

# L'ANESTHÉSIE LOCORÉGIONALE, UN PLUS POUR NOS PATIENTS ...

V. NINANE (1), J-P. LECOQ (2), R. FONTAINE (2), J-F. BRICHANT (3)

**RÉSUMÉ :** L'anesthésie loco-régionale est une technique d'anesthésie et d'analgésie en plein essor. Elle offre de nombreux avantages, notamment une excellente analgésie postopératoire. Ceci permet de réduire la consommation postopératoire de morphiniques et, donc, de limiter la sensibilisation neuronale tant périphérique que médullaire et la chronicisation de douleurs postopératoires. De plus, les blocs locorégionaux facilitent la réhabilitation postopératoire et améliorent le pronostic des patients cancéreux bénéficiant d'une chirurgie. Ils réduiraient également les complications postopératoires, notamment en matière de cicatrisation et semblent être extrêmement utiles dans le traitement des douleurs chroniques. Enfin, il faut remarquer que divers progrès techniques, parmi lesquels le recours à l'échographie lors de la réalisation des blocs locorégionaux, permettent d'améliorer le confort et la sécurité des patients bénéficiant de cette technique. Ces diverses perspectives, tant en matière de résultats qu'en matière de conditions de réalisation, contribuent à l'élargissement des indications de l'anesthésie locorégionale. Il faut cependant reconnaître que, à ce jour, ces multiples avantages n'ont été démontrés que sur de faibles collectifs de patients. Des études de qualité portant sur un grand nombre de patients doivent encore être réalisées pour confirmer ces bénéfices potentiels.

**MOTS-CLÉS :** *Anesthésie locorégionale - Devenir du patient - Anesthésie locorégionale échoguidée - Sécurité*

## INTRODUCTION

Depuis quelques années, l'anesthésie et l'analgésie locorégionales connaissent un regain d'intérêt. Plusieurs facteurs contribuent à celui-ci : la mise sur le marché d'anesthésiques locaux à longue durée d'action plus sûrs, la démonstration de l'intérêt de l'adjonction de divers adjuvants aux anesthésiques locaux ainsi que différents progrès technologiques comme la mise au point d'aiguilles plus performantes ou le recours à l'échographie lors de la réalisation des blocs locorégionaux.

Les avantages potentiels des blocs locorégionaux sont multiples. Ils permettent notamment, dans certains cas, d'éviter le recours à l'anesthésie générale ou, lorsqu'une anesthésie générale est combinée à un bloc locorégional, de réduire les doses d'agents hypnotiques et

**REGIONAL ANESTHESIA : AN EXTRA- BENEFIT FOR OUR PATIENTS**  
**SUMMARY :** Regional anesthesia is gaining popularity. It provides various benefits, including high quality postoperative analgesia. This leads to a diminished postoperative opioid consumption, less sensitization of peripheral and central neurons, and a reduced risk of persistent chronic pain. Moreover, regional blocks optimize functional recovery after surgery and improve the outcome of cancer patients who undergo surgery. They also reduce the risk of postoperative complications, especially wound complications. Also, regional blocks are frequently used in the management of chronic pain. Finally, in recent years, technological progress (such as the use of ultrasound) has made these anesthesia techniques safer and more comfortable for the patient.

**KEYWORDS :** *Regional anesthesia - Outcome - Ultrasound-guided regional - Anesthesia - Safety*

analgésiques administrés. De plus, ces blocs procurent une excellente analgésie postopératoire, tant au repos que lors de la mobilisation (1). Ceci a pour avantage de réduire la consommation de morphiniques et, donc, leurs effets indésirables. Il semble que les blocs périmédullaires permettent également de diminuer la nécessité de transfuser du sang et le risque de complications respiratoires postopératoires (1, 2). Plus récemment, il a été suggéré que l'anesthésie locorégionale pouvait avoir d'autres avantages : une réduction du risque de chronicisation des douleurs postopératoires, une amélioration du pronostic des patients opérés dans le cadre d'un cancer, une meilleure cicatrisation et une facilitation de la réhabilitation postopératoire (1, 2). Par ailleurs, divers progrès technologiques ont permis d'améliorer la sécurité et le confort du patient lors de la réalisation des blocs locorégionaux.

L'objet de cette revue est de détailler ces différents points à la lumière des connaissances actuelles.

## ANESTHÉSIE LOCORÉGIONALE ET CHRONICISATION DES DOULEURS POSTOPÉRATOIRES

Plusieurs études ont mis en évidence qu'il est relativement fréquent que les douleurs postopératoires se chronicisent (3). Les conséquences, tant physiologiques que psychologiques, sociales ou économiques de ce phénomène sont loin d'être négligeables.

(1) Chef de Clinique Adjoint, (2) Chef de Clinique, (3) Professeur, Chef de Service, Département d'Anesthésie-Réanimation, CHU de Liège, Université de Liège.

L'importance de ce problème varie avec le type de chirurgie, la technique chirurgicale et le site opératoire. Ainsi, les thoracotomies, la chirurgie mammaire oncologique, les cures de hernie inguinale et les césariennes sont les interventions conduisant le plus fréquemment à une chronicisation des douleurs postopératoires (3). Le «syndrome douloureux régional complexe» (CRPS), anciennement appelé algodystrophie, ainsi que les douleurs fantômes se développant après une amputation, représentent également une forme de douleur chronique postopératoire. Cette chronicisation des douleurs postopératoires serait due à des décharges nerveuses nociceptives, déclenchées par l'acte chirurgical et conduisant à une sensibilisation des nocicepteurs tant au niveau périphérique qu'au niveau central. La réaction inflammatoire semble également jouer un rôle important dans cette sensibilisation (3). Ces phénomènes sont modulés par des facteurs génétiques, émotionnels et/ou sociaux, mais aussi par la qualité de l'analgésie postopératoire (3, 4).

Une analgésie postopératoire de qualité, notamment celle procurée par les blocs locorégionaux, permettrait de réduire l'incidence des douleurs chroniques. Une des théories proposées pour expliquer cet effet bénéfique est que le bloc de la conduction nerveuse par les anesthésiques locaux prévient la sensibilisation périphérique et centrale. Par exemple, il a été montré, sur un petit collectif de patients, que l'incidence des douleurs fantômes postopératoires est réduite lorsqu'on a recours à un bloc locorégional de qualité lors de l'amputation d'un membre (3). Cette théorie doit cependant être vérifiée par des études menées à plus grande échelle.

Une deuxième hypothèse est que la réduction de l'incidence des douleurs chroniques postopératoires chez les patients bénéficiant d'une analgésie locorégionale est due à la moindre consommation de morphiniques pendant et après l'intervention (1, 5). Les morphiniques sont en effet présumés contribuer à l'hyperalgésie postopératoire et, donc, soupçonnés de contribuer à la chronicisation des douleurs après une chirurgie (6).

Une troisième hypothèse se base sur les propriétés anti-inflammatoires des anesthésiques locaux. Les liens existant entre l'inflammation et les douleurs chroniques sont bien connus (3). Les propriétés anti-inflammatoires des anesthésiques locaux (7) utilisés lors de la réalisation de blocs locorégionaux pourraient interférer avec la modification neuronale induite par l'in-

flammation tant au niveau périphérique qu'au niveau des ganglions spinaux et de la moëlle épinière (7).

Un dernier mécanisme pouvant expliquer l'effet favorable de l'anesthésie locorégionale en matière de chronicisation des douleurs postopératoires est lié au bloc des fibres nerveuses sympathiques qui leur est souvent associé. Ce bloc sympathique permettrait de limiter les phénomènes ischémiques au niveau du site opératoire. De tels phénomènes ont été impliqués dans la genèse du CRPS (8). Nous avons pu démontrer qu'un bloc du plexus brachial permettrait de réduire l'incidence de CRPS après correction chirurgicale d'une fracture du métacarpe (9).

Cependant, le rôle de l'anesthésie locorégionale dans la prévention ou l'atténuation des phénomènes de chronicisation de la douleur postopératoire ne peut être affirmé avec certitude à ce jour. Des études menées à plus grande échelle, utilisant une méthodologie de qualité, doivent encore être entreprises pour confirmer cet effet bénéfique. Par ailleurs, il semble indispensable que soit trouvée une définition unique et unanimement admise de «douleurs chroniques postopératoires». De plus, il est essentiel de considérer la durée du bloc lors de l'interprétation des résultats d'une étude. En effet, il ne peut être exclu que l'analgésie procurée par les blocs obtenus par une injection unique à travers l'aiguille n'ait pas une durée d'action suffisante pour mener à une réduction du risque de douleurs postopératoires. En effet, la durée de ce genre de bloc n'excède jamais 18-24 heures. Il est acquis que, au-delà de cet intervalle, les patients présentent des scores de douleurs comparables à ceux des patients n'ayant pas bénéficié d'un bloc locorégional (10).

En conclusion, une approche multimodale, efficace et agressive du traitement de la douleur postopératoire reste essentielle. Dans ce contexte, les blocs locorégionaux occupent une place privilégiée en raison de leur efficacité. L'analgésie locorégionale qu'ils procurent pourrait présenter un intérêt particulier dans le cadre de la prévention de la chronicisation de la douleur postopératoire.

#### ANESTHÉSIE LOCORÉGIONALE EN CHIRURGIE ONCOLOGIQUE

Le développement tumoral et le processus métastatique dépendent de nombreux mécanismes. Ils résultent d'une balance entre l'efficacité du système immunitaire du patient

et les capacités de multiplication cellulaire et d'angiogenèse de la tumeur. Ainsi, les cellules circulantes du système immunitaire contribuent à la réduction de la dissémination hématogène des cellules néoplasiques. Il s'agit, en particulier, des cellules «Natural Killer» (NK) et des lymphocytes T cytotoxiques qui sont activés notamment par l'interleukine 2 (IL2) et l'interféron  $\gamma$  (IFN  $\gamma$ ).

En matière de pronostic carcinologique, les périodes per- et postopératoires semblent particulièrement délicates. Diverses études suggèrent que la multiplication cellulaire et la dissémination métastatique sont particulièrement actives durant ces périodes. La manipulation de la tumeur au cours de l'intervention peut provoquer la dissémination locale, locorégionale, hématogène et/ou lymphatique de cellules tumorales. De plus, après l'exérèse chirurgicale d'une tumeur, on observe une baisse des taux circulants de facteurs inhibant l'angiogenèse, comme l'endostatine et l'angiostatine, sécrétées par la tumeur. L'inflammation associée au geste chirurgical induit une sécrétion de facteurs de croissance tumorale tels que l'EGF ou le VEGF. (11, 12). L'ensemble de ces phénomènes contribue à favoriser la croissance tumorale et la dissémination métastatique pendant et après une intervention. De plus, la période postopératoire est associée à une immunodépression. Contribuent à celle-ci, l'état psychique du patient, et plus particulièrement son anxiété, l'hypothermie, la transfusion sanguine, certains agents de l'anesthésie et de l'analgésie, notamment les morphiniques (11).

C'est au début de ce siècle qu'ont été publiées les premières études consacrées aux effets de la technique anesthésique sur le risque de récurrence néoplasique après une chirurgie carcinologique. Le pronostic des patients opérés d'une chirurgie du sein ou d'exérèse d'un mélanome (13, 14), serait meilleur s'ils ont bénéficié d'une anesthésie-analgésie locorégionale. Par la suite, diverses études ont montré des effets intéressants de l'anesthésie locorégionale sur le devenir néoplasique tandis que d'autres n'ont pu confirmer ces résultats (15, 16). Il est probable que, dans les études n'ayant pas trouvé de différence de pronostic carcinologique entre l'anesthésie locorégionale et l'anesthésie générale, divers facteurs confondants comme le type de cancer, les traitements adjuvants, l'anémie ou des transfusions sanguines ont pu masquer l'effet favorable de l'anesthésie locorégionale. Plusieurs études multicentriques reprenant des grands collectifs de patients sont actuellement

en cours afin de préciser le rôle de la technique anesthésique dans le pronostic des patients cancéreux opérés. Le mécanisme de l'effet potentiellement favorable de l'anesthésie locorégionale n'est pas totalement élucidé.

Il a été démontré, *in vitro*, que les anesthésiques locaux ont une activité antiinflammatoire et qu'ils préservent l'activité des cellules NK. Ils peuvent perturber les mécanismes homéostatiques cellulaires, comme la voie d'entrée du calcium ou la voie de la glycolyse, par des mécanismes propres à certains d'entre eux et sur certaines lignées tumorales. (7). Cet effet antitumoral a encore été récemment mis en évidence expérimentalement (17).

Un autre mécanisme pouvant expliquer l'effet bénéfique des blocs locorégionaux sur le pronostic néoplasique est une diminution de consommation de morphiniques (4, 5). L'action immunodépressive de ces derniers est notamment liée à une inhibition des cellules NK. A l'inverse, le paracétamol, la kétamine et les anesthésiques locaux préservent l'activité NK (18). Par ailleurs, les blocs locorégionaux de type périmédullaire inhibent souvent l'activité du système nerveux sympathique de façon significative. Cette baisse de l'activité sympathique favorise l'activité des cellules NK et pourrait ainsi contribuer à améliorer le pronostic des patients porteurs d'un cancer (11).

#### ANESTHÉSIE LOCORÉGIONALE, CICATRISATION ET INFECTION POSTOPÉRATOIRE

L'anesthésie locorégionale, de par le bloc sympathique qui lui est souvent associé, est responsable d'une vasodilatation et d'une meilleure oxygénation tissulaire (19, 20). Ce gain, en termes de microcirculation, n'est pas altéré par l'usage de vasoconstricteurs utiles dans le traitement de l'hypotension fréquemment associée à l'anesthésie périmédullaire (21). Ce bénéfice, en matière de perfusion, et donc probablement d'oxygénation tissulaire, améliore la cicatrisation (22, 23). D'autres auteurs n'ont pas pu observer de différence significative quant à la cicatrisation grâce à l'anesthésie locorégionale (24).

On retrouve également, au niveau de l'anesthésique local, un effet bactériostatique potentiellement intéressant dans la prévention des complications infectieuses (25).

## AUTRES BÉNÉFICES POTENTIELS DE L'ANESTHÉSIE LOCORÉGIONALE

Les blocs locorégionaux seraient associés à d'autres avantages. Ainsi, il a été montré qu'ils permettent d'améliorer la réhabilitation post-opératoire après une chirurgie colique (1) ou orthopédique (26-28). Ceci est particulièrement vrai lorsque l'anesthésie locorégionale est intégrée à un programme multimodal de réhabilitation (29). Un bénéfice non négligeable en est un raccourcissement de la durée d'hospitalisation et, donc, une réduction des coûts pour la société. Toutefois, les bénéfices à long terme de cette réhabilitation précoce restent discutés (30).

Les blocs locorégionaux semblent également être intéressants dans le cadre de la prise en charge de la douleur chronique. Un des mécanismes évoqués fait intervenir la plasticité neuronale. A titre d'exemple, nous avons pu démontrer qu'un bloc du plexus brachial maintenu pendant une dizaine de jours permet de réduire la douleur et l'impotence fonctionnelle associées à une capsulite rétractile de l'épaule (31) ou un syndrome douloureux régional complexe (32).

## SÉCURITÉ ET CONFORT DU PATIENT

Les divers avantages de l'anesthésie locorégionale rapportés plus haut contribuent certainement à la popularité croissante de cette technique. Toutefois, les progrès réalisés en matière de sécurité et de confort du patient au cours de la réalisation des blocs locorégionaux participent également au regain d'intérêt pour cette approche. Dans ce cadre, le progrès le plus remarquable est probablement le recours à l'échographie lors de la réalisation des blocs locorégionaux. L'échographie permet de visualiser et de repérer les structures nerveuses, vasculaires et musculaires et de suivre la progression de l'aiguille ainsi que la distribution de l'anesthésique local lors de l'injection. Les techniques de ponction «échoguidée» permettent d'améliorer le taux de réussite et le confort pour les patients tout en réduisant le risque d'atteinte vasculaire (33). Il a également été suggéré que l'utilisation de techniques échographiques lors de la réalisation d'un bloc locorégional permet de réduire le risque d'intoxication systémique aux anesthésiques locaux et de lésion nerveuse (34, 35).

Par ailleurs, le traitement de l'intoxication systémique aux anesthésiques locaux, complication parmi les plus redoutées de l'anesthésie

locorégionale, a été significativement amélioré il y a une dizaine d'années par l'introduction de solutions lipidiques dans l'algorithme de prise en charge de ce type d'intoxication grave, souvent rebelle à toute manœuvre de réanimation. Ces solutions lipidiques pourraient «enrober l'anesthésique local» et le rendre inactif au niveau cérébral et cardiaque où il peut être responsable de symptômes allant de l'agitation au coma, et de la simple tachycardie à la fibrillation ventriculaire et à l'asystolie (36).

## CONCLUSION

Réputées depuis longtemps pour le confort postopératoire qu'elles procurent, les techniques d'anesthésie et d'analgésie locorégionales voient leur popularité croître de jour en jour. Plusieurs études récentes suggèrent que ces techniques permettent, lorsqu'on les compare à l'anesthésie générale, d'améliorer le pronostic des patients anesthésiés et opérés, notamment lors d'une chirurgie carcinologique. Le mécanisme de ce bénéfice n'est pas clairement établi bien que plusieurs hypothèses aient été formulées. De plus, ces techniques sont associées à une réduction du risque de chronicisation des douleurs postopératoires, à une meilleure cicatrisation et à une meilleure réhabilitation postopératoire. Par ailleurs, il est indéniable que l'amélioration de la sécurité du patient que procurent le recours à l'échographie lors de la réalisation des blocs et l'administration de solutions lipidiques en cas d'intoxication aux anesthésiques locaux sont deux autres facteurs importants contribuant à la popularité croissante de ce type de technique d'anesthésie. Des études sur de larges cohortes doivent encore être réalisées pour confirmer ces résultats prometteurs.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Power I, McCormack JG, Myles PS.— Regional anaesthesia and pain management. *Anaesthesia*, 2010, **65**, 38-47.
2. Curatolo M.— Adding regional analgesia to general anaesthesia: increase of risk or improved outcome? *Eur J Anaesthesiol*, 2010, **27**, 586-591.
3. Van de Ven TJ, John Hsia HL.— Causes and prevention of chronic postsurgical pain. *Curr Opin Crit Care*, 2012, **18**, 366-371.
4. Kavanagh T, Buggy DJ.— Can anaesthetic technique effect postoperative outcome? *Curr Opin Anaesthesiol*, 2012, **25**, 185-198.
5. Kettner SC, Willschke H, Marhofer P.— Does regional anaesthesia really improve outcome? *Br J Anaesth*, 2011, **107** Suppl 1, i90-i95.

6. Grosu I, de Kock M.— New concepts in acute pain management: strategies to prevent chronic postsurgical pain, opioid-induced hyperalgesia, and outcome measures. *Anesthesiol Clin*, 2011, **29**, 311-327.
7. Beloeil H, Mazoit JX.— Effect of local anesthetics on the postoperative inflammatory response. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2009, **28**, 231-237.
8. Coderre TJ, Bennett GJ.— A hypothesis for the cause of complex regional pain syndrome-type I (reflex sympathetic dystrophy) : pain due to deep-tissue microvascular pathology. *Pain Med*, 2010, **11**, 1224-1238.
9. Lejeune B, Lecoq JP, Teuwis S et al.— The effect of anaesthetic technique on the incidence of Complex Regional Pain Syndrome after surgical hand fracture : Retrospective approach. *Acta Anaesthesiol Belg*, 2008, **59**, 209.
10. Klein SM, Evans H, Nielsen KC, et al.— Peripheral nerve block techniques for ambulatory surgery. *Anesth Analg*, 2005, **101**, 1663-1676.
11. Snyder GL, Greenberg S.— Effect of anaesthetic technique and other perioperative factors on cancer recurrence. *Br J Anaesth*, 2010, **105**, 106-115.
12. Forget P, Coulie PG, Retsky M, et al.— Is there a rationale for an anesthesiologist's role against cancer recurrence? *Acta Anaesthesiol Belg*, 2013, **64**, 15-24.
13. Exadaktylos AK, Buggy DJ, Moriarty DC, et al.— Can anaesthetic technique for primary breast cancer surgery affect recurrence or metastasis? *Anesthesiology*, 2006, **105**, 660-664.
14. Schlagenhauff B, Ellwanger U, Breuninger H, et al.— Prognostic impact of the type of anaesthesia used during the excision of primary cutaneous melanoma. *Melanoma Res*, 2000, **10**, 165-169.
15. Heaney A, Buggy DJ.— Can anaesthetic and analgesic techniques affect cancer recurrence or metastasis? *Br J Anaesth*, 2012, **109** Suppl 1, i17-i28.
16. Beloeil H, Nouette-Gaulain K.— The perioperative period in cancer surgery : a critical moment! Is there a role for regional anaesthesia in preventing cancer recurrence? *Ann Fr Anesth Reanim*, 2012, **31**, 528-536.
17. Chang YC, Liu CL, Chen MJ, et al.— Local anesthetics induce apoptosis in human breast tumor cells. *Anesth Analg*, 2014, **118**, 116-124.
18. Forget P, de Kock M.— Could anaesthesia, analgesia and sympathetic modulation affect neoplastic recurrence after surgery? A systematic review centred over the modulation of natural killer cells activity. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2009, **28**, 751-768.
19. Buggy DJ, Kerin MJ.— Paravertebral analgesia with levobupivacaine increases postoperative flap tissue oxygen tension after immediate latissimus dorsi breast reconstruction compared with intravenous opioid analgesia. *Anesthesiology*, 2004, **100**, 375-380.
20. Buggy DJ, Smith G.— Epidural anaesthesia and analgesia: better outcome after major surgery ? Growing evidence suggests so. *BMJ*, 1999, **319**, 530-531.
21. Lecoq JP, Brichant JF, Joris JL, et al.— Norepinephrine and ephedrine do not counteract the increase in cutaneous microcirculation induced by spinal anaesthesia. *Br J Anaesth*, 2010, **105**, 214-219.
22. Michelet P, D'Journo XB, Roch A, et al.— Perioperative risk factors for anastomotic leakage after esophagectomy : influence of thoracic epidural analgesia. *Chest*, 2005, **128**, 3461-3466.
23. Rodgers A, Walker N, Schug S, et al.— Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anaesthesia : results from overview of randomised trials. *BMJ*, 2000, **321**, 1493.
24. Pugely AJ, Martin CT, Gao Y, et al.— Differences in short-term complications between spinal and general anaesthesia for primary total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, **95**, 193-199.
25. Cassuto J, Sinclair R, Bonderovic M.— Anti-inflammatory properties of local anesthetics and their present and potential clinical implications. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2006, **50**, 265-282.
26. Singelyn FJ, Ferrant T, Malisse MF, et al.— Effects of intravenous patient-controlled analgesia with morphine, continuous epidural analgesia, and continuous femoral nerve sheath block on rehabilitation after unilateral total-hip arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med*, 2005, **30**, 452-457.
27. Hebl JR, Dilger JA, Byer DE, et al.— A pre-emptive multimodal pathway featuring peripheral nerve block improves perioperative outcomes after major orthopedic surgery. *Reg Anesth Pain Med*, 2008, **33**, 510-517.
28. Perlas A, Kirkham KR, Billing R, et al.— The impact of analgesic modality on early ambulation following total knee arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med*, 2013, **38**, 334-339.
29. Duncan CM, Moeschler SM, Horlocker TT, et al.— A self-paired comparison of perioperative outcomes before and after implementation of a clinical pathway in patients undergoing total knee arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med*, 2013, **38**, 533-538.
30. Curatolo M.— Adding regional analgesia to general anaesthesia : increase of risk or improved outcome? *Eur J Anaesthesiol*, 2010, **27**, 586-591.
31. Wandji Tchami F, Lecoq JP, Fontaine R, et al.— A new ultrasound-guided approach of the suprascapular nerve block in the management of frozen shoulder. *Acta Anaesthesiol Belg*, 2010, **61**, 180.
32. Lecoq JP, Teuwis S, Fontaine R, et al.— Use of continuous peripheral blockade in the treatment of complex regional pain syndrome (CRPS) : Preliminary report in seven patients. *Reg Anesth Pain Med*, 2009, **34**, 101.
33. Neal JM, Brull R, Chan VW, et al.— The ASRA evidence-based medicine assessment of ultrasound-guided regional anaesthesia and pain medicine : Executive summary. *Reg Anesth Pain Med*, 2010, **35**, S1-S9.
34. Barrington MJ, Kluger R.— Ultrasound guidance reduces the risk of local anesthetic systemic toxicity following peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med*, 2013, **38**, 289-297.
35. Bloc S, Delaunay L.— Intra-neural injection under ultrasound: what evidence. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2012, **31**, e185-e186.
36. Wolfe JW, Butterworth JF.— Local anesthetic systemic toxicity: update on mechanisms and treatment. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2011, **24**, 561-566.

Les demandes de tirés à part sont à adresser au Pr. J-F. Brichant, Service d'Anesthésie et Réanimation, CHU de Liège, Belgique.  
Email : jfbrichant@chu.ulg.ac.be