

Quel est l'intérêt de l'imagerie pour guider nos infiltrations ?

Do we need imaging to guide our musculoskeletal injections?

B. Le Goff*, J.D. Albert**

Le guidage des infiltrations par l'imagerie permet d'améliorer la précision du geste et les chances d'atteindre sa cible. L'échographie et la scopie sont ainsi de plus en plus utilisées à cet effet. Aux États-Unis, on observe une augmentation importante du nombre d'infiltrations faites sous contrôle de l'imagerie (1). Cependant, l'intérêt du guidage en matière de bénéfice clinique et d'efficacité reste controversé. Peu d'études de bonne qualité sont disponibles et prouvent la supériorité des infiltrations réalisées sous guidage sur celles réalisées en repérage anatomique. Ces éléments obligent à se poser la question de l'intérêt médicoéconomique du guidage.

Il est important de noter que le terme générique d'"infiltrations guidées par l'imagerie" est trop vague. Il regroupe tous les types d'injections (corticoïde, viscosupplément, etc.), de sites (hanche, poignet, etc.) et d'indications (arthrose, polyarthrite, syndrome canalaire, etc.). Au vu de cette hétérogénéité, il est évident que l'intérêt du guidage va dépendre de l'indication (rhumatisme inflammatoire, ou mécanique), du site infiltré (difficulté d'accès en repérage anatomique) et de l'expérience de l'opérateur.

Avantages du guidage par l'imagerie par rapport aux infiltrations en repérage anatomique

La différence de précision entre injection en repérage anatomique et en imagerie dépend à la fois de la facilité de réalisation du geste à l'aveugle et de la précision que permet le guidage.

Quelle est la précision des infiltrations en repérage anatomique ?

Plusieurs facteurs influencent cette précision. Tout d'abord, la localisation de l'infiltration (*figure*). Des articulations telles que le genou sont simples à infiltrer en cas d'épanchement avec 100 % de placement intra-articulaire lorsqu'il y a un reflux de liquide synovial. Au contraire, l'infiltration de la hanche, articulation profonde, est rarement réalisée en repérage anatomique, même si certaines études ont montré une précision de 65 % à l'aveugle (2).

Le deuxième facteur important est l'expérience de l'opérateur. Dans une étude effectuée sur des genoux de cadavres, un clinicien expérimenté mettait 100 % de ses injections en intra-articulaire, contre 55 % pour un novice (3). Lorsque ces injections étaient effectuées sous contrôle échographique par une voie supérolatérale, la précision était de 100 % quel que soit le degré d'expérience. Une autre étude a montré que des résidents sans expérience étaient même plus précis sous échographie que des seniors en repérage anatomique. Cette étude incluait des infiltrations de multiples articulations (genou, poignet, chevilles, etc.) dans le cadre de rhumatismes inflammatoires. La précision des résidents sous échographie était de 83 %, et celle des seniors en repérage anatomique, de 66 %. On voit donc que l'intérêt du guidage pour l'infiltration du genou se manifeste principalement chez les novices (4).

Pour certaines localisations cependant, le guidage par l'imagerie demande un certain degré d'expérience. Pour une infiltration sacro-iliaque par exemple, une étude a montré que la précision de 60 injections réalisées sous échographie était de 76,7 % au total. Cependant, le taux de succès était de 60,0 % pour les 30 premières, alors qu'il

* Service de rhumatologie, Nantes.

** Service de rhumatologie, Rennes.

Points forts⁺⁺

- » Le guidage par l'imagerie améliore la précision des infiltrations, mais nécessite, comme toute pratique interventionnelle, un apprentissage et une pratique régulière.
- » Le guidage apporte un certain confort au patient, avec une douleur moins importante durant le geste.
- » Toute infiltration ne doit pas être guidée; les facteurs à prendre en compte sont l'expérience de l'opérateur, le produit injecté, la difficulté d'accès de la cible (profondeur, structures "nobles" sur le trajet), la réalisation préalable d'une infiltration non guidée.
- » La preuve de l'intérêt médicoéconomique du guidage reste à faire.

Mots-clés

Échographie
Infiltrations
Radioscopie
Précision
Efficacité

Highlights

- » *Imaging-guided musculoskeletal injections are more accurate than blind injections but, as all technical procedures, need training and regular practice to reach a high accuracy.*
- » *The use of imaging decreases the pain and discomfort of the patient during the procedure.*
- » *Not all the injections need to be performed under guidance: factors such as experience of the operator, the location (depth) of the injection, the presence of neural or vascular structures and the type of treatment injected need to be taken in account.*
- » *For the moment, there is no proof of the medicoeconomic interest of this technique.*

Keywords

Ultrasound
Musculoskeletal injections
Radioscopy
Accuracy
Efficacy

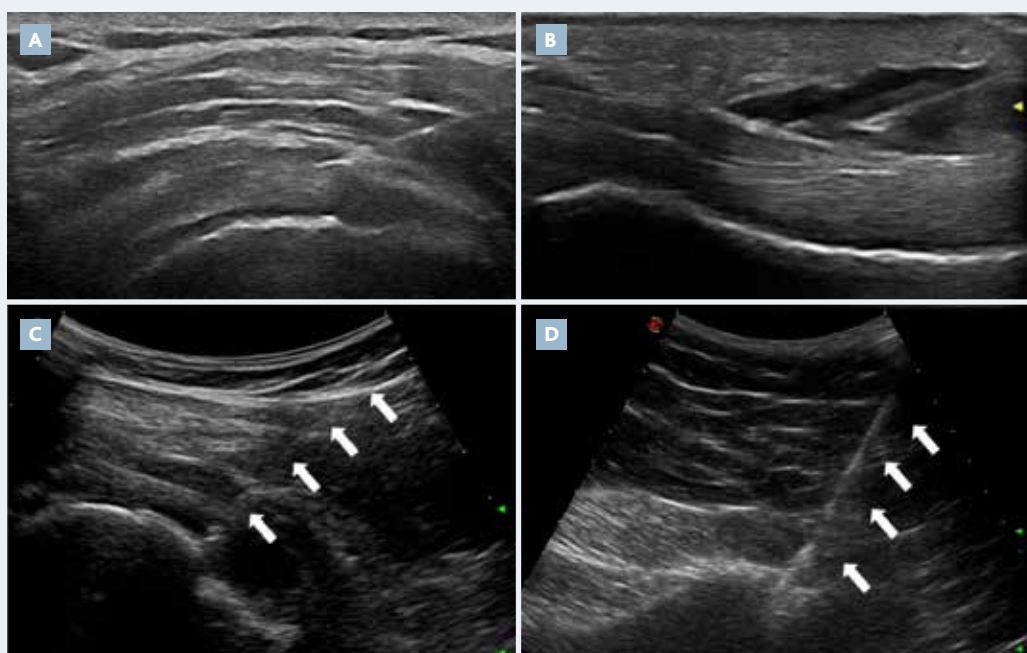


Figure. Exemples d'infiltrations échoguidées. En haut, on voit des exemples d'infiltrations de structures superficielles: bourse sous-acromiodeltoïdienne (A) et anesthésie pour un doigt à ressaut (B). Les 2 images du bas concernent des structures plus profondes nécessitant un guidage pour assurer le bon positionnement de l'aiguille, et donc du produit d'infiltration: sacro-iliaque (C) et coxofémorale (D).

augmentait à 93,5 % pour les 30 suivantes. Cela montre l'importance de la formation et de la pratique, notamment pour les injections techniquement difficiles même sous guidage.

Le **tableau** résume la précision des infiltrations effectuées en repérage anatomique en fonction des articulations. On voit de larges variations probablement en rapport avec les facteurs cités ci-dessus.

Le guidage en imagerie n'est pas synonyme de 100 % de précision

On pourrait croire que les infiltrations réalisées sous imagerie atteignent tout le temps leur cible. Ce n'est pas le cas, et, comme toute technique, elles demandent une formation et une pratique régulière afin de tendre vers les 100 %. L'exemple de la sacro-iliaque a été cité, et une autre étude montre la difficulté technique de cette infiltration,

Tableau. Précision des infiltrations réalisées en repérage anatomique. D'après E.L. Daley et al. (5).

Localisation	Pourcentage de précision en repérage anatomique selon les séries (min.-max.)
Hanche	71,5 (50-93)
Épaule	79,0 (27-100)
Cheville	67,5 (50-85)
Coude	90,0 (25-100)
Poignet	60,0 (50-70)
Genou	90,0 (25-100)

avec seulement 40 % d'injections intra-articulaires lorsqu'elle est réalisée sous échographie (6). Même une localisation qui semble aisée, telle que la bourse sous-acromiodeltoïdienne, n'était infiltrée correctement sous échographie que dans 65 % des cas dans une série prospective de 46 patients (7). Malgré tout, le guidage augmente de manière significative

la précision des gestes. Pour citer quelques études, la précision des infiltrations des articulations acromioclaviculaires passait de 40 % en repérage clinique à 100 % sous échographie (8) ; elle était, respectivement, de 26,7 contre 86,7 % pour l'injection dans la gaine du biceps et de 72,5 contre 92,5 % pour les injections intra-articulaires de l'épaule (9). Des critères échographiques stricts (visualisation de la cavité, de l'extrémité de l'aiguille et de distension de la capsule) peuvent remplacer l'arthrographie pour s'assurer du bon positionnement intra-articulaire du produit d'infiltration (10).

Les infiltrations guidées sont-elles moins douloureuses ?

Plusieurs études ont souligné la meilleure tolérance sur le plan de la douleur des gestes effectués sous échoguidage par rapport à ceux effectués en aveugle. Ainsi, Sibbitt et al. ont montré que réaliser les gestes sous échographie réduisait de 48 % les douleurs liées à l'injection (échelle visuelle analogique [EVA] : $5,8 \pm 3,0$ cm en aveugle, contre $3,0 \pm 2,8$ cm en guidage échographique ; $p < 0,001$) [11]. Ils émettent l'hypothèse que cette amélioration serait due au fait que le geste est plus précis et que l'aiguille ne touche pas des zones sensibles telles que le périoste ou des structures neurologiques. Une autre étude faite aux urgences avait pour but de comparer la tolérance des ponctions du genou, qu'elles soient faites en repérage anatomique ou sous échographie. Cette étude a montré une réduction significative de la douleur, avec une EVA de 3,71 cm (IC₉₅ : 2,61-4,80) dans le groupe ponction échoguidée contre 5,19 cm (3,94-6,45) dans le groupe repérage anatomique ($p = 0,02$) [12]. Une méta-analyse récente a confirmé ces résultats. Sur les 4 études incluses, la diminution combinée de l'EVA était de 1,0 point (IC₉₅ : 0,3-1,7), et l'odds-ratio était de 3,2 (1,2-8,5) en faveur de l'échographie (13). Cette information peut être donnée aux patients, et la réalisation de gestes échoguidés rendre plus facile l'infiltration chez des gens anxieux ou hyperpathiques et pour les internes débutant la rhumatologie interventionnelle.

Les infiltrations guidées sont-elles moins dangereuses ?

L'échographie permet de visualiser en temps réel la diffusion du produit d'infiltration. Le guidage échographique permet donc de s'assurer que l'injection

ne se fait pas dans une structure noble, telle qu'un tendon ou un nerf, par exemple.

Une étude s'est intéressée à la précision et à la sécurité des injections échoguidées des doigts à ressaut (14). Une infiltration de la poulie et de la gaine du tendon fléchisseur était réalisée en repérage anatomique ou échographique (20 infiltrations dans chaque cas). Les infiltrations étaient classées en optimales (dans la gaine tendineuse), suboptimales (dans les tissus adjacents) et dangereuses (intra-tendineuses). Avec l'échographie, 14 infiltrations étaient optimales ; 6, suboptimales, et aucune, dangereuse. En revanche, en repérage anatomique, 6 infiltrations étaient dangereuses, et seulement 3, optimales. Réaliser les injections de manière précise évite également les injections dans les tissus mous adjacents, avec leur risque d'atrophie lié, notamment, à l'utilisation de corticoïdes puissants tels que l'hexacétone de triamcinolone.

On voit donc l'intérêt du guidage en temps réel en termes de sécurité.

Y a-t-il un impact sur l'efficacité clinique du guidage ?

Cette question est la plus importante. Il est cependant plus adapté d'y répondre par localisation et type d'infiltration, car une réponse globale serait probablement fautive.

Certains aspects méthodologiques et biais communs aux études tentant de répondre à cette question sont, de plus, intéressants à souligner dans un premier temps.

Tout d'abord, la différence d'efficacité attendue entre les 2 groupes d'une étude randomisée de qualité comparant le guidage au repérage anatomique devrait s'expliquer uniquement par la différence de précision des 2 techniques.

Par exemple, une étude a comparé l'efficacité des infiltrations du poignet chez des patients porteurs de polyarthrite rhumatoïde, réalisées de manière échoguidée ou en repérage anatomique (15). Ces infiltrations étaient réalisées par un opérateur expérimenté. Qu'elles soient faites sous guidage ou en repérage anatomique, la précision des infiltrations dans cette étude était de 90 % dans les 2 groupes. Aucune différence clinique n'était bien sûr retrouvée. Cela montre que l'expérience de l'opérateur peut influencer beaucoup sur les résultats de l'étude et ne permet pas de généraliser à l'ensemble des médecins qui, en fonction de leur expérience ou de leur activité, sont plus ou moins précis quand ils font leurs gestes

infiltratifs. Comme les auteurs l'ont conclu, cette étude mériterait d'être refaite sur une articulation plus profonde et par un opérateur moins expérimenté. À noter qu'ils utilisaient de l'hexacétone de triamcinolone, et que 10 % des patients avaient reçu une injection extra-articulaire, avec les risques d'atrophie cutanée liés à cette localisation superficielle. Une méta-analyse poolant les résultats de 4 études (202 patients) portant sur les infiltrations du poignet dans les rhumatismes inflammatoires a retrouvé, au total, une supériorité significative du guidage, avec un odds-ratio d'obtention d'une amélioration clinique significative (plus de 20 % d'amélioration) de 1,13 (IC₉₅ : 1,02-1,25) [13]. Cela montre qu'en augmentant le nombre de sujets et en choisissant des opérateurs n'ayant pas tous le même niveau d'expérience, la supériorité des infiltrations guidées en matière d'efficacité, bien que modeste, a pu être démontrée.

Une autre étude confirme ces résultats. Elle a évalué, chez 46 patients qui ont eu une infiltration dans la bourse sous-acromiodeltoïdienne sous échographie ou en repérage anatomique, la précision en utilisant du produit de contraste (7). Là encore, la précision du geste n'était pas différente dans les 2 groupes (65 % dans le groupe échoguidé, 70 % dans le groupe repère anatomique). Bien entendu, aucune différence clinique n'était retrouvée entre les 2 groupes sur le plan clinique. À noter, dans ce cas, la faible précision des infiltrations réalisées sous guidage.

La majorité des études ne vérifient pas la précision des injections réalisées en guidage, considérant l'imagerie comme l'assurance d'atteindre sa cible dans 100 % des cas. Cet élément devrait être toujours précisé pour permettre une meilleure interprétation des résultats.

Apport du guidage par l'imagerie selon les indications

L'objectif de cette revue n'est pas d'être exhaustif sur tous les types d'infiltrations, mais de discuter des indications les plus fréquentes et de celles dont le niveau de preuve est le plus fort.

Infiltration au cours des rhumatismes inflammatoires

Il s'agit d'une indication où les corticoïdes ont montré un effet clinique local indéniable sur l'inflammation

articulaire et où le guidage a montré sa supériorité clinique dans plusieurs études. L'échographie permet d'augmenter le nombre d'injections intra-articulaires et de diminuer la douleur au moment du geste, justifiant donc parfaitement son utilisation en pratique quotidienne. Elle offre également une meilleure efficacité clinique.

Pour illustrer cette efficacité, une étude récente a prouvé l'importance d'être dans la cible pour avoir un effet optimal (16). Des patients atteints de polyarthrite rhumatoïde présentant une ténosynovite chronique ont été séparés en 2 groupes : un groupe recevait une injection intramusculaire de bétaméthasone et une injection échoguidée de sérum physiologique dans la gaine tendineuse, alors que l'autre recevait une injection intramusculaire de sérum physiologique et une injection de bétaméthasone dans la gaine synoviale. Les réponses à la fois cliniques (EVA) et échographiques (mode B et doppler) étaient évaluées à 2, 4 et 12 semaines. Le critère principal était la rémission échographique, définie par un score en mode B inférieur à 1 et l'absence de signal doppler. À 4 semaines, l'objectif principal était atteint dans 64 % des cas dans le groupe injecté dans la gaine et 25 % des cas dans l'autre groupe. L'effet se prolongeait à 3 mois, avec 44 contre 8 % des patients en rémission. Cette étude conforte donc l'intérêt d'atteindre sa cible de manière précise lors d'une infiltration dans le cadre des rhumatismes inflammatoires. Elle n'a en revanche pas établi l'utilité de l'échoguidage par rapport à l'infiltration en repérage anatomique. De même, l'étude de Cunningham et al. montre que le guidage échographique est globalement plus précis que le repérage anatomique, que les infiltrations sont plus efficaces lorsque la cible est atteinte, mais sans différence globale d'efficacité selon la technique (4).

Une autre étude confirme l'intérêt du guidage par rapport à l'injection en repère anatomique, avec des résultats significativement meilleurs avec les injections échoguidées sur le plan de la douleur. Le geste en lui-même était également moins douloureux en échoguidage (17).

Infiltration des tendinopathies de la coiffe des rotateurs

Une revue systématique de la base Cochrane incluant une méta-analyse, évaluant l'apport du guidage dans l'efficacité des infiltrations sous-acromiales, a été publiée (18). Elle a inclus 5 études, dont 4 portaient sur les injections dans la bourse

sous-acromiale. Trois études comparaient le guidage échographique à l'injection sous-acromiale à l'aveugle, et 1, à l'injection dans les muscles glutéaux. Même si l'échoguidage apportait un bénéfice sur la douleur à court terme, cet effet n'était pas significatif sur le plan statistique (différence d'EVA : -1,44 ; IC₉₅ : -4,14 ; +1,26). Cette différence était plus modeste, mais significative, à 6 semaines (-0,80 ; IC₉₅ : -1,46 ; -0,14) ; cependant, au vu de l'hétérogénéité des études, seule 1 d'entre elles a été finalement conservée pour l'analyse à 6 semaines, et la différence n'était alors plus significative. Les auteurs concluent donc que le guidage améliore la précision du geste, mais que son effet sur l'efficacité n'est pas encore prouvé. Ils insistent sur les limites de ces études et de leur méta-analyse au vu de l'hétérogénéité des études sélectionnées.

Globalement, l'analyse de ces études montre que l'échographie pourrait avoir un intérêt si la précision des injections était bonne (elle devrait être de 100 %) et si la pathologie était bien déterminée à la fois cliniquement mais également par l'imagerie. Les limites de certaines études passées sont des critères d'inclusion parfois trop flous ("douleur de la région de l'épaule") pour intégrer une population homogène de patients. L'échographie comme biomarqueur de la réponse aux infiltrations aurait également tout son intérêt.

Guidage des infiltrations pour arthrose du genou

Dans cette indication, il est possible d'injecter des corticoïdes ou d'effectuer une viscosupplémentation. Une étude a évalué l'intérêt du guidage échographique par rapport aux infiltrations à l'aveugle concernant l'efficacité clinique des injections intra-articulaires de corticoïdes (11). Soixante-six patients porteurs d'arthrose avec épanchement ont été randomisés en 3 groupes : 1 groupe ponctionné et infiltré à l'aveugle (22 patients) et 2 groupes infiltrés sous échographie mais avec des seringues différentes (22 avec une seringue standard et 22 avec une seringue double courant). Au total, l'échoguidage permettait d'évacuer un plus grand volume d'épanchement et s'est avéré plus efficace sur la douleur à 2 semaines : l'EVA après le geste était de $2,8 \pm 2,4$ cm dans le groupe à l'aveugle contre $1,5 \pm 1,9$ cm dans le groupe échoguidé ($p = 0,034$).

La même équipe a également réalisé une autre étude randomisée contrôlée en incluant des arthroses

sans épanchement, ce qui paraît plus intéressant pour notre pratique quotidienne. Cette étude a montré que le geste était moins douloureux sous échographie (-48 % de douleur). La réduction de la douleur était également plus importante à 6 semaines (-42 % ; $p < 0,001$), et l'échoguidage multipliait par 2 le nombre de patients répondeurs au geste (19).

Ces 2 études ont bien entendu des limites, au vu du nombre de patients inclus et de leur caractère monocentrique.

Les études princeps évaluant l'efficacité de la viscosupplémentation au niveau du genou ont été réalisées sans guidage. De plus, le genou est le site pour lequel les chances d'être en intra-articulaire sont le plus élevées, notamment si l'on utilise la voie supérolatérale. Cependant, dans leur revue de la littérature, Berkoff et al. rapportent 5 études ayant analysé la précision des infiltrations au niveau du genou (20). La réussite des infiltrations à l'aveugle variait de 39 à 100 % selon les études, contre 63 à 100 % avec guidage. En regroupant toutes les études, l'échographie augmentait les chances d'être en intra-articulaire au niveau du genou (95,8 % sous échographie ; 77,8 % à l'aveugle [$p < 0,001$]), avec un odds-ratio calculé à 6,4 en faveur de l'échoguidage. Une autre étude a montré que, sur 99 arthroses sans épanchement, 96,0 % des infiltrations sous échographie étaient en intra-articulaire, contre 83,7 % des infiltrations à l'aveugle ($p < 0,05$). Cela montre l'intérêt du guidage pour être plus précis ; mais aucune étude n'a montré de supériorité clinique du guidage.

La réponse est probablement différente pour les autres localisations, telles que la hanche, bien sûr, mais également l'articulation trapézo-métacarpienne et l'épaule (21).

Doigts à ressaut

L'infiltration des doigts à ressaut est typiquement une infiltration superficielle qui est pratiquée de manière courante en repérage anatomique avec une bonne efficacité, au moins sur le court terme. Les anomalies retrouvées en imagerie sont à la fois un épaississement constant de la poulie A1, qui peut s'accompagner d'une ténosynovite, dans 55 % des cas (22). La physiopathologie supposée de cette affection fait donc de l'épaississement de la poulie le facteur déclenchant du ressaut.

Une étude a comparé l'efficacité d'une injection réalisée sous échographie soit dans la gaine synoviale

du fléchisseur, soit à la surface de la poulie A1 (23). Même si la méthodologie de cette étude était loin d'être parfaite, il n'y avait aucune différence entre les 2 groupes de patients, que ce soit en matière d'efficacité clinique ou échographique. La palpation de la poulie par un opérateur expérimenté et l'injection sans résistance pourraient, dans ce contexte, être suffisantes pour traiter les doigts à ressaut. Cependant, la sécurité des injections sous échographie et le développement de la chirurgie échoguidée sont 2 éléments permettant à l'échographie de garder toute sa place dans la prise en charge thérapeutique des doigts à ressaut.

Conclusion

Le guidage permet, lorsqu'il est réalisé de manière adéquate, d'augmenter la précision des infiltrations. Cependant, l'analyse de la littérature montre la nécessité de former les médecins aux techniques de guidage pour que cette précision approche les 100 % et soit ainsi meilleure que celle des injections réalisées à l'aveugle, notamment par un opérateur expérimenté.

Plusieurs articles ont souligné l'apport du guidage pour le confort et en cas de douleurs du patient ainsi que pour la sécurité des structures anatomiques adjacentes.

L'efficacité et l'intérêt du guidage dépendent de l'indication, de la localisation, du produit utilisé et de l'expérience de l'opérateur. Ainsi, une infiltration de corticoïde pour un doigt à ressaut peut être réalisée par un opérateur expérimenté sans aucune inquiétude en repérage anatomique. A contrario, une infiltration d'hexacétonide de triamcinolone dans la hanche pour un rhumatisme inflammatoire est évidemment réalisée sous guidage. Entre ces 2 situations extrêmes, l'intérêt du guidage peut être discuté en fonction des facteurs cités ci-dessus.

La littérature sur cette thématique est riche mais méthodologiquement souvent décevante. Les méta-analyses ne peuvent pas compenser les biais des études qu'elles incluent.

De même, l'intérêt médicoéconomique est loin d'être prouvé, et devra également être étudié de manière rigoureuse dans l'avenir.

Le guidage des infiltrations reste un outil utile lorsqu'il est employé à bon escient, qui doit rester entre les mains du rhumatologue. ■

B. Le Goff et J.D. Albert déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts en relation avec cet article.

Références bibliographiques

- Bureau NJ, Ziegler D. Economics of musculoskeletal ultrasound. *Curr Radiol Rep* 2016;4:44.
- Kurup H, Ward P. Do we need radiological guidance for hip joint injections? *Acta Orthop Belg* 2010;76(2):205-7.
- Curtiss HM, Finnoff JT, Peck E, Hollman J, Muir J, Smith J. Accuracy of ultrasound-guided and palpation-guided knee injections by an experienced and less-experienced injector using a superolateral approach: a cadaveric study. *PMR* 2011;3(6):507-15.
- Cunnington J, Marshall N, Hide G et al. A randomized, double-blind, controlled study of ultrasound-guided corticosteroid injection into the joint of patients with inflammatory arthritis. *Arthritis Rheum* 2010;62(7):1862-9.
- Daley EL, Bajaj S, Bisson LJ, Cole BJ. Improving injection accuracy of the elbow, knee, and shoulder: does injection site and imaging make a difference? A systematic review. *Am J Sports Med* 2011;39(3):656-62.
- Hartung W, Ross CJ, Straub R et al. Ultrasound-guided sacroiliac joint injection in patients with established sacroiliitis: precise IA injection verified by MRI scanning does not predict clinical outcome. *Rheumatology (Oxford)* 2010;49(8):1479-82.
- Dogu B, Yucel SD, Sag SY, Bankaoglu M, Kuran B. Blind or ultrasound-guided corticosteroid injections and short-term response in subacromial impingement syndrome: a randomized, double-blind, prospective study. *Am J Phys Med Rehabil* 2012;91(8):658-65.
- Peck E, Lai JK, Pawlina W, Smith J. Accuracy of ultrasound-guided versus palpation-guided acromioclavicular joint injections: a cadaveric study. *PMR* 2010;2(9):817-21.
- Aly AR, Rajasekaran S, Ashworth N. Ultrasound-guided shoulder girdle injections are more accurate and more effective than landmark-guided injections: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015;49(16):1042-9.
- Albert JD. L'échographie peut-elle remplacer l'arthrographie pour la réalisation des synoviorthèses et infiltrations intra-articulaire ? 24^e congrès de rhumatologie, 2011.
- Sibbitt WL Jr, Band PA, Chavez-Chiang NR, Delea SL, Norton HE, Bankhurst AD. A randomized controlled trial of the cost-effectiveness of ultrasound-guided intra-articular injection of inflammatory arthritis. *J Rheumatol* 2011;38(2):252-63.
- Wiler JL, Costantino TG, Filippone L, Satz W. Comparison of ultrasound-guided and standard landmark techniques for knee arthrocentesis. *J Emerg Med* 2010;39(1):76-82.
- Dubreuil M, Greger S, LaValley M, Cunningham J, Sibbitt WL Jr, Kissin EY. Improvement in wrist pain with ultrasound-guided glucocorticoid injections: a meta-analysis of individual patient data. *Semin Arthritis Rheum* 2013;42(5):492-7.
- Lee DH, Han SB, Park JW, Lee SH, Kim KW, Jeong WK. Sonographically guided tendon sheath injections are more accurate than blind injections: implications for trigger finger treatment. *J Ultrasound Med* 2011;30(2):197-203.
- Luz KR, Furtado RN, Nunes CC, Rosenfeld A, Fernandes AR, Natour J. Ultrasound-guided intra-articular injections in the wrist in patients with rheumatoid arthritis: a double-blind, randomised controlled study. *Ann Rheum Dis* 2008;67(8):1198-200.
- Ammittzøll-Danielsen M, Østergaard M, Fana V et al. Intramuscular versus ultrasound-guided intratenosynovial glucocorticoid injection for tenosynovitis in patients with rheumatoid arthritis: a randomised, double-blind, controlled study. *Ann Rheum Dis* 2016;76(4):666-72.
- Gutierrez M, Di Matteo A, Rosemffet M et al. Short-term efficacy to conventional blind injection versus ultrasound-guided injection of local corticosteroids in tenosynovitis in patients with inflammatory chronic arthritis: a randomized comparative study. *Joint Bone Spine* 2016;83(2):161-6.
- Bloom JE, Rischin A, Johnston RV, Buchbinder R. Image-guided versus blind glucocorticoid injection for shoulder pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2012(8):CD009147.
- Sibbitt WL Jr, Kettwich LG, Band PA et al. Does ultrasound guidance improve the outcomes of arthrocentesis and corticosteroid injection of the knee? *Scand J Rheumatol* 2012;41(1):66-72.
- Berkoff DJ, Miller LE, Block JE. Clinical utility of ultrasound guidance for intra-articular knee injections: a review. *Clin Interv Aging* 2012;7:89-95.
- Henrotin Y, Raman R, Richette P et al. Consensus statement on viscosupplementation with hyaluronic acid for the management of osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 2015;45(2):140-9.
- Guerini H, Pessis E, Theumann N et al. Sonographic appearance of trigger fingers. *J Ultrasound Med* 2008;27(10):1407-13.
- Shinomiya R, Sunagawa T, Nakashima Y, Yoshizuka M, Adachi N. Impact of corticosteroid injection site on the treatment success rate of trigger finger: a prospective study comparing ultrasound-guided true intra-sheath and true extra-sheath injections. *Ultrasound Med Biol* 2016;42(9):2203-8.