



Imagerie interventionnelle du rachis : Une alternative à la chirurgie

T. BOUZIANE, P. VINCKE

INTRODUCTION [2]

L'imagerie interventionnelle permet deux approches : diagnostique et thérapeutique. Il ne sera ici question que du versant thérapeutique qui peut, dans certains cas, s'avérer être une alternative à la chirurgie. Dans ce cadre, il faut souligner l'apport du fluoro-CT dans le développement de cette discipline et l'élargissement des indications de l'imagerie interventionnelle. Les procédures interventionnelles ont toujours été limitées par l'absence d'images tomodensitométriques en "temps réel" comparativement aux images échoscopiques ou radioscopiques. Le fluoro-scanner (FS) est venu pallier à ce handicap. Nous devons à Katada la conception et la première présentation de la fluoroscopie tomodensitométrique (RSNA Chicago - novembre 1993 [19]). Le FS a véritablement révolutionné la pratique courante en tomodensitométrie interventionnelle, d'une part en augmentant la précision et la sécurité des actes et d'autre part en réduisant considérablement le temps des procédures. Outre l'apport certain et sans cesse grandissant pour la tomodensitométrie interventionnelle diagnostique et thérapeutique, l'attrait pour la tomodensitométrie fonctionnelle est également croissant (étude des piégeages pulmonaires, de l'instabilité articulaire, de la mobilité musculaire, etc.).

A l'heure actuelle, un fluoro-CT (fig. 1) devrait répondre à certains critères ou à un certain cahier des charges que nous passerons en revue :

- 1) Le délai de retard, au démarrage, entre le moment où l'on appuie sur la pédale de scopie et l'apparition de la première image à l'écran doit être inférieur à 1 seconde. Actuellement, les scanners multi-barrettes pourvus d'une installation fluoroscopique présentent des délais de l'ordre de 0.5, voire 0.75 seconde.

Un délai de plus d'une seconde entravera le déroulement d'une procédure interventionnelle en cas d'utilisation d'une scopie discontinue (réduction de dose), hautement recommandée notamment pour les longues interventions.



Fig. 1 : Scanner multicoupe dédié à l'imagerie interventionnelle. Moniteur (flèche), console de contrôle de la table (flèche courbe) et pédale de scopie (tête de flèche).

Imagerie des pathologies professionnelles

- 2) Une cadence ou un défilement d'images égales ou supérieures à 8 images par seconde. Les installations actuelles tournent à une cadence de 12 images par seconde pour une matrice de 512 et 24 images pour une matrice de 256.
Ce n'est qu'à ce prix qu'on obtiendra une véritable imagerie "temps réel" et non saccadée.
- 3) L'obtention d'une véritable imagerie en "temps réel" avec un décalage de moins de 0.1 seconde entre les images. Ce décalage ne devrait certainement pas être supérieur à ce délai sinon le risque de ponction accidentelle d'une structure vasculaire ou d'un organe noble serait inévitable.
- 4) La dernière image scopique doit rester figée à l'écran. Il serait handicapant de ne pas pouvoir garder en mémoire et afficher à l'écran la dernière image de la séquence fluoroscopique, notamment lors des scopies discontinues.
- 5) La possibilité de pouvoir mobiliser la table dans tous les sens mais surtout le statif et notamment son inclinaison en cours de scapie, sans interruption intempestive.
L'inclinaison du statif est d'un grand apport notamment lors des déviations de trajet de l'aiguille permettant ainsi une correction immédiate.
Un recours à l'inclinaison volontaire est parfois souhaitable pour l'approche des lésions pulmonaires rétrocostales ou des lésions surrenaliennes.
- 6) La sauvegarde automatique de toutes les séquences fluoroscopiques de l'ensemble de la procédure interventionnelle.
- 7) Le rappel et la visualisation à tout moment des séquences enregistrées quels que soient leur nombre et leur durée.
- 8) La possibilité de pouvoir délivrer un document (médico-légal) *a posteriori* à partir d'un arrêt sur image de la séquence fluoroscopique enregistrée. Ceci constituera la preuve irréfutable que l'acte interventionnel, qu'il soit diagnostique ou thérapeutique, n'a présenté aucune ponction accidentelle et a bien atteint sa cible.
- 9) La nécessité de disposer obligatoirement d'un porte-aiguille permettant de procéder à distance du plan de coupe évitant ainsi l'irradiation directe des mains de l'opérateur. La pratique interventionnelle sous fluoro-CT est impensable en l'absence d'une porte ou pince-aiguille adéquat.
- 10) D'un point de vue logistique, trois éléments sont indispensables dans la salle d'examen afin que cette fluoroscopie soit fonctionnelle :
 - Un moniteur dédié de préférence fixé à un bras articulé (suspension plafonnrière) permettant ainsi la réalisation des actes interventionnels de part et d'autre aussi bien du statif que de la table.
 - Un panneau de commande mobile à proximité du scanner permettant de diriger tous les mouvements de la table ainsi qu'une inclinaison du statif. Pour garder une asepsie rigoureuse, ce panneau de commande doit être pris en charge par le manipulateur aidant dans la salle à la réalisation de ces procédures.
 - Une pédale permettant une scapie intermittente et pouvant être manipulée aussi bien par le radiologue que par le manipulateur.

11) En option, la triple fluoroscopie actuellement disponible sur certains scanners multibarrettes est d'un grand apport. En effet, l'augmentation du nombre de détecteurs ou de barrettes permet d'avoir trois images scopiques simultanées permettant de repérer immédiatement toute déviation crâniale ou caudale de l'extrémité de l'aiguille et de corriger le trajet en "temps réel".

Dans l'avenir et grâce au développement des appareils multibarrettes et de la sensibilité des détecteurs, on devrait aboutir d'une part, à la réduction des doses utilisées (mAs) et d'autre part, au guidage selon des vues sagittales et coronales.

INTERVENTIONS PÉRI-RACHIDIENNES

Infiltrations foraminales ou péri-radiculaires [4, 6, 9, 12, 13, 23, 34]

• Indication

Les infiltrations périradiculaires peuvent être réalisées à l'étage cervical ou lombaire.

A l'étage cervical, comme à l'étage lombaire, les indications sont les hernies discales foraminales (fig. 2 et 3) ou latérales ainsi que les sténoses foraminales d'origine ostéophytiques. Il nous semble opportun ici de rappeler que la présence d'une hernie objectivée par l'imagerie médicale ne signifie pas pour autant qu'elle soit forcément symptomatique. En effet, le bombement discal est asymptomatique dans 50 % des cas, la protrusion dans 30 % des cas alors que l'extrusion sera quasiment toujours symptomatique. Un examen clinique détaillé et éventuellement une électromyographie permettent généralement

de faire la part des choses et sont d'une grande utilité afin de bien cibler le niveau responsable de la douleur. Cet élément nous amène naturellement à évoquer l'importance d'une prise en charge multidisciplinaire des cervicalgies et lombalgies incluant les traitements classiques (dans l'ordre : anti-inflammatoires, infiltrations, nucléolyse, chirurgie) mais aussi physiothérapie, kinésithérapie, sans oublier l'approche psychosociale.



Fig. 2 : Protrusion discale cervicale foraminale droite (flèche).



Fig. 3 : Protrusion discale lombaire extraforaminale gauche (flèche).

• Contre-indication

Allergie aux corticoïdes, troubles de la coagulation, femme enceinte.

Imagerie des pathologies professionnelles

• *Technique*

La rapidité du geste et son indolence rendent inutile l'anesthésie préalable.

Pour l'étage cervical, le patient est placé en décubitus. Après repérage du bon niveau, l'aiguille (PL23G ou 25G) est positionnée sur la face latérale du cou, derrière le muscle sterno-cléido-mastoïdien. La ponction est réalisée en se dirigeant vers la face postérieure du foramen (fig. 4). Le foramen doit être légèrement pénétré en restant contre la corticale de l'articulaire postérieure. Il convient préalablement de repérer la carotide, la jugulaire et l'artère vertébrale.

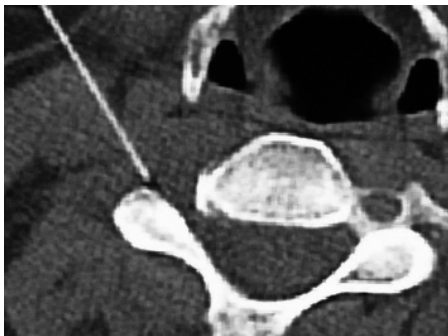


Fig. 4 : Infiltration périradiculaire cervicale droite. Approche interjugulo-carotidienne.

Pour la même raison, on choisira un plan de coupe où l'artère vertébrale est complètement protégée dans sa gouttière osseuse. Une injection de produit de contraste peut être réalisée afin de vérifier la position extravasculaire de l'aiguille (fig. 5). 1 à 2 ml de corticoïdes retard sont alors injectés. Après le retrait de l'aiguille, le patient est positionné quelques minutes en décubitus latéral controlatéral afin de permettre une bonne diffusion du corticoïde dans le trou de conjugaison.

Pour l'étage lombaire, le patient est positionné en procubitus. On procède égale-

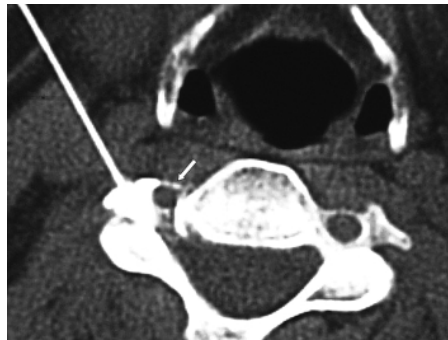


Fig. 5 : Infiltration périradiculaire cervicale droite. L'injection de produit de contraste (flèche) permet de s'assurer de la position extravasculaire et de mouler l'artère vertébrale.

ment à un repérage. Le point de ponction est paramédian. Ensuite, sous contrôle CT-fluoroscopique, on amène l'extrémité de l'aiguille (22G) dans la région foraminale à proximité du ganglion radicaire de la racine à infiltrer (fig. 6) avec injection directe de 1 à 2 ml de corticoïdes retard. L'injection de produit de contraste est inutile. On vérifiera par simple aspiration la position extravasculaire de l'aiguille.

Dans les cas hyperalgiques, on associera 2 à 3 ml d'anesthésique aux corticoïdes. Un cocktail de corticoïdes, d'anesthésique et de dérivés morphiniques peut également être



Fig. 6 : Infiltration périradiculaire lombaire droite. L'aiguille est amenée à proximité du ganglion radicaire, tuméfié (flèche blanche) par rapport au ganglion controlatéral (flèche noire).

utilisé. Dans ce cas, on évitera que le patient ne reprenne la conduite d'un véhicule.

• *Effets secondaires et complications*

Les effets secondaires les plus fréquents, toutefois rares, sont l'apparition de nausées ou d'un malaise vagal pendant la procédure. Du fait de l'injection de corticoïdes, on pourrait déstabiliser un diabète. Pour cette raison, les patients diabétiques seront suivis attentivement pendant 3 semaines. Le risque d'infection peut facilement être diminué en respectant de bonnes conditions d'asepsie. La ponction de plexus veineux, serait, malgré les précautions prises, assez fréquente mais ne pose en général pas de problèmes majeurs. Notons encore qu'il peut se produire une augmentation de la douleur dans les premières 48 heures.

• *Résultat*

On note une diminution des douleurs de manière durable dans environ 80 % des cas. Les résultats sont encore plus spectaculaires à l'étage cervical. Si une deuxième injection est nécessaire, il faut attendre au moins 3 semaines entre deux infiltrations.

Neurolyses ou sympatholyses [3, 4, 9, 11, 12, 23, 24, 32, 34, 35, 36, 38]

Neurolyse de la chaîne sympathique lombaire

• *Indication*

L'indication majeure reste l'artérite des membres inférieurs avec troubles trophiques cutanés.

Les indications peuvent être plus larges et intéresser causalgies, séquelles dystrophiques de la poliomyélite, douleurs d'origine pelvienne, douleurs en rapport avec une maladie de Paget, troubles trophiques cutanés d'origine veineuse, œdèmes post-phlébitiques et les hyperhydroses.

La neurolyse percutanée de la chaîne sympathique lombaire est pratiquée comme alternative à la sympathectomie chirurgicale qui comporte un risque et un coût nettement plus élevés.

• *Technique*

Une injection au préalable de 50 ml de produit de contraste permet d'identifier facilement l'uretère. La chaîne sympathique lombaire est parfaitement individualisée en arrière et en dehors de l'aorte à gauche et de la veine cave à droite.

Le patient est positionné en procubitus. Idéalement, cette neurolyse doit s'effectuer à deux niveaux à savoir à hauteur de L2 et L4. Après anesthésie locale et positionnement de l'extrémité de l'aiguille 21G en arrière des vaisseaux rétropéritonéaux, l'injection de 1 ml de produit de contraste permet de vérifier le siège strictement extravasculaire (fig. 7 et 8). L'alcoolisation peut être effectuée soit à l'aide d'éthanol à 95 %, soit à l'aide d'une solution de phénol glycérolé. 5 à 10 ml peuvent être injectés à chaque niveau.

• *Complication*

Les complications restent exceptionnelles sous guidage scanographique. L'élévation de la température cutanée et la suppression de la sudation font partie des effets

secondaires témoignant de l'efficacité du bloc sympathique. Si la technique est réalisée prudemment, on évitera la ponction urétérale. En tout état de cause, on arrêtera l'injection en cas de diffusion vers l'urètre ou vers le 1/3 postérieur du corps vertébral en raison de l'émergence des nerfs inguino-fémoraux et du nerf sciatique.

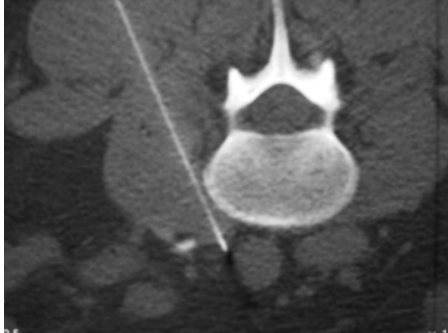


Fig. 7 : Sympatholyse lombaire. L'aiguille est positionnée en arrière des vaisseaux rétropéritonéaux.

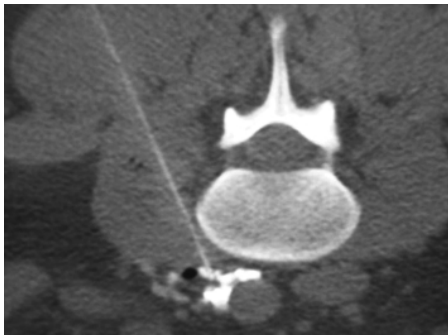


Fig. 8 : Sympatholyse lombaire. L'injection de produit de contraste permet de s'assurer de la position extravasculaire de l'extrémité de l'aiguille.

• *Résultat*

Les résultats obtenus par la sympatholyse percutanée chimique sont superposables à ceux obtenus par la chirurgie.

Neurolyse percutanée du plexus cœliaque et des nerfs splanchniques

• *Indication*

La neurolyse solaire est proposée dans le traitement des douleurs abdominales. Elle représente une alternative à la neurolyse chirurgicale en particulier dans le traitement symptomatique des algies de l'étage sus-mésocolique et notamment chez les malades cancéreux chez qui il existe une infiltration tumorale rétropéritonéale d'origine viscérale sus-mésocolique (pancréas, estomac). Cette neurolyse peut même être réalisée de manière préventive avant l'infiltration tumorale. Une autre indication est la pancréatite, aiguë ou chronique, pour laquelle certaines équipes préconisent l'anesthésie locale du plexus solaire.

Le plexus cœliaque est constitué de 5 à 6 ganglions disposés en péri-aortique à hauteur de la première vertèbre lombaire à proximité de l'origine du tronc cœliaque. Les nerfs splanchniques sont situés au même étage que le plexus cœliaque, circulant en arrière des piliers du diaphragme, à hauteur de D12.

• *Contre-indication*

Les contre-indications sont très rares. Cet acte doit être pratiqué avec prudence chez les patients hypotendus et reste toutefois contre-indiqué chez les sujets hypovolémiques.

• *Technique*

Trois techniques d'approches différentes sont utilisées :

- *L'approche percutanée antérieure* ; c'est la méthode la plus largement utilisée.

Elle ne nécessite qu'une seule ponction. Elle est plus confortable car le patient est en décubitus dorsal, le seul inconvénient réside dans la traversée hépatopancréatique ou gastrique, l'extrémité de l'aiguille est positionnée à proximité du tronc cœliaque. Une fois la vérification strictement extravasculaire par l'injection de produit de contraste réalisée, l'alcoolisation grâce à un agent neurolytique peut être effectuée.

- *L'approche percutanée postéro-latérale* : le grand intérêt de cette technique réside dans l'abord exclusivement rétropéritonéal évitant la traversée des organes abdominaux, le patient est en procubitus. L'approche sera uni- ou bilatérale. L'extrémité des aiguilles est positionnée en para-aortique (fig. 9, 10, 11) aussi bien droit que gauche, à hauteur de l'émergence du tronc cœliaque. En cas d'approche unilatérale, la voie trans-aortique peut être utilisée (fig. 12, 13). L'injection d'alcool peut être effectuée après confirmation du siège extravasculaire par l'injection d'1 ml de produit de contraste.
- *L'approche percutanée des nerfs splanchniques*. L'approche est également bilatérale. Les aiguilles sont mises en place en arrière des piliers du diaphragme, en rétrocrural (fig. 14, 15).



Fig. 10 : Neurolyse cœliaque. Positionnement de l'aiguille en para-aortique, à proximité du tronc cœliaque.

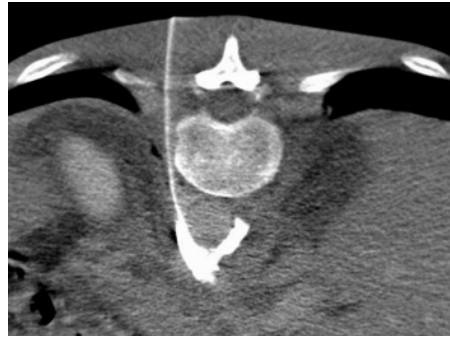


Fig. 11 : Neurolyse cœliaque. L'injection de produit de contraste confirme la position extravasculaire de l'aiguille.



Fig. 9 : Neurolyse cœliaque. Positionnement de l'aiguille en para-aortique, à droite du tronc cœliaque.



Fig. 12 : Neurolyse cœliaque. Approche par voie trans-aortique.

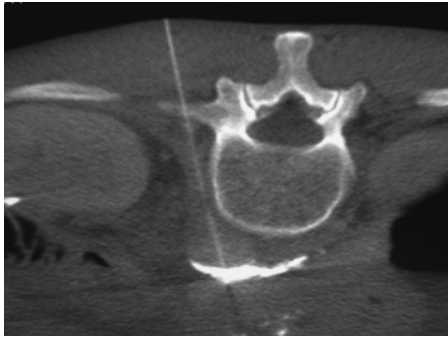


Fig. 13 : Neurolyse cœliaque. L'injection de produit de contraste préalable à l'alcoolisation confirme la position extravasculaire de l'aiguille.

L'injection de 1 à 2 ml de produit de contraste en rétrocrural permet de vérifier le bon positionnement de l'extrémité de l'aiguille.

Les mêmes précautions sont à prendre avant l'injection de la substance neurolytique.

10 ml d'éthanol à 50 % sont suffisants de chaque côté.

Parfois, l'association d'une approche cœliaque postérieure et d'une neurolyse splanchnique dans le même temps est recommandée évitant ainsi tout risque de récurrence douloureuse.

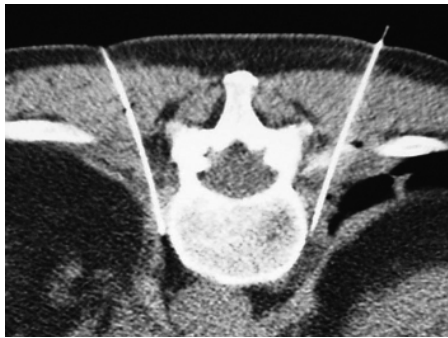


Fig. 14 : Neurolyse splanchnique. Approche bilatérale. Positionnement des aiguilles en rétro-crural, en arrière des piliers du diaphragme.

• *Complication*

Une chute de la pression artérielle peut survenir mais elle est rare et souvent modérée.

L'approche antérieure trans-pancréatique comporte un risque de pancréatite.

Quelques cas de péritonite chimique ont été rapportés lors de la diffusion de l'alcool dans le péritoine.

Le guidage scanographique permet de réduire de façon considérable le nombre de ces complications.



Fig. 15 : Neurolyse splanchnique. L'injection de produit de contraste permet de s'assurer de la position extravasculaire des aiguilles.

• *Résultat*

La réussite du geste est jugée sur la régression des douleurs et l'arrêt du traitement antalgique.

Cet effet antalgique est moindre pour les pancréatites que pour les patients cancéreux. La simplicité et la sécurité de la neurolyse percutanée guidée par la TDM rendent possible sa répétition en cas d'échec ou de récurrence de la symptomatologie.

Neurolyse du plexus sympathique interiliaque

• Indication

Les douleurs pelviennes par envahissement tumoral et les rectites radiques constituent les principales indications de la neurolyse du plexus sympathique interiliaque. Les douleurs chroniques de l'endométriose peuvent également en constituer une autre indication.

• Technique

Le patient est positionné en procubitus. Par précaution, on mettra en place une voie d'abord veineuse. On réalise des coupes fines de repérage de L4 à S1. L'abord s'effectue par voie postéro-latérale. Sous contrôle fluoroscopique, on amène l'aiguille (22G) à la face antérieure de L5-S1. En cas de bloc test, on injectera alors quelques ml d'anesthésique local mélangé à quelques ml de produit de contraste pour contrôler la diffusion, suivi d'une injection de 80 mg de corticoïde retard. En cas de neurolyse, on injectera 3 ml de mélange anesthésique local-produit de contraste, suivi d'une injection de 5 ml de phénol glycéroliné (8 %) ou d'alcool pur (éthanol 96°). On répétera la neurolyse après trois semaines en raison d'une procédure souvent incomplète.

• Complication

Pas de risque particulier hormis les ponctions accidentelles vasculaires ou urétérales.

Neurolyse percutanée de la chaîne sympathique thoracique supérieure

• Indication

L'hyperhydrose essentielle palmaire et axillaire ainsi que les troubles vasomoteurs des membres supérieurs restent les principales indications. Certaines indications reposent sur des observations empiriques (maladie et syndrome de Raynaud, syndrome du défilé thoracique, l'artériopathie occlusive, la causalgie, la dystrophie post-traumatique, l'engelure, etc.). Cette neurolyse est également le traitement de choix en cas de récurrence de l'hyperhydrose palmaire après d'autres traitements.

• Technique

Le patient est positionné en procubitus. L'acquisition axiale permet de repérer le troisième corps vertébral dorsal (coupes de 5 mm de C7 à D5). Repérage du système azygos et de la plèvre.

L'approche percutanée est planifiée de telle sorte que le trajet de ponction reste extrapleurale.

Après anesthésie locale et refoulement ou distension de l'espace sous-pleural par l'injection de sérum physiologique, l'extrémité de l'aiguille (22G de type spinal) est positionnée en paravertébral à l'union du 1/3 antérieur et des 2/3 postérieurs (fig. 16, 17).

Après vérification du siège strictement extravasculaire par injection de 2 ml de produit de contraste (fig. 18), la neurolyse peut être effectuée à l'aide d'une solution de phénol glycéroliné (8 à 10 ml).

Imagerie des pathologies professionnelles

5 à 15 ml peuvent être injectés en para-vertébral. Le patient est ensuite rapidement redressé en position semi-assise qu'il conservera pendant une durée de 2 heures minimum, sous surveillance.

• *Complication*

Le syndrome de Claude-Bernard Horner reste la seule complication significative témoin de la neurolyse du ganglion stellaire, et donc de la diffusion crâniale du neurolytique vers le ganglion cervico-thoracique.

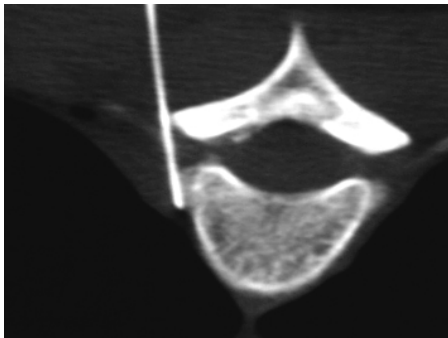


Fig. 16 : Neurolyse de la chaîne sympathique thoracique supérieure. L'aiguille est positionnée en para-vertébral à hauteur de D3.

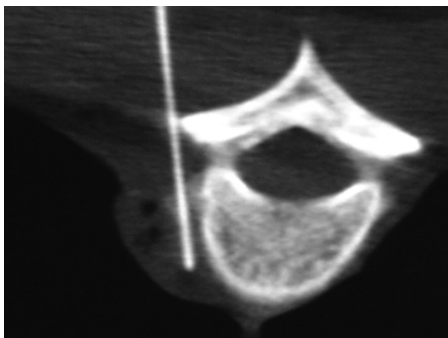


Fig. 17 : Neurolyse de la chaîne sympathique thoracique supérieure. Refoulement de l'espace extra-pleural à l'aide de sérum physiologique.

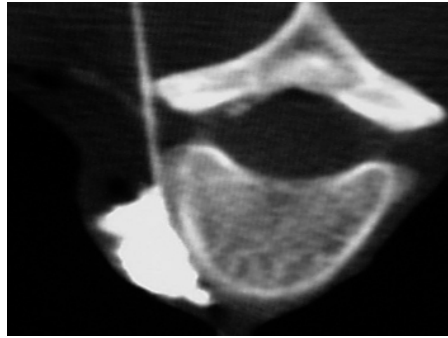


Fig. 18 : Neurolyse de la chaîne sympathique thoracique supérieure. L'injection de produit de contraste permet de s'assurer de la position extra-vasculaire de l'aiguille.

Le guidage tomodensitométrique permet d'éviter un éventuel décollement pleural. Attention à l'injection intraveineuse dans le système azygos qui peut constituer un danger potentiellement mortel.

• *Résultat*

Immédiatement après la procédure, une élévation de la température cutanée est signalée. Les meilleurs résultats sont observés dans l'hyperhydrose palmaire essentielle. Le plus souvent une rémission complète et durable de la sudation est notée, cette procédure peut être répétée si ces effets s'estompent au fil du temps.

Blocs et infiltrations des nerfs et ganglions [3, 4, 9, 11, 12, 23, 24, 26, 32, 34, 35, 36, 38]

Ganglion stellaire

• *Indication*

Le blocage du ganglion stellaire ou cervico-thoracique est utilisé pour le traitement

des douleurs du membre supérieur, de la paroi thoracique et de la région cervicale postérieure. Les indications de blocages temporaires à l'anesthésique sont le zona au stade aigu, les troubles circulatoires du membre supérieur, la thrombose de l'artère centrale de la rétine, la surdité brusque, la dystrophie, causalgie et membre fantôme d'un membre supérieur.

Par contre, les indications de blocages définitifs ou neurolyses sont représentées essentiellement par les pathologies tumorales cervico-thoraciques envahissant les structures sympathiques et le plexus brachial (tumeur de l'apex pulmonaire ou syndrome de Pancoast-Tobias).

• Contre-indication

Représentées essentiellement par les troubles majeurs de la conduction intracardiaque (le bloc du deuxième degré).

• Technique

Le ganglion stellaire ou cervico-thoracique siège à proximité de l'artère vertébrale à hauteur de l'apophyse transverse de C7, juste derrière l'émergence de l'artère vertébrale.

Le patient est positionné en décubitus dorsal avec hyper-extension de la tête.

Les abords peuvent être antérieurs (fig. 19) ou antéro-latéral. Parfois, la ponction est réalisée à l'aiguille fine 22G à travers l'espace virtuel inter-jugulo-carotidien.

L'injection préalable de produit de contraste permet de confirmer le siège extravasculaire et de mouler l'artère vertébrale.

Les blocs temporaires sont réalisés à l'aide d'un anesthésique type bupivacaïne à 0.5 %.

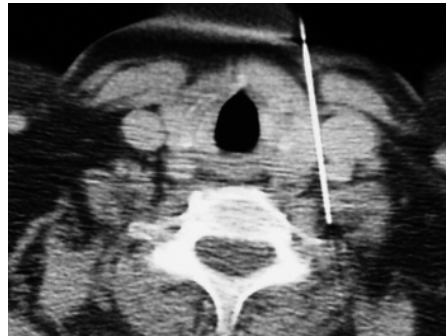


Fig. 19 : Infiltration du ganglion stellaire, abord antérieur en dedans du pédicule jugulo-carotidien.

Les neurolyses peuvent être réalisées à l'aide de 3 ml d'éthanol après bloc test préalable.

Un syndrome de Claude-Bernard-Horner est observé dans les minutes qui suivent, c'est le témoin de la réussite du bloc.

• Complication

Hormis le syndrome de Claude-Bernard-Horner, les complications restent rares lors du guidage scanographique.

Après injection accidentelle de produit anesthésique dans l'artère vertébrale, le patient présente immédiatement des troubles de la conscience, une chute tensionnelle et des troubles respiratoires. La réanimation cardio-respiratoire s'impose.

• Résultat

Les blocs temporaires atténuent de façon significative la fréquence des algies post-zostériennes. L'effet antalgique des neurolyses est très appréciable chez les patients atteints de pathologie tumorale.

Nerf d'Arnold

• Indication

La névralgie d'Arnold est une douleur de la face postérieure de l'extrémité céphalique dont l'origine est le plus souvent idiopathique. Le nerf en cause est le nerf grand occipital, branche postérieure de C2.

• Technique

Le patient est positionné en décubitus ventral. On réalise des coupes de repérage de 3 mm. On visualise l'artère vertébrale, la ponction s'effectuant juste au dessus. L'abord s'effectue en paramédian postérieur.

L'extrémité de l'aiguille 25G est positionnée à hauteur de l'émergence du nerf d'Arnold parfaitement individualisé entre C1 et C2, contre la masse latérale (fig. 20). Injection au préalable d'un ml de produit de contraste hydrosoluble (fig. 21) avant l'infiltration par injection de 40 mg de corticoïdes retard.



Fig. 20 : Infiltration du nerf d'Arnold. Les aiguilles sont positionnées, par abord postérieur, à hauteur de l'émergence du nerf d'Arnold, contre la masse latérale de C1.

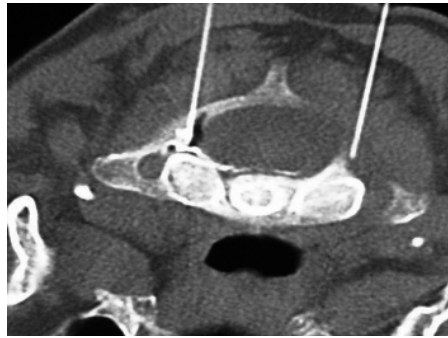


Fig. 21 : Infiltration du nerf d'Arnold. L'injection de produit de contraste permet de s'assurer de la position extravasculaire des aiguilles.

• Complication

La ponction de l'artère vertébrale peut être évitée grâce au repérage préalable. Pour éviter la ponction du sac dural, on veillera à rester en dehors du bord interne de la masse latérale.

• Résultat

Une amélioration est généralement obtenue dans plus de la moitié des cas.

La reproduction de la douleur lors de l'opacification de la région périganglionnaire C2 est habituelle.

Le guidage tomодensitométrique permet d'éviter les classiques complications.

Nerf abdomino-génital ou syndrome de Maigne

• Indication

Le syndrome de Maigne se manifeste par une lombalgie basse, causée par un "dérangement intervertébral mineur" portant le plus souvent sur D12-L1, souvent

de type arthrosique. Il peut aussi s'agir de douleurs abdominales basses pseudo-viscérales, ou de douleurs simulant une bursite trochantérienne ou même, plus rarement de douleur pubienne. Les manifestations douloureuses coïncident avec la distribution des nerfs rachidiens correspondants. L'examen radiologique de la charnière dorso-lombaire ne montre habituellement que des lésions mineures. De là découle l'importance de l'examen clinique.

• *Technique*

Le patient est positionné en procubitus. On réalise des coupes fines (3 mm) de repérage au niveau de l'interligne articulaire cible. L'abord est effectué en paramédian postérieur. Ponction simultanée des articulations D10-D11 et D11-D12 du côté douloureux avec deux aiguilles 25G. Injection de 1 ml d'anesthésique local dans chaque niveau (bloc test), puis injection de 40 mg de corticoïde retard par articulation.

• *Complication*

Pas de risque particulier.

Nerf honteux interne ou syndrome d'Alcock

La névralgie du nerf honteux interne résulte habituellement de l'irritation directe du nerf coincé dans le canal d'Alcock par le ligament sacro-épineux. La névralgie bilatérale est rare et peut être causée par des microtraumatismes répétitifs au niveau du périnée comme, par exemple en cyclisme ou en équitation. Cette névralgie est caractérisée par des douleurs pelviennes spon-

tanées permanentes, parfois ressenties comme des brûlures, des hypo- ou hyperesthésies ou des sensations d'engourdissement. La douleur peut suivre le trajet du nerf ou irradier vers tout le bassin ou les organes génitaux. La symptomatologie s'exacerbe classiquement en position assise et régresse en position debout ou à la marche. Le diagnostic est généralement posé lors des explorations électrophysiologiques (EMG).

En cas de névralgie pelvienne causée par une néoplasie du petit bassin comme un cancer rectal par exemple, on peut procéder à une alcoolisation du nerf honteux interne. Cette alcoolisation sera réalisée après bloc test à la xylocaïne.

• *Rappel anatomique*

Le nerf honteux interne est facilement repéré à la face interne du muscle releveur de l'anus sous forme d'une opacité punctiforme qui correspond au paquet vasculo-nerveux honteux interne. Ce nerf est formé par l'union d'une partie des branches antérieures des 2^e, 3^e et 4^e nerfs sacrés qui fusionnent en arrière de l'épine ischiatique. Il sort du bassin par le canal intrapiriforme, contournant l'épine ischiatique sous le ligament sacro-épineux. De là, il descend dans le canal de Alcock, à la limite latérale de la fosse ischiorectale.

• *Technique* (fig. 22-23)

Le patient est positionné en procubitus. On réalise un topogramme sur lequel on repère deux niveaux : l'épine ischiatique entre les ligaments sacrotubéral et sacro-épineux et le niveau passant par le canal d'Alcock à la face interne du muscle obtu-

rateur interne. On repérera également le nerf sciatique qu'il ne faudra pas léser pendant la procédure. Avant l'infiltration, un bloc-test anesthésique peut être réalisé. L'infiltration peut se faire de manière bilatérale en un temps en fonction de la symptomatologie.

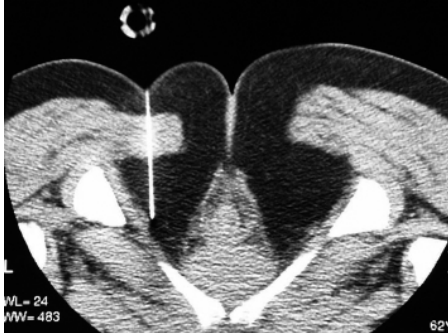


Fig. 22 : Infiltration du nerf honteux interne. L'aiguille est positionnée au niveau du canal d'Alcock, à la face interne du muscle obturateur interne.

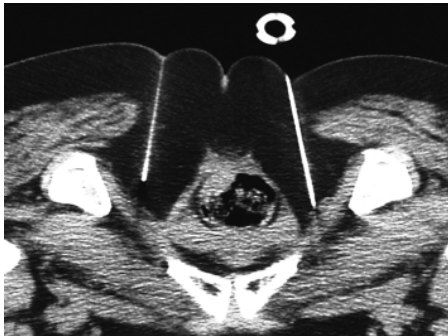


Fig. 23 : Infiltration bilatérale pour un syndrome d'Alcock.

• *Résultat*

Les résultats sont le plus souvent favorables. On peut améliorer ces résultats en répétant ce geste en respectant un intervalle d'environ 4 semaines entre les 2 procédures.

Nerf fémoro-cutané

• *Indication*

L'atteinte du nerf fémoro-cutané ou nerf cutané latéral de la cuisse représente la classique méralgie paresthésique de Roth. Douleurs et dysesthésies intéressent la région antéro-externe de la cuisse, en "raquette".

• *Technique*

Le patient est positionné en décubitus. On réalise des coupes de repérage (5 mm). Le nerf fémoro-cutané ou cutané latéral de la cuisse est exclusivement sensitif et il naît le plus souvent des racines antérieures des 2^e et 3^e nerfs lombaires. Il est parfaitement individualisé sur les coupes axiales de repérage, en dedans de l'épine iliaque antéro-supérieure à hauteur du ligament inguinal (fig. 24, 25). Son infiltration à l'aide d'une aiguille 22G est aisée, sans crainte de complication. Le bloc test est réalisé par injection de 5 ml d'anesthésique local. Ensuite, on injectera 80 mg de corticoïdes retard.

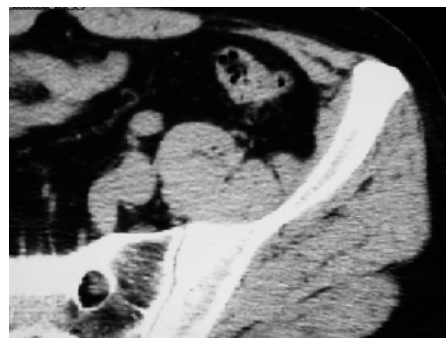


Fig. 24 : Nerf fémoro-cutané, en dedans de l'épine iliaque antéro-supérieure.

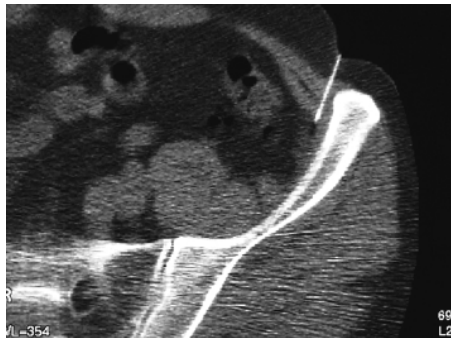


Fig. 25 : Infiltration du nerf fémoro-cutané.

• *Résultat*

Les infiltrations peuvent être réalisées à l'aide d'un anesthésique ou d'un anti-inflammatoire. Les résultats entraînent une amélioration rapide de la symptomatologie. Un renouvellement peut être nécessaire en fonction de la durée et de la qualité de la réponse.

Syndrome piriforme ou syndrome du muscle pyramidal

• *Indication*

Le syndrome piriforme ou sous-pyramidal est secondaire à une compression douloureuse du nerf sciatique par une contracture du muscle pyramidal, aggravée par la position assise et la flexion de la hanche.

• *Technique*

L'abord de la région sous-pyramidale est réalisé en procubitus après avoir effectué quelques coupes de repérage. La voie transglutéale permet cette infiltration à

proximité du trajet du nerf sciatique (fig. 26, 27). Certaines équipes infiltrent directement le muscle pyramidal par de la toxine botulinique ou "botox". Dans ce cas, l'injection se fait en éventail.

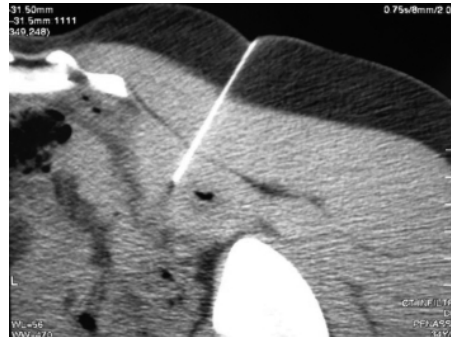


Fig. 26 : Infiltration du muscle pyramidal.

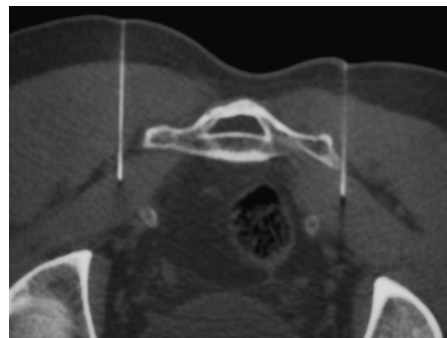


Fig. 27 : Infiltration bilatérale du muscle pyramidal.

• *Résultat*

Les résultats sont variables et dépendent essentiellement de l'identification de ce syndrome qui constitue encore un diagnostic d'exclusion difficile à poser.

Infiltrations costo-vertébrales [4, 9, 12, 24]

• Indication

Il s'agit essentiellement d'algies intercostales en rapport avec une arthrose intercosto-vertébrale ou costo-transversaire. La douleur est augmentée par l'inspiration profonde, les mouvements de rotation du tronc, la mobilisation d'une côte ou la compression thoracique.

• Technique

Le patient est positionné en procubitus. Repérage par coupes fines (3 mm) de l'interligne articulaire cible. L'abord s'effectue par voie paramédiane postérieure (fig. 28, 29, 30). Le guidage scanographique simple permet le positionnement correct de l'aiguille (25G) au niveau de l'interligne. Un bloc test peut éventuellement être effectué à la Xylocaïne, avec prudence en raison de la proximité des foramens, suivi d'injection de 40 mg de corticoïdes retard.

• Complication

Pas de risque particulier.



Fig. 28 : Arthrose costo-vertébrale gauche en D1, reconstruction frontale.

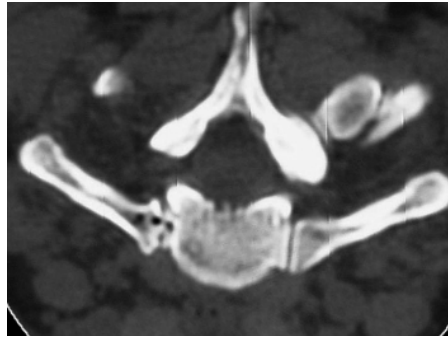


Fig. 29 : Arthrose costo-vertébrale gauche en D1, coupe axiale.

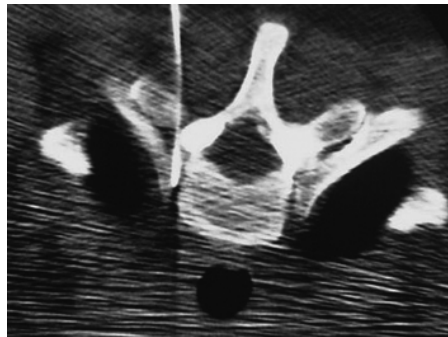


Fig. 30 : Infiltration costo-vertébrale gauche.

• Résultat

Ces infiltrations bien ciblées permettent une sédation des douleurs pendant plusieurs mois. La seule difficulté réside dans le repérage précis du niveau pathogène.

Infiltrations des articulations sacro-iliaques [4, 9, 12, 24]

• Indication

La contribution des articulations sacro-iliaques dans les lombalgies est souvent

difficile à estimer. Dans ce cadre, l'infiltration des articulations sacroiliaques peut s'avérer utile tant d'un point de vue thérapeutique que d'un point de vue diagnostique. Cependant, cette articulation reste d'un abord difficile et certaines études ont montré un taux d'échec important dans les tentatives de ponction. Avant toute intervention, il faudra réaliser une imagerie précise afin d'exclure une cause telle qu'arthropathie micro-cristalline, arthropathie inflammatoire, infection ou tumeur qui pourraient modifier la prise en charge thérapeutique. Dans ce cadre, des radiographies standards sont généralement suffisantes. Une mise au point complémentaire par tomographie peut être réalisée chez les patients porteurs de remaniements dégénératifs importants empêchant une bonne visualisation des interlignes.

• *Technique*

L'infiltration par corticoïdes est largement préférée aux anesthésiques car son effet est beaucoup plus long. De plus, si le test diagnostique est positif, il faudra alors effectuer une deuxième procédure à visée thérapeutique par des corticoïdes. Sauf contre-indication, on conseille donc de toujours utiliser des corticoïdes. Notons que l'injection elle-même, par la distension articulaire qu'elle provoque entraîne une reproduction des douleurs ce qui peut alors être considéré comme un élément pronostique favorable. Cette infiltration peut se faire sous contrôle radioscopique auquel cas on ponctionnera directement le pied de l'interligne articulaire (fig. 31). Si l'infiltration est réalisée sous contrôle tomographique, on ponctionnera alors la partie proximale de l'articulation.

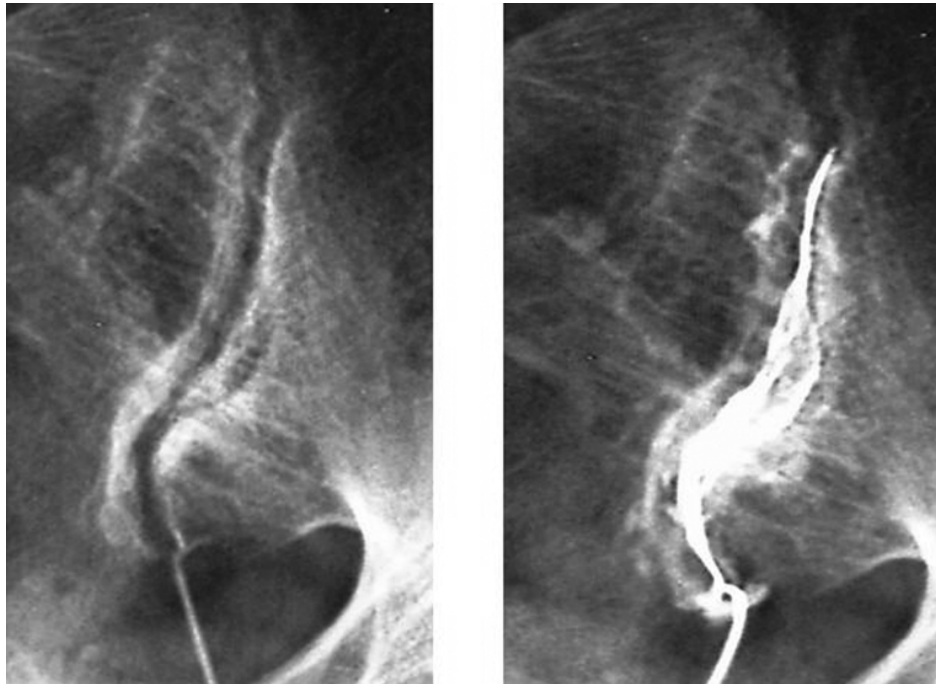


Fig. 31 : Infiltration de l'articulation sacro-iliaque gauche sous contrôle radioscopique. L'aiguille est positionnée au niveau du pied de l'articulation.

Imagerie des pathologies professionnelles

• *Contre-indication*

Coagulopathies, grossesse, allergie aux corticoïdes, infection cutanée.

• *Complication*

Saignement, infection, manifestations allergiques, paresthésie ou parésie transitoire des membres inférieurs, déséquilibre diabétique.

• *Résultat*

Diminution immédiate des douleurs dans environ 75 % des cas.

Diminution des douleurs dans les 10 jours dans 90 % des cas.

Durée moyenne de disparition des douleurs : 12 mois.

Infiltrations coccygiennes [4, 9, 12, 24]

• *Indication*

Les coccygodynies sont des douleurs révélées à la position assise ou lors du passage de la position assise à la position debout. Il s'agit le plus souvent d'une douleur isolée.

Dans ce cadre, l'examen proctologique et l'anamnèse du patient sont essentiels à la recherche d'une pathologie expansive, d'un traumatisme, d'un accouchement difficile ou encore d'une dépression sous-jacente.

• *Technique*

Le patient est positionné en décubitus latéral. La palpation de la crête sacrée permet de repérer le niveau médian. Une fois l'ai-

guille positionnée sous contrôle scopique à hauteur de l'interligne articulaire sacrococcygien, on procède à l'infiltration de 40 mg de corticoïdes retard (fig. 32, 33).

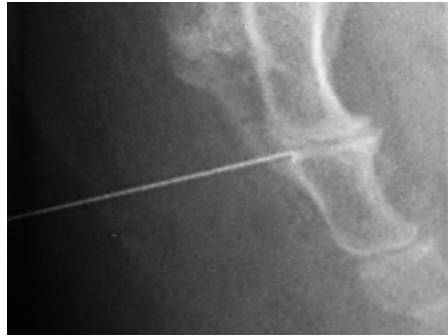


Fig. 32 : Infiltration sacro-coccygienne, radiographie de profil.

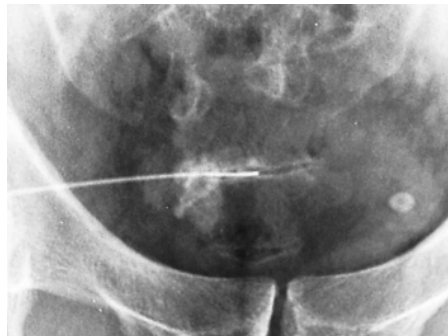


Fig. 33 : Infiltration sacro-coccygienne, radiographie de face.

INTERVENTIONS INTRA-RACHIDIENNES

Infiltrations facettaires [9, 12, 23, 34]

Articulations postérieures

• *Indication*

A l'étage lombaire, le syndrome facettaire est responsable d'une douleur lombaire

souvent aggravée par le repos. Cette douleur peut irradier vers la hanche et la région fessière, voire jusqu'au mollet mais en ne suivant pas un trajet radiculaire. La douleur est accentuée par la rotation. Par contre, la douleur diminue généralement à la flexion car elle décharge ces articulations. Une raideur matinale peut être présente. En l'absence de lésion radiculaire, l'examen neurologique est logiquement normal et le signe de Lasègue est négatif. Attention toutefois aux pathologies intriquées ; une atteinte des articulations postérieures n'exclut pas une atteinte radiculaire concomitante. Notons que l'atteinte des articulations postérieures peut faire partie de ce que certains appellent le "syndrome trophostatique de la post-ménopause". Il atteint la femme à partir de la soixantaine et associe, dans sa forme complète, une hyperlordose lombaire (avec arthrose interapophysaire, spondylolisthésis et arthrose interépineuse) à une cyphose dorsale, une lombodiscarthrose, une surcharge pondérale et un relâchement de la sangle abdominale. L'étage cervical est également atteint par ces remaniements dégénératifs douloureux de même que l'étage dorsal, quoique plus rarement.

• *Technique* (fig. 34, 35, 36)

Notre préférence reste le repérage et le guidage radioscopiques chez un patient positionné en procubitus strict. Il suffit de ponctionner le récessus articulaire inférieur dans l'axe du rayon directeur à l'intersection des lignes lamaires supérieure et inférieure ou au niveau du bord inférieur de l'articulation inférieure. Certains repèrent directement l'interligne en position oblique. La ponction directe de l'interligne est parfois gênée par la superposition des structures osseuses étant

donné la courbure de l'interligne dans le plan transversal.

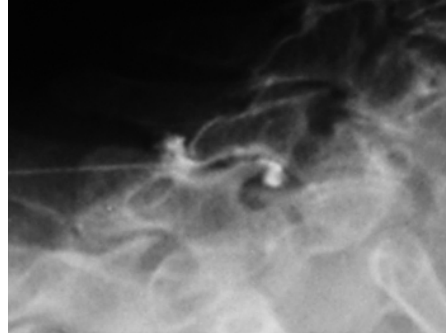


Fig. 34 : Infiltration de l'articulation interapophysaire postérieure cervicale C5-C6.



Fig. 35 : Infiltration de l'articulation interapophysaire postérieure dorsale gauche D11-D12.



Fig. 36 : Infiltration de l'articulation interapophysaire postérieure lombaire gauche L4-L5.

Imagerie des pathologies professionnelles

Quel que soit le point de ponction, l'injection de quelques millilitres de produit de contraste confirme son siège strictement intra-articulaire.

La quantité maximale injectée ne doit pas dépasser les 3 ml sauf communication avec les articulations sus- ou sous-jacentes ou les bourses inter-épineuses.

L'infiltration proprement dite est à réaliser directement avec un corticoïde retard (1 ml).

Il est souvent préférable d'infiltrer les 2 derniers niveaux du même côté lors d'une même séance en raison du caractère pathogène intriqué et indissociable de la surcharge mécanique au niveau des 2 dernières articulations postérieures lombaires.

La réalisation de ce geste sous repérage scanographique est aisée mais non recommandable, d'une part en raison de la disponibilité de ces appareillages pour des actes de plus en plus fréquents et d'autre part, en raison du caractère plus agressif de la ponction puisqu'on aborde directement l'interligne articulaire et non pas le récessus. Par conséquent, des lésions érosives ou fissuraires d'un cartilage éventuellement sain avant l'acte ne peuvent être évitées lors de cette approche tomodensitométrique.

Pour ce qui est de l'étage cervical, nous privilégions également l'approche radioscopique, patient positionné en position assise et abord postérieur para-médian strict.

La ponction se fera également au niveau du récessus articulaire inférieur avant la confirmation du siège intra-articulaire par du produit de contraste suivie de l'infiltration aux corticoïdes.

• *Résultat*

Il faudra toujours apprécier la morphologie des récessus et de la cavité articulaire

et pouvoir déceler toute image d'addition de type diverticulaire, notamment endocanalaire pouvant suggérer l'existence d'un kyste arthrosynovial, et éventuellement les communications avec les articulations sus- et sous-jacentes et/ou avec les bourses inter-épineuses.

• *Contre-indication et complication*

Cet examen reste de pratique courante en ambulatoire et ne présente habituellement aucune contre-indication.

Le seul incident possible reste la parésie des membres inférieurs en cas d'utilisation locale d'un anesthésique associé à une fuite épidurale. C'est pourquoi nous recommandons vivement l'utilisation d'un anesthésique faiblement concentré et à action relativement brève.

Articulation C1-C2

• *Indication*

Pseudo-néuralgie d'Arnold en cas d'arthrose atloïdo-axoïdienne.

• *Technique*

Le patient est positionné en procubitus. On réalise des coupes de repérage avec injection de produit de contraste. On visualise l'artère vertébrale pour se positionner juste en dessous. L'abord est réalisé en paramédian. Positionnement de l'aiguille (25G) au niveau de l'articulation C1-C2. Injection de 40 mg de corticoïde retard. A noter que cette procédure peut également être réalisée sous contrôle radiologique conventionnel (fig. 37, 38).

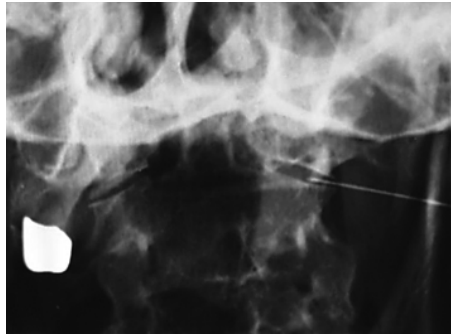


Fig. 37 : Infiltration de l'articulation C1-C2 gauche. Radiographie de face.

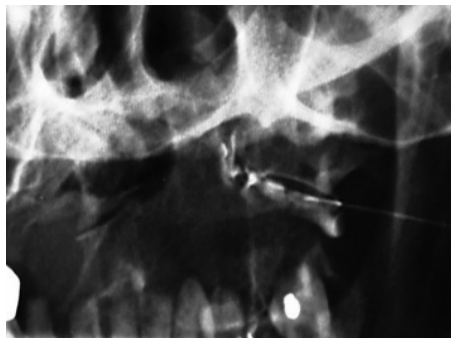


Fig. 38 : Infiltration de l'articulation C1-C2 gauche. Radiographie de face.

• *Complication*

La ponction de l'artère vertébrale peut être évitée grâce au repérage préalable. Pour éviter la ponction du sac dural, on veillera à rester en dehors du bord interne de la masse latérale.

Rhizolyse lombaire [12, 23, 29, 34]

• *Indication*

Cette technique est réservée aux patients présentant des syndromes facettaires itératifs parfaitement soulagés par les infil-

trations articulaires classiques. La sélection de ces patients reste donc difficile.

• *Technique*

Le patient est positionné en procubitus. L'aiguille (22G) est positionnée au-dessus de l'apophyse transverse de l'articulation sous-jacente. Une fois l'aiguille en place, on injecte 1 ml de produit de contraste et on vérifie sa diffusion. Si aucune anomalie n'est visualisée, on procède à l'alcoolisation de la racine nerveuse par injection de 1,5 ml d'éthanol à 95 % à chaque niveau.

• *Résultat*

Ils sont très variables et se dégradent souvent avec le temps. Plusieurs modalités thérapeutiques doivent être associées notamment chez les patients symptomatiques et multi-opérés.

Infiltrations de lyse isthmique [12, 23, 29, 34]

• *Indication*

Diagnostic étiologique de douleurs lombaires basses en cas de lyse isthmique et en vue d'une éventuelle arthrodèse.

• *Technique*

Le patient est positionné en procubitus. Réalisation de coupes de repérage (3 mm) s'étendant sur un niveau de part et d'autre du niveau lésé. Abord paramédian ou postérolatéral. La ponction s'effectue à l'aide d'une aiguille 25G. Ici aussi, la procédure peut être réalisée soit sous contrôle radiologique conventionnel (fig. 39) soit sous contrôle tomодensitométrique.

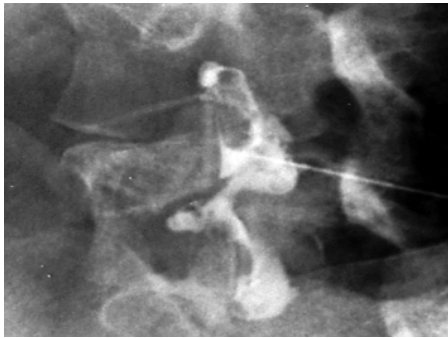


Fig. 39 : Infiltration d'une lyse isthmique L5 sous contrôle radiologique.

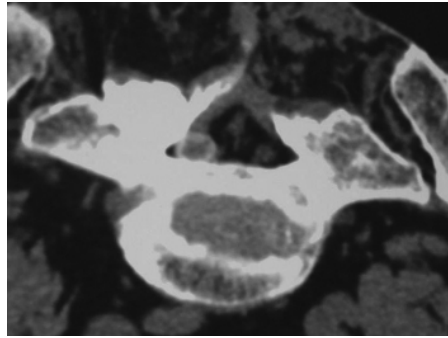


Fig. 40 : Kyste arthrosynovial gauche, intracana-laire L5-S1.

• *Complication*

Pas de risque particulier.

Kystes arthrosynoviaux des articulations interapophysaires postérieures [7, 16, 17, 18, 25, 31, 33]

• *Indication*

Cette pathologie articulaire est responsable de lombalgies, d'une symptomatologie de type radiculaire par compression soit de la racine, soit du sac dural, voire de claudication neurologique. Les kystes arthrosynoviaux les plus fréquents siègent au niveau L4-L5 et sont associés à une arthrose interapophysaire postérieure au niveau atteint. Même si ce diagnostic peut être posé par tomodensitométrie (fig. 40, 41), ils sont souvent le mieux mis en évidence par résonance magnétique. Les nouvelles techniques d'imagerie tendent à montrer que leur incidence est probablement plus élevée que celle classiquement décrite.

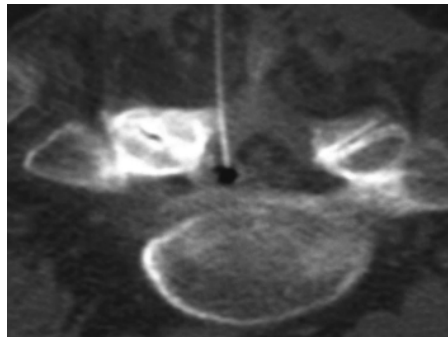


Fig. 41 : Ponction d'un kyste arthrosynovial gauche, intracana-laire.

• *Technique*

L'infiltration de ces kystes est réalisée dans le même temps qu'une infiltration articulaire postérieure de préférence sous contrôle radioscopique selon la méthode de Chevrot. Après opacification de ces kystes arthrosynoviaux, une ponction, soit évacuatrice, soit décompressive peut être réalisée sous repérage scanographique. Le plus souvent, le liquide est épais, de type mucoïde. L'association de la ponction décompressive et de l'infiltration articulaire donne le plus souvent de bons résultats.

A côté de cette technique classique d'infiltration, une autre technique a été mise au point par Bureau, Kaplan et Dussault [7]. Il s'agit de l'arthrodistension des kystes arthrosynoviaux (fig. 42). Cette technique est réalisée sous contrôle radioscopique ou sous CT-fluoroscopie. Le patient est positionné en procubitus. Une aiguille 22G est placée dans le récessus artriculaire inférieur si l'acte est réalisé sous contrôle radioscopique ou placée directement dans l'interligne artriculaire si la procédure est effectuée sous contrôle CT-fluoroscopique. 1 ml de produit de contraste est injecté dans l'articulation afin de prouver la bonne position de l'aiguille et de confirmer l'existence du kyste arthrosynovial. Ensuite, 3 ml d'un mélange à part égale de cortico-stéroïdes à longue durée d'action (beta-méthasone) et d'un anesthésique local (bupivacaïne) sont injectés dans le but de rompre le kyste. Si nécessaire, cette injection est suivie d'une injection d'1 à 5 ml de solution saline. D'un point de vue symptomatique, le succès est obtenu dans environ 75 % des cas. D'un point de vue imagerie, on note une résolution complète du kyste dans environ 70 % des cas.

La chirurgie reste bien entendu indiquée dans les cas de kystes arthrosynoviaux volumineux, réfractaires à toutes infiltrations.

• Contre-indication

Coagulopathies, grossesse, allergie aux corticoïdes, infection cutanée

Infiltrations péridurales [6, 9, 10, 12, 23]

• Indication

La hernie discale postérieure (fig. 43, 44, 45) constitue l'indication principale pour une infiltration péridurale. Elle peut être réalisée sous contrôle CT-fluoroscopique, ce qui permet de réduire la durée de la procédure avec des temps de ponction très courts. Rappelons que toute hernie n'est pas forcément symptomatique. Dans ce cas, l'infiltration n'apportera que de bien maigres résultats.

Une autre indication classique de l'infiltration péridurale est le canal lombaire étroit

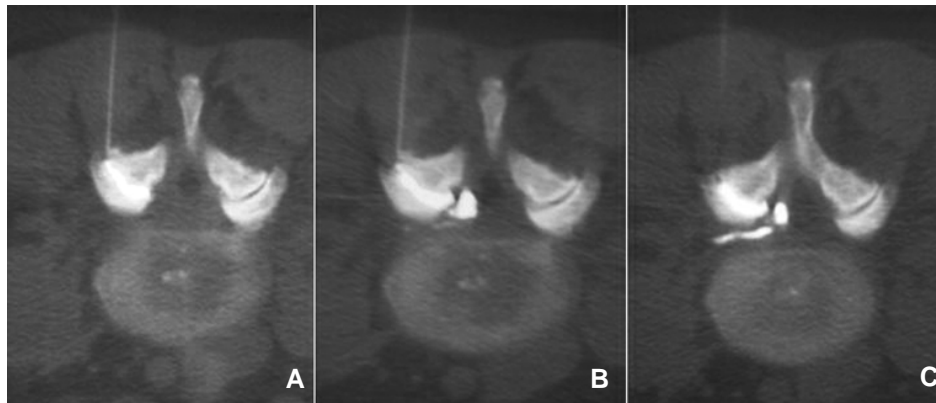


Fig. 42 : Arthrodistension d'un kyste arthrosynovial gauche. A) L'aiguille est mise en place au niveau de l'interligne artriculaire postérieur. B) Opacification de l'articulation et du kyste arthrosynovial. C) Passage de produit de contraste en péridural et en périradiculaire, témoins de la rupture du kyste.



Fig. 43 : Tomodensitométrie lombaire, coupe axiale. Protrusion discale postérieure.

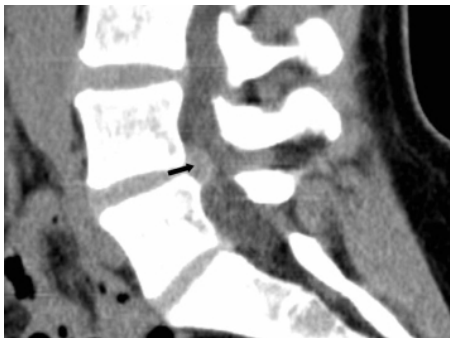


Fig. 44 : Tomodensitométrie lombaire, reconstruction sagittale. Protrusion discale postérieure L4-L5.



Fig. 45 : IRM lombaire pondérée T2, reconstruction sagittale. Protrusion discale postérieure.

apportant de bons résultats, au moins temporairement.

Rappelons également l'importance de l'approche pluridisciplinaire dans le traitement des lombalgies.

• Technique

Le patient est positionné en procubitus. Des coupes de repérage sont réalisées. Quand la voie d'abord et le chemin ont été définis, la ponction est réalisée en quelques secondes sous contrôle CT-fluoroscopique. Avec l'habitude, le radiologue interventionnel développe une sensibilité tactile suffisante que pour ressentir le franchissement du ligament jaune (fig. 46). Lorsque l'aiguille semble en bonne position, un peu d'air filtré et stérile est injecté afin de vérifier et de prouver la bonne position périurale de l'aiguille (fig. 47). Le corticoïde est alors injecté avec la certitude de son injection dans l'espace périurale. L'ensemble de la procédure peut être réalisé en une quinzaine de minutes. Le patient peut ensuite rentrer directement chez lui. Une variante consiste à cibler une racine précise dans son trajet intracanalair. Il s'agit alors d'une infiltration périurculaire

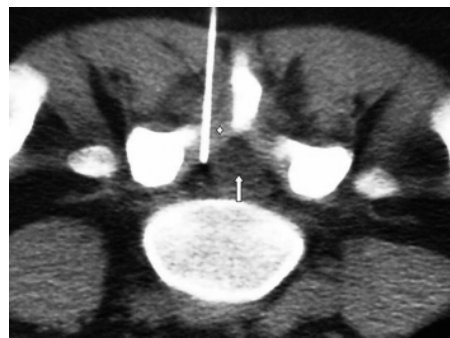


Fig. 46 : Infiltration périurale lombaire. L'aiguille a traversé le ligament jaune (◇), l'extrémité est positionnée à distance du sac dural (flèche).

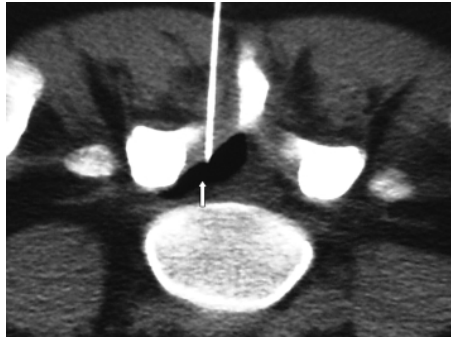


Fig. 47 : Infiltration péridurale lombaire.
L'injection d'air purifié (flèche) permet de s'assurer de la bonne position extradurale.

intra-canalair. Comme pour les infiltrations périradiculaires, dans les cas hyperalgiques, on aura parfois recours à un cocktail de corticoïdes, d'anesthésique et de dérivés morphiniques.

• Contre-indication

Coagulopathies, grossesse, allergie aux corticoïdes, infection cutanée.

• Complication

Pas de risque particulier si ce n'est un déséquilibre diabétique, comme pour toute infiltration aux corticoïdes.

• Résultat

Les résultats sont généralement très bons. Il faut prévenir le patient que l'effet maximal n'est pas immédiat mais se produit le plus souvent après quelques jours. En cas de diminution non satisfaisante de la douleur, la procédure peut être répétée après trois semaines.

Nucléotomie percutanée [5, 14]

• Introduction

Le terme laser est constitué par les initiales de "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" c'est-à-dire "Amplification de la Lumière par Emission Stimulée de Rayonnement".

Un disque intervertébral sépare chaque corps vertébral. Il est constitué d'une part d'une gaine fibreuse périphérique ou annulus fibrosus et d'autre part d'un noyau central gélatineux très hydraté appelé nucléus pulposus.

La hernie discale correspond à l'expulsion du nucléus pulposus vers le canal rachidien, le canal de conjugaison ou la région paravertébrale, à travers une brèche de l'annulus. Il en résulte parfois une compression des racines nerveuses.

Les méthodes percutanées de traitement des hernies discales permettent d'éviter certaines complications chirurgicales, en particulier la fibrose épidurale séquellaire et les instabilités rachidiennes.

Cette technique percutanée repose essentiellement sur la décompression discale, afin de réduire le conflit disco-radicalaire, et par conséquent la douleur.

Son efficacité dépend de la continuité entre la hernie et le disque. Il convient donc de bien poser l'indication du geste. Pour cela, l'imagerie et la clinique jouent un rôle primordial dans la sélection des patients par élimination des hernies exclues avec rupture ligamentaire. Le scanner, et éventuellement l'IRM, permet de reconnaître la plupart des contre-indications.

La nucléotomie percutanée au laser est une technique récente, très prometteuse, peu invasive, du traitement des hernies discales donnant d'excellents résultats lorsque l'indication est bien posée. Elle représente actuellement une indication de choix et de première intention dans le traitement des hernies discales.

Imagerie des pathologies professionnelles

Le mécanisme d'action est basé sur la diminution de la pression intradiscale par vaporisation.

L'intervention est réalisée sous contrôle fluoroscopique tomodensitométrique. Cette technique semble la mieux adaptée pour contrôler en toute sécurité ce geste avec un maximum de précision.

La finesse du matériel utilisé permet aujourd'hui de réaliser cet acte interventionnel en hospitalisation de jour.

• Indication et mécanisme d'action

La nucléotomie percutanée au laser est une technique récente du traitement des hernies discales. Ces indications se recoupent avec celles de la nucléolyse, de la nucléotomie chirurgicale et de la nucléotomie par aspiration. Elle intéresse les hernies résistantes après 6 semaines de traitement médical et les hernies avec sciatique hyperalgique. La hernie doit être ligamentaire sans fragment libre.

Les sciatalgies doivent prédominer par rapport aux lombalgies avec un examen neurologique positif (tracé radiculaire, signe de Lasègue...).

Les troubles sensitifs ne constituent pas une contre-indication.

Contrairement à la dissectomie chirurgicale, la nucléotomie ne vise pas principalement à agir sur le volume discal mais surtout à réduire la pression intra-discale, ce qui entraîne une diminution du conflit disco-radiculaire.

Le laser utilisé provoque une vaporisation tissulaire par effet photothermique. Comme le disque est un compartiment fermé, un faible changement de volume entraîne une importante modification de la pression intradiscale, c'est la raison pour laquelle cette technique n'est pas applicable aux hernies avec rupture ligamentaire

et fragment libre. Une vaporisation de 1 à 1.5 cm² du nucléus est suffisante pour diminuer la pression intradiscale de manière significative.

Grâce au contrôle tomodensitométrique de l'intervention, tout risque de perforation annulaire avec endommagement des organes de voisinage est éliminé.

La vaporisation avec un laser dépend de 5 facteurs :

- la distance de tir (ici pratiquement nulle car la fibre est en contact avec le nucléus) ;
- l'angle de tir (la vaporisation est maximale avec un angle de 90°) ;
- la puissance des tirs (15 Watts par tir) ;
- l'état d'hydratation du tissu ;
- l'intervalle entre deux tirs.

La richesse en eau du nucléus permet à plusieurs types de laser d'être efficaces dans la vaporisation du nucléus.

Le laser utilisé dans notre institution constitue actuellement le meilleur compromis. En effet, ce laser a une absorption satisfaisante au niveau du nucléus qui va en s'accroissant au cours de la procédure (carbonisation tissulaire avec augmentation de l'absorption), sa pénétration de 5 mm permet une vaporisation rapide et d'un volume suffisant pour la décompression en évitant toute perforation grâce au contrôle scanographique. Les inconvénients de ce laser sont un dégagement thermique important et un effet clinique parfois retardé (parfois une guérison avec un temps de latence de 2 à 3 semaines).

Une autre indication cependant controversée est la présence de douleurs résiduelles après disparition de l'image de protrusion ou extrusion. En effet, il semble être à présent admis que le disque lésé peut provoquer lui-même des douleurs par son innervation propre.

• Contre-indication

Il faut respecter les contre-indications classiques telles que les troubles de la coagulation.

La hernie discale avec fragment libre constitue la contre-indication principale de même que toute hernie ayant été traitée précédemment par chirurgie, chimio-nucléolyse ou nucléotomie mécanique. La hernie discale survenant sur un canal lombaire étroit devient très rapidement symptomatique et constitue une contre-indication relative de la nucléotomie au laser. En effet, il s'agit d'une affection intriquée dont le traitement reste chirurgical.

Les disques fortement dégénérés (dégénérescence gazeuse) constituent une contre-indication à la nucléotomie au laser. Les autres causes de pseudo-sciatalgies (spondylolisthésis, syndrome facettaire ou arthrose inter-apophysaire) doivent également être éliminées.

Le contexte psychologique joue un rôle non négligeable chez les malades souffrant de lombosciatalgies.

Le patient doit être correctement renseigné sur les résultats et averti des possibilités de soulagement retardé. Les échecs de traitements chirurgicaux ou percutanés antérieurs à d'autres étages lombaires ainsi que les patients revendeurs, surtout en cas d'accident de travail, constituent de mauvaises indications pour la nucléotomie. En effet, différentes études mettent en évidence une très nette dissociation des résultats chez des patients accidentés du travail ou exécutant des travaux peu gratifiants par rapport à d'autres groupes, avec un taux de succès qui chute de 80 à 60 % chez les accidentés du travail.

• Technique

La procédure est identique à celle utilisée pour la chimio-nucléolyse ou la nucléotomie mécanique classique. Le matériel se compose d'une aiguille 18G de 15 cm de longueur, d'une fibre optique de 400 microns, d'une valve à deux voies en Y pour l'aspiration des gaz produits par la vaporisation et d'un appareil laser ainsi que de lunettes de protection.

Le geste est réalisé sous contrôle scannographique. Dans un premier temps, l'aiguille est mise en place au niveau du nucléus sous guidage fluoroscopique. L'extrémité de l'aiguille est placée au centre du nucléus (fig. 48). Pour le disque L5-S1, il est souvent nécessaire de courber l'aiguille afin de permettre l'accès discal.

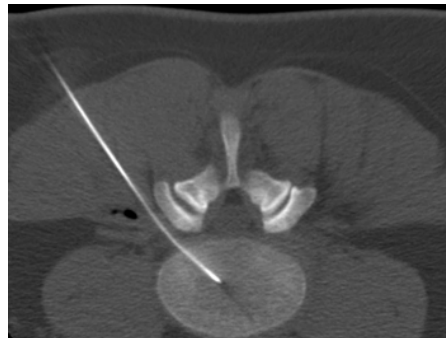


Fig. 48 : Nucléolyse par laser. Positionnement de l'aiguille au milieu du disque intervertébral.

La tomographie permet une sélection optimale du trajet en évitant en dedans le canal vertébral et les massifs articulaires et en dehors la racine, ainsi que les organes rétropéritonéaux. Après anesthésie locale des plans cutanés et sous-cutanés, l'aiguille est mise en place au niveau du nucléus. L'anesthésie générale est déconseillée. La bonne position de l'aiguille est vérifiée par des coupes tomo-

Imagerie des pathologies professionnelles

densitométriques. Une fois le mandrin retiré, la fibre optique 400 microns est placée dans le nucléus.

Le laser est réglé sur un mode de tirs discontinus avec une puissance de 15 watts par tir. Le port de lunettes de protection est obligatoire. Après une série de 10 tirs accumulant 200 Joules d'énergie, une coupe de contrôle tomодensitométrique est pratiquée pour apprécier la vaporisation du disque et son étendue (fig. 49). Nous pratiquons habituellement une coupe TDM tous les 200 à 300 joules, les tirs sont espacés de 5 secondes. Cet espacement est déterminé en fonction du patient et de l'état de son disque. En effet, le patient peut signaler très rapidement une sensation de pression, due à l'augmentation de la pression intradiscale liée à la vaporisation, ou des douleurs lombaires dues à l'échauffement des plateaux vertébraux. Ces sensations apparaissent d'autant plus rapidement et sont d'autant plus importantes que le disque est plus pincé. L'espacement des tirs ainsi que l'aspiration du gaz permettent de soulager le patient. Au début de l'intervention, les tirs sont très rapprochés avec une interrogation permanente du patient. Si l'accumulation de gaz est importante dans le disque ou dans la hernie, la fibre optique est retirée pour permettre une aspiration correcte.

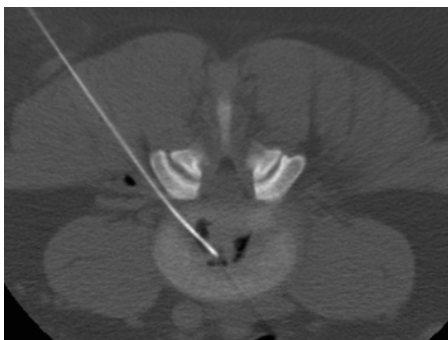


Fig. 49 : Nucléolyse par laser. Apparition de gaz dans le disque, témoin de la vaporisation.

De manière générale, 2000 Joules sont délivrés dans les disques L4-L5 et L3-L4. Un maximum de 1500 Joules est recommandé dans les disques L5-S1. Au fur et à mesure de la progression de la procédure, le disque laisse apparaître la vaporisation sous forme de zones hypodenses correspondant au gaz. Chez les sujets jeunes, cette vaporisation apparaît plus tardivement en raison de l'hydratation plus marquée du disque.

• *Complication et résultat*

La complication essentielle de la nucléotomie laser est représentée par la spondylo-discite qui est évitée par une asepsie chirurgicale. L'expulsion d'un fragment libre est une complication rare mais qui peut aboutir à une intervention chirurgicale. Les rares lombalgies survenant dans le décours de cette procédure répondent favorablement aux anti-inflammatoires et durent rarement plus d'une semaine. Le contrôle scanographique pendant l'intervention permet d'éliminer le risque de perforation annulaire.

Les différentes séries publiées dans la littérature montrent des succès de l'ordre de 80 à 90 % avec déjà un recul de plus de dix ans pour certaines séries.

Ces excellents résultats sont directement liés à une indication bien posée et à la parfaite mise en place de l'aiguille au centre du disque. Dans 2/3 des cas, le soulagement du patient est immédiatement obtenu sur la table d'examen. L'hospitalisation n'est pas nécessaire et le patient est seulement admis en hôpital de jour et rentre à son domicile quelques heures après l'acte avec un arrêt de travail de deux semaines. Quelques séances de rééducation sont utiles avant la reprise de l'activité professionnelle (notam-

ment une revalidation posturale globale). La position assise et toute mise en charge du rachis sont déconseillées pendant cette période. L'amélioration de la symptomatologie apparaît parfois plus tardivement entre 2 à 4 semaines après l'intervention due à la résorption progressive du nucléus coagulé. Des lombalgies en barre peuvent survenir pendant les premières semaines, elles sont plus fréquentes chez les patients à disque pincé.

Cimentoplastie vertébrale percutanée [3, 23, 27]

• *Introduction*

La vertébroplastie est une technique de radiologie interventionnelle consistant à injecter par voie percutanée du ciment acrylique dans une vertèbre pathologique, pour obtenir un effet antalgique et une consolidation de la vertèbre. La vertébroplastie conjugue deux effets : stabilisation du corps vertébral et effet antalgique. L'injection de ciment dans la vertèbre possède un effet antalgique, en consolidant les microfractures et en diminuant les contraintes mécaniques, liées à la charge ; mais elle aurait également une efficacité par le biais d'une destruction des terminaisons nerveuses de l'os normal par effet cytotoxique ou de dégagement thermique du ciment lors de sa prise.

• *Indication*

L'ostéoporose sévère avec tassement vertébral après échec du traitement médical bien conduit est une indication thérapeutique de choix pour calmer les douleurs. L'effet antalgique est excellent dans plus de 90 % des cas et très rapide puisqu'une

reprise de l'appui est le plus souvent possible dans les 48 heures.

Le tassement traumatique, même chez un patient jeune peut également être une indication de cimentoplastie vertébrale, avec ou sans arthrodèse concomitante (fig. 50, 51, 52, 53, 54).

La tumeur vertébrale lytique et douloureuse reste une excellente indication. La vertébroplastie constitue un moyen simple d'obtenir une consolidation du corps vertébral (fig. 55, 56, 57).

L'angiome vertébral agressif et cliniquement symptomatique avec risque de tassement ou de compression est également une bonne indication (angiomes pseudotumoraux).

• *Technique*

* BILAN PRÉOPÉRATOIRE

Des clichés standards de face et de profil mesurent l'importance du tassement vertébral, l'atteinte des pédicules et du mur postérieur ainsi que l'existence ou l'apparition d'une modification des courbures rachidiennes.

Le scanner voire l'IRM précise l'importance de l'atteinte du corps vertébral, l'existence d'une rupture du mur postérieur et enfin l'envahissement éventuel épidual ou l'extension vers les parties molles. Le scanner reste encore plus précis pour évaluer correctement l'existence d'une lyse corticale touchant soit la corticale externe du corps vertébral soit le mur postérieur et permet d'apprécier accessoirement la texture globale de la vertèbre en précisant les lacunes globales ou au contraire les microgéodes multiples plus ou moins confluentes. Tous ces éléments influent très fort sur la manière d'injecter et la répartition du ciment dans le corps vertébral et mettent en garde accessoirement

Imagerie des pathologies professionnelles

des fuites éventuelles lors de l'injection percutanée. Ce bilan préopératoire radiologique permet enfin d'évaluer si la voie

d'abord transpédiculaire est réalisable. La biologie doit au moins comprendre une coagulation et une numération.



Fig. 50

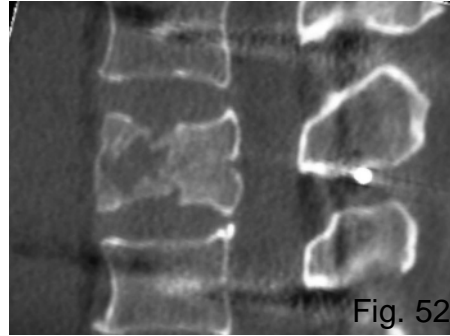


Fig. 52

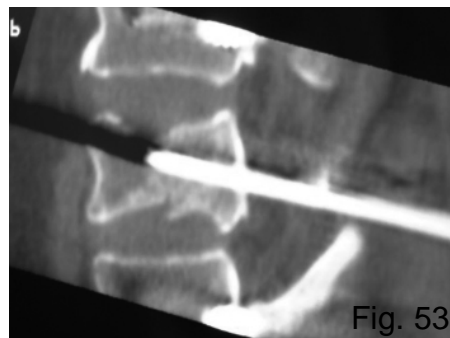


Fig. 53

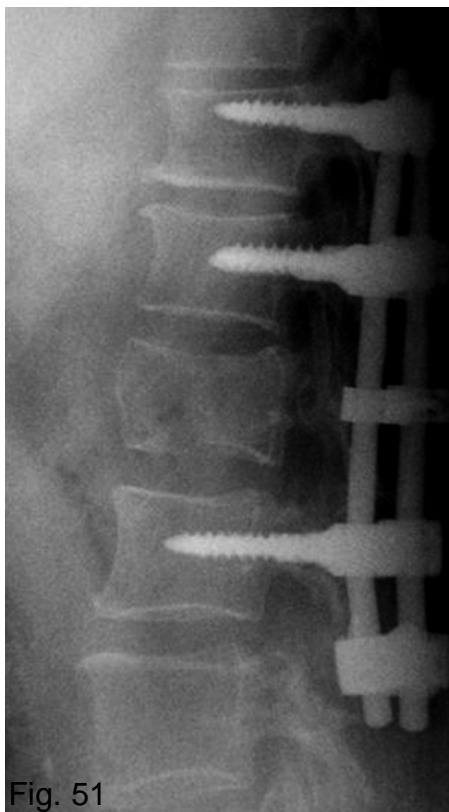


Fig. 51

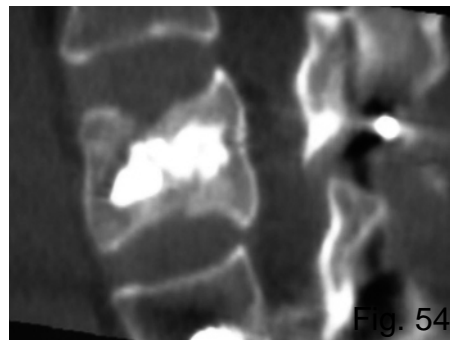


Fig. 54

Figures 50 à 54 : Tassement vertébral traumatique de L2 (fig. 50). Ostéosynthèse D12-L3 épargnant les pédicules de L2 (fig. 51). Le redressement du rachis par l'ostéosynthèse entraîne la formation d'une néo-cavité intracorporeale (fig. 52). Mise en place à J+1 post-ostéosynthèse de l'aiguille de cimentoplastie, par voie trans-pédiculaire (fig. 52). Comblement de la néo-cavité par du ciment (fig. 54).



Fig. 55 : Lésion ostéolytique d'un corps vertébral (plasmocytome).



Fig. 56 : Mise en place de l'aiguille de cimento-plastie dans la lésion ostéolytique.

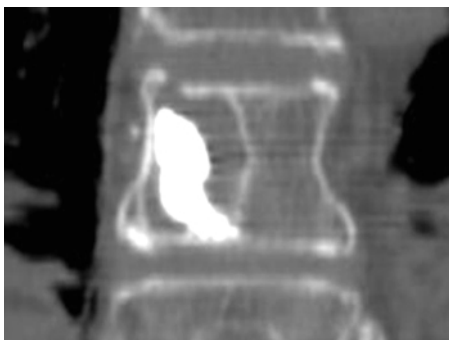


Fig. 57 : Comblement par du ciment.

* MATÉRIEL RADIOLOGIQUE

Cet examen est réalisé soit sous contrôle radioscopique au moyen d'une table numérisée munie d'un arceau, soit sous contrôle scanographique avec amplificateur numérisé mobile, cette dernière technique présente l'avantage d'une visée plus précise sous contrôle scanner en particulier pour les petites lésions.

* MATÉRIEL DE VERTÉBROPLASTIE

Pour l'étage lombaire, des aiguilles biseautées de 10 à 15 cm de long et de 3 mm de diamètre (10G) permettent de réaliser dans le même temps la biopsie osseuse pour d'éventuels prélèvements dans un but histologique si nécessaire. Des aiguilles de plus fin calibre sont utilisées pour l'étage dorsal et cervical.

* LES VOIES D'ABORD

Pour le rachis dorsal et lombaire, la voie transpédiculaire paraît préférable car elle ne présente pas de risque de complication notamment pleuroparenchymateuse à l'étage dorsal ou d'hématome du psoas à l'étage lombaire et expose beaucoup moins aux fuites extracorporeales par le trou de ponction.

En cas de contre-indication de cette voie transpédiculaire, la voie postéro-latérale sera alors choisie à l'étage lombaire.

A l'étage cervical, la voie antéro-latérale droite est toujours retenue compte tenu du débord œsophagien habituellement gauche.

* PRÉPARATION DU CIMENT

Le ciment injecté consiste souvent en un mélange de quatre volumes de poudre de Méthyl-Métacrylate pour un volume de solvant, à ce mélange est habituellement additionné de la poudre de Tungstène ou de Tantale de manière à opacifier le ciment. Ce mélange est injecté lorsqu'il atteint une phase semi-pâteuse. La durée

Imagerie des pathologies professionnelles

de la prise de ciment ne dépasse pas quelques minutes et se réduit notablement à une température ambiante.

Le volume injecté dans une vertèbre est très variable selon le type de la vertèbre et l'importance du tassement ou des lésions lytiques sous-jacentes.

Cette injection est stoppée dès que le produit arrive au niveau du mur vertébral postérieur ou, bien entendu, dès qu'une fuite menaçante de ciment apparaît.

• Complication

Des incidents de ponction peuvent survenir mais restent exceptionnels si les moyens de guidage sont précis. La complication majeure de la vertébroplastie reste la fuite épidurale de ciment avec compression médullaire ou radiculaire, ce risque est fortement réduit par le contrôle scopique ou scanographique de l'injection d'un ciment visqueux. Par contre, les fuites de ciment peuvent survenir dans les parties molles, dans le système veineux et dans les disques intervertébraux.

En regard de la fréquence de ces incidents techniques, la fréquence des complications est par contre très faible.

Les algies post-cimentoplastie de même qu'une élévation de la température corporelle peuvent exister mais cèdent dans les 48 heures, éventuellement sous traitement par anti-inflammatoires non stéroïdiens. Les complications neurologiques déficitaires ou infectieuses sont exceptionnelles.

CONCLUSION

Le traitement de la douleur est actuellement une priorité de santé publique. L'approche pluridisciplinaire de la douleur et le contrôle scanographique en "temps réel" ont contribué à l'essor de tous ces actes interventionnels dont il serait fastidieux d'en faire ici le catalogue étant donné la diversité des approches et des techniques de guidage par l'imagerie. Toutes ces techniques interventionnelles non chirurgicales sont certainement promises à un bel avenir.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BOTWIN K.P., SAKALKALE D.P.
Epidural steroid injection in the treatment of symptomatic lumbar spinal stenosis associated with epidural lipomatosis.
Am J Phys Med Rehabil. 2004 Dec; 83(12): 926-30.
- [2] BOUZIANE T.
Cahier des charges en fluoroscanner. Scanographie volumique multicoupe. Principes, applications et perspectives.
Blum A., Masson, Paris 2002.
- [3] BOUZIANE T., GANGI A., KIRSCH J., JEUNG M., GUTH S., ROY C.
La radiologie interventionnelle thoracique.
Radiologie J. CEPUR (2000) 20/1: 15-24.
- [4] BRAT H., BOUZIANE T.
Tomodensitométrie interventionnelle : neurolyse et infiltrations périvertébrales. Imagerie des nerfs périphériques ; 117-149.
Les annales du CEPUR, Sauramps Médical, 2004.
- [5] BRAT H., BOUZIANE T., LAMBERT J., DIVANO L.
Benefits of multislice CT-fluoroscopy needle guidance in percutaneous laser disc decompression (PLDD).
Progress in biomedical optics and imaging, 5 (28), 2003.
- [6] BRAT H., DIVANO L.
Tomodensitométrie interventionnelle : infiltration péridurale ou périradiculaire ? Imagerie des nerfs périphériques ; 109-116
Les annales du CEPUR, Sauramps Medical, 2004.

Imagerie interventionnelle du rachis : une alternative à la chirurgie

- [7] BUREAU J., KAPLAN P., DUSSAULT R.
Lumbar facet joint synovial cyst: percutaneous treatment with steroid injections and distention – clinical and imaging follow-up in 12 patients.
Radiology 2001; 221: 179-185.
- [8] DALY B., KREBS T.L., WONG-YOU-CHEONG J.J., WANG S.S.
Percutaneous abdominal and pelvic interventional procedures utilizing CT fluoroscopic guidance.
AJR. Am J Roentgenol. 1999 Sep; 173(3): 637-44.
- [9] FENTON S.D., CZERVIONKE L.F.
Image-guided spine intervention.
Saunders, 2003.
- [10] FONTAINE R., TOMASELLA M., MARTIN D., LACROIX J., LECART M.P., LIBBRECHT D., FAYMONVILLE M.E.
Indications for epidural steroids in back pain and in radiculopathy.
Rev Med Liege 2004 Oct; 59(10): 557-64.
- [11] GAJRAJ N.M.
Selective nerve root blocks for low back pain and radiculopathy.
Reg Anesth Pain Med 2004 May-June; 29(3): 243-56.
- [12] GANGI A., DIETEMANN J.L., MORTAZAVI R., PFLEGER D., KAUFF C., ROY C.
CT-guided interventional procedures for pain management in the lumbosacral spine.
Radiographics 1998; 18: 621-633.
- [13] GANGI A., DIETEMANN J.L., SCHULTZ A., MORTAZAVI R., JEUNG M.Y., ROY C.
Interventional radiologic procedures with CT guidance in cancer pain management.
Radiographics 1996; 16: 1289-1304.
- [14] GANGI A., DIETEMANN J.L., IDE CH., BRUNNER P., KLINKERT A., WARTER J.M.
Percutaneous laser disk decompression under CT and fluoroscopic guidance: indications, technique and clinical experience.
Radiographics 1996; 16: 89-96.
- [15] HEYMANN W.R.
Treatment of hyperhidrosis.
J Am Acad Dermatol. 2005 Mar; 52(3 Pt 1): 509-10.
- [16] HONG Y., O'GRADY T., CARLSSON C., CASEY J., CLEMENTS D.
Percutaneous aspiration of lumbar facet synovial cyst.
Anesthesiology, 82: 1061-1062, 1995.
- [17] HOWINGTON J., CONNOLLY E., VOORHIES R.
Intraspinial synovial cysts: 10-year experience at the Ochsner Clinic.
J Neurosurg (Spine2) 91: 193-199, 1999.
- [18] HOWLING S., KESSEL D.
Case report: acute radiculopathy due to a haemorrhagic lumbar synovial cyst.
Clinical Radiology 52, 73-74, 1997.
- [19] KATADA K., ANNO H., KOGA S. ET AL.
Initial trial with CT fluoroscopy.
Radiology 1993; 190(suppl): 662.
- [20] KATADA K., ANNO H., OGURA Y., TAKESHITA G. ET AL.
Development and early trials of real-time CT fluoroscopy.
Neuroradiology 1995; 37 (suppl): 587-588.
- [21] KATADA K., KATO R., ANNO H., OGURA Y. ET AL.
Guidance with real-time CT fluoroscopy: Early clinical experience.
Radiology 1996 ; 200: 851-856.
- [22] KATO R., KATADA K., ANNO H. ET AL.
Radiation dosimetry at CT fluoroscopy: physicians hand dose and development of needle holders.
Radiology 1996 ; 201: 576-578.
- [23] KASTLER B., FERGANE B. ET AL.
Radiologie interventionnelle dans le traitement de la douleur.
Imagerie médicale diagnostic. Masson, Paris, 2003.
- [24] KUNG-SHING L., CHIH-LIN C., CHIH-LUNG L. ET AL.
Percutaneous CT-guided chemical thoracic sympathectomy for patients with palmar hyperhidrosis after transthoracic endoscopic sympathectomy.
Surgical Neurology Dec 2004; 62(6): 501-505.
- [25] LYONS M., ATKINSON J., WHAREN R., DEEN G., ZIMMERMAN R., LEMENS S.
Surgical evaluation and management of lumbar synovial cysts: the Mayo Clinic experience.
J Neurosurg (Spine1) 93: 53-57, 2000.
- [26] MAIGNE R.
Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origine rachidienne.
Expansion scientifique française, Paris, 1989.
- [27] MARTIN J.B., JEAN B., SAN MILAN RUIZ D., PIOTIN M., MURPHY K., RÜFENACHT B., MUSTER M., RÜFENACHT D.A.
Vertebroplasty: clinical experience and follow-up results.
Bone 25(2): 11S-15S; 1999.
- [28] MEYER C.A., WHITE C.S., WU J., FUTTERER S.F., TEMPLETON P.A.
Real-time CT fluoroscopy: usefulness in thoracic drainage procedures.
AJR Am. J Roentgenol. 1998 Oct ; 171: 1097-1101.

Imagerie des pathologies professionnelles

- [29] MORVAN G., LAREDO J.-L., WYBIER M.
Imagerie ostéo-articulaire.
Medecine-Sciences Flammarion, 1998.
- [30] MUELLER P., KAUFMAN J., GANGI A.
Seminars in musculoskeletal interventional radiology.
Interventional radiology, Sept 2002 ; 19(3), Thieme,
New York-Stuttgart, 2002.
- [31] PARLIER-CUAU C., WYBIER M., NIZARD R.,
CHAMPSAUR P., LE HIR P., LAREDO J.-D.
*Symptomatic lumbar facet joint synovial cysts: clinical
assessment of facet joint steroid injection after
1 and 6 months long-term follow-up in 30 patients.*
Radiology, 210: 509-513, 1999.
- [32] RIEW D., YIN Y., GILULA L., BRIDWELL K.,
LENKE L., LAURYSSEN C., GOETTE K.
*The effect of nerve-root injections on the need for
operative treatment of lumbar radicular pain.*
The journal of bone and joint surgery, vol 82-A, 11:
1589-1593, November 2000.
- [33] SABO R., TRACY P., WEINGER J.
*A series of 60 juxtafacet cysts: clinical presentation,
the role of spinal instability and treatment.*
J Neurosurg 85: 560-565, 1996.
- [34] SILBERGLEIT R., BHARAT A.M., SANDERS W.P.,
TALATI S.F.
*Imaging-guided injection techniques with fluoroscopy
and CT for spinal pain management.*
Radiographics 2001; 21: 927-942.
- [35] STROBEL K., PFIRRMANN CW, SCHMID M,
HODLER J., BOOS N., ZANETTI M.
*Cervical nerve root blocks: indication and role of MR
imaging.*
Radiology, 2004 Oct; 233(1): 87-92.
- [36] WAGNER A.L.
*Selective lumbar nerve root blocks with CT-fluoro-
scopic guidance: technique, results, procedure, time
and radiation dose.*
Am J Neuroradiol. 2004 Oct; 25(9): 1292-4.
- [37] WAGNER A.L.
*CT fluoroscopy-guided epidural injection: technique
and results.*
Am J Neuroradiol. 2004 Nov-Dec; 25(10): 1821-3.
- [38] YOUNG O., NEARY P., KEAVENY T.V.,
MEHIGAN D., SHEEHAN S.
*Evaluation of the impact of tranthoracic endoscopic
sympathectomy on patients with palmar hyperhidrosis.*
Eur J Vasc Endovasc Surg. 2003 Dec ; 26(6): 673-6.