดงถึงโครงสร้างของข้อเข่าได้ถูกทำลายมาตลอด โดยเฉพาะช่วงฝีกซ้อมอย่างหนักและระยะทางไกลก่อนการแข่งขัน ผู้ที่เคยผ่าตัดโครงสร้างภายในข้อเข่ามาก่อน ทำให้เนื้อเยื่อถูกทำลายมากขึ้นทั้งข้อเข่าข้างผ่าตัดและข้างดี ดังนั้นหลังจากการวิ่งแข่งขันมาราธอนควรมีระยะห่างของการแข่งขันครั้งต่อไปอย่างน้อย 6 สัปดาห์ ถึง 3 เดือน หรือมากกว่านั้นในกรณีที่มีการบาดเจ็บของข้อเข่ามาก และลดระยะทางการฝีกซ้อมลงเพื่อให้ข้อเข่าฟื้นตัว ซึ่งมีรายงานว่าข้อเสื่อมในนักวิ่งอาชีพสูงกว่าในนักวิ่งออกกำลังกายทั่วไป และมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเนื่องจากนักวิ่งไม่ได้พักข้อเข่าเพื่อให้เนื้อเยื่อฟื้นตัวอย่างสมบูรณ์

## เอกสารอ้างอิง

1. Ponzio DY, Syed UAM, Purcell K, Cooper AM, Maltenfort M, Shaner J, et al. Low Prevalence of Hip and Knee Arthritis in Active Marathon Runners. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100:131–7.
2. Articular Capsule of the Knee Joint: Definition & Function (Internet). Study.com. (cited 2019 Jul 16). Available from: <http://study.com/academy/lesson/articular-capsule-of-the-knee-joint-definition-function.html>
3. Culvenor AG, Øiestad BE, Hart HF, Stefanik JJ, Guermazi A, Crossley KM. Prevalence of knee osteoarthritis features on magnetic resonance imaging in asymptomatic uninjured adults: a systematic review and meta-analysis.

- Br J Sports Med. 2018;1–12. doi:10.1136/bjsports-2018-099257
4. Engebretsen L. Decreased Osteoarthritis Risk in Experienced Marathon Runners: Commentary on an article by Danielle Y. Ponzio, MD, et al. “Low Prevalence of Hip and Knee Arthritis in Active Marathon Runners.” *JBJS*. 2018;100:e12.
  5. Devashree Mistry S, Chilgar L, Kumar A. Prevalence of Anterior Knee Pain in Marathon Runners. *Indian J. Physiother. Occup. Therapy - An International Journal*. 2018;12:82.
  6. Alentorn-Geli E, Samuelsson K, Musahl V, Green CL, Bhandari M, Karlsson J. The Association of Recreational and Competitive Running With Hip and Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2017;47:373–90.
  7. Leiter JRS, MacDonald L, McRae S, Davidson M, MacDonald PB. Intrinsic stresses on bone and cartilage in the normal and anterior cruciate ligament-reconstructed knee before and after a half marathon: a magnetic resonance imaging analysis. *Clin J Sport Med*. 2012;22:439–42.
  8. Krampla W, Mayrhofer R, Malcher J, Kristen K, Urban M, Hruby W. MR imaging of the knee in marathon runners before and after competition. *Skeletal Radiol*. 2001;30:72–6.
  9. Proft F, Grunke M, Reindl C, Mueller F, Kriegmair M, Leipe J, et al. The influence of long distance running on sonographic joint and tendon pathology: results from a prospective study with marathon runners. *BMC Musculoskelet Disord (Internet)*. 2016 Jul 11 (cited 2019 Jul 20);17. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4940861/>
  10. Hinterwimmer S, Feucht MJ, Steinbrech C, Graichen H, von Eisenhart-Rothe R. The effect of a six-month training program followed by a marathon run on knee joint cartilage volume and thickness in marathon beginners. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;22:1353–9.
  11. Schueller-Weidekamm C, Schueller G, Uffmann M, Bader TR. Does marathon running cause acute lesions of the knee? Evaluation with magnetic resonance imaging. *Eur Radiol*. 2006;16:2179–85.
  12. Hoessly ML, Wildi LM. Magnetic Resonance Imaging Findings in the Knee Before and After Long-Distance Running—Documentation of Irreversible Structural Damage? A Systematic Review. *Am J Sports Med*. 2017;45:1206–17.
  13. Hesper T, Miese FR, Hosalkar HS, Behringer M, Zilkens C, Antoch G, et al. Quantitative T2(\*) assessment of knee joint cartilage after running a marathon. *Eur J Radiol*. 2015;84:284–9.
  14. Luke AC, Stehling C, Stahl R, et al. High-field magnetic resonance imaging assessment of articular cartilage before and after marathon running: does long-distance running lead to cartilage damage? *Am J Sports Med*. 2010;38:2273–80.
  15. Stehling C, Luke A, Stahl R, Baum T, Joseph G, Pan J, Link TM. Meniscal T1rho and T2 measured with 3.0T MRI increases directly after running a marathon. *Skeletal Radiol*. 2011;40:725–35. doi:10.1007/s00256-010-1058-2. Epub 2010 Oct 30.
  16. Hagemann GJ, Rijke AM, Corr PD. Do knees survive the Comrades Marathon? *S Afr Med J*. 2008;98:873–6.
  17. Rutkauskas S, Venckunas T, Snieckus A, Kamanulis S. Lesions in the legs do not preclude ultra-marathon running for 100 days without pain: case report. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2019;19:220–5.
  18. Schütz UHW, Schmidt-Trucksäss A, Knechtle B, Machann J, Wiedelbach H, Ehrhardt M, et al. The TransEurope FootRace Project: longitudinal data acquisition in a cluster randomized mobile MRI observational cohort study on 44 endurance runners at a 64-stage 4,486 km transcontinental ultramarathon. *BMC Med*. 2012;10:78.
  19. Shin K-A, Kim A-C, Kim Y-J, Lee Y-H, Shin Y-O, Kim S-H, et al. Effect of Ultra-marathon (308

- km) Race on Bone Metabolism and Cartilage Damage Biomarkers. *Ann Rehabil Med.* 2012; 36:80–7.
20. Karanfil Y, Babayeva N, Dönmez G, Diren HB, Eryilmaz M, Doral MN, et al. Thirty Minutes of Running Exercise Decreases T2 Signal Intensity but Not Thickness of the Knee Joint Cartilage:A 3.0-T Magnetic Resonance Imaging Study. *Cartilage.* 2018;1947603518770246.
21. Van Ginckel A, Baelde N, Almqvist KF, Roosen P, McNair P, Witvrouw E. Functional adaptation of knee cartilage in asymptomatic female novice runners compared to sedentary controls. A longitudinal analysis using delayed Gadolinium Enhanced Magnetic Resonance Imaging of Cartilage (dGEMRIC). *Osteoarthr Cartil.* 2010;18: 1564–9.
22. Gallo RA, Plakke M, Silvis ML. Common leg injuries of long-distance runners:anatomical and biomechanical approach. *Sports Health.* 2012; 4:485-95.

## The structural changes and recovery times of the knee joint after long distance running of the marathon runners

Patcharin Ryden

Department of Basic Science, Faculty of Science, Payap University, Chiang Mai, Thailand

---

The influence of long distance running of the knee joint structures and surrounding is still a matter of debate. A few studies with small number of subjects have a conflicting of the results but some of them found the impact of long distance running on the marathon runners and even others runners. The recently report had shown decreased osteoarthritis risk in experienced marathon runners , but some reports have found structural change before and after long distance running. To address this challenges, this article aim to get a better understanding morphology structures and surrounding changes and recovery times on the knee joint of the marathon runners. [Chiang Mai Medical Journal 2019;58\(4\):245-57.](#)

**Keywords:** structures of knee joint, osteoarthritis of knee joint, marathon runners, structures of knee joint in marathon runners

