



Embolisation musculo-squelettique

Artères Géniculées

Dr Maxime Gudelj Radiologie Interventionnelle

Données épidémiologiques

Multiples pathologies
musculosquelettiques

↓
Douleurs chroniques

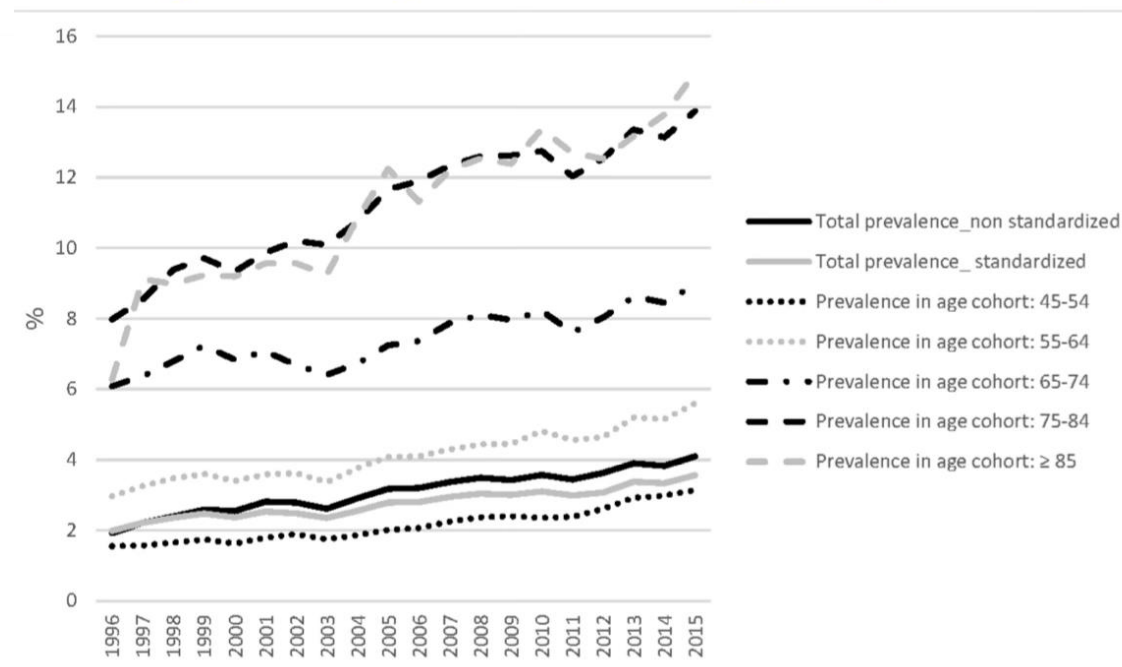
↓
Altération de la qualité de vie

↓
Charge financière importante sur les
système de santé (3 Mrds coût direct
et 2 Mrds coût indirect /an)

Open access

Original research

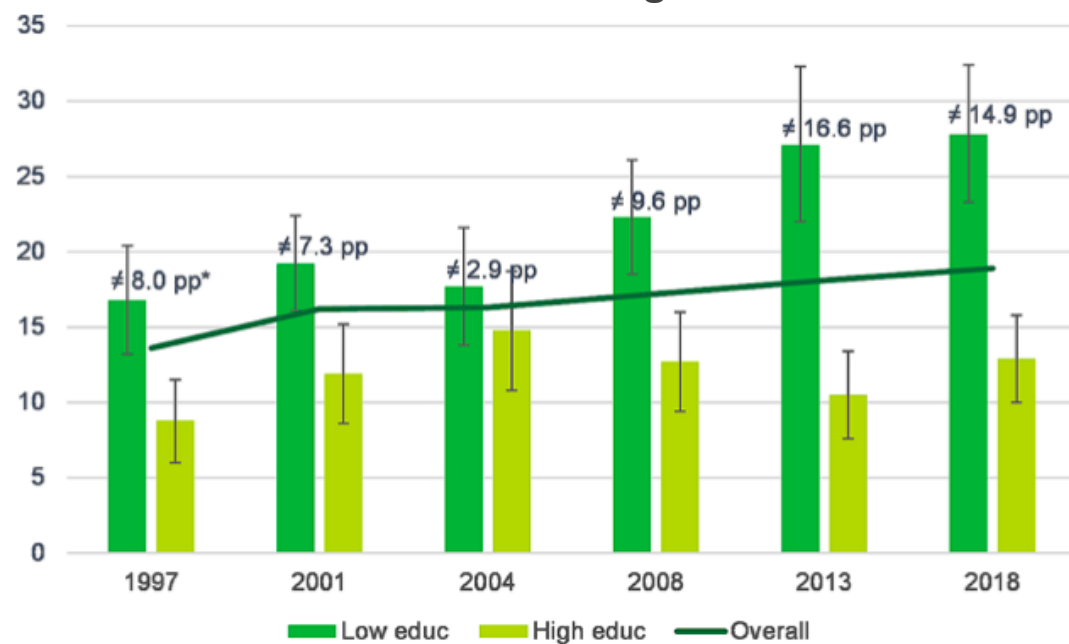
BMJ Open Epidemiology of knee osteoarthritis in general practice: a registry-based study



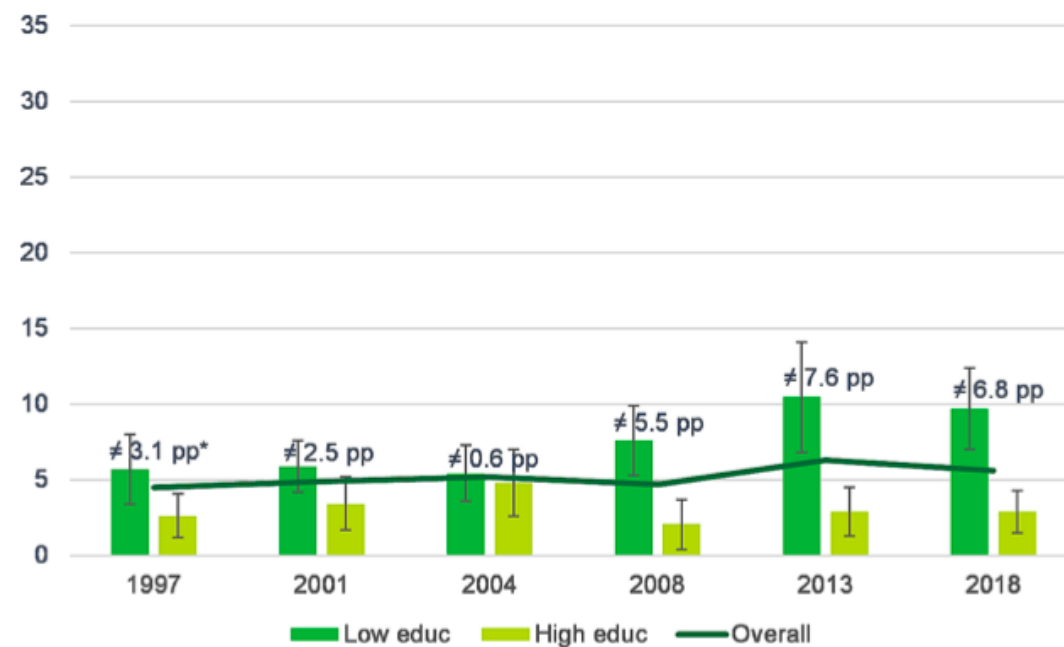
Spitaels et al, BMJ Open (2020)

Données épidémiologiques

Overweight



Obesity



Drieskens et al, Arch. Public Health (2024)

Contexte thérapeutique actuel

Glace
Repos
Élévation
Compression
Éducation / Exercice
Perte de poids

AINS topiques
AINS oraux
Paracétamol
Duloxétine
Tramadol
Kinésithérapie

Injection de cortisone
Injection d'Ac. Hyal.
Injection de PRP
Blocs de nerf

Chirurgie (prothèse,
capsulotomie,
adhésiolyse...)

Contexte thérapeutique actuel

Glace
Repos
Élévation
Compression
Éducation
Perte de poids

AINS topiques
AINS oraux
Paracétamol
Duloxétine
Kinésithérapie

Injection de cortisone
Injection d'Ac. Hyal.
Injection de PRP
Blocs de nerf

**Embolisation
musculo-
squelettique**

Chirurgie (prothèse,
capsulotomie,
adhésiolyse...)

Braithwaite et Al, British J Radiology (2023)

Pathologies ciblées

Gonarthrose

Capsulite Rétractile

Fasciite plantaire

Epicondylite

Myalgie trapèze

Arthrose zygapophysaire

... et bien d'autres !

JVIR

Journal of Vascular and Interventional Radiology



Transcatheter Arterial Embolization Using Imipenem/Cilastatin Sodium for Tendinopathy and Enthesopathy Refractory to Nonsurgical Management

Yuji Okuno, MD, PhD, Noboru Matsumura, MD, PhD, and Sota Oguro, MD, PhD

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the feasibility and effects of transcatheter arterial embolization with imipenem/cilastatin sodium (CS) to treat tendinopathy and enthesopathy that are refractory to traditional nonsurgical management.

Materials and Methods: Transcatheter arterial embolization with imipenem/CS as an embolic agent was performed in seven patients (five men; mean age, 51.7 y) with tendinopathy and enthesopathy (patellar tendinopathy, n = 1; rotator cuff tendinopathy, n = 2; plantar fasciitis, n = 1; lateral epicondylitis, n = 1; iliotibial band syndrome, n = 1; and Achilles insertion tendinopathy, n = 1). All patients had unrelenting pain at the site of tendinopathy and enthesopathy before the procedure. Technical success, adverse events, and changes in visual analog scale (VAS) scores were assessed.

Results: All procedures were technically successful, and no major adverse events developed. Compared with before the procedure, mean VAS scores were significantly decreased at 1 day, 1 week, and 1 and 4 months after the procedure (72.7 mm ± 9.9 vs 17.4 mm ± 18.5, 16.0 mm ± 18.1, 13.7 mm ± 7.3, and 9.7 mm ± 6.8, respectively; all $P < .001$).

Conclusions: Transcatheter arterial embolization with imipenem/CS was feasible and effectively relieved unrelenting pain associated with tendinopathy and enthesopathy.

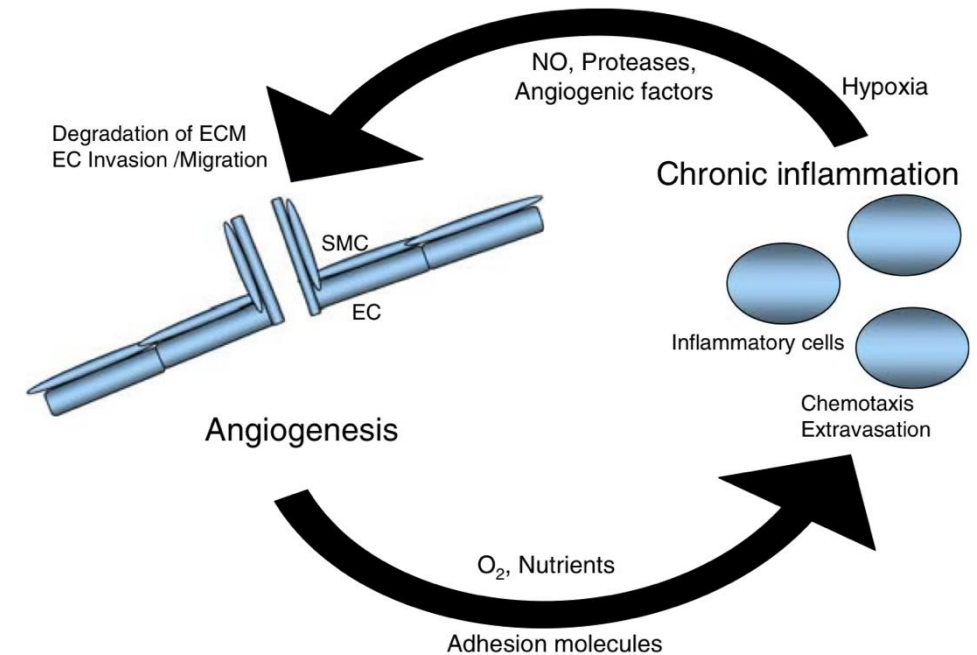
Okuno et al, JVIR (2013)

Inflammation & angiogenèse

États inflammatoires chroniques responsables d'une augmentation de la concentration en médiateurs pro-angiogéniques (VEGF, substance P, neuropeptide Y...)

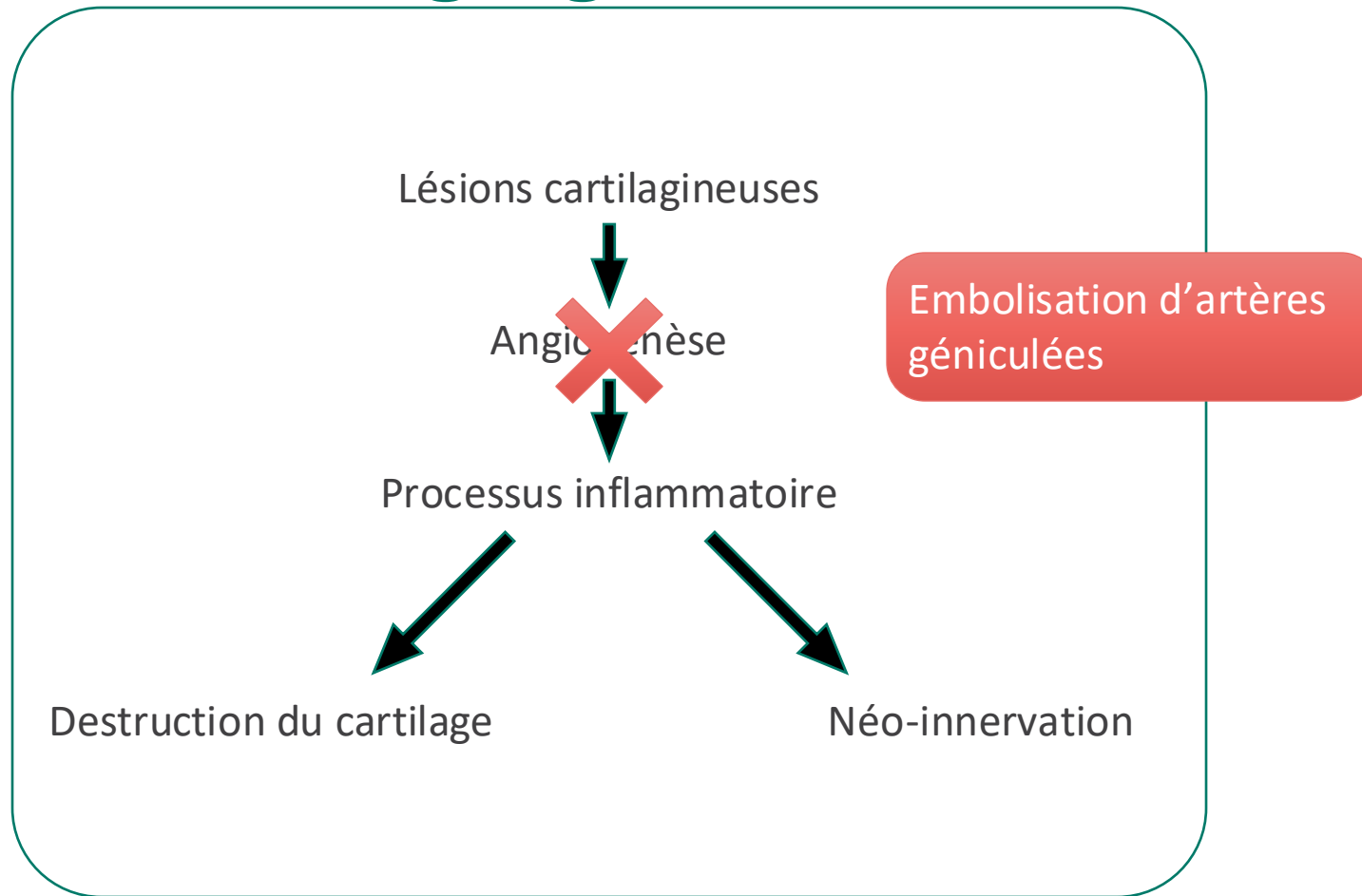
Formation de néovaisseaux pathologiques amenant les nutriments et l'O₂ nécessaires pour soutenir le processus inflammatoire → lésions tissulaires (cartilage, faisceaux collagène...)

Effet des médiateurs proangiogéniques sur la croissance de fibres nerveuses sensibles accentuant les influx nociceptifs



Costa et al, Angiogenesis (2007)

Inflammation & angiogenèse



Heller et al, Radiographics (2022)

Substrat anatomique

Art. Gén. Desc. se subdivise en branches articulaire, musculaire et cutanée (BM pour les muscles sartorius, vaste médial et gracilis et BS pour le nerf saphène et la peau)

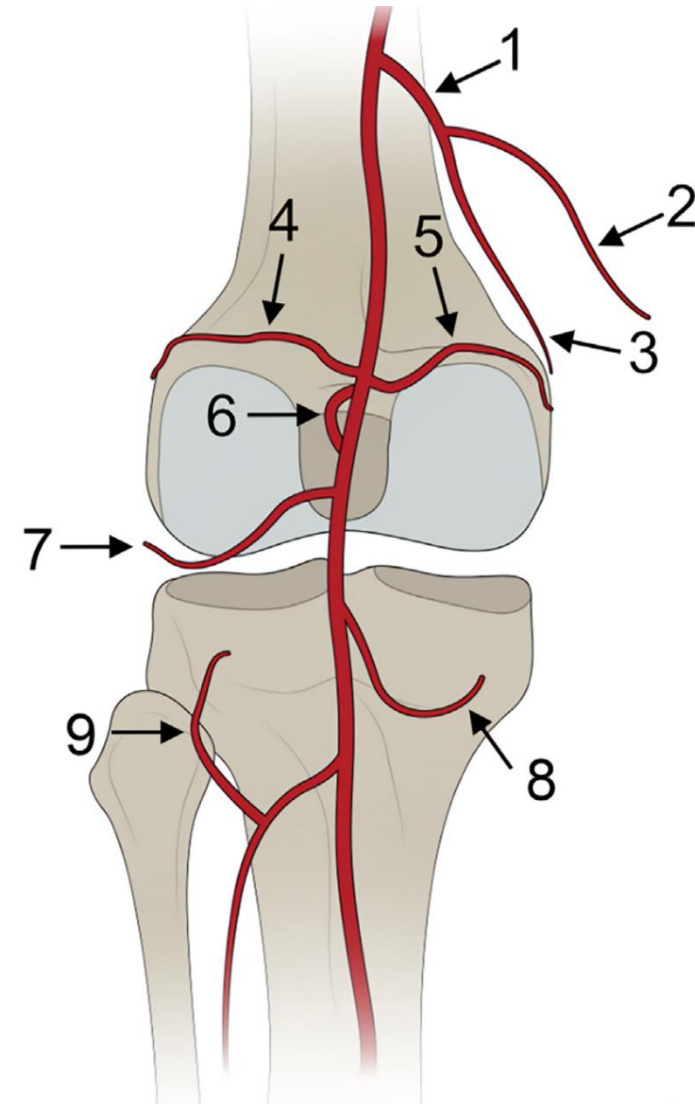
Art. Gén. Méd irrigue les LCA et LCP

Art. Gén. IM et IL irriguent le tendon patellaire et la patella

Art. Tib. Ant. Réc. irrigue même territoire + région cervico-céphalique fibulaire

Toutes les branches peuvent donner des perforantes cutanées !

Embolisation 2-3 branches



Lui et al, JVIR (2024)

Substrat anatomique

Art. Gén. Desc. se subdivise en branches articulaire, musculaire et cutanée (BM pour les muscles sartorius, vaste médial et gracilis et BS pour le nerf saphène et la peau)

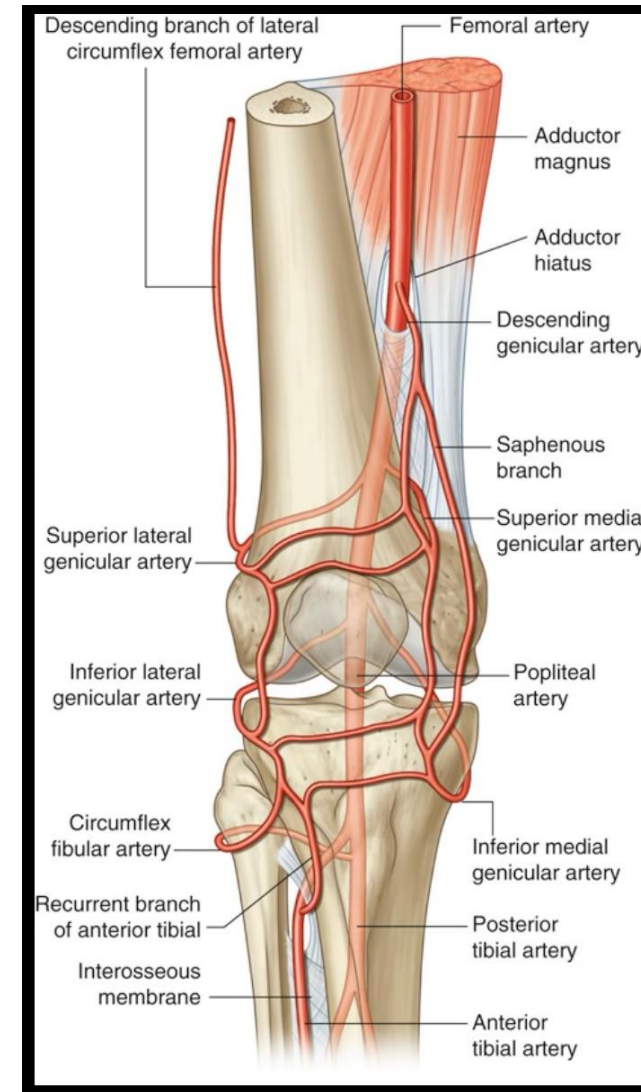
Art. Gén. Méd irrigue les LCA et LCP

Art. Gén. IM et IL irriguent le tendon patellaire et la patella

Art. Tib. Ant. Réc. irrigue même territoire + région cervico-céphalique fibulaire

Toutes les branches peuvent donner des perforantes cutanées !

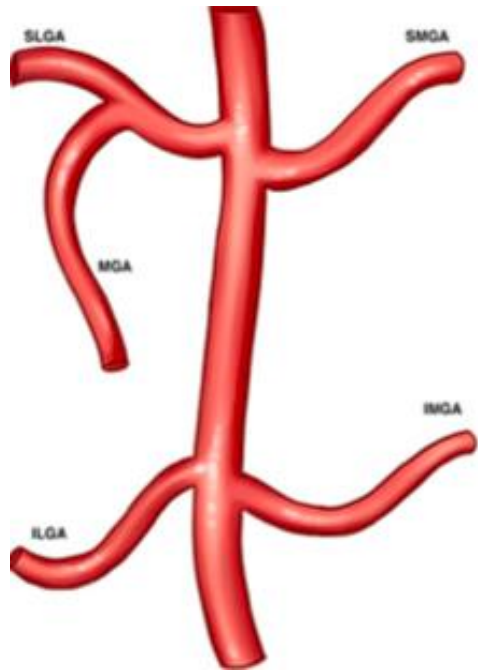
Embolisation 2-3 branches



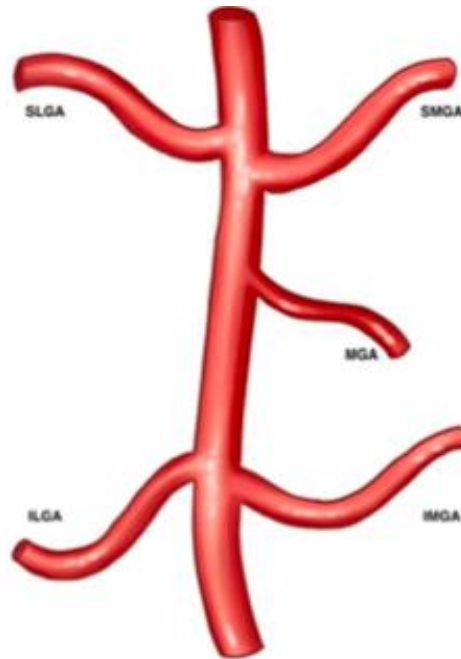
Gray's Anatomy for students, 5th edition

Anatomie avancée

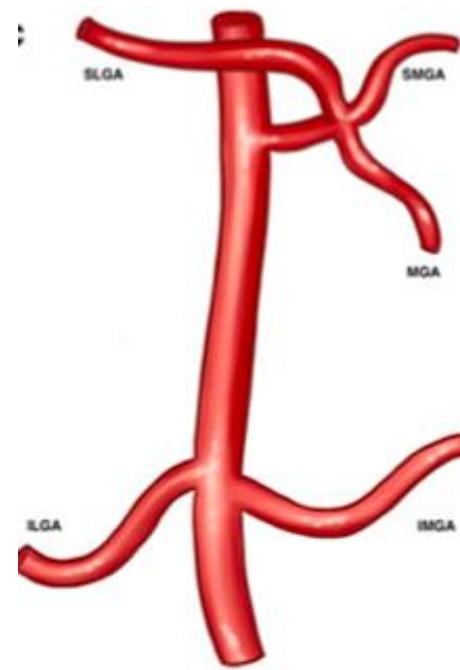
Types of genicular artery branching



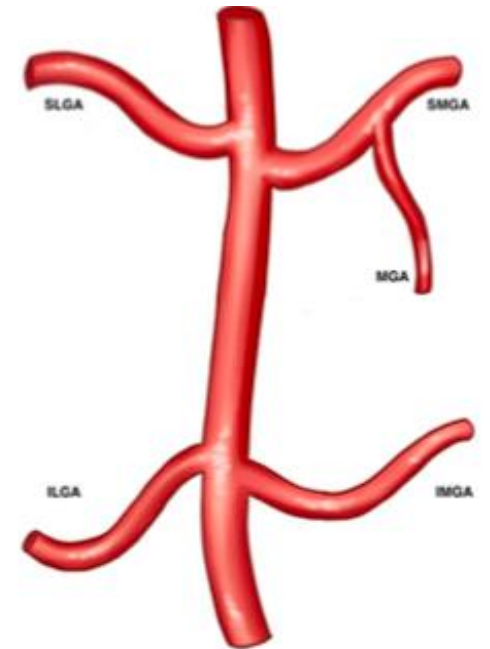
Type 1 - 55%



Type 2 - 22%



Type 3 - 16%



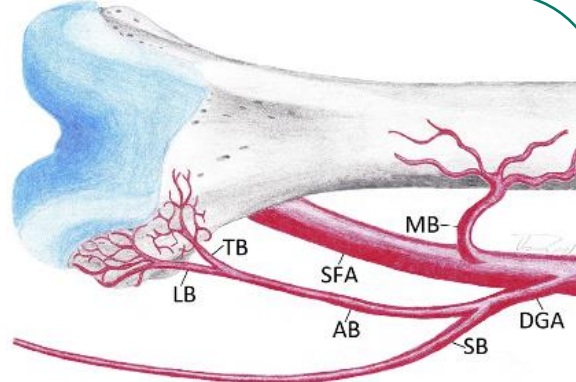
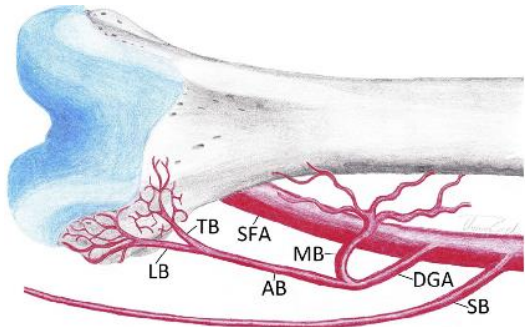
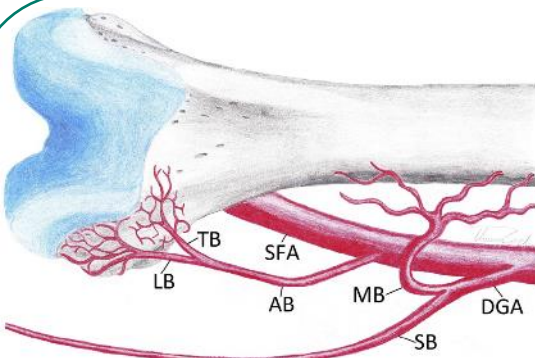
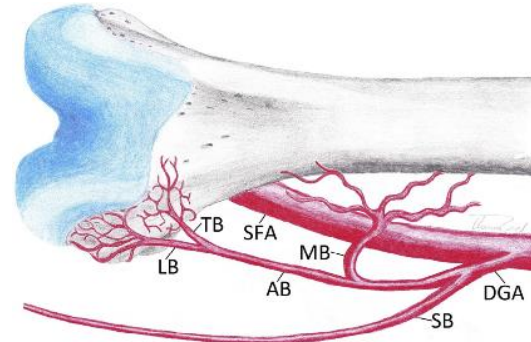
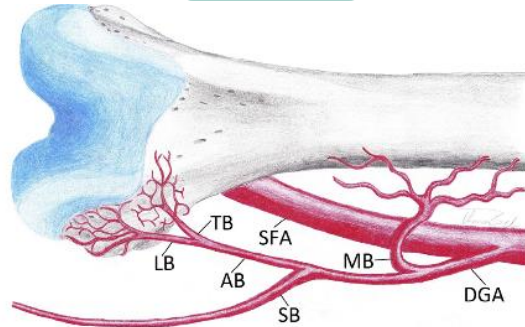
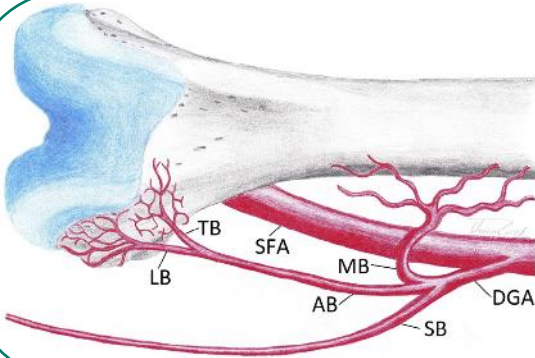
Type 4 - 7%

Callese et al, CVIR (2023)

Anatomie avancée

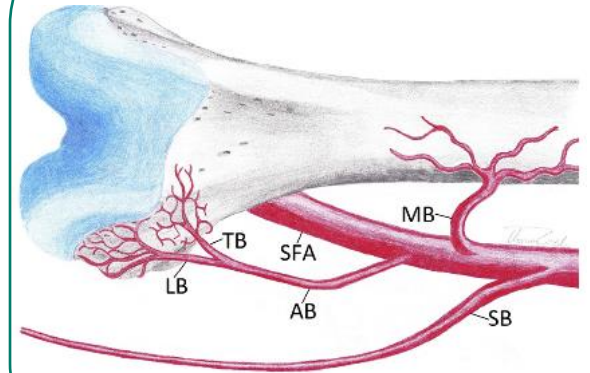
DGA variants - Dubois classification

Dubois I



Dubois II

Dubois III



Ziegler et al, J. of Plastic, reconstructive & aesthetic surg (2018)

Procédure d'embolisation

Admission en hôpital de jour AM et sortie milieu de PM

Anesthésie locale +/- sédation consciente

Ponction antérograde (ou rétrograde) sous écho de l'AFC

Introducteur 4 ou 5 Fr

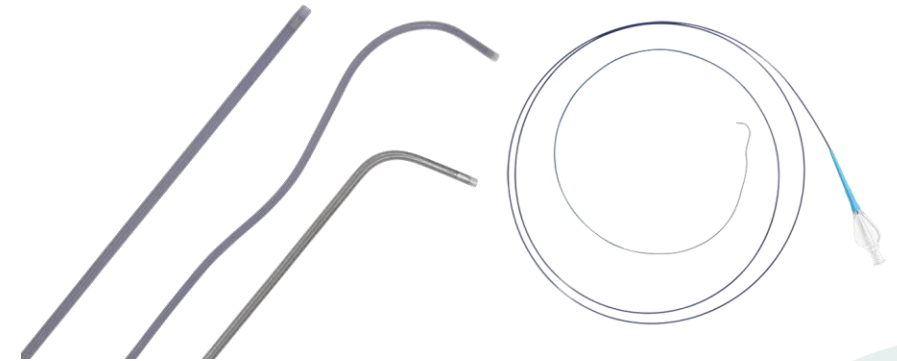
5000 UI d'Héparine

Cathéter porteur (p.ex. Vertébral ou Cobra) et microcathéter 1.7-2.0

Fr Progreat Lambda + GT (Terumo) ou Pursue + Truform (Merit)

Angiographie et soustraction digitale pour navigation

Éventuellement CBCT

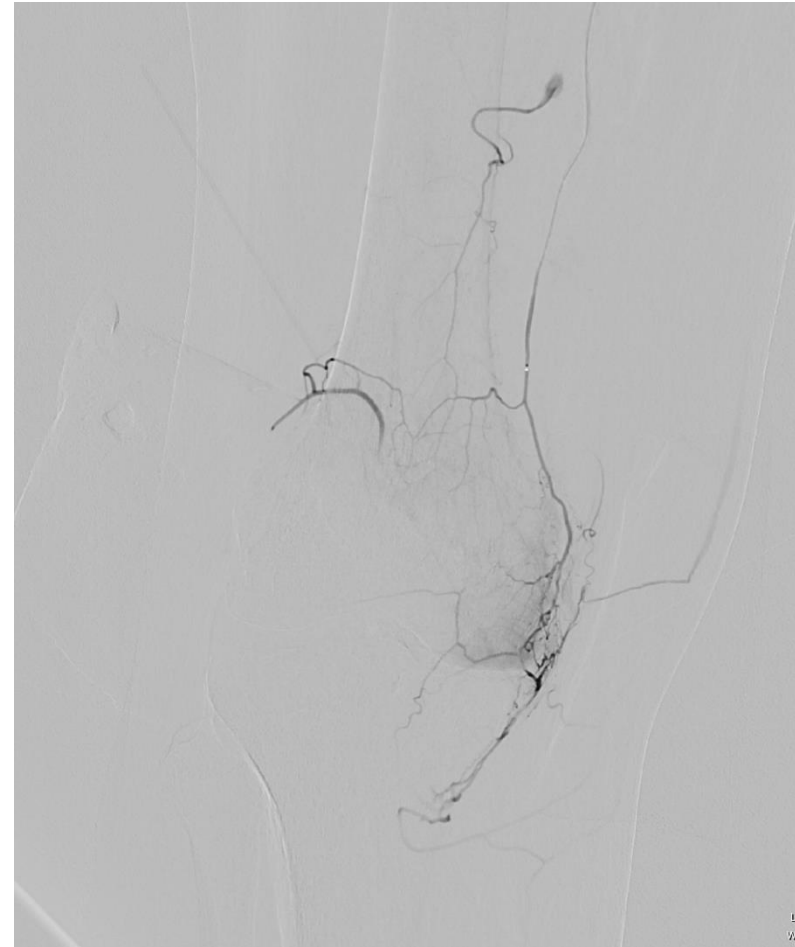


Heller et al, Radiographics (2022)

Identification des vaisseaux cibles

Synoviale inflammatoire =
Néovaisseaux anormaux =
« blush » vasculaire ou
vaisseaux dits « Moya-Moya »

Microcathéterisme le plus
distal possible afin d'éviter les
branches cutanées/reflux
autres branches (usage icepack
15' si accès sécurisé
impossible)



Agents d'embolisation

Imipenem/Cilastatine :

Antibiotique formant des particules 40-70 μm en suspension dans le PCI (0,5 g/5ml)

Occlusion temporaire, longue expérience $\rightarrow$ moins de risque ischémique

Risque allergique

Embosphere (Merit Medical) :

Microsphères de copolymère (triacryl-gélatine), calibration très précise (100-300 μm)

Occlusion permanente $\rightarrow$ risque ischémique + important

Nature hydrophile et compressibilité $\rightarrow$ moindre risque d'aggrégation $\rightarrow$ occlusion mieux contrôlée que PVA

Bien agiter pour obtenir suspension homogène

Risque d'allergie (gélatine porcine)



Querub et al, Tech Vasc Interv Radiol (2022)

Agents d'embolisation

Lipio-joint :

Emulsion de produit de contraste et de lipiodol 1:3

Reperméabilisation artères saines après 8-15 min

Nexsphere-F :

Microsphères hydrophiles gélatine 100-300 µm

Occlusion temporaire 4h

Marquage CE

Second traitement ou blush récalcitrant

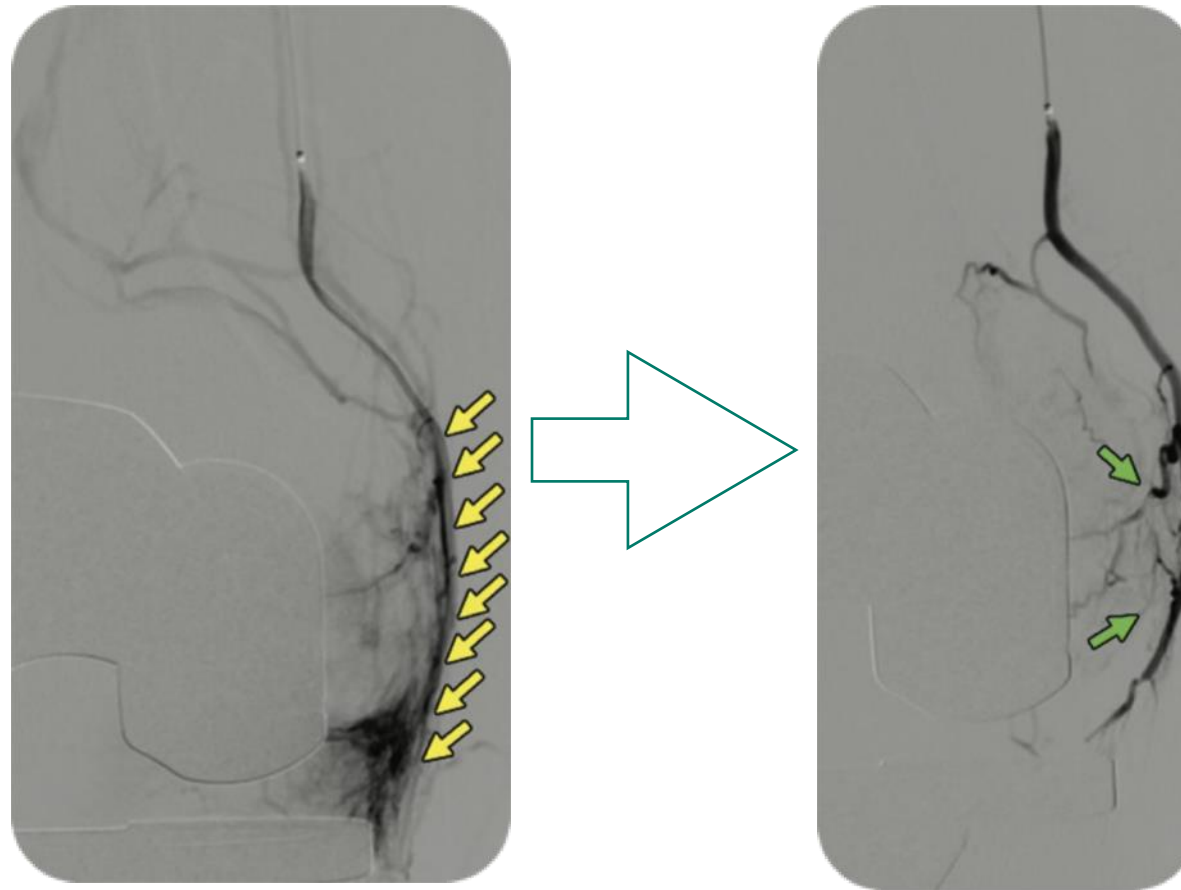
Seringue : 300 eur



Querub et al, Tech Vasc Interv Radiol (2022)

Critères de succès procédural

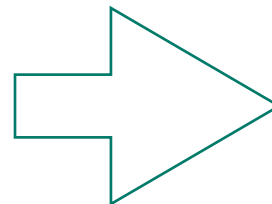
Disparition du blush
vasculaire correspondant aux
plaintes du patient !



Critères de succès procédural

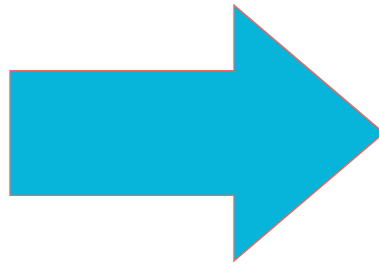
Disparition du blush vasculaire correspondant aux plaintes du patient !

Patiente 60 ans avec hémarthrose récurrente post-prothèse



Complications & effets secondaires

Hématome/pseudoanévrisme au point de ponction
Érythème cutané transitoire (12%), résolutif en <2 semaines
Fièvre
Nécrose grasse hypodermique
Paresthésies cutanées plantaires (2 cas dans la littérature)
Infarctus osseux (asymptomatique 2 cas sur IRM à 3 mois)



Icepack 15' avant embolisation
Particules d'occlusion transitoire
Particules permanentes de calibre >100
µm
CBCT

Padia et al, JBJS (2021)

Etudes cliniques

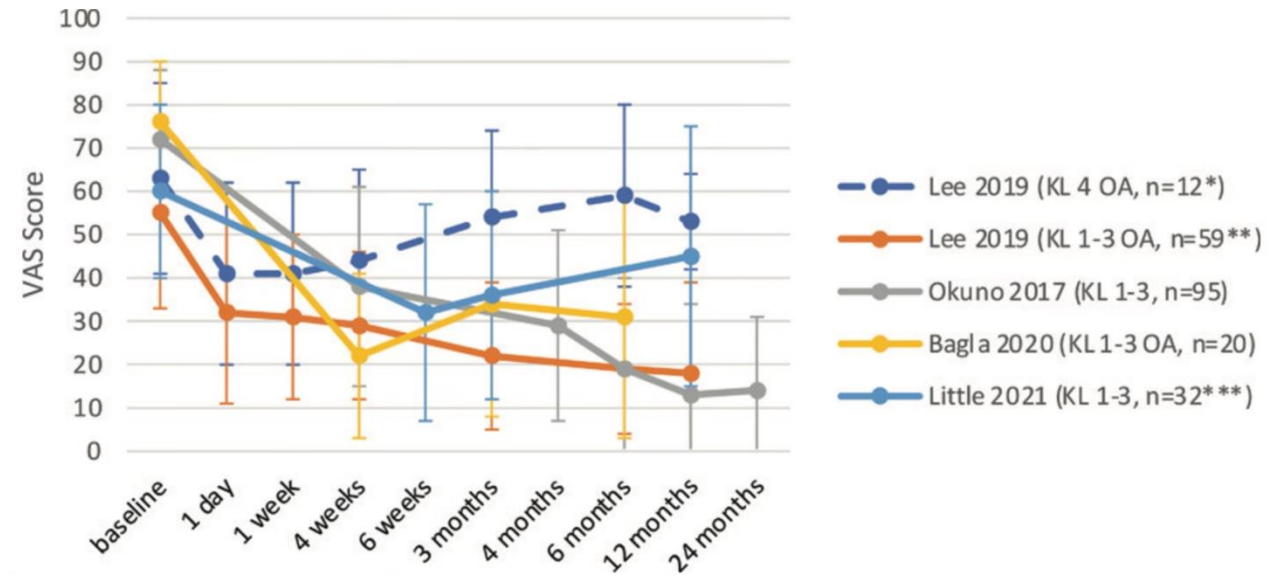
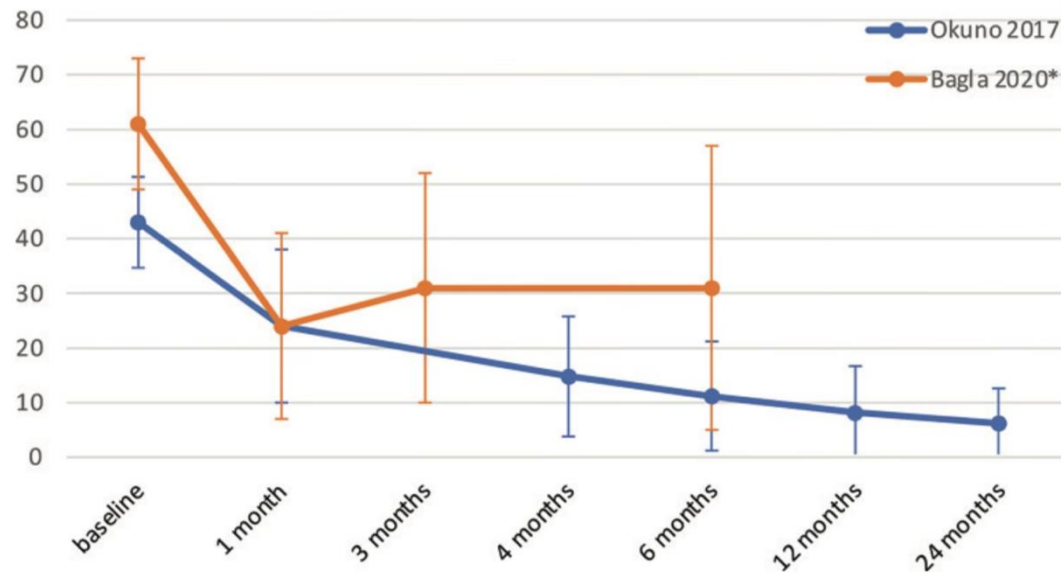
Parameter	Okuno et al (9)	Lee et al (10)	Bagla et al (12)	Landers et al (13)	Little et al (11)	Total
No. of patients	72	41	20	10	38	181
No. of GAEs	95	71	20	16*	38	234
Average age and range (y)	64 (44–79)	67 (47–80)	62 (49–84)	62 (52–75)	60 (45–83)	64 (44–84)
Mean BMI	25.1	24.9	35	31	30	27.5
KL grades 1–3	95	59	20	10	38	222 (95%)
KL grade 4	0	12	0	0	0	12 (5%)
Technical success rate	100%	100%	100%	100%	84% (32/38)	97% (228/234)
Embolic	IPM-CS (n = 88) 75-µm Embozene (n = 7)	IPM-CS	75–100-µm Embozene	IPM-CS (n = 5) 10–70-µm PVA (n = 5)	100–300-µm Embospheres	IPM-CS (n = 164) Embozene (n = 27) PVA (n = 5) Embospheres (n = 38)
Transient skin discoloration	Embozene: 4/7 (57%) IMP-CS: 0/65 0%	4/41 (10%)	13/20 (65%)	NA	4/38 (11%)	21/181 (12%)
Hematoma	12/72 (17%)	5/41 (12%)	1/20 (5%)	1/10 (10%)	1/38 (3%)	19/181 (10%)
Paresthesia	NA	NA	2/20 (10%)	NA	NA	2/181 (1.1%)
Fever	NA	1/41 (2%)	NA	NA	NA	1/181 (0.55%)

Heller et al, Radiographics (2022)

Études cliniques

WOMAC : évalue la douleur, la rigidité et la capacité fonctionnelle de l'articulation
VAS : échelle visuelle analogique pour la douleur

Total WOMAC Score Post-GAE for Knee OA



Phase plateau à 12 mois

Succès clinique meilleur pour KL 2-3. KL 4 est facteur de mauvais pronostic
Réduction consommation AINS, infiltrations et opioïdes → économie de 14 Mrds \$ aux E-U

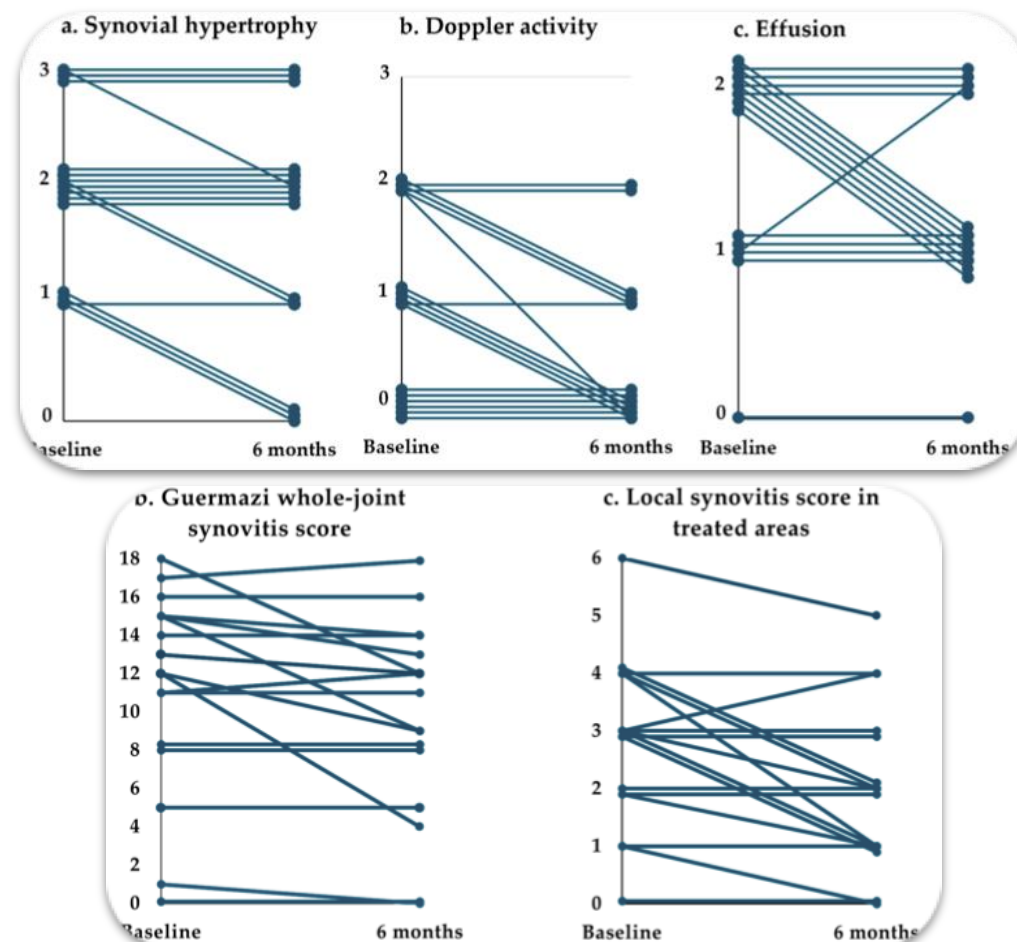
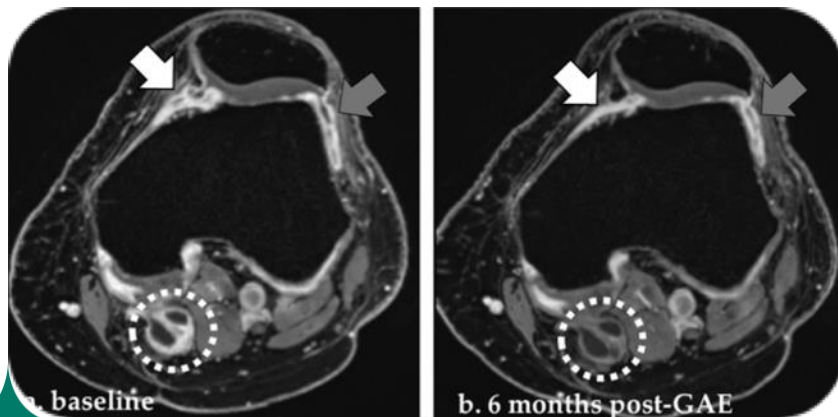
Heller et al, Radiographics (2022)

Biomarqueurs US/IRM

Etude prospective 17 patients
Comparaison membre embolisé et membre non embolisé
US et IRM à 0, 1 et 6 mois

US : EIA, activité Doppler, hypertrophie synoviale
IRM + Gd : synovite

Amélioration significative des signes de synovite
Régression de l'EIA mais non significative



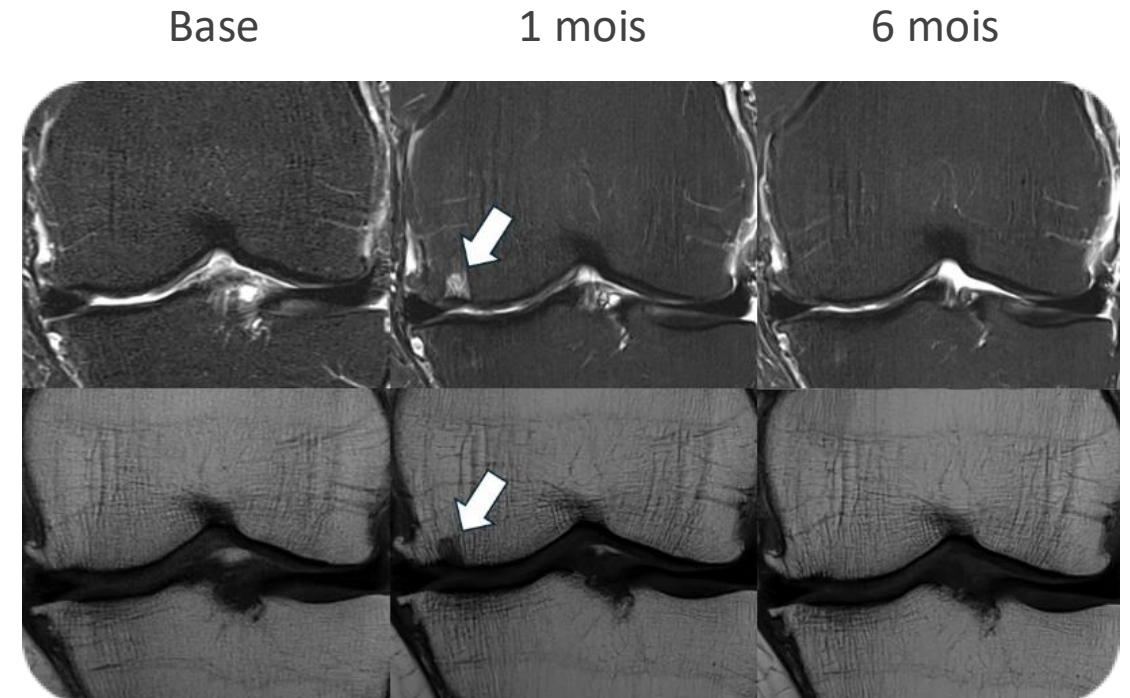
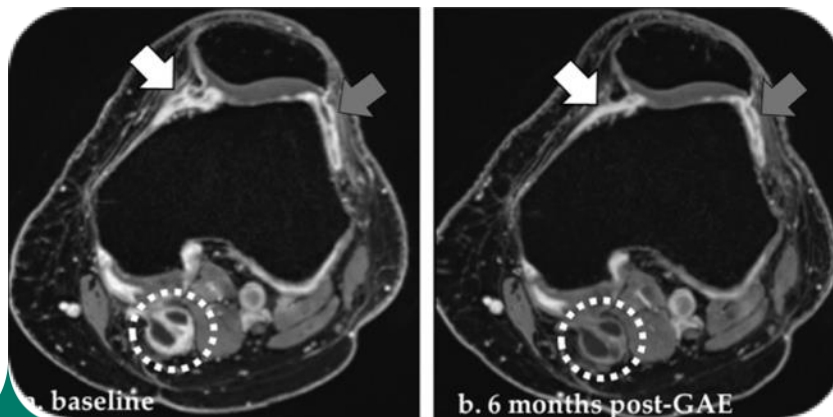
Hindsø et al, Diagnostics (2024)

Biomarqueurs US/IRM

Etude prospective 17 patients
Comparaison membre embolisé et membre non embolisé
US et IRM à 0, 1 et 6 mois

US : EIA, activité Doppler, hypertrophie synoviale
IRM + Gd : synovite

Amélioration significative des signes de synovite
Régression de l'EIA mais non significative



Hindsø et al, Diagnostics (2024)

Données contradictoires

Etude RCT 58 patients

Amélioration NON SIGNIFICATIVE du KOOS, ICOAP ou VAS à 1 et 4 mois

Mais :

- toujours le même opérateur
- suivi à court terme
- particules d'Embozene (noyau de gel en méthylmethacrylate entouré d'une enveloppe en polyzène, cet agent se déforme in vivo de sorte que l'embolisation est plus distale qu'attendu)
- Pas choisi sur base de la présence d'une synovite ni de son intensité

	Genicular artery embolisation group 4-month change (95% CI)	Sham group 4-month change (95% CI)	Between-group difference (95% CI)	Cohen's d effect size (95% CI)	P value
Primary outcome					
KOOS pain	21.4 (13.9 to 28.8)	18.4 (11.6 to 25.1)	3.0 (−7.1 to 13.0)	0.15 (−0.37 to 0.66)	0.31
Secondary outcome					
KOOS symptoms	19.33 (11.59 to 27.08)	17.00 (10.26 to 23.73)	2.34 (−7.92 to 12.60)	0.12 (−0.40 to 0.63)	0.66
KOOS activity	21.27 (13.57 to 28.97)	15.75 (8.85 to 22.66)	5.52 (−4.82 to 15.86)	0.28 (−0.25 to 0.82)	0.30
KOOS sport	22.32 (14.21 to 30.43)	10.24 (2.25 to 18.23)	12.08 (0.70 to 23.45)	0.55 (0.01 to 1.08)	0.04
KOOS quality of life	18.32 (11.30 to 25.33)	17.67 (10.21 to 25.14)	0.65 (−9.60 to 10.89)	0.03 (−0.48 to 0.55)	0.90
painDETECT	−2.71 (−4.53 to −0.88)	−3.66 (−5.45 to −1.86)	0.95 (−1.61 to 3.51)	0.19 (−0.33 to 0.71)	0.47
Average VAS pain	−22.90 (−33.07 to −12.72)	−13.83 (−21.84 to −5.81)	−9.07 (−22.02 to 3.88)	−0.35 (−0.87 to 0.17)	0.17
Worst VAS pain	−30.59 (−41.42 to −19.76)	−20.48 (−31.47 to −9.50)	−10.10 (−25.53 to 5.32)	−0.33 (−0.85 to 0.19)	0.20
EQ-5D-5L	0.09 (−0.01 to 0.19)	0.11 (0.03 to 0.18)	−0.01 (−0.14 to 0.11)	−0.03 (−0.55 to 0.49)	0.82
ICOAP constant	−22.07 (−30.93 to −13.21)	−17.59 (−24.86 to −10.31)	−4.48 (−15.94 to 6.98)	−0.20 (−0.71 to 0.32)	0.44
ICOAP intermittent	−19.68 (−27.85 to −11.51)	−16.67 (−24.92 to −8.42)	−3.02 (−14.63 to 8.59)	−0.13 (−0.65 to 0.38)	0.61

ICOAP, Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain; KOOS, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score; VAS, Visual Analogue Scale.

Van Zadelhoff et al, *BMJ open* (2024)

Quel avenir pour l'embo-MSK ?

RCTs

GENESIS II
GRAVITY
MOTION



Particules résorbables

Sakurabead
Nobasphere

Que retenir ?

- L'embolisation MSK est une technique innovante pour le traitement des douleurs musculo-squelettiques chroniques
- Technique se justifiant si douleurs réfractaires aux traitements conservateurs et injections IA depuis > 6 mois
- Multiples séries de cas valident le profil de sécurité et démontrent le bénéfice tant du point de vue analgésique que fonctionnel (surtout Gonarthrose, PTG, Capsulite adhésive)
- Validation des données par RCTs + études cout-efficacité en cours
- Nécessite de standardiser la procédure
- Perfectionnement des microcathéters et recherche dans le domaine des particules d'embolisation



Merci pour votre attention

Dr Maxime Gudelj

mgudelj@citadelle.be

04/321.71.25