

การรักษาโรคข้อเข่าเสื่อมด้วยหัตถการทางรังสีร่วมรักษา
Genicular Artery Embolization (GAE): รายงานกรณีศึกษา
Genicular Artery Embolization (GAE) for the Treatment of
Knee Osteoarthritis: A Case Report

รณยา รังสินธุ์, พ.บ.*

ว.ว.รังสีวิทยาวิวินิจฉัย

กลุ่มงานรังสีวิทยา

โรงพยาบาลสมุทรสาคร

Runnaya Rungsin, M.D.*

Dip., Thai Board of Diagnostic Radiology

Department of Radiology

Samutsakhon Hospital

*Corresponding Author: E-mail: a1.runnaya65@gmail.com

Received: June 15, 2026 Revised: June 29, 2026 Accepted: June 30, 2026

บทคัดย่อ

โรคข้อเข่าเสื่อมเป็นสาเหตุสำคัญของอาการปวดเรื้อรังและการสูญเสียความสามารถในการใช้งานข้อเข่า ผู้ป่วยส่วนหนึ่งไม่ตอบสนองต่อการรักษาแบบประคับประคอง แต่ยังไม่พร้อมหรือไม่ประสงค์จะเข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม การอุดหลอดเลือดแดงรอบข้อเข่า genicular artery embolization (GAE) เป็นหัตถการรังสีร่วมรักษาที่รุกรานน้อย ซึ่งอาศัยหลักการลดหลอดเลือดผิดปกติที่เยื่อข้ออักเสบเรื้อรัง บทความนี้รายงานผู้ป่วยหญิงไทย อายุ 47 ปี ที่มีภาวะข้อเข่าเสื่อมระดับ Kellgren–Lawrence (KL) grade 3 และมีอาการปวดเข่าเรื้อรังซึ่งไม่ดีขึ้นหลังการรักษาด้วยยาและกายภาพบำบัด (ก่อนทำหัตถการ คะแนน WOMAC 77 จาก 96 และคะแนน NRS 8 จาก 10) ผู้ป่วยได้รับการทำ GAE ที่เข่าซ้ายโดยใช้ imipenem/cilastatin sodium เป็นสารอุดผ่านหลอดเลือด descending genicular artery และ inferior medial genicular artery หลังทำหัตถการ อาการปวดลดลงอย่างชัดเจนตั้งแต่วันแรก คะแนน WOMAC ลดลงต่ำสุดเหลือ 4 จาก 96 ในช่วงเดือนที่ 3 ถึง 6 (ลดลงประมาณร้อยละ 94.8 จากค่าเริ่มต้น) และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 12 จาก 96 ที่เดือนที่ 9 (ลดลงประมาณร้อยละ 84.4) ขณะที่ค่า NRS คงอยู่ที่ 2 จาก 10 ตลอดระยะติดตาม 9 เดือน โดยไม่พบภาวะแทรกซ้อนจากหัตถการ และผู้ป่วยลดการใช้ยาแก้ปวดกลุ่ม NSAIDs ลงได้ ผลลัพธ์เบื้องต้นในผู้ป่วยรายนี้ชี้ให้เห็นว่า GAE อาจเป็นทางเลือกการรักษาระหว่างกลาง (bridging therapy) ที่มีแนวโน้มดี และสามารถทำได้จริงในโรงพยาบาลระดับจังหวัด อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเป็นข้อมูลจากผู้ป่วยเพียงรายเดียวและไม่มีกลุ่มควบคุม จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาที่มีกลุ่มเปรียบเทียบและจำนวนผู้ป่วยมากขึ้นเพื่อยืนยันประสิทธิผลและความปลอดภัยในระยะยาว

คำสำคัญ: การอุดหลอดเลือดแดงรอบข้อเข่า, โรคข้อเข่าเสื่อม, รังสีร่วมรักษา

Abstract

Knee osteoarthritis is a major cause of chronic pain and functional limitation. A proportion of patients fail conservative management yet remain unsuitable for, or unwilling to undergo, total knee arthroplasty. Genicular artery embolization (GAE) is a minimally invasive interventional radiology procedure that reduces the abnormal synovial neovascularization underlying chronic joint inflammation. We report a 47-year-old Thai woman with Kellgren–Lawrence (KL) grade 3 knee osteoarthritis and chronic left knee pain that had failed analgesics and physiotherapy (pre-procedural WOMAC 77 of 96 and NRS 8 of 10). Left GAE was performed with imipenem/cilastatin sodium as the embolic agent, delivered through the descending genicular artery and the inferior medial genicular artery. Pain decreased markedly from the first day after the procedure. The total WOMAC score reached a nadir of 4 of 96 at 3 to 6 months, a reduction of approximately 94.8% from baseline, and rose slightly to 12 of 96 at 9 months (about 84.4% reduction), while the NRS remained at 2 of 10 throughout the 9-month follow-up. No procedural complication occurred, and the patient reduced her NSAID use. In this single patient, GAE offered a promising and practical bridging option that could be delivered in a provincial hospital. Because the evidence derives from one uncontrolled case, comparative studies in larger cohorts are needed to confirm the efficacy and long-term safety of the procedure.

Keywords: Genicular artery embolization, Knee osteoarthritis, Interventional radiology

บทนำ

โรคข้อเข่าเสื่อม knee osteoarthritis (OA) เป็นโรคทางกระดูกและข้อที่พบบ่อยที่สุดชนิดหนึ่ง จากการศึกษาพบว่า ความชุกของโรคข้อเข่าเสื่อมในผู้ใหญ่อยู่ที่ร้อยละ 16.0 ทั่วโลก⁽¹⁾ ในประเทศไทย Kuptniratsaikul และคณะ รายงานความชุกของโรคข้อเข่าเสื่อมในผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพมหานครอยู่ที่ร้อยละ 34.5 - 45.6 โดยพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย และปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ ได้แก่ อายุที่มากขึ้นและภาวะน้ำหนักเกิน⁽²⁾ อาการหลักของโรค ได้แก่ ปวด ข้อฝืด และสูญเสียความสามารถในการเคลื่อนไหว ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณภาพชีวิตและภาระค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพของผู้ป่วย⁽²⁻⁵⁾

แนวทางการรักษาโรคข้อเข่าเสื่อมของ Osteoarthritis Research Society International (OARSI)⁽³⁾ ประกอบด้วย การรักษาแบบอนุรักษ์ (conservative treatment) เป็นลำดับแรก ได้แก่

การออกกำลังกาย การควบคุมน้ำหนัก การให้ยาบรรเทาอาการปวด (topical/oral NSAIDs, acetaminophen) และการฉีดยาเข้าข้อเข่า (intra-articular injection) ทั้งกลุ่มสเตียรอยด์ และ viscosupplementation (ซึ่งการฉีดสเตียรอยด์เข้าข้อและ viscosupplementation ตามคำแนะนำของ OARSJ จัดเป็นคำแนะนำระดับมีเงื่อนไข conditionally recommended ไม่ใช่การรักษาหลัก) อย่างไรก็ตามในผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาแบบอนุรักษ์แล้วยังไม่ประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลว การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม total knee arthroplasty (TKA) ถือเป็น definitive treatment แต่ผู้ป่วยบางรายมีข้อจำกัดหรือสภาพร่างกายไม่พร้อมสำหรับการผ่าตัด อาจเนื่องมาจาก โรคประจำตัว อายุ หรือเหตุผลส่วนบุคคล การมีทางเลือกในการรักษาระหว่างกลาง (bridging therapy) ที่สามารถลดความทุกข์ทรมานจากอาการปวด ลดอาการไม่พึงประสงค์ หรือ ภาวะแทรกซ้อนจากการใช้ยาแก้ปวดที่มากเกินไป จนกว่าจะพร้อมสำหรับการผ่าตัดจะช่วยให้ผู้ป่วยกลุ่มนี้สามารถดำเนินชีวิตได้อย่างปกติสุข ยังคงมีคุณภาพชีวิตที่ดี

Genicular artery embolization (GAE) เป็นหัตถการทางรังสีร่วมรักษา (interventional radiology) แบบ minimally invasive ที่อาศัยหลักการลด abnormal neovascularization บริเวณ synovial membrane ของข้อเข่า Okuno และคณะ ได้ริเริ่มใช้ imipenem/cilastatin sodium (IPM/CS) ซึ่งเป็นสารอุดหลอดเลือดขนาดเล็ก สำหรับโรคเอ็นอักเสบใน ค.ศ. 2013⁽⁶⁾ ก่อนนำมาประยุกต์ใช้กับโรคข้อเข่าเสื่อมครั้งแรกใน ค.ศ. 2015⁽⁷⁾ โดยรายงานผลในระยะกลาง (midterm) ที่ดีต่อเนื่องใน ค.ศ. 2017⁽⁸⁾ นอกจากนี้ยังมีหลักฐานเชิงประจักษ์ทั้ง systematic review และ meta-analysis⁽⁴⁾ รวมถึง randomized controlled trial⁽⁵⁾ และการศึกษา narrative แบบไปข้างหน้าชนิด single-arm⁽⁹⁾ ที่ยืนยันว่า GAE มีประสิทธิภาพดี นอกจากจะช่วยในการบรรเทาอาการปวดแล้ว ยังสามารถปรับปรุงการทำงานของข้อเข่าได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังมีอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนรุนแรงในระดับต่ำอีกด้วย

บทความนี้เป็นารายงานผู้ป่วยรายแรกที่ได้รับทางเลือกการรักษาระหว่างกลาง (bridging therapy) ด้วยวิธีการทำ GAE ที่หน่วยรังสีร่วมรักษา โรงพยาบาลสมุทรสาคร มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับแนวทางพัฒนาหัตถการนี้ ภายใต้บริบทของ โรงพยาบาลระดับตติยภูมิ ในภูมิภาคของประเทศไทย

รายละเอียดของกรณีศึกษา

ผู้ป่วยหญิง ชาวไทย อายุ 47 ปี สถานภาพสมรส อาชีพ พนักงานบริษัท
อาการสำคัญ

6 เดือนก่อนมาโรงพยาบาล อาการปวดเข่าซ้ายกลับมาเป็นใหม่ ต้องรับประทานยาแก้ปวดเพิ่มขึ้นร่วมกับทำกายภาพ อาการปวดเข่าซ้ายไม่ดีขึ้น และปวดมากขึ้น ให้คะแนนความปวด 8 คะแนน (จาก 10 คะแนน) จึงมาพบแพทย์ศัลยกรรมกระดูก และส่งปรึกษาแพทย์รังสีร่วมรักษา เพื่อพิจารณาการรักษาเข่าเสื่อมด้วยการอุดหลอดเลือด

ประวัติปัจจุบัน

8 ปีก่อนมาโรงพยาบาล มีอาการปวดเข่าทั้ง 2 ข้าง

1 ปีก่อนมาโรงพยาบาล เริ่มปวดเข่ามากขึ้น ปวดข้างซ้ายมากกว่าข้างขวา ไปพบแพทย์ที่คลินิก ได้รับการฉีดยาน้ำเข้าที่ข้อเข่าซ้าย อาการปวดดีขึ้น

6 เดือนก่อนมาโรงพยาบาล อาการปวดเข่าซ้ายกลับมาเป็นใหม่ ต้องรับประทานยาแก้ปวดเพิ่มขึ้นร่วมกับทำกายภาพ อาการปวดเข่าซ้ายไม่ดีขึ้น และปวดมากขึ้น ให้คะแนนความปวด 8 คะแนน (จาก 10 คะแนน) จึงมาพบแพทย์ศัลยกรรมกระดูก และส่งปรึกษาแพทย์รังสีร่วมรักษา เพื่อพิจารณาการรักษาเข่าเสื่อมด้วยการอุดหลอดเลือด

ประวัติอดีต

เคยผ่าตัดคลออดบุตร พ.ศ. 2564

โรคประจำตัว

lumbar spondylosis, allergic disease

ตรวจร่างกาย

อุณหภูมิร่างกาย 36.0 องศาเซลเซียส อัตราเร็วของชีพจร 96 ครั้งต่อนาที ความดันโลหิต 147/86 มิลลิเมตรปรอท

น้ำหนัก 94 กิโลกรัม ส่วนสูง 160 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย (BMI) 36.7 kg/m^2 ⁽¹⁰⁾

ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ varus deformity both knees, เข่าซ้าย ตรวจพบ crepitation at left knee, full range of motion (ROM), negative valgus stress, mild joint effusion, tenderness at medial compartment, normal neurovascular examination.

ปัญหาที่พบในกรณีศึกษา

ปวดเข่าทั้ง 2 ข้างเรื้อรัง เข่าซ้ายมากกว่าขวา

จริยธรรมการวิจัย

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการการวิจัยและพิจารณาจริยธรรมการวิจัย โรงพยาบาลสมุทราศร เลขที่โครงการ SKH REC 72/2569/V.1 ลงวันที่ 22 เมษายน 2569

การตรวจทางห้องปฏิบัติการและภาพทางรังสีวิทยา

ผลเลือด

1. ผลเลือดทั่วไป (CBC)

- ค่าฮีโมโกลบิน	12.0	กรัมต่อเดซิลิตร
- ค่าฮีมาโตคริต	36.7	%
- จำนวนเม็ดเลือดแดง	3,960,000	เซลล์ต่อไมโครลิตร
- จำนวนเม็ดเลือดขาว	7,800	เซลล์ต่อไมโครลิตร
นิวโทรฟิล	64.3	%
ลิมโฟไซต์	29.3	%
โมโนไซต์	4.0	%
- จำนวนเกล็ดเลือด	305,000	เซลล์ต่อไมโครลิตร
- ลักษณะของเม็ดเลือดแดง		ปกติ
- ค่า PT	11.3	วินาที
- ค่า PTT	26.3	วินาที
- ค่า INR	1.04	

2. ผลเลือดค่าไต

- ค่า BUN	11	มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร
- ค่า creatinine	0.71	มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

เอกซเรย์เข้าทั้งสองข้างในท่ายืน



ภาพที่ 1 เอกซเรย์เข้าทั้งสองข้าง สอดคล้องกับภาวะเข้าเสื่อมทั้งสองข้าง Kellgren-Lawrence (KL) grade 3⁽¹¹⁾ ประกอบด้วย medial joint space narrowing, small osteophyte, subchondral sclerosis และสงสัยมีน้ำในข้อเข้าทั้งสองข้างเล็กน้อย

การประเมินก่อนทำหัตถการ

WOMAC score (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index)⁽¹²⁾ เป็นเครื่องมือประเมินมาตรฐานสากลสำหรับโรคข้อเข่าเสื่อม มีทั้งหมด 24 ข้อ ประกอบด้วย 3 subscale ได้แก่ pain (5 ข้อ) stiffness (2 ข้อ) และ physical function (17 ข้อ) ใช้ scale 5 ระดับ จากคะแนน 0-4 ตามความรุนแรงของอาการ (0 หมายถึง ไม่มีอาการ 4 หมายถึง มีอาการมากที่สุด/มีอาการจนทนไม่ได้) แบบประเมินที่ใช้ในผู้ป่วยรายนี้เป็นฉบับแปลภาษาไทยของหน่วยรังสีร่วมรักษา ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก (ซึ่งเป็นคนละฉบับกับ WOMAC ภาษาไทย ที่ได้รับการตรวจสอบความตรงและความเที่ยงในผู้ป่วยไทยอย่างเป็นทางการ)⁽¹³⁾ ผู้ป่วยตอบแบบประเมินโดยวงกลมล้อมรอบตัวเลขให้ตรงกับความรู้สึกปวด หรือความยากขณะทำกิจกรรมของผู้ป่วยมากที่สุด คะแนนรวมสูงสุด 96 คะแนน คะแนนยิ่งมาก หมายถึง มีอาการปวด ข้อฝืดและข้อจำกัดการใช้งานรุนแรงมากขึ้น

วันที่ 29 เมษายน 2568 ผู้ป่วยรายนี้ได้รับการประเมิน คะแนน WOMAC ก่อนทำหัตถการ ได้ 77 จาก 96 คิดเป็นร้อยละ 80.2 ซึ่งหมายถึง อาการปวด ข้อฝืด และข้อจำกัดการใช้งานอยู่ในระดับรุนแรงค่อนข้างมาก หรือมีอาการของโรคข้อเข่าเสื่อมอยู่ในระดับรุนแรงมาก

Numeric rating scale (NRS), 0-10⁽¹⁴⁾ เป็นอีกเครื่องมือที่เอามาช่วยประเมินคะแนนความปวด โดยตัวเลข 0 หมายถึง ไม่ปวดเลย และ 10 หมายถึง ปวดที่สุด ผู้ป่วยรายนี้ประเมิน NRS ก่อนทำหัตถการ ได้ 8 จาก 10 ซึ่งหมายถึง อาการปวดเข่าค่อนข้างมาก สอดคล้องไปกับคะแนน WOMAC ที่สูง

หัตถการ genicular artery embolization (GAE)

วันที่ 22 กรกฎาคม 2568 ผู้ป่วยได้รับการทำ left genicular artery embolization ที่ห้องรังสีร่วมรักษา โรงพยาบาลสมุทรสาคร โดยแพทย์รังสีร่วมรักษาและอาจารย์วิทยากรจาก ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ภายใต้การระงับปวดแบบ local anesthesia ตามขั้นตอนการทำหัตถการ ดังนี้

1. แพทย์ทำการตรวจร่างกายบริเวณเข้าซ้ายเพื่อค้นหาตำแหน่งที่กดเจ็บของผู้ป่วยและทำ marker ไว้



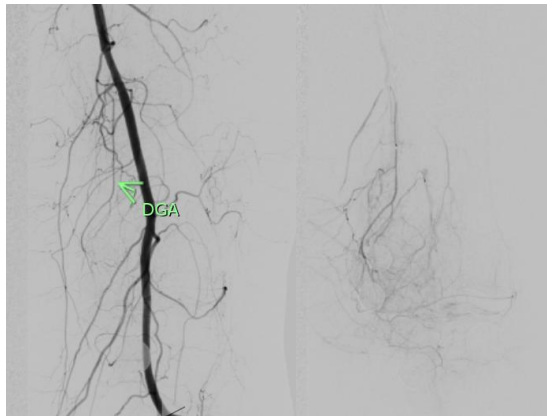
ภาพที่ 2 ภาพเอกซเรย์เข้าซ้ายก่อนเริ่มทำ angiogram แสดงการวาง marker
ตรงจุดที่ตรวจร่างกาย พบมีอาการกดเจ็บ

2. ทำการเจาะหลอดเลือดแดง โดยเทคนิค Seldinger's technique ผ่านทาง femoral artery access ข้างซ้าย ภายใต้การใช้เครื่องอัลตราซาวด์เป็นตัวนำทาง (US-guided antegrade puncture)

3. ทำการฉีดสีตรวจ (angiography) เพื่อแสดงหลอดเลือดแดงที่มาเลี้ยงข้อเข้าซ้าย ซึ่งพบความผิดปกติคือ มี hypervascularity บริเวณ synovial membrane ที่เด่นชัด สอดคล้องกับตำแหน่งที่ตรวจร่างกาย พบจุดกดเจ็บที่ได้ทำ marker ไว้

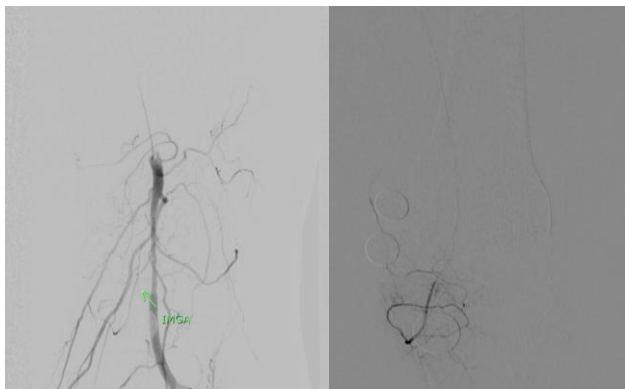
4. นำ microcatheter เข้าไปยังหลอดเลือดเป้าหมาย (superselective) ในผู้ป่วยรายนี้พบความผิดปกติที่สอดคล้องกับอาการปวดของผู้ป่วย 2 เส้น และได้ทำการให้ยา ดังนี้

4.1 descending genicular artery (DGA) ใช้ 1.0 mL ของ IPM/CS 500 mg + contrast 10 mL (superselective)



ภาพที่ 3 ภาพตัวอย่างการตรวจหลอดเลือดด้วยสารทึบแสง (angiogram) ที่เข้าซ้าย
บริเวณหลอดเลือด descending genicular artery (DGA)
เห็นลักษณะ hypervascularity บริเวณ medial compartment
สอดคล้องกับตำแหน่งที่ผู้ป่วยมีอาการปวด

4.2 inferior medial genicular artery (IMGA) ใช้ 0.9 mL ของ IPM/CS 500 mg +
contrast 10 mL (superselective)



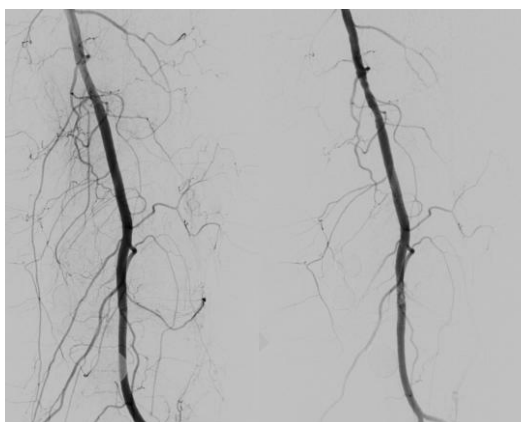
ภาพที่ 4 ภาพตัวอย่างการตรวจหลอดเลือดด้วยสารทึบแสง (angiogram) ที่เข้าซ้าย
บริเวณหลอดเลือด inferior medial genicular artery (IMGA)
เห็นลักษณะ hypervascularity บริเวณ medial compartment
สอดคล้องกับตำแหน่งที่ผู้ป่วยมีอาการปวด

สารอุดหลอดเลือดที่ใช้ คือ imipenem/cilastatin (IPM/CS) 500 mg ผสมกับ
สารทึบรังสี 10 mL เทคนิคนี้ได้รับการพัฒนาจากกลุ่มแพทย์ชาวญี่ปุ่น⁽⁶⁾ โดยใช้ประโยชน์จาก
microparticle ขนาดเล็กของ IPM/CS ในการอุดหลอดเลือดขนาดเล็กระดับ arteriolar
ที่ส่งเลือดไปเลี้ยง inflamed synovium โดยการทำการหัตถการใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที
ใช้สารทึบรังสี (contrast media) รวมทั้งหมด 70 mL

5. การติดตามประเมินผู้ป่วยรายนี้ในระหว่างที่ได้รับการทำหัตถการนี้ มีอาการปกติ ไม่พบภาวะแทรกซ้อนในระหว่างการทำหัตถการ

6. หลังเอาอุปกรณ์ออก ทำการกดแผลที่บริเวณ puncture site ประมาณ 15 นาที เพื่อห้ามเลือด

7. ส่งผู้ป่วยกลับไปสังเกตอาการต่อที่หอผู้ป่วยใน โดยห้ามงอขาซ้ายต่ออีกประมาณ 4 ชั่วโมง ผู้ป่วยได้รับการดูแลต่อเนื่อง ก่อนออกจากโรงพยาบาลภายใน 1 วัน หลังทำหัตถการ



ภาพที่ 5 ภาพตัวอย่างการตรวจหลอดเลือดด้วยสารทึบแสง (angiogram) ที่เข้าซ้าย บริเวณหลอดเลือด left superficial femoral artery (SFA) ก่อนและหลัง การอุดหลอดเลือด แสดงถึงการลดลงของหลอดเลือดแดงบริเวณตำแหน่งที่ปวด (decreased area of synovial hypervascularity/ tumor blush) ซึ่งสอดคล้องอาการปวดที่ลดลงทันทีหลังอุดหลอดเลือดสำเร็จ

การติดตามผลการรักษา (Follow-up)

ตารางที่ 1 ผล WOMAC score และ NRS score ก่อนและหลังทำ left GAE

ระยะเวลาติดตาม	WOMAC score (/96)	NRS (/10)	Body weight (kg)
ก่อนทำหัตถการ	77 (80.2%)	8	94
1 วันหลังทำ (day1)	15 (15.6%)	2	94
1 เดือนหลังทำ (month 1)	13 (13.5%)	1-2	91.6
3 เดือนหลังทำ (month 3)	4 (4.2%)	2	92
6 เดือนหลังทำ (month 6)	4 (4.2%)	2	92
9 เดือนหลังทำ (month 9)	12 (12.5%)	2	93

จากตารางที่ 1 WOMAC score คะแนนมาก หมายถึง อาการปวด ข้อฝืดและข้อจำกัดการใช้งานอยู่ในระดับรุนแรงหรืออาการไม่ดี ซึ่งผู้ป่วยรายนี้ก่อนทำหัตถการได้ 77 จาก 96 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.2 หลังทำหัตถการวันที่ 1 ลดลงเหลือ 15 จาก 96 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 15.6 จากนั้นลดลงอย่างต่อเนื่องในเดือนที่ 1, 3, 6 และ 9 คิดเป็นร้อยละ 13.5 4.2 4.2 และ 12.5 ตามลำดับ ซึ่งตัวเลขดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ผู้ป่วยมีการตอบสนองต่อการรักษาอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง

ในผู้ป่วยรายนี้เมื่อพิจารณาการลดลงของคะแนน WOMAC พบว่า ก่อนทำหัตถการผู้ป่วยมีคะแนน WOMAC รวม 77 คะแนน ภายหลังการทำ GAE ที่ระยะติดตามผล 9 เดือน คะแนน WOMAC รวมลดลงเหลือ 12 คะแนน คิดเป็นการลดลง 65 คะแนน หรือร้อยละ 84.4 โดยค่าดังกล่าวเป็นผลที่เดือนที่ 9 ขณะที่คะแนน WOMAC รวมลดลงต่ำสุดเหลือ 4 จาก 96 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 94.8 ในช่วงเดือนที่ 3–6 ซึ่งเป็นจุดที่ตอบสนองสูงสุดก่อนจะถดถอยเล็กน้อยที่เดือนที่ 9 ซึ่งเกินกว่าค่า minimum clinically important difference (MCID) ที่ 10 คะแนน ตามเกณฑ์ของ Clement และคณะ⁽¹⁵⁾ (ศึกษาหลัง TKA ค่า MCID ของ total WOMAC score เท่ากับ 10 คะแนน) อนึ่งค่า MCID ดังกล่าว ได้มาจากประชากรหลังการผ่าตัด TKA และคำนวณบนมาตรฐาน WOMAC ที่ปรับเป็นสเกล 0–100 ซึ่งต่างจากคะแนนดิบ 0–96 ที่ใช้ในรายงานนี้ อย่างไรก็ตาม การลดลง 65 คะแนน ถือว่าเกินเกณฑ์ MCID อย่างชัดเจน ไม่ว่าจะพิจารณาบนมาตรฐานใด ผู้ป่วยสามารถลดปริมาณการใช้ยาแก้ปวดกลุ่ม NSAIDs ได้อย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีภาวะแทรกซ้อนที่ต้องรักษาเพิ่มเติมตลอดระยะติดตาม

คะแนน numeric rating scale (NRS) ก่อนทำหัตถการได้ 8 จาก 10 คะแนน หลังทำหัตถการวันที่ 1 ลดลงเหลือ 2 จาก 10 คะแนน จากนั้นลดลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องเช่นเดียวกัน คือ ในเดือนที่ 1, 3 และ 6 เหลือ 1-2, 2 และ 2 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งคะแนน NRS เป็นไปในแนวทางเดียวกับคะแนน WOMAC ในขณะที่น้ำหนักตัวของผู้ป่วยลดลง 2 กิโลกรัม คือ ก่อนทำหัตถการ น้ำหนัก 94 กิโลกรัม ลดลงเหลือ 92 กิโลกรัมในเดือนที่ 6 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า ผู้ป่วยมีอาการปวดเพียงเล็กน้อย จึงส่งผลให้สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน หรือดำเนินชีวิตประจำวันได้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้จากการติดตามด้านความปลอดภัยของผู้ป่วย ไม่พบภาวะแทรกซ้อนจากการทำหัตถการตลอดระยะเวลาในการติดตามอาการ อย่างไรก็ตาม การตรวจติดตามล่าสุดที่เดือนที่ 9 พบว่า คะแนน WOMAC และน้ำหนักตัวของผู้ป่วยเริ่มเพิ่มขึ้น จาก 4 เป็น 12 คะแนน และน้ำหนักจาก 92 เป็น 93 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่คะแนน NRS ยังเท่าเดิม คือ 2 จาก 10 คะแนน

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาพบว่า มีกลไกสำคัญที่เป็นที่ยอมรับของการใช้วิธีการรักษาแบบ GAE คือ การลด abnormal neovascularization ใน synovial membrane ซึ่งเกิดขึ้นในกระบวนการอักเสบเรื้อรังของโรคข้อเข่าเสื่อม หลอดเลือดขนาดเล็กที่เพิ่งสร้างใหม่เหล่านี้มี sympathetic nerve fibers ร่วมอยู่ด้วย จึงส่งสัญญาณความเจ็บปวดโดยตรง การอุดหลอดเลือดเหล่านี้ จึงลด pain afferents และลดการปล่อย inflammatory mediators ทำให้อาการปวดลดลง^(7-9,16-17)

Genicular arteries ที่เป็นเป้าหมายหลักในการทำ GAE ได้แก่ descending genicular artery (DGA) superior lateral genicular artery (SLGA) superior medial genicular artery (SMGA) inferior lateral genicular artery (ILGA) และ inferior medial genicular artery (IMGA) โดยการเลือก target vessel จะขึ้นอยู่กับผลการตรวจ angiography เพื่อค้นหา blush pattern ที่สัมพันธ์กับ compartment ที่มีอาการ ในผู้ป่วยรายนี้พบ hypervascular blush เด่นชัดที่ DGA และ IMGA ซึ่งสอดคล้องกับอาการปวดที่ medial compartment.

การใช้ IPM/CS เป็นสารอุดใน GAE ที่ได้รับการพัฒนาและรายงานครั้งแรกโดย Okuno และคณะ⁽⁶⁾ อาศัยคุณสมบัติของ microparticle IPM/CS ขนาด 10–70 μm ที่สามารถผ่านเข้าสู่ arteriolar level ได้ ทำให้เกิดการอุดตันหลอดเลือดขนาดเล็กอย่างถาวร โดยไม่ทำลาย cartilage หรือ ligament เนื่องจากการอุดตันที่ระดับ arteriolar ก่อนถึง capillary network ที่หล่อเลี้ยงโครงสร้างสำคัญ ข้อดีของ IPM/CS ได้แก่ ราคาประหยัด เตรียมง่าย มี radiopaque quality ที่ดี และมีความปลอดภัยสูง เมื่อใช้ในปริมาณน้อย

ผลการรักษาในผู้ป่วยรายนี้สอดคล้องกับ Okuno และคณะ ได้มีการรายงานใน prospective case series หลังทำ GAE คะแนน WOMAC ลดลงคิดเป็นร้อยละ 64 (ซึ่งเป็นการลดลงของ WOMAC pain subscale จาก 12.1 เหลือ 4.4 มิใช่ total WOMAC) ที่ 4 เดือน และ clinical success rate คิดเป็นร้อยละ 86.3 ที่ 6 เดือน⁽⁸⁾ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Bagla และคณะ ที่พบว่า คะแนน WOMAC ลดลงคิดเป็นร้อยละ 49 ที่ 3 เดือน และร้อยละ 49-52 ที่ 6 เดือน ซึ่งเป็นการศึกษานำร่องแบบ single-arm ที่ไม่มีกลุ่มควบคุม⁽⁹⁾ ในขณะที่ผู้ป่วยรายนี้มีการลดลงของคะแนน WOMAC สูงมากถึงร้อยละ 94.8 (คิดจาก total WOMAC ซึ่งเป็นคนละมาตรวัดกับ pain subscale การเปรียบเทียบตัวเลขโดยตรงจึงควรทำด้วยความระมัดระวัง) เมื่อวิเคราะห์พบว่า อาจเกิดจากหลายปัจจัย ได้แก่ การเลือก target vessel ที่เหมาะสม อาการปวดที่มีลักษณะ inflammatory predominant และการตอบสนองส่วนบุคคลต่อหัตถการ

ในผู้ป่วยรายนี้ คะแนน WOMAC ลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันแรกหลังทำหัตถการ (จาก 77 เหลือเพียง 15 คะแนน) ซึ่งเร็วกว่าที่คาดไว้ หากพิจารณาจากกลไก anti-inflammatory อาจมีปัจจัย nociceptive nerve disruption จากหัตถการร่วมด้วย ทั้งนี้อาการดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนถึง 3 เดือน และคงอยู่ที่ 6 เดือน สนับสนุนกลไก structural remodeling จาก synovial

devascularization เป็นสำคัญ ทั้งนี้ น้ำหนักตัวของผู้ป่วยเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและไม่คงที่ (จาก 94 เป็น 92 และ 93 กิโลกรัม) โดยกลับเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 9 จึงเป็นปัจจัยรบกวนที่ควบคุมไม่ได้ และไม่น่าจะเป็นสาเหตุหลักของการดีขึ้นของอาการในผู้ป่วยรายนี้

อย่างไรก็ตาม การตรวจติดตามล่าสุดในเดือนที่ 9 พบว่า คะแนน WOMAC และน้ำหนักตัวของผู้ป่วย เริ่มมีแนวโน้มกลับมาเพิ่มขึ้น จาก 4 เป็น 12 คะแนน และ จาก 92 เป็น 93 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่คะแนน NRS ยังเท่าเดิมคือ 2 จาก 10 คะแนน ซึ่งการที่คะแนน WOMAC และ น้ำหนักตัวของผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้นในการตรวจติดตามครั้งนี้ ยังไม่ได้ส่งผลถึงอาการปวดโดยรวม อย่างชัดเจนของผู้ป่วย (คะแนน NRS ยังเท่าเดิม) แต่ในอนาคตอาจมีอาการปวดกลับเป็นซ้ำอีกครั้ง จึงต้องมีการตรวจติดตามประเมินผลต่อเนื่องในระยะยาวต่อไป

ในปัจจุบัน ข้อบ่งชี้ที่เหมาะสมสำหรับ GAE^(3-4, 7-9, 16) ได้แก่ 1) โรคข้อเข่าเสื่อมระดับ KL grade 2-3 2) อาการปวดเข่าเรื้อรัง ≥ 3 เดือน ที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาแบบ conservative อย่างน้อย 3 เดือน 3) ผู้ป่วยที่ยังไม่พร้อมหรือไม่ต้องการ TKA ซึ่งผู้ป่วยรายนี้มีข้อบ่งชี้ครบถ้วน ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

จากการติดตามหลังทำหัตถการต่อเนื่อง 9 เดือน ไม่พบภาวะแทรกซ้อน ซึ่งสอดคล้องกับ รายงานที่พบจากการทบทวนวรรณกรรม ที่ระบุว่า GAE มีภาวะแทรกซ้อนรุนแรงต่ำมาก ภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ้าง ได้แก่ skin discoloration บริเวณรอบเข่า เกิดจาก non-target embolization ของ cutaneous branches ซึ่งมักจะหายได้เองภายใน 1-3 เดือน ภาวะแทรกซ้อน ที่รุนแรง เช่น osteonecrosis หรือ cartilage damage นั้น พบได้น้อยมาก เนื่องจาก articular cartilage ไม่ได้รับเลือดจาก genicular arteries โดยตรง^(4-5, 7-9, 16-17)

อีกประเด็นที่ควรพิจารณาคือ บทบาทของการตรวจ MRI ก่อนทำ GAE ภาพถ่ายรังสีทั่วไป บอกได้เพียงระดับความรุนแรงเชิงโครงสร้างตาม KL grade แต่ไม่สามารถประเมินการอักเสบของ เยื่อข้อ (synovitis) ปริมาณน้ำในข้อ รอยโรคในไขกระดูก (bone marrow lesion) กระดูกอ่อน ผิวข้อ และหมอนรองกระดูกได้ ขณะที่ MRI เป็นเครื่องมือที่ไวที่สุด ในการประเมินสิ่งเหล่านี้ โดยเฉพาะ synovitis ซึ่งเป็นเป้าหมายโดยตรงของการอุดหลอดเลือด⁽¹⁷⁾ การตรวจ MRI ก่อนทำ หัตถการจึงมีคุณค่าทั้งการยืนยัน inflammatory phenotype ที่มักตอบสนองต่อ GAE ได้ดี การแยกสาเหตุอื่นของอาการปวด เช่น การฉีกขาดของหมอนรองกระดูกหรือภาวะกระดูกตาย และการพยากรณ์ผลการรักษา โดยมีการศึกษาที่รายงานว่า bone marrow lesion ขนาดใหญ่ การบาดเจ็บของหมอนรองกระดูกที่รุนแรง กระดูกอ่อนเสียหายแบบเต็มความหนา และจำนวน ความผิดปกติเชิงโครงสร้างที่มากขึ้นล้วนสัมพันธ์กับการตอบสนองที่ด้อยลงภายหลังทำ GAE⁽¹⁸⁻²⁰⁾

ประเด็นสำคัญคือ ควรตรวจ MRI ในผู้ป่วยทุกรายหรือไม่ ในทางปฏิบัติ การคัดเลือก ผู้ป่วยสำหรับ GAE ยังอาศัยอาการทางคลินิก ภาพถ่ายรังสี และผลการฉีดสีขณะทำหัตถการ เป็นหลัก MRI จึงยังไม่ใช่อำหนดบังคับในผู้ป่วยทุกราย แต่ด้วยหลักฐานที่สนับสนุนคุณค่า ด้านการพยากรณ์ผล และการคัดเลือกผู้ป่วยที่มีมากขึ้น การตรวจ MRI ก่อนหัตถการจึงเหมาะสม

เป็นพิเศษในผู้ป่วยที่อาการทางคลินิกไม่สอดคล้องกับภาพถ่ายรังสี มีความผิดปกติที่ต้องแยกโรคอื่นหรือกรณีที่ต้องการประเมิน phenotype การอักเสบ เพื่อคาดการณ์การตอบสนองก่อนตัดสินใจทำหัตถการ

รายงานผู้ป่วยรายนี้มีข้อจำกัดหลายด้านที่ต้องคำนึงถึงในการแปลผล ข้อจำกัดพื้นฐานคือเป็นการศึกษาในผู้ป่วยเพียงรายเดียว ไม่มีกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบ และมีระยะติดตามเพียง 9 เดือน การประเมินผลอาศัย patient-reported outcomes (WOMAC และ NRS) เป็นหลัก ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงอัตวิสัย และอาจได้รับอิทธิพลจาก placebo effect ที่สำคัญคือ ผู้ป่วยรายนี้ไม่ได้รับการตรวจ MRI ทั้งก่อนและหลังหัตถการ แม้การตรวจดังกล่าวจะมีคุณค่าในการประเมิน inflammatory phenotype ตั้งต้น (synovitis, effusion, bone marrow lesion) และการพยากรณ์การตอบสนองดังที่ได้กล่าวไว้ การขาดข้อมูลนี้ทำให้ไม่สามารถระบุ phenotype ที่อาจทำนายการตอบสนอง ยืนยันกลไกการลดลงของ synovial neovascularization หรือเส้นกระดูกทรุดหักข้อเชิงโครงสร้างอย่าง osteonecrosis ได้

เครื่องมือวัดผลเป็นอีกข้อจำกัดหนึ่ง แบบประเมิน WOMAC ที่ใช้เป็นฉบับแปลภาษาไทยของหน่วยงาน (ฉบับ 24 ข้อ คะแนนเต็ม 96) ซึ่งยังไม่ได้ผ่านการทดสอบความตรงและความเที่ยงอย่างเป็นทางการ ต่างจากฉบับภาษาไทยที่ Kuptniratsaikul และ Rattanachaiyanont ตรวจสอบคุณสมบัติการวัดไว้ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมชาวไทยแล้ว (ฉบับปรับปรุง 22 ข้อ)⁽¹³⁾ ความแตกต่างนี้อาจกระทบต่อความแม่นยำของคะแนนและการเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่น

ปัจจัยรบกวนอีกด้านคือ สภาพของผู้ป่วยและการรักษาร่วม ผู้ป่วยมีภาวะอ้วนระดับ 2 (BMI 36.7 kg/m²) ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญของโรคข้อเข่าเสื่อมและไม่ได้รับการแก้ไขตลอดการติดตาม โดยน้ำหนักอยู่ในช่วง 92–94 กิโลกรัม และกลับเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 9 ทั้งยังได้รับการรักษาแบบประคับประคองควบคู่ไปด้วย โดยเฉพาะยากลุ่ม NSAIDs ที่แม้จะลดขนาดลงแต่ยังใช้อยู่ การดีขึ้นของอาการจึงไม่อาจถือเป็นผลจาก GAE เพียงลำพัง และแยกออกจากปัจจัยร่วมเหล่านี้ได้ยาก นอกจากนี้ หัตถการครั้งนี้เป็น GAE รายแรกของหน่วยรังสีร่วมรักษาโรงพยาบาลสมุทรสาคร ที่ทำภายใต้การกำกับของอาจารย์วิทยากรจากศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ผลด้านเทคนิคจึงสะท้อนช่วงเริ่มต้นของการเรียนรู้หัตถการ (learning curve) และอาจไม่เป็นตัวแทนของการทำโดยลำพังในระยะยาว สุดท้ายผลการรักษาอาจไม่คงทน ดังเห็นได้จากคะแนน WOMAC ที่เพิ่มจาก 4 เป็น 12 คะแนนในเดือนที่ 9 พร้อมกับน้ำหนักที่กลับเพิ่มขึ้น ระยะติดตาม 9 เดือน จึงสันนิษฐานว่าจะสรุปความคงทนของผลและโอกาสกลับเป็นซ้ำในระยะยาว

แม้จะมีข้อจำกัดเหล่านี้ รายงานนี้เป็นก้าวแรกของหน่วยรังสีร่วมรักษาในการนำ GAE มาใช้ในบริบทของโรงพยาบาลสมุทรสาคร และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาที่มีกลุ่มเปรียบเทียบและจำนวนผู้ป่วยมากขึ้นในอนาคต

สรุป

รายงานผู้ป่วยรายนี้แสดงให้เห็นว่า หัตถการ GAE โดยใช้ imipenem/cilastatin เป็นสารอุดผ่าน descending genicular artery และ inferior medial genicular artery ให้ผลการรักษาที่มีแนวโน้มดีเบื้องต้น (promising preliminary result) ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม KL grade 3 ที่ล้มเหลวจากการรักษาแบบอนุรักษ์ โดยอาการปวดและสมรรถภาพของผู้ป่วยดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่วันแรกหลังทำหัตถการ และคงอยู่ตลอดระยะติดตามประมาณ 9 เดือน โดยไม่พบภาวะแทรกซ้อนประกอบกับเป็นผู้ป่วยรายแรก ที่ดำเนินการโดยหน่วยรังสีร่วมรักษาของโรงพยาบาลสมุทรสาคร ที่สะท้อนให้เห็นว่า หัตถการ GAE มีความเป็นไปได้และมีความปลอดภัยเบื้องต้น อีกทั้งเป็นหัตถการแบบ minimally invasive สำหรับผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่ยังไม่พร้อมหรือไม่ต้องการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม สามารถปฏิบัติได้จริงในบริบทของโรงพยาบาลระดับจังหวัด ทีมผู้รักษามีแผนที่จะดำเนินการ GAE ต่อไปในผู้ป่วยรายถัดไป และจะเก็บข้อมูลติดตามผลระยะยาวอย่างเป็นระบบ เพื่อประเมินประสิทธิผลและความปลอดภัยของหัตถการนี้ในกลุ่มผู้ป่วยที่ใหญ่ขึ้นต่อไป ทั้งนี้ เนื่องจากเป็นรายงานผู้ป่วยเพียงรายเดียวและไม่มีกลุ่มควบคุม การสรุปถึงประสิทธิผลและความปลอดภัยของ GAE จึงยังต้องอาศัยการศึกษาที่มีกลุ่มเปรียบเทียบและมีจำนวนผู้ป่วยมากขึ้นเพื่อยืนยันต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Cui A, Li H, Wang D, Zhong J, Chen Y, Lu H. Global, regional prevalence, incidence and risk factors of knee osteoarthritis in population-based studies. *EClinicalMedicine*. 2020;29-30:100587. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100587>
2. Kuptniratsaikul V, Tosayanonda O, Nilganuwong S, Thamalikitkul V. The epidemiology of osteoarthritis of the knee in elderly patients living in an urban area of Bangkok. *J Med Assoc Thai*. 2002;85(2):154-61.
3. Bannuru RR, Osani MC, Vaysbrot EE, Arden NK, Bennell K, Bierma-Zeinstra SMA, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2019;27(11):1578-89. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2019.06.011>
4. Torkian P, Golzarian J, Chalian M, Clayton A, Rahimi-Dehgolan S, Tabibian E, et al. Osteoarthritis-related knee pain treated with genicular artery embolization: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med*. 2021;9(7):23259671211021356. <https://doi.org/10.1177/23259671211021356>

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

5. Landers S, Hely R, Hely A, Harrison B, Page RS, Maister N, et al. Genicular artery embolization for early-stage knee osteoarthritis: results from a triple-blind single-centre randomized controlled trial. *Bone Jt Open*. 2023;4(3):158-67. <https://doi.org/10.1302/2633-1462.43.BJO-2022-0161.R2>
6. Okuno Y, Matsumura N, Oguro S. Transcatheter arterial embolization using imipenem/cilastatin sodium for tendinopathy and enthesopathy refractory to nonsurgical management. *J Vasc Interv Radiol*. 2013;24(6):787-92. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2013.02.033>
7. Okuno Y, Korchi AM, Shinjo T, Kato S. Transcatheter arterial embolization as a treatment for medial knee pain in patients with mild to moderate osteoarthritis. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2015;38(2):336-43. <https://doi.org/10.1007/s00270-014-0944-8>
8. Okuno Y, Korchi AM, Shinjo T, Kato S, Kaneko T. Midterm clinical outcomes and MR imaging changes after transcatheter arterial embolization as a treatment for mild to moderate radiographic knee osteoarthritis resistant to conservative treatment. *J Vasc Interv Radiol*. 2017;28(7):995-1002. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2017.02.033>
9. Bagla S, Piechowiak R, Hartman T, Orlando J, Del Gaizo D, Isaacson A. Genicular artery embolization for the treatment of knee pain secondary to osteoarthritis. *J Vasc Interv Radiol*. 2020;31(7):1096-102. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2019.09.018>
10. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000;894:i-xii, 1-253.
11. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis*. 1957;16(4):494-502. <https://doi.org/10.1136/ard.16.4.494>
12. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol*. 1988;15(12):1833-40.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

13. Kuptniratsaikul V, Rattanachaiyanont M. Validation of a modified Thai version of the Western Ontario and McMaster (WOMAC) osteoarthritis index for knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol*. 2007;26(10):1641-5.
<https://doi.org/10.1007/s10067-007-0560-y>
14. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011;63(Suppl 11):S240-52.
<https://doi.org/10.1002/acr.20543>
15. Clement ND, Bardgett M, Weir D, Holland J, Gerrand C, Deehan DJ. What is the minimum clinically important difference for the WOMAC index after TKA? *Clin Orthop Relat Res*. 2018;476(10):2005–14.
<https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000000444>
16. Little MW, Gibson M, Briggs J, Speirs A, Yoong P, Ariyanayagam T, et al. Genicular artery embolization in patients with osteoarthritis of the knee (GENESIS) using permanent microspheres: interim analysis. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2021;44(6):931-40. <https://doi.org/10.1007/s00270-020-02764-3>
17. Guermazi A, Roemer FW, Hayashi D, Crema MD, Niu J, Zhang Y, et al. Assessment of synovitis with contrast-enhanced MRI using a whole-joint semiquantitative scoring system in people with, or at high risk of, knee osteoarthritis: the MOST study. *Ann Rheum Dis*. 2011;70(5):805-11.
<https://doi.org/10.1136/ard.2010.139618>
18. Choi JW, Ro DH, Chae HD, Kim DH, Lee M, Hur S, et al. The value of preprocedural MR imaging in genicular artery embolization for patients with osteoarthritic knee pain. *J Vasc Interv Radiol*. 2020;31(12):2043-50.
<https://doi.org/10.1016/j.jvir.2020.08.012>

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

19. van Zadelhoff TA, Okuno Y, Bos PK, Bierma-Zeinstra SMA, Krestin GP, Moelker A, et al. Association between baseline osteoarthritic features on MR imaging and clinical outcome after genicular artery embolization for knee osteoarthritis. *J Vasc Interv Radiol.* 2021;32(4):497-503.
<https://doi.org/10.1016/j.jvir.2020.12.008>
20. Badar W, Alkhani L, Al-Qawasmi F, Varadhan A, Husnain A, Khan M, et al. Prognostication of three-month genicular artery embolization outcomes using pre-procedural MRIs. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2025;48(12):1818-27. <https://doi.org/10.1007/s00270-025-04159-8>