

Thermocoagulation par radiofréquence en pathologie de l'appareil moteur

Radiofrequency ablation in the musculoskeletal system

Nicolas Sans

Service de radiologie central, CHU de Toulouse, Purpan.

Mots clés

- ◆ Radiologie interventionnelle
- ◆ radiofréquence
- ◆ tumeurs osseuses
- ◆ métastases

Résumé

Le principe de la radiofréquence est de délivrer un courant sinusoïdal de 400 à 500 kHz. Les zones anatomiques traversées par ce courant subissent une agitation ionique et un échauffement tissulaire. Le but de la technique est d'exposer les cellules tumorales à une température supérieure à 60° C, ce qui va provoquer leur dénaturation cellulaire irréversible. La thermocoagulation par radiofréquence est une procédure d'ablation tumorale initialement proposée pour le traitement des métastases hépatiques. Les indications se sont progressivement étendues au traitement des métastases osseuses ou de certaines tumeurs osseuses bénignes (ostéomes ostéoides, chondroblastome...). Les électrodes osseuses de radiofréquence sont spécifiques, avec une partie active adaptée à la taille de la lésion. Le geste interventionnel, douloureux, est réalisé habituellement sous neuroleptanalgesie ou mieux, anesthésie générale, avec un guidage tomodynamométrique. La thermocoagulation par radiofréquence permet une sédation rapide et habituellement complète des douleurs, un arrêt des antalgiques et une reprise des activités.

Keywords

- ◆ Interventional radiology
- ◆ radiofrequency
- ◆ bone tumors
- ◆ metastasis

Abstract

The principle of radiofrequency ablation (RFA) is to deliver a sinusoidal current of 400 to 500 KHz. Within the tissue, this alternating current, causes rapid oscillation of local ions, generating heat. The purpose of this technique is to expose tumour cells to temperatures exceeding 60° C, which will cause them irreversible coagulation necrosis. RFA is a tumour ablation procedure originally proposed for treating liver metastases. The indications have been gradually extended to the treatment of bone metastases or some benign bone tumors (osteoid osteoma, chondroblastoma...). The electrodes for bone treatment are specific, with an active portion adapted to the size of the lesion. The interventional procedure, painful, is usually performed under neuroleptanalgesia or general anesthesia, with CT guidance. The RFA allows rapid sedation and usually full of pain, stop of medications and prompt recovery.

La radiofréquence (RF) est une technique de destruction des tumeurs par effet thermique. Cette technique provenant du traitement des tumeurs hépatiques a été transposée à celui des tumeurs osseuses primitives et secondaires.

Principe et technique

Le courant de radiofréquence est un courant sinusoïdal d'une fréquence aux alentours de 400 kHz. Son application engendre une agitation ionique par la friction des molécules et aboutit à un échauffement tissulaire au-delà de 60° C ce qui permet une dénaturation cellulaire irréversible.

Les températures supérieures à 100° C provoquent la carbonisation et la vaporisation tissulaire qui dégradent la conduction électrique et thermique par leur effet isolant. La température cible doit donc être maintenue entre 60 et 100° C pendant un laps de temps allant de 5 à 10 min en général (1). On utilisera des aiguilles de RF de tailles ou de formes différentes (aiguille droite [fig. 1], aiguille « parapluie » [fig. 2]) en fonction du volume tumoral et de la nature des tissus à traiter. Avec une électrode à extrémité simple, la nécrose n'excède pas 15 mm de diamètre. Les aiguilles bipolaires permettent quant à elles de s'affranchir du retour cutané en établissant un circuit électrique entre deux aiguilles placées au contact immédiat de la tumeur. D'un point de vue pratique, l'aiguille est mise

Correspondance :

*Service de radiologie central, CHU de Toulouse, Purpan, place du Dr Baylac, 31059 Toulouse cedex 9.
Email : sans.n@chu-toulouse.fr*

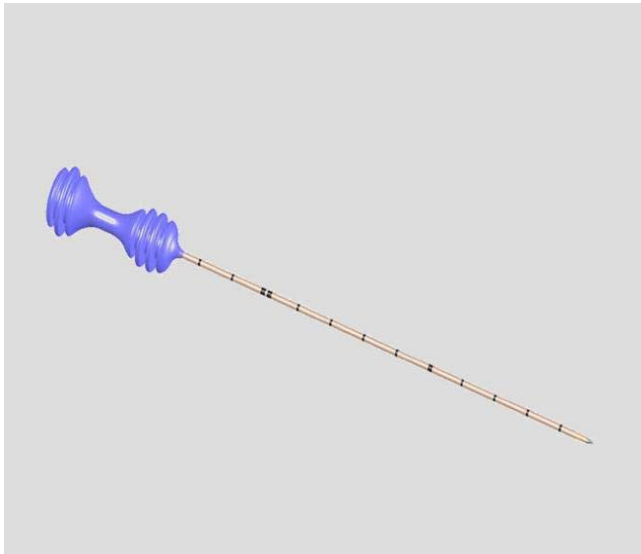


Figure 1. Aiguille de radiofréquence de type droite d'un diamètre de 16 gauges autorisant le traitement sur une surface d'environ 1,5 cm².

en place de façon percutanée le plus souvent sous repérage tomodensitométrique, puis déployée au sein de la lésion tumorale. Pour les tumeurs osseuses, un forage de la corticale est habituellement nécessaire afin d'atteindre la cible thérapeutique (fig. 3) ; l'aiguille de radiofréquence est alors introduite à travers ce forage osseux. Le traitement par radiofréquence est réalisé selon les équipes soit sous anesthésie loco-régionale soit plus fréquemment sous neuroleptanalgie. Malgré leur caractère peu invasif, la réalisation de ces procédures se doit de respecter une asepsie chirurgicale, car l'os est un organe fragile vis-à-vis de l'infection. Les contre-indications de la technique sont rares. Elles concernent premièrement les contre-indications à l'utilisation de la radiofréquence en particulier les patients porteurs d'un stimulateur cardiaque ; deuxièmement il existera des contre-indications « anatomiques » en cas de proximité (inférieure à 1 cm) d'une structure nerveuse importante qui pourrait être lésée par l'élévation thermique locale.

Plusieurs particularités sont à noter concernant le traitement des tumeurs osseuses par radiofréquence : premièrement, la corticale de l'os se comporte comme un isolant thermique limitant la diffusion du processus de la thermocoagulation ; de même, l'os spongieux conduit moins bien la chaleur que le muscle, et le volume de la zone de destruction obtenue sera plus faible au niveau osseux qu'au niveau du muscle. Cette « isolation thermique » est mise à profit pour traiter les tumeurs centro-osseuses en profitant de l'effet four qui concentre la chaleur au sein du site tumoral (2).

A l'inverse, en cas d'extension de l'atteinte aux parties molles, il existera un volume de thermocoagulation bien plus important (y compris celui obtenu par modèles dans le traitement des tumeurs hépatiques par exemple) en raison d'une vascularisation souvent faible de ces tissus mous empêchant la dispersion rapide de la chaleur obtenue.

Principales indications

La radiofréquence est utilisée dans l'os dans 3 circonstances particulières :

- permettre une sédation complète des douleurs en obtenant la destruction de certaines tumeurs primitives osseuses bénignes ;
- obtenir une sédation des douleurs engendrées par des localisations métastatiques non contrôlées par la pharmacopée habituelle ou la radiothérapie ;

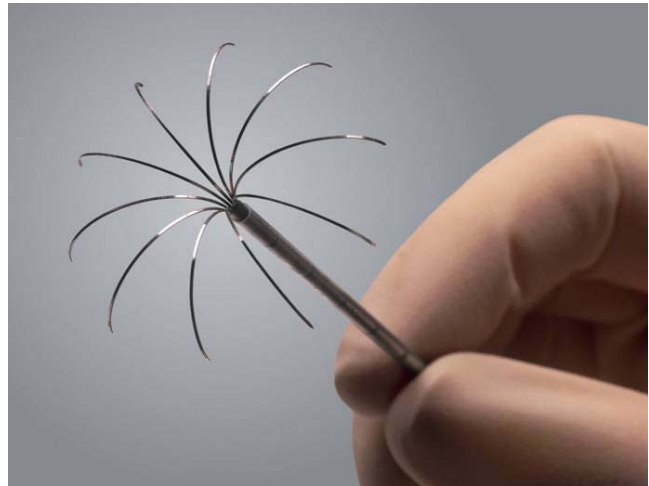


Figure 2. Aiguille de radiofréquence de type « parasol » permettant de traiter un volume tumoral plus important, chaque branche de l'aiguille pouvant être considérée comme une aiguille de radiofréquence à part entière.

- enfin, essayer de stériliser des foyers tumoraux primitifs ou secondaires.

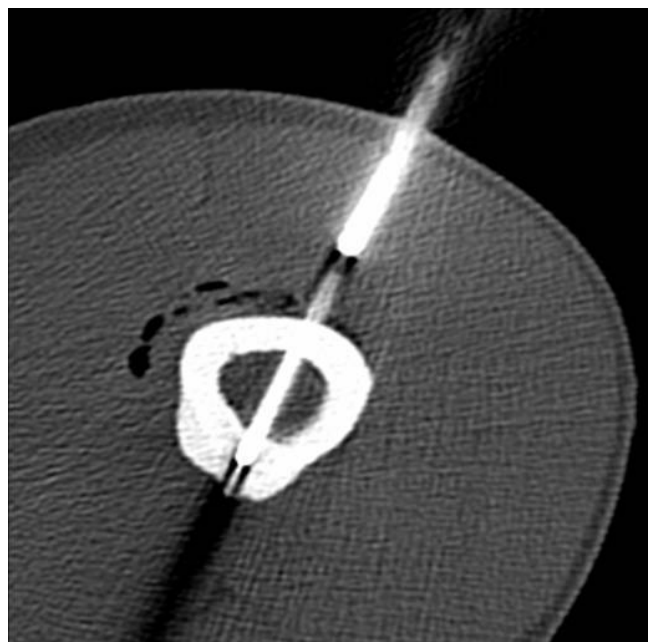
L'utilisation de la thermo-ablation, si elle est isolée dans le cas des tumeurs bénignes, est souvent associée à d'autres traitements (radiothérapie, cryothérapie etc.) dans le cadre des traitements palliatifs (3).

Indications thérapeutiques

Ostéome ostéoïde

Cette tumeur bénigne de l'adulte jeune se localise de façon préférentielle au niveau de la diaphyse des os longs des membres inférieurs. Bien que cette tumeur puisse involuer spontanément après des années, son exérèse se révélait nécessaire pour soulager le patient. La résection en bloc puis la résection percutanée à l'aide d'une tréphine ont été pendant longtemps les seules techniques thérapeutiques permettant d'obtenir la résection de la totalité du nidus et la guérison com-

Figure 3. Scanner. Aiguille de radiofréquence localisée au sein d'un ostéome ostéoïde après la réalisation d'un perçage de la corticale superficielle.



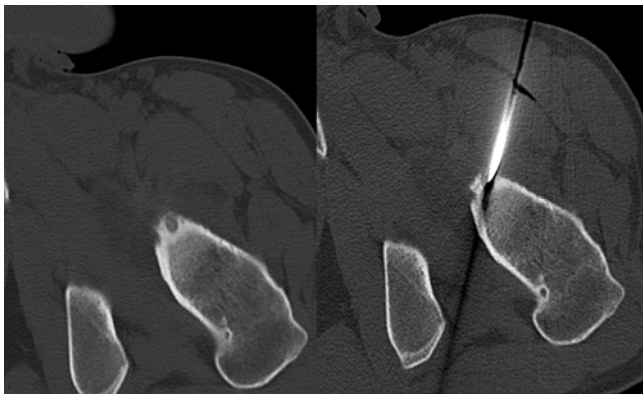


Figure 4. Scanner. Placement d'une aiguille de radiofréquence au sein d'un ostéome ostéoïde du col fémoral. La balistique précise est essentielle afin d'obtenir un résultat satisfaisant du traitement thermique.

plète. Toutefois, ces différentes méthodes imposaient une exérèse osseuse large et disproportionnée par rapport à la petite taille de la lésion ainsi qu'une décharge de longue durée. L'ostéome ostéoïde a donc été la première tumeur osseuse traitée par ablation thermique (4-6). Sa taille n'excède pas 15 mm par définition et l'utilisation d'une aiguille droite unipolaire ou bipolaire est la règle. En raison de la petite taille du nidus tumoral, il est impératif d'obtenir une balistique extrêmement précise (fig. 4), sans laquelle l'échec de la méthode est fréquent. L'ensemble de la littérature retrouve une efficacité de cette technique supérieure à 90% (7).

Autres lésions osseuses tumorales bénignes

Certains auteurs ont proposé la réalisation d'une radiofréquence osseuse afin de permettre le traitement percutané d'autres types de lésions tumorales bénignes. Nous citons le cas du chondroblastome (8) de l'hémangioendothéliome épithélioïde (9) ou bien plus récemment du granulome éosinophile (10, 11). Les résultats rapportés dans la littérature sont également excellents, mais ne concernent qu'un nombre très limité de patients.

Lésion osseuses primitives malignes

La destruction par radiofréquence de tumeurs osseuses malignes de petite taille fait régulièrement l'objet de cas cliniques dans la littérature, mais, en raison du faible nombre de cas rapportés et d'un recul actuel insuffisant vis-à-vis de la

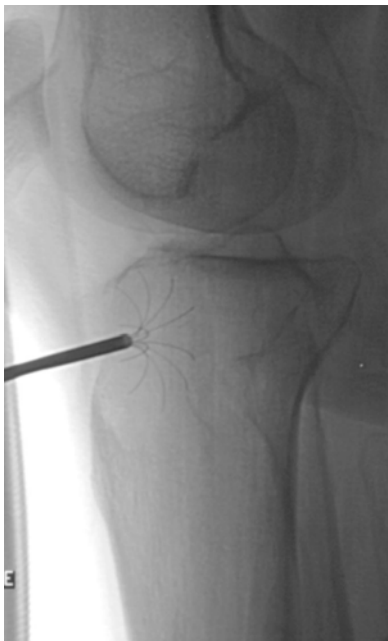


Figure 6. Radiographies conventionnelles. Métastase osseuse du tibia d'un mélanome malin. Réalisation d'une radiofréquence d'une aiguille de type « parapluie » permettant d'augmenter le volume tumoral traité.

Figure 7. Scanner. Réalisation d'un traitement par radiofréquence d'un ostéome ostéoïde du rachis thoracique. Il est nécessaire de s'assurer de l'intégrité du mur postérieur et qu'il existe une distance d'au moins 1 cm entre la lésion et les éléments nerveux adjacents.

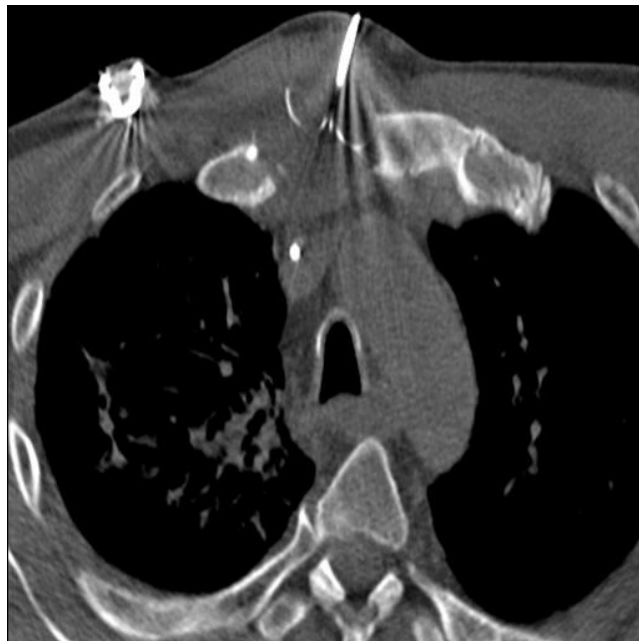
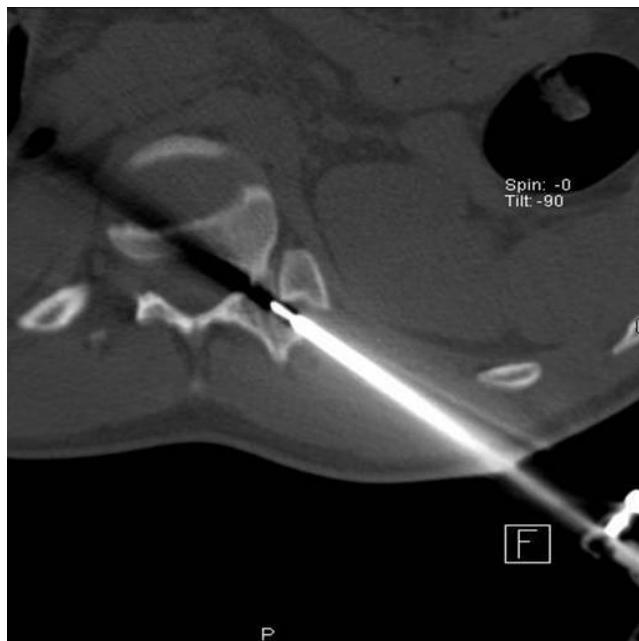


Figure 5. Scanner. Métastase osseuse du sternum d'un cancer bronchique. Mise en place d'une aiguille à plusieurs électrodes au sein de la lésion.

technique, celle-ci doit être absolument réservée à des patients considérés comme non opérables.

Traitement palliatif

Le traitement palliatif des douleurs osseuses d'origine métastatiques recourt de plus en plus fréquemment à l'utilisation de la radiofréquence (12-17). Dans ce cas, l'utilisation de la radiofréquence n'est pas d'obtenir une destruction complète de la tumeur, mais de réaliser une thermocoagulation efficace des terminaisons nerveuses de l'endoste qui sont impliqués dans la survenue de ces douleurs osseuses (fig. 5 et 6). C'est la sensibilité particulière des structures nerveuses (au-delà de 50° C) vis-à-vis de l'élévation thermique locale qui permettra d'obtenir cette thermo-analgésie. Des précautions particulières seront bien évidemment indispensables afin d'éviter des complications au niveau d'éléments nerveux nobles en particulier la moelle lors du traitement de lésions rachidiennes. On



considère que l'application du courant de radiofréquence au niveau d'un corps vertébral peut être réalisée s'il existe une distance de plus de 1 cm entre l'aiguille et la moelle, à condition également que l'intégrité du mur vertébral postérieur soit conservée (fig. 7). Certains auteurs ont proposé de réaliser une dissipation thermique locale en faisant circuler du sérum physiologique refroidi au niveau du liquide céphalo-rachidien ou bien en isolant les racines par du gaz carbonique. Les résultats des techniques de protection sont en cours d'évaluation (18-20).

Concernant les résultats proprement dits de la radiofréquence dans le traitement palliatif des tumeurs osseuses, la majorité des études (études multicentriques et prospectives) montre une efficacité très satisfaisante puisque l'effet antalgique est obtenu de façon immédiate et dans plus de 80% des cas (2). Cet effet perdure pendant une moyenne de 3 mois et, en cas de récurrence douloureuse, la procédure peut être répétée sans problème, en raison de sa facilité de mise en œuvre et de son innocuité. Certains auteurs, insistent aussi sur l'absence d'augmentation de taille des lésions traitées ce qui laisse à penser d'un éventuel potentiel carcinologique de la radiofréquence sur ses lésions tumorales osseuses.

Conclusion

Le traitement par thermocoagulation des tumeurs osseuses primitives bénignes, en particulier l'ostéome ostéoïde, devient la règle. Concernant le traitement des tumeurs primitives, les séries actuellement publiées sont de petite taille ; néanmoins, cette technique procure de grands espoirs quant à l'avenir d'un traitement non invasif de ces cancers et surtout quant à l'obtention dans un grand nombre de cas d'une sédation complète des douleurs. Des études plus larges et des suivis plus longs doivent permettre de déterminer la place de la radiofréquence dans le traitement des tumeurs osseuses.

Questions

G Morvan : Opère-t-on encore un ostéome ostéoïde à Toulouse ?

Réponse : Plus jamais en première intention. Nous réalisons, sauf contre-indication à la technique, une radiofréquence avec évaluation de celle-ci au bout de 3 semaines environ. En cas de résultats incomplets, on propose aux patients de réaliser une nouvelle séance par radiofréquence. En cas d'échec, ce qui est survenu dans environ moins de 10% des cas dans notre expérience, on s'oriente vers un traitement de résection percutanée sous contrôle scanographique à l'aide d'une tréphine.

D Goutallier : La cimentoplastie après électrocoagulation d'une tumeur secondaire (mélanome) semble très peu volumineuse et sans qualité mécanique. Pourquoi ?

Réponse : Effectivement, le ciment injecté sur cet exemple n'est pas en volume très important. Mais c'est plus l'effet antalgique lié à l'hyperthermie engendrée par le ciment que nous recherchons, plus qu'une consolidation mécanique.

L Gandjbakhch : Pourquoi radiofréquence ? Et la place des autres procédés de destruction : cryo, laser, ultrasons, etc ?

Réponse : Le choix de la radiofréquence est un choix local de disponibilité du matériel essentiellement. Nous avons débuté les traitements percutanés par la résection puis par un traitement laser. Effectivement, les autres techniques percutanées que vous citez sont tout à fait pertinentes pour obtenir un résultat satisfaisant dans les mêmes proportions que la radiofréquence.

Références

1. Goldberg SN, Charboneau JW, Dodd GD, 3rd, et al. Image-guided tumor ablation: proposal for standardization of terms and reporting criteria. *Radiology* 2003;228:335-45.
2. de Baere T. Destruction par radiofréquence des tumeurs pulmonaires et osseuses. *Cancer Radiother* 2006;10:430-6.
3. Moser T, Buy X, Goyault G, Tok CH, Irani F, Gangi A. Ablation des tumeurs osseuses sous contrôle de l'imagerie: revue des techniques actuelles. *J Radiol* 2008;89:461-71.
4. Rosenthal DI. Percutaneous Radiofrequency Treatment of Osteoid Osteomas. *Semin Musculoskelet Radiol* 1997;1:265-72.
5. Rosenthal DI, Hornicek FJ, Torriani M, Gebhardt MC, Mankin HJ. Osteoid osteoma: percutaneous treatment with radiofrequency energy. *Radiology* 2003;229:171-5.
6. Rosenthal DI, Hornicek FJ, Wolfe MW, Jennings LC, Gebhardt MC, Mankin HJ. Percutaneous radiofrequency coagulation of osteoid osteoma compared with operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80:815-21.
7. Rosenthal DI. Radiofrequency treatment. *Orthop Clin North Am* 2006;37:475-84, viii.
8. Tins B, Cassar-Pullicino V, McCall I, Cool P, Williams D, Mangham D. Radiofrequency ablation of chondroblastoma using a multitined expandable electrode system: initial results. *Eur Radiol* 2006;16:804-10.
9. Rosenthal DI, Treat ME, Mankin HJ, Rosenberg AE, Jennings CL. Treatment of epithelioid hemangioendothelioma of bone using a novel combined approach. *Skeletal Radiol* 2001;30:219-22.
10. Corby RR, Stacy GS, Peabody TD, Dixon LB. Radiofrequency ablation of solitary eosinophilic granuloma of bone. *AJR Am J Roentgenol* 2008;190:1492-4.
11. Munk PL, Malfair D, Rashid F, Torreggiani WC. Radiofrequency ablation of solitary eosinophilic granuloma of bone. *AJR Am J Roentgenol* 2008;191:W320; author reply W1.
12. Kojima H, Tanigawa N, Kariya S, Komemushi A, Shomura Y, Sawada S. Clinical assessment of percutaneous radiofrequency ablation for painful metastatic bone tumors. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2006;29:1022-6.
13. Callstrom MR, Charboneau JW. Image-guided palliation of painful metastases using percutaneous ablation. *Tech Vasc Interv Radiol* 2007;10:120-31.
14. Kastler B, Boulahdour H, Barral FG, et al. Pain management in bone metastasis of pulmonary origin: new interventional and metabolic techniques. *Rev Mal Respir* 2005;22:8S94-100.
15. Link TM, de Mayo R, O'Donnell RJ. Radiofrequency ablation-an alternative for definitive treatment of solitary bone metastases. *Eur Radiol* 2007;17:3012-3.
16. Masala S, Manenti G, Roselli M, et al. Percutaneous combined therapy for painful sternal metastases: a radiofrequency thermal ablation (RFTA) and cementoplasty protocol. *Anticancer Res* 2007;27:4259-62.
17. Kastler B, Jacamon M, Aubry S, et al. Radiofréquence bipolaire et cimentoplastie dans le traitement des métastases osseuses. *J Radiol* 2007;88:1242-7.
18. Buy X, Basile A, Bierry G, Cupelli J, Gangi A. Saline-infused bipolar radiofrequency ablation of high-risk spinal and paraspinal neoplasms. *AJR Am J Roentgenol* 2006;186:S322-6.
19. Buy X, Tok CH, Szwarc D, Bierry G, Gangi A. Thermal protection during percutaneous thermal ablation procedures: interest of carbon dioxide dissection and temperature monitoring. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2009;32:529-34.
20. Gangi A, Basile A, Buy X, Alizadeh H, Sauer B, Bierry G. Radiofrequency and laser ablation of spinal lesions. *Semin Ultrasound CT MR* 2005;26:89-97.