

การวิ่งทำให้เกิดข้อเข่าเสื่อมจริงหรือไม่

พัชรินทร์ ชนะพาห์

กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50000

Does Running Cause Knee Osteoarthritis?

Patcharin Chanapa

Department of Basic Science, Faculty of Science, Payap University, Chiang Mai 50000, Thailand

กระทรวงสาธารณสุขมีการรณรงค์ส่งเสริมสุขภาพแก่ประชาชน เพื่อป้องกันการเกิดทั้งโรคเรื้อรังและโรคไม่เรื้อรัง โดยบุคลากรกระทรวงสาธารณสุขได้กระทำกันอย่างจริงจัง และเห็นผลเป็นรูปธรรม ซึ่งการออกกำลังกายมีหลายรูปแบบ ซึ่งประชาชนได้มีส่วนร่วม แต่ต้องเลือกประเภทของการออกกำลังกายที่เป็นประโยชน์มากที่สุดและดีที่สุด ซึ่งชนิดของการออกกำลังกายต้องไม่เสี่ยงเกินไปสำหรับการบาดเจ็บเฉียบพลันหรือเรื้อรังของผู้ออกกำลังกายแน่นอนว่าการออกกำลังกายหรือการเล่นกีฬาทุกรูปแบบมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ ถ้าสภาพร่างกายไม่พร้อม ไม่ได้รับการฝึกฝนรวมทั้งมีความเจ็บป่วย ซึ่งทำให้การออกกำลังกายนั้นไม่มีประโยชน์ การวิ่งเป็นการออกกำลังกายที่ไม่ต้องลงทุนมาก เป็นวิธีการที่ง่ายและมีประโยชน์ต่อร่างกาย แต่มีคำถามว่าการวิ่งปลอดภัยหรือไม่โดยเฉพาะอันตรายจากการทำลายข้อเข่าซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะข้อเสื่อม ซึ่งมีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการเกิดข้อเข่าเสื่อมกับการวิ่ง โดยผลการศึกษาที่มีความไม่ชัดเจนและยังมีความขัดแย้งกัน บุคลากรทางการแพทย์เกิดความไม่แน่ใจว่าจะแนะนำผู้ป่วยหรือบุคคลทั่วไปว่าอย่างไรเมื่อมีคำถามจากนักวิ่ง ดังนั้นบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาคำตอบของการวิ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคข้อเข่าเสื่อมจริงหรือไม่ ซึ่งข้อมูลน่าจะเป็นประโยชน์ต่อบุคลากรทางการแพทย์ในการส่งเสริมสุขภาพและประชาชนผู้ที่สนใจในการออกกำลังกายด้วยวิธีการวิ่งเพื่อให้มีสุขภาพที่ดีต่อไป

คำสำคัญ: ข้อเข่าเสื่อม ปัจจัยเสี่ยงข้อเข่าเสื่อม การวิ่งกับโรคข้อเข่าเสื่อม ปวดเข่าจากการวิ่ง

The Ministry of Health is keen to promote regular exercise to prevent both chronic and non-chronic diseases. There are many forms of exercise that people can get involved in but care needs to be taken to choose the type of exercise that is the most beneficial and crucially is not too risky for acute or chronic injury in the participant. Of course, there are risks in all forms of exercise especially when the exerciser is unfit, untrained, and ill-equipped or is involved in an exercise or sport where the dangers outweigh the benefits. Running is seen as a cheap, easy and effective way to achieve health benefits. The question arises, is running safe, and specifically is there a danger of damage to the knees cause of osteoarthritis? Research is often conflicting and confusing. Health care professionals may be unsure of the best advice to give a person or patients who ask whether they should take up running, reduce their running or give up the sport entirely if they currently run. Given the popularity of this activity analysis of issues involved is important to find the answer: Does running cause osteoarthritis of the knee? This information will be useful to medical staff in health promotion and people interested in running.

Keywords: Knee osteoarthritis, risks of knee osteoarthritis, running and knee osteoarthritis, knee joint pain from running

บทนำ

การวิ่ง หมายถึง วิธีการออกกำลังกายชนิดหนึ่ง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการออกกำลังกายปกติ โดยทำเป็นประจำเป็นเวลาหลายปี หรือการวิ่งแข่งขัน วิ่งระยะทางไกล ประเภทต่างๆ เช่นการวิ่งมาราธอน มินิมาราธอน มีรายงานผลการศึกษาความสัมพันธ์ของการวิ่งกับการเกิดข้อเข่าเสื่อมที่ขัดแย้งกัน โดยมีหลายรายงานของการเกิดข้อเข่าเสื่อมกับการวิ่งไม่มีความสัมพันธ์กัน¹⁻⁴ มีรายงานว่า การวิ่งลดการเกิดข้อเข่าเสื่อมและการเปลี่ยนข้อสะโพก (hip replacement) อย่างมีนัยสำคัญ ในกรณีที่มีค่าดัชนีมวลกาย (body mass index: BMI) น้อยๆ โดยพบข้อเข่าเสื่อมน้อยกว่าการออกกำลังกายหรือการเล่นกีฬาชนิดอื่นๆ⁵ แต่การศึกษาเมื่อเร็วๆ นี้พบว่า การออกกำลังกายแบบหนักๆ และรุนแรง รวมทั้งการวิ่งพบความชุกของการเกิดข้อเข่าเสื่อมตั้งแต่ร้อยละ 16 ถึง 95⁶

ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดข้อเข่าเสื่อมในวิ่งหรือนักกีฬา

มีการศึกษาแบบ systematic review โดยรวบรวมและวิเคราะห์ผลการศึกษาในอดีตจากหลายแหล่งฐานข้อมูลสากลที่น่าเชื่อถือที่เกี่ยวข้องกับการเกิดข้อเข่าเสื่อมในนักกีฬา รวมทั้งนักวิ่ง ซึ่งได้ข้อมูลอย่างหนักแน่นว่าการเกิดข้อเข่าเสื่อมมีสาเหตุจาก อายุ การได้รับบาดเจ็บของข้อมาก่อน การที่มีค่า BMI มากและการทำงานที่ต้องใช้แรงหนักๆ⁷ โดยคนอ้วนมีโอกาสเป็นข้อเข่าเสื่อมมากกว่าคนปกติถึง 3 เท่า⁸ รายงานของ Driban และคณะปี ค.ศ. 2015⁹ ศึกษาความสัมพันธ์ของนักกีฬากับการเกิดข้อเข่าเสื่อมแบบ systematic review ในจำนวน 56 บทความ เป็นรายงานจากการดูภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ (x-ray) อาการแสดง ความชุกของการเปลี่ยนข้อเข่าหรือกำลังรอการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าในกลุ่มนักกีฬา อเมริกันฟุตบอล นักวิ่งอาชีพ นักยกน้ำหนัก มวยปล้ำ จากการศึกษานี้ได้พบว่าผู้ที่เล่นกีฬาอเมริกันฟุตบอลพบความชุกของการเกิดข้อเข่าเสื่อมมากที่สุด ซึ่ง losifidis และคณะในปี ค.ศ. 2015¹⁰ ได้ศึกษาในกลุ่มทดลองเป็นนักกีฬาเพศชาย หลากๆ ประเภทจำนวน 218 ราย เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมเป็นเพศชายที่ไม่มีประวัติเป็นนักกีฬาจำนวน 181 ราย พบว่าในกลุ่มนักกีฬาที่มีการกระแทกหรือลงน้ำหนักซ้ำๆ ของข้อเข่าหรือกีฬาที่มีความรุนแรงต่อข้อเข่าได้แก่ อเมริกันฟุตบอล (soccer) วอลเลย์บอล (volleyball) ศิลปะการต่อสู้ (martial arts) กีฬาประเภทลู่วิ่งและลาน (track and field) บาสเกตบอล (basketball) และ สกี (ski) มีความชุกของการเกิดข้อเข่าเสื่อมมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าค่า BMI อายุ อาชีพ มีความสัมพันธ์กับการเกิดข้อเข่าเสื่อม เช่นเดียวกับการศึกษาของ Gouttebarge และคณะในปี ค.ศ. 2015⁶ ศึกษาแบบ

systemic review จำนวน 15 บทความ ของการเกิดข้อเข่าเสื่อมในนักกีฬา พบว่า ความชุกของข้อเข่าเสื่อมพบตั้งแต่ร้อยละ 16 ถึง ร้อยละ 95 ข้อสะโพกเสื่อม ร้อยละ 2 ถึง ร้อยละ 60 ซึ่งข้อต่อของขาที่มีความเสื่อมมากกว่าข้อต่อของแขน

มีหลายรายงานพบว่าผู้ที่ได้รับการบาดเจ็บที่ข้อเข่ามาก่อนเช่น contusion, subchondral หรือ chondral injury โดยที่ร่วมกับการฉีกขาดของหมอนรองข้อเข่า (meniscus) หรือไม่ก็ตาม หรืออาจมีหรือไม่มี การฉีกขาดของเส้นเอ็น (ligament injury or complete tear) ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดข้อเข่าเสื่อมสูงมาก¹¹⁻¹⁵ มีรายงานว่าประมาณร้อยละ 25 ของผู้ที่เป็นข้อเข่าเสื่อมทั้งหมดเป็นผู้ที่มีประวัติเส้นเอ็นภายในข้อเข่าด้านหน้า (anterior cruciate ligament : ACL) ฉีกขาด^{16,17} พบมีข้อเข่าเสื่อมจากภาพถ่ายรังสี x-ray ประมาณร้อยละ 80 ที่เล่นอเมริกันฟุตบอลแล้วมีประวัติการฉีกขาดของ ACL โดยพบข้อเข่าเสื่อมหลังจากนั้น 12-14 ปี ถ้าได้รับการผ่าตัดช่วงระยะแรกๆของการผ่าตัด ACL หรือ meniscus พบว่าผลการผ่าตัดเป็นที่น่าพอใจแต่หลังจากนั้น ช่วง 10-20 ปี ประมาณ ร้อยละ 50 เกิดข้อเข่าเสื่อมร่วมกับมีอาการปวดและการทำงานของข้อเข่าลดลง¹⁸ การตัดหมอนรองกระดูกข้อเข่า (miniscectomy) เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดข้อเข่าเสื่อมอย่างมีนัยสำคัญ โดย total miniscectomy เกิดข้อเข่าเสื่อมมากกว่า 6 เท่าของผู้ที่ไม่ได้รับการผ่าตัด¹⁹ มีการศึกษาผลระยะยาวของผู้ที่ได้รับบาดเจ็บของ ACL ติดตามผลหลังจากบาดเจ็บเป็นเวลา 15 ปี พบว่าปัจจัยเสี่ยงแรกๆที่ทำให้เกิดข้อเข่าเสื่อมคือมีการผ่าตัด miniscectomy มาก่อน²⁰ การศึกษาของ Ruano และคณะปี ค.ศ. 2016²¹ ได้ศึกษาความชุกของการเกิดข้อเข่าเสื่อมหลังการผ่าตัด ACL ร่วมกับการผ่าตัด meniscus เปรียบเทียบกับการผ่าตัด ACL อย่างเดียว ศึกษาแบบ Systematic Reviews and Meta-Analyses จำนวน 211 บทความ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,554 ราย ติดตามผลเป็นเวลาเฉลี่ยมากกว่า 10 ปี (10-24.5 ปี) พบว่าการเกิดข้อเข่าเสื่อมหลังการผ่าตัด ACL ร่วมกับการผ่าตัด meniscus มีความชุกมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การผ่าตัด ACL อย่างเดียว ดังนั้น ปัจจัยเสี่ยงที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดข้อเข่าเสื่อมมีความสัมพันธ์กับการได้รับบาดเจ็บของข้อเข่ามาก่อน

ผลการศึกษาการวิ่งไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดข้อเข่าเสื่อม

Williams และคณะในปี ค.ศ. 2013⁵ ศึกษาความชุกของข้อเข่าเสื่อมและการเปลี่ยนข้อสะโพกในกลุ่มนักวิ่ง กลุ่มผู้ที่เดินออกกำลังกาย และกลุ่มนักกีฬาประเภทอื่นๆ โดยศึกษาจากประวัติผู้ป่วยที่แพทย์วินิจฉัยเป็นข้อเข่าเสื่อมและผู้ป่วยที่เปลี่ยนข้อสะโพกเทียม จากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักวิ่งจำนวน

74,752 ราย และเป็นผู้ที่เดินออกกำลังกายจำนวน 14,625 ราย จาก 3 สถาบันคือ Nation Runners' Health Study (NRHS-I), NRHS-II และ Nation Walkers' Health Study (NWS) เก็บข้อมูลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับระยะเวลาของการวิ่ง หรือการ

เดิน น้ำหนัก ส่วนสูง รอบเอว การวินิจฉัยของแพทย์ว่าเป็นโรคข้อเข่าเสื่อมหรือมีการเปลี่ยนข้อสะโพก ปี พ.ศ. ที่ได้รับการวินิจฉัยหรือเปลี่ยนข้อซึ่งต้องไม่ใช่เริ่มต้นปีของการสำรวจหรือในปีเดียวกันกับการสำรวจ ซึ่งผลการศึกษา (ตารางที่ 1)

Table 1 Runners VS Walkers : Osteoarthritis and Hip Replacement Rate^{5,22}

Respondents	Follow up (years)	Knee Osteoarthritis N (%)	Hip Replacement N (%)
74,752 runners	7.1	2,004 (2.7)	259 (0.35)
14,625 walkers	5.7	696 (4.8)	114 (0.78)

จากตารางที่ 1 William และคณะ⁵ รายงานว่า ความชุกของการเกิดข้อเข่าเสื่อมและการเปลี่ยนข้อสะโพกในนักวิ่งไม่มีความแตกต่างกันกับผู้ที่ไม่ออกกำลังกายด้วยการเดินอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่าน้ำหนักมีความสัมพันธ์กับการเกิดข้อเข่า

เสื่อมและการเปลี่ยนข้อสะโพกในนักวิ่ง โดยเมื่อเปรียบเทียบกับนักวิ่งที่มีค่า BMI น้อยกว่า 22.5 kg/m² ซึ่งพบข้อเข่าเสื่อมเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และการเปลี่ยนข้อสะโพกเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.8 ต่อ kg/m² ของค่า BMI ที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2)

Table 2 The risk for Osteoarthritis and Hip Replacement Increased per Kilogram per Square meter Increase in BMI^{5,22}

Body Mass Index (BMI) kg/m ²	OA risk increased (%)	Hip Replacement risk increased (%)
22.5-25.0	12.19	44.8
25.0-27.5	37.5	111.8
≥27.5	50.4	71.0

William⁵ ได้ให้เหตุผลว่านักวิ่งมักจะมีน้ำหนักน้อยกว่าผู้ที่เดินจึงทำให้พบความชุกของการพบข้อเข่าเสื่อมในนักวิ่งไม่แตกต่างจากผู้ที่เดิน และยังพบว่า นักวิ่งมาราธอนตั้งแต่ระดับความถี่ ของการแข่งขัน จำนวน 1-5 ครั้งต่อปี พบว่าไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคข้อเข่าเสื่อมและความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนข้อสะโพก ความเร็วของการวิ่ง (speed)

ไม่สัมพันธ์กับการเกิดข้อเข่าเสื่อมและการเปลี่ยนข้อสะโพก ส่วนจำนวนปีที่วิ่งมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนข้อสะโพก แต่ไม่สัมพันธ์กับข้อเข่าเสื่อม ซึ่งระยะเวลาในการวิ่งกับอัตราการเกิดข้อเข่าเสื่อม และอัตราการเปลี่ยนข้อสะโพกในระยะเวลาที่ต่างกัน (ตารางที่ 3)

Table 3 The Rate of Knee Osteoarthritis and Hip Replacement by kilometer/ week^{5,22}

	< 11 kms/ week	11-22.5 kms/ week	22.5-34 kms/ week	> 34 kms/ week
OA knee	1.0*	-18.1%	-16.1%	-15.6%
Hip replacement	1.0*	-35.1%	-50.1%	-38.5%

*ใช้เป็นค่ามาตรฐานเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

จากตารางที่ 3 พบว่าการวิ่งในระยะเวลาที่มากกว่า 11 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ลดอัตราการเกิดข้อเข่าเสื่อมและอัตราการเปลี่ยนข้อสะโพกเมื่อเทียบกับการวิ่งในระยะเวลาที่น้อยกว่า นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาอื่นๆ ที่พบว่าการวิ่งไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดข้อเข่าเสื่อม เช่น รายงาน

การศึกษาจากนักวิ่งจำนวน 863 ราย ที่มีประวัติการวิ่งมากกว่า 96.5 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ไม่พบความเสี่ยงของการเกิดข้อเข่าเสื่อม²⁻⁴ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Panush และคณะ¹ ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเกิดข้อเข่าเสื่อมในนักวิ่ง จำนวน 17 ราย กับกลุ่มควบคุมที่ไม่เป็นนักวิ่งจำนวน

18 ราย อายุเฉลี่ย 56 ปีโดยนักวิ่งเฉลี่ยระยะทางการวิ่ง 45 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ (28 ไมล์) ระยะเวลาวิ่ง 12 ปี พบว่าไม่มีความแตกต่างของข้อเข่าทั้งสองกลุ่มในด้านความเจ็บปวด อาการบวม หรืออาการจากกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อต่อ รวมถึงความผิดปกติในภาพถ่ายรังสี x-ray ซึ่งการศึกษานี้ถึงแม้จะมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยแต่ผู้ศึกษาสรุปไว้ว่าการวิ่งไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดข้อเข่าเสื่อม มีผู้ศึกษาผลของการเกิดข้อเสื่อมได้แก่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า ในนักวิ่งระยะทางไกล ที่วิ่งมาเป็นระยะเวลา 20 ปี โดยการวิ่ง 20-40 กม. ต่อสัปดาห์ อายุเฉลี่ย 40 ปี จำนวน 27 ราย เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมจำนวน 27 ราย พบว่าไม่มีความแตกต่างของอาการเคลื่อนไหวข้อ หรือความเจ็บปวด ระดับของการเสื่อมของข้อ หรือกระดูกงอก ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นผู้ทำการทดลองนี้สรุปว่าการวิ่งระยะไกลไม่มีผลต่อการเกิดข้อเสื่อมในข้อต่อส่วนล่างของร่างกาย (lower extremity)²³

จากการศึกษาของ Kujala และคณะปี ค.ศ. 1995²⁴ ศึกษาการเกิดข้อเข่าเสื่อมในนักกีฬา จำนวน 117 ราย ช่วงอายุ 45-68 ปี เป็นนักวิ่งระยะไกลจำนวน 28 ราย เป็นนักกีฬาอเมริกันฟุตบอล จำนวน 31 ราย เป็นนักกีฬาเทนนิสจำนวน 29 ราย และเป็นนักกีฬายิงปืนจำนวน 29 ราย ศึกษาจากการซักประวัติ อาการบาดเจ็บและอาการแสดงของข้อเข่าที่มีมาก่อน และจากภาพถ่ายรังสี x-ray โดยแพทย์ผู้ตรวจและดูภาพถ่ายรังสี x-ray ไม่ทราบว่าการออกกำลังกายเล่นกีฬาชนิดใดพบว่าการเกิดข้อเข่าเสื่อมมีความสัมพันธ์กับการที่มีข้อเข่าบาดเจ็บมาก่อน และการที่มีค่า BMI มากๆ โดยนักกีฬาเทนนิสและอเมริกันฟุตบอลพบข้อเข่าเสื่อมมากที่สุด ร้อยละ 31 และ 29 ตามลำดับ ส่วนในนักวิ่งพบเพียงร้อยละ 14 และมีผู้ศึกษาเปรียบเทียบความชุกของการเกิดข้อเข่าเสื่อมในกลุ่มทดลองเป็นนักวิ่งระยะทางไกล จำนวน 45 ราย เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เป็นนักวิ่งจำนวน 53 ราย โดยอายุเฉลี่ย 58 ปี (50-72 ปี) ระยะเวลาในการวิ่งเฉลี่ย 214 นาทีต่อสัปดาห์ โดยระยะเวลาติดตามผลเฉลี่ย 11.7 ปี โดยเก็บข้อมูลจากการให้คะแนน (score) จากการดูภาพถ่ายรังสี x-ray โดยมีผู้อ่านผลจำนวน 2 ท่าน หาค่าเฉลี่ยของ total knee score (TSK) แล้วเปรียบเทียบจำนวนของผู้ที่เกิดข้อเข่าเสื่อมและจำนวนผู้ที่เป็นข้อเข่าเสื่อมแบบรุนแรง จากผลของภาพถ่ายรังสีเริ่มแรกและสิ้นสุดการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ในภาพถ่ายรังสีก่อนการเข้าโปรแกรมการทดลองพบเริ่มมีข้อเข่าเสื่อมเล็กน้อยในนักวิ่ง ร้อยละ 6.7 ส่วนกลุ่มควบคุมไม่พบ อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดการทดลองกลุ่มนักวิ่งไม่เพิ่มจำนวนของผู้ที่มีข้อเข่าเสื่อมหรือเพิ่มความรุนแรง

ของข้อเข่าเสื่อมเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ทางสถิติพบว่า ผู้ที่มีน้ำหนักมากในระยะเริ่มแรกของการทดสอบ ภาพถ่ายรังสีมีการทำลายของผิวข้อมาก่อน พบว่าทำให้เกิดข้อเข่าเสื่อมมากขึ้นในภาพถ่ายรังสีเมื่อสิ้นสุดโปรแกรม และพบว่าการเกิดข้อเข่าเสื่อม ไม่มีความสัมพันธ์กับเพศ หรือค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งของการออกกำลังกาย²⁵

Dr Luks²⁶ แพทย์ผู้เชี่ยวชาญ A Broad Certificated Orthopedic Surgeon in Hawthorne, NY. ได้เผยแพร่บทความออนไลน์เมื่อเร็วๆ นี้ เกี่ยวกับประเด็นของข้อเสื่อมกับการวิ่ง ว่าการมี อาการเจ็บจากการอักเสบของข้อนั้นไม่ได้หมายถึงว่ามีข้อเสื่อมเสมอไป พบว่าผู้ที่มีอาการอักเสบมากแต่ภาพถ่ายรังสี x-ray พบมีข้อเข่าเสื่อมเล็กน้อยแต่บางคนมีอาการเพียงเล็กน้อยแต่ ภาพถ่ายรังสี x-ray แสดงลักษณะข้อเสื่อมรุนแรงมาก ดังนั้นอาการเจ็บของข้อเข่าจึงมาจากหลายสาเหตุ นักวิ่งควรมีการปรับตารางการวิ่ง ปรับเปลี่ยนรองเท้าที่ใช้วิ่งให้เหมาะสม รวมทั้งวิ่งในทางเรียบไม่ขรุขระ ทัศนที่ที่นักวิ่งหยุดวิ่งเพราะความเจ็บปวด ความอ่อนแรงของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นรวดเร็วกว่าที่คิด ควรพยายามที่จะกลับมาวิ่งและออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา สะโพก เพราะถ้ากล้ามเนื้อเหล่านี้อ่อนแรงจะส่งผลให้เข่าเจ็บมากขึ้น สรุปคือ การวิ่งไม่ได้ทำให้เกิดข้อเข่าเสื่อม หลังจากการวิ่งกระดูกอ่อนมีการเปลี่ยนแปลงแต่ก็สามารถซ่อมแซมตนเองให้กลับมาปกติได้ซึ่งพบว่านักวิ่งมีความชุกของการเกิดข้อเข่าและข้อสะโพกเสื่อมน้อยกว่าผู้ที่ไม่ได้เป็นนักวิ่ง นอกจากผลของการวิ่งแล้วยังมีผู้ศึกษาผลของการเดินในระยะยาว ต่อการเกิดข้อเข่าเสื่อมในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,279 ราย อายุเฉลี่ย 53 ปี ซึ่งเป็นผู้ที่ออกกำลังกายด้วยวิธีการเดินระยะทางโดยประมาณ 10 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ (6 ไมล์) และเก็บข้อมูลด้วยการสอบถามอาการปวด และถ่ายภาพรังสี x-ray ในช่วงเริ่มต้นการทดลองโดยผู้อ่านมี 2 ท่านคือนักรังสี (radiologist) และแพทย์ผู้รักษาโรคทางไขข้อรูมาติซึม (rheumatologist) และหลังจากนั้นอีก 9 ปี ได้สอบถามอาการ ดูช่องว่างความกว้างขนาดของข้อต่อระหว่าง กระดูก tibia และกระดูกปลายขาต้านนอก (fibula): tibiofemoral joint จากการศึกษานี้พบว่าการเดินไม่มีผลต่อการเกิดข้อเข่าเสื่อมมากขึ้นหรือทำให้ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เดินออกกำลังกาย²⁷

ผลการศึกษารunning มีความสัมพันธ์กับการเกิดข้อเข่าเสื่อม

ผลการศึกษารunning ตรวจข้อเข่าเสื่อมจากภาพถ่ายรังสีจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic resonance image : MRI)

ซึ่งมีคุณสมบัติในการตรวจสอบภาวะการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบอินทรีย์ glycosaminoglycan (GAG) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของกระดูกอ่อนมีคุณสมบัติในการดูดน้ำทำให้มีความยืดหยุ่นและสามารถรับแรงกดแรงอัดได้ สามารถพบการเปลี่ยนแปลงได้ในระยะเริ่มแรกของการเสื่อมของข้อเข่าจากการศึกษาของ Luke และคณะ ปี ค.ศ. 2010²⁸ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกระดูกอ่อนผิวข้อ (articular cartilage) ของข้อเข่า ในนักวิ่งมาราธอนจำนวน 10 ราย เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้วิ่งจำนวน 10 ราย ทั้งสองกลุ่มเป็นเพศหญิงจำนวน 6 ราย อายุระหว่าง 18-40 ปีอายุเฉลี่ยประมาณ 31 ปีในกลุ่มทดลองและ 30 ปีในกลุ่มควบคุม ค่า BMI ในกลุ่มทดลอง $23.7 \pm 2.7 \text{ kg/m}^2$ และในกลุ่มควบคุม $23.1 \pm 2.2 \text{ kg/m}^2$ ศึกษาระยะการเสื่อมของข้อต่อในระยะแรกจากผลของ MRI โดยตรวจการลดลงของสาร GAG ซึ่งเป็นสภาวะที่เริ่มมีการเสื่อมของข้อต่อ โดยกลุ่มทดลองได้งดเข้าร่วมการแข่งขันอย่างน้อยที่สุด 4 เดือน ไม่มีอาการเจ็บที่ข้อเข่าน้อยกว่า 1 เดือน ค่าน้ำหนักมวลกาย BMI ไม่เกิน 30 kg/m^2 และหลังการแข่งขันต้องไม่มีแผนการฝึกซ้อมวิ่งมาราธอนภายในระยะเวลา 3 เดือน ส่วนกลุ่มควบคุม ต้องไม่มีประวัติการวิ่งมาราธอนภายในระยะเวลา 5 ปี กลุ่มทดลองตรวจ MRI ก่อนวิ่ง 2 สัปดาห์ และหลังวิ่งมาราธอนระยะทาง 26.2 ไมล์ (42 กิโลเมตร) โดยตรวจหลังวิ่งภายใน 48 ชั่วโมง และตรวจอีกครั้งสัปดาห์ที่ 10 และ 12 ส่วนกลุ่มควบคุม ตรวจ MRI เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและตรวจซ้ำอีกหลังจากนั้นอีกในสัปดาห์ที่ 10 และ 12 ซึ่งการทำ MRI ประกอบด้วย 2 วิธี คือ T1rho ซึ่งสามารถวิเคราะห์การถูกทำลายของสารประกอบอินทรีย์ ของ articular cartilage และวิธี T₂ ใช้ตรวจปริมาณของน้ำและการแตกหักของเส้นใย collagen ในกระดูกอ่อน ผลการศึกษาพบว่า ค่า T1rho มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญภายหลังการแข่งขันวิ่งมาราธอนเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการวิ่ง และยังคงสูงในระยะ 3 เดือน ซึ่งไม่มีการฝึกต่อในนักวิ่งยังคงพบว่าค่า T1rho มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่า T₂ หลังการแข่งขัน 48 ชั่วโมง ค่า T₂ สูงกว่าก่อนการวิ่งอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะลดลงสู่ภาวะปกติภายในเดือนที่ 3 หลังการแข่งขัน และค่า T₂ ภายหลังสามเดือนไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งหมายถึงว่าปริมาณน้ำและเส้นใยโปรตีนชนิด collagen fibers ได้กลับมาสู่สภาวะปกติ แต่ระดับ T1rho ยังมีค่าสูง ซึ่ง Stehling และคณะ ปี ค.ศ. 2011²⁹ ได้รายงานผลจากการทดลองนี้ว่า meniscus ก็มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับ articular cartilage เช่นกัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้จะนำไปสู่การเกิดข้อเข่าเสื่อมในระยะต่อมาเนื่อง

การสารประกอบของ articular cartilage ถูกทำลาย ซึ่งบริเวณข้อต่อของกระดูกสะบ้า (patella) กับกระดูก femur : patellofemoral joint และโครงสร้างด้านในของข้อเข่ามีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ไม่พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางมหกายวิภาค (gross morphology) ของข้อเข่าหลังการแข่งขัน ส่วนในกลุ่มควบคุมผลของ T1rho และ T₂ ไม่แตกต่างกัน

การศึกษาของ Li และคณะ ปี ค.ศ. 2007³⁰ ได้ศึกษาลักษณะ articular cartilage ของผู้ป่วยที่มีข้อเสื่อมในระยะเริ่มแรก โดยดูค่าปริมาตรและความหนา ค่า T1rho และค่า T₂ จากการตรวจ MRI ในกลุ่มที่เป็นผู้มีข้อเข่าเสื่อมจำนวน 10 รายอายุเฉลี่ย 55.9 ปี เปรียบเทียบกับกลุ่มอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีที่ไม่มีอาการแสดงหรือภาวะข้อเสื่อมที่เห็นได้จากภาพถ่ายรังสี x-ray จำนวน 16 ราย อายุเฉลี่ย 41.3 ปี พบว่าค่าของ T1rho และค่า T₂ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในกลุ่มของผู้ที่เป็นข้อเข่าเสื่อม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงถึงความเสื่อมของกระดูกอ่อนในระยะแรก นอกจากนี้ Nishii และคณะ ปี ค.ศ. 2008³¹ ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างขนาดของกระดูกอ่อนของข้อเข่าจากภาพถ่ายรังสี MRI ในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีจำนวน 22 ราย โดยการวัดค่า T₂ ขณะที่ข้อเข่ารับน้ำหนักนานเป็นเวลา 6-9 นาที ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นคือ ร้อยละ 50 ของน้ำหนักร่างกายของผู้ถูกทดสอบ พบว่าค่า T₂ มีการเปลี่ยนแปลงแสดงถึงการลดขนาดความหนาของกระดูกอ่อนอย่างมีนัยสำคัญที่บริเวณด้านในของกระดูกต้นขา (femur) และของกระดูกปลายขาด้านใน (tibia) ทั้งบริเวณด้านในและด้านนอกรวมทั้งบริเวณของ meniscus ซึ่งหลายรายงานพบว่า การลงน้ำหนักแบบรุนแรงและเฉียบพลันและซ้ำๆ นานหลายปี เช่น ในคนอ้วน คนทำงานที่ใช้แรงงานหนักๆ หรือในนักวิ่งน่าจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของ articular cartilage ซึ่งทำให้เกิดการเสื่อมของข้อต่อได้³²⁻³⁴

รายงานการศึกษาที่น่าสนใจของ Roos และคณะ ปี ค.ศ. 2005³⁵ ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายระดับปานกลาง (moderate exercise) ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร GAG ในกลุ่มตัวอย่างผู้ที่เสี่ยงต่อการเกิดข้อเข่าเสื่อมจำนวน 45 ราย อายุเฉลี่ย 46 ปี และน้ำหนักมวลกายโดยเฉลี่ย 26.6 kg/m^2 กลุ่มทดลองจำนวน 22 ราย ซึ่งมีประวัติได้รับการผ่าตัดบางส่วนของ medial meniscus เป็นเวลา 3-5 ปีซึ่งถือเป็นกลุ่มที่เสี่ยงต่อการเกิดข้อเสื่อมในอนาคต และกลุ่มควบคุมจำนวน 23 ราย กลุ่มทดลองได้เข้าโปรแกรมการออกกำลังกายเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยการอบอุ่นร่างกาย ด้วยการปั่นจักรยาน การกระโดดเชือก จ็อกกิ้งบน trampoline และตามด้วยการออกกำลังกายที่เพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ

เนื้อและเส้นเอ็นรอบข้อเข่า รวมทั้งการออกกำลังกายเพื่อการควบคุมการทรงตัว (neuromuscular control) ซึ่งควบคุมโดยนักกายภาพบำบัด (physical therapist) ความถี่ของโปรแกรมทุกสัปดาห์ 3 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง เป็นเวลานาน 4 เดือน แล้วตรวจปริมาณของสาร GAG ด้วย MRI โดยวิธี delayed gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging of cartilage (dGEMRIC) พบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายมีการเปลี่ยนแปลงสาร GAG ทำให้คุณภาพของกระดูกอ่อนดีขึ้น ซึ่ง Ross และคณะแนะนำว่าผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดข้อเข่าเสื่อมควรออกกำลังกายบ้างดีกว่าไม่ออกกำลังกายเลย

สิ่งที่เป็นข้อสังเกตในความแตกต่างของผลการศึกษาเกี่ยวกับความชุกของการพบข้อเข่าเสื่อม อาจมีปัจจัยมาจากหลายประการ เช่น วิธีการดำเนินการวิจัย ซึ่งการศึกษามีทั้งแบบการสรุปผลจากภาพถ่ายรังสี x-ray ภาพถ่ายรังสี MRI หรือจากแบบสอบถามประวัติ อาการและการวินิจฉัยจากแพทย์ Kujit และคณะ ปี ค.ศ. 2012³⁶ รายงานผลการศึกษาแบบ systematic review เกี่ยวกับความชุกของการเกิดข้อเข่าเสื่อมในนักกีฬาอเมริกันฟุตบอล โดยรวบรวมข้อมูลจากปี ค.ศ. 2000-2012 พบว่ามีการวินิจฉัยข้อเข่าเสื่อมในกลุ่มนักกีฬาอเมริกันฟุตบอล แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกวินิจฉัยจากภาพถ่ายรังสีที่ใช้เทคโนโลยีสูง พบความชุกของการเกิดข้อเข่าเสื่อม ร้อยละ 60-80 และอีกกลุ่มใช้การวินิจฉัยจากการใช้เทคโนโลยีระดับปานกลางและการใช้แบบสอบถาม พบความชุกของข้อเข่าเสื่อมร้อยละ 40-46 เช่นเดียวกับการศึกษาของ Iosifidis และคณะ¹⁰ ศึกษาความชุกของข้อเข่าเสื่อมในนักกีฬาชาย ซึ่งมีประวัติเป็นนักกีฬาอดเยี่ยม จำนวน 218 ราย ที่เคยเป็นนักกีฬาประเภทต่างๆ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมจำนวน 181 ราย เก็บข้อมูลจากแบบสอบถามอาการทางคลินิกและภาพถ่ายรังสี x-ray ได้รายงานว่ามีอาการทางคลินิกในกลุ่มทดลองที่อดีตเป็นนักกีฬาร้อยละ 15.6 พบ และในกลุ่มควบคุมร้อยละ 14.4 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จากการวินิจฉัยจากภาพถ่ายรังสี x-ray พบข้อเข่าเสื่อม ในกลุ่มทดลอง ร้อยละ 36.6 และกลุ่มควบคุมร้อยละ 29.9 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.03$) แต่ถึงอย่างไรก็ตามการวินิจฉัยว่ามีข้อเข่าเสื่อมเป็นที่ยอมรับจากการวินิจฉัยจากภาพถ่ายรังสี x-ray ร่วมกับประวัติการเจ็บป่วย แต่มีบางรายงานการศึกษาที่เก็บข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามและการเคยได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นข้อเข่าเสื่อมมาก่อน ดังนั้นวิธีการดำเนินการของการศึกษาแต่ละการศึกษามีความแตกต่างกัน ทำให้ผลการศึกษาที่มีความแตกต่างกัน รายงานการศึกษาของ Timmins และคณะ ในปี ค.ศ. 2016³⁷ ศึกษาความสัมพันธ์ของการวิ่ง

กับการเกิดข้อเข่าเสื่อม ด้วยวิธี meta-analysis จากจำนวน 1,322 บทความ ผลการศึกษาพบว่าไม่สามารถที่จะระบุได้ชัดเจนว่าการวิ่งกับการเกิดข้อเข่าเสื่อมมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ เนื่องจากมีความแตกต่างในผลการศึกษาและวิธีการศึกษาซึ่งผู้ศึกษาได้แนะนำว่าควรติดตามผลการศึกษาประมาณ 8 ปี การศึกษาผลไปข้างหน้าควรมีรูปแบบวิธีการดำเนินการวิจัยที่ดี

สรุป

จากหลายๆ รายงานการศึกษามีวิธีการเก็บข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีในการวินิจฉัยที่มีคุณภาพต่างกันซึ่งการวินิจฉัยข้อเข่าเสื่อมจากภาพถ่ายรังสี x-ray สามารถเห็นความเสื่อมได้ในระยะหลังๆ ของการเสื่อม แต่เมื่อดูจากภาพถ่ายรังสี MRI พบว่า มีการทำลายโครงสร้างภายในที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ ของกระดูกอ่อน ซึ่งแสดงถึงการเสื่อมของกระดูกอ่อนในระยะเริ่มแรก เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยของการเกิดข้อเข่าเสื่อมสามารถกล่าวได้ว่าการวิ่งทำให้เกิดข้อเข่าเสื่อมโดยเฉพาะนักวิ่ง ที่มีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่าค่าปกติ หรือข้อเข่าได้รับบาดเจ็บมาก่อน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดข้อเข่าเสื่อมอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบความชุกของการเกิดข้อเข่าเสื่อมน้อยลงในนักวิ่งที่มีค่า ดัชนีมวลกายน้อยๆ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกีฬาชนิดอื่นๆ ที่มีลักษณะการเล่นที่รุนแรงมากกว่าพบการเกิดข้อเข่าเสื่อมในนักวิ่งน้อยกว่า เนื่องจากกีฬาที่รุนแรงทำให้ข้อเข่าได้รับบาดเจ็บมากกว่า ดังนั้นยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าการวิ่งมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดข้อเข่าเสื่อม แต่อย่างไรก็ตามการหลีกเลี่ยงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะน้ำหนักมวลกายที่มาก รวมทั้งการระมัดระวังการบาดเจ็บของข้อเข่าในขณะที่วิ่งจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดข้อเข่าเสื่อมมากขึ้นทำให้ผู้ที่วิ่งออกกำลังกายมีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดีต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Panush RS, Schmidt C, Caldwell JR, Edwards NL, Longley S, Yonker R, et al. Is running associated with degenerative joint disease? JAMA 1986; 255: 1152-4.
2. Sandmark H, Vingård E. Sports and risk for severe osteoarthritis of the knee. Scand J Med Sci Sports 1999; 9: 279-84.
3. Cooper C, Snow S, McAlindon TE, Kellingray S, Stuart B, Coggon D, et al. Risk factors for the incidence and progression of radiographic knee osteoarthritis. Arthritis Rheum 2000; 43: 995-1000.

4. Szoeki CE, Cicuttini FM, Guthrie JR, Clark MS, Dennerstein L. Factors affecting the prevalence of osteoarthritis in healthy middleaged women: data from the longitudinal Melbourne Women's Midlife Health Project. *Bone* 2006; 39: 1149-55.
5. Williams PT. Effects of running and walking on osteoarthritis and hip replacement risk. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45: 1292-7.
6. Goutteborge V, Inklaar H, Backx F, Kerkhoffs G. Prevalence of osteoarthritis in former elite athletes: a systematic overview of the recent literature. *Rheumatol Int* 2015; 35: 405-18. doi: 10.1007/s00296-014-3093-0. Epub 2014 Jul 19.
7. Willick SE, Hansen PA. Running and osteoarthritis. *Clin Sports Med* 2010; 29: 417-28.
8. Blagojevic M, Jinks C, Jeffery A, Jordan KP. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage* 2010; 18: 24-33.
9. Driban JB, Hootman JM, Sitler MR, Harris K, Cattano NM. Is participation in certain sports associated with knee osteoarthritis? A systematic review. *J Athl Train* 2015 Jan 9. doi: <http://dx.doi.org/10.4085/1062-6050-50.2.08> [Epub ahead of print]
10. Iosifidis MI, Tsarouhas A, Fylaktou A. Lower limb clinical and radiographic osteoarthritis in former elite male athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015 ; 23: 2528-35. doi: 10.1007/s00167-014-3047-9. Epub 2014 May 11.
11. Englund M, Roos EM, Lohmander LS. Impact of type of meniscal tear on radiographic and symptomatic knee osteoarthritis: a sixteen-year followup of meniscectomy with matched controls. *Arthritis Rheum* 2003; 48: 2178-87.
12. Lohmander LS, Ostenberg A, Englund M, Roos H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. *Arthritis Rheum* 2004; 50: 3145-52.
13. von Porat A, Roos EM, Roos H. High prevalence of osteoarthritis 14 years after an anterior cruciate ligament tear in male soccer players: a study of radiographic and patient relevant outcomes. *Ann Rheum Dis* 2004; 63: 269-73.
14. Englund M, Guermazi A, Gale D, Hunter DJ, Aliabadi P, Clancy M, Felson DT. Incidental meniscal findings on knee MRI in middle-aged and elderly persons. *N Engl J Med* 2008; 359: 1108-15.
15. Ratzlaff CR, Liang MH. New developments in osteoarthritis. Prevention of injury-related knee osteoarthritis: opportunities for the primary and secondary prevention of knee osteoarthritis. *Arthritis Res Ther* 2010; 12: 215. doi: 10.1186/ar3113. Epub 2010 Aug 31.
16. Hill CL, Seo GS, Gale D, Totterman S, Gale ME, Felson DT. Cruciate ligament integrity in osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 2005; 52: 794-9.
17. Amin S, Guermazi A, Lavalley MP, Niu J, Clancy M, Hunter DJ, Grigoryan M, Felson DT. Complete anterior cruciate ligament tear and the risk for cartilage loss and progression of symptoms in men and women with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2008; 16: 897-902.
18. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med* 2007; 35: 1756-69.
19. Roos H, Lauren M, Adalberth T, Roos EM, Jonsson K, Lohmander LS. Knee osteoarthritis after meniscectomy: prevalence of radiographic changes after twenty-one years, compared with matched controls. *Arthritis Rheum* 1998; 41: 687-93.
20. Neuman P, Englund M, Kostogiannis I, Friden T, Roos H, Dahlberg LE. Prevalence of tibiofemoral osteoarthritis 15 years after nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study. *Am J Sports Med* 2008; 36: 1717-25.
21. Ruano JS, Sitler MR, Driban JB. Prevalence of radiographic knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction, with or without meniscectomy: An evidence-based practice paper. *J Athl Train* 2016 Mar 1. [Epub ahead of print]
22. Amby Burfoot . [homepage on the Internet]. Running linked to lower arthritis rates than walking, 2013 February 5. New York: Runner's World. [cited 2016 Nov 10]. Available from: <http://www.runnersworld.com/newswire/running-linked-to-lower-arthritis-rates-than-walking>
23. Konradsen L, Hansen EMB, Sondergaard L. Long distance running and osteoarthrosis *Am J Sports Med* July 1990; 18: 379-81.
24. Kujala UM, Kettunen J, Paananen H, Aalto T, Battié MC, Impivaara O, et al. Knee osteoarthritis in former runners, soccer players, weight lifters, and shooters. *Arthritis Rheum* 1995; 38: 539-46.
25. Chakravarty EF, Hubert HB, Lingala VB, Zatarain E, Fries JF. Long distance running and knee osteoarthritis. A prospective study. *Am J Prev Med* 2008; 35: 133-8.
26. Luks HJ. [homepage on the Internet]. Osteoarthritis and running. Can they co-exist, October 2015. New York: Howard J. Luks. [cited 2016 Nov 10]. Available from: <http://www.howardluksmd.com/orthopedic-social-media/osteoarthritis-and-running-can-they-co-exist/>

27. Felson DT, Niu J, Clancy M, Sack B, Aliabadi P, Zhang Y. Effect of recreational physical activities on the development of knee osteoarthritis in older adults of different weights: the Framingham Study. *Arthritis Rheum* 2007; 57: 6-12.
28. 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.
29. 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.
30. Li X, Benjamin Ma C, Link TM, et al. In vivo T(1rho) and T(2) mapping of articular cartilage in osteoarthritis of the knee using 3 T MRI. *Osteoarthritis Cartilage* 2007; 15: 789-97.
31. Nishii T, Kuroda K, Matsuoka Y, Sahara T, Yoshikawa H. Change in knee cartilage T2 in response to mechanical loading. *J Magn Reson Imaging* 2008; 28: 175-80.
32. Miyanaga Y, Fukubayashi T, Kurosawa H. Contact study of the hip joint: Load deformation pattern, contact area and contact pressure. *Arch Orthop Trauma Surg* 1984; 103: 13-7.
33. Adams D, Swanson SA. Direct measurement of local pressures in the cadaveric human hip joint during simulated level walking. *Ann Rheum Dis* 1985; 44: 658-66.
34. Brown TD, Anderson DD, Nepola JV, Singerman RJ, Pedersen DR, Brand RA. Contact stress aberrations following imprecise reduction of simple tibial plateau fractures. *J Orthop Res* 1988; 6: 851-62.
35. Roos EM, Dahlberg L. Positive effects of moderate exercise on glycosaminoglycan content in knee cartilage: a four-month, randomized, controlled trial in patients at risk of osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2005; 52: 3507-14.
36. Kuijt MT, Inklaar H, Gouttebauge V, Frings-Dresen MH. Knee and ankle osteoarthritis in former elite soccer players: a systematic review of the recent literature. *J Sci Med Sport* 2012 ;15: 480-7. doi: 10.1016/j.jsams.2012.02.008.
37. Timmins KA, Leech RD, Batt ME, Edwards KL. Running and knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2016 ; pii: 0363546516657531. [Epub ahead of print]

