

Anesthésie locorégionale et hanche en chirurgie réglée et urgente

Dr Olivier RONTES* – Dr Philippe MARTY – Dr Alain DELBOS

Médipôle Garonne – Clinique du sport, 45, rue de Gironis 31 036 Toulouse Cedex 1

*Auteur correspondant : oliv ierrontes@gmail.com

Conflit d'intérêts : Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

Points essentiels

- La prothèse totale de hanche (PTH) est une des 5 interventions les plus couramment réalisées. 150 000 PTH et 55 000 fractures du col du fémur sont prises en charge tous les ans en France.
- La population concernée par cette chirurgie est très hétérogène. La chirurgie réglée concerne une population de plus en plus jeune. La chirurgie urgente concerne une population âgée, fragile, polypathologique.
- L'objectif de prise en charge sera donc de réduire la morbi-mortalité pour la chirurgie urgente, et de permettre une réhabilitation précoce pour la chirurgie réglée.
- L'innervation de la hanche dépend du plexus lombaire (essentiellement du nerf fémoral et du nerf obturateur) pour la face antérieure et du plexus sacré (nerf sciatique) pour la face postérieure.
- La rachianesthésie (RA) est une technique d'anesthésie éprouvée, spécialement chez le sujet âgé. La stratégie pour réduire les effets secondaires délétères passe par l'utilisation préventive de vasopresseur, la lutte contre l'hypovolémie, la diminution des doses d'anesthésique local (AL) injectées et la latéralisation de la RA.
- Le bloc du nerf fémoral est insuffisant pour assurer une analgésie efficace. L'association à un bloc du nerf obturateur, permet de réduire la douleur postopératoire et la consommation de morphinique.

- Plusieurs techniques d'abord du plexus lombaire sont proposées, et la place de chacune doit être définie : Bloc du carré des lombes ; bloc du fascia iliaca ; bloc du nerf fémoral et du nerf obturateur.
- Les lésions du nerf sciatique sont fréquentes après chirurgie de PTH. La réalisation d'un bloc du nerf sciatique ne doit pas être systématique, mais réservée à des patients présentant un rapport bénéfice/risque favorable.
- L'infiltration chirurgicale consiste à injecter un grand volume d'AL autour de l'acétabulum, de la capsule articulaire et dans muscles adjacents. Les résultats sur l'analgésie postopératoire et la consommation de morphine sont contrastés.
- La mobilisation précoce du patient procède d'une prise en charge globale « proactive » et n'est pas retardée par la réalisation d'un BNP ou d'une infiltration chirurgicale.

1- Épidémiologie et contexte médico-chirurgical

La prothèse totale de la hanche (PTH) est l'une des 5 interventions les plus fréquemment réalisées. Au total, 150 000 PTH ont été posées en France en 2011, dont 130 000 de première intention (86%). Plus d' 1 million de Français sont porteurs d'une prothèse de hanche. Aux États-Unis, le nombre d'interventions pour PTH a augmenté de 50% entre 1990 et 2002, et l'augmentation prévue entre 2005 et 2030 est de +173% (1).

Dans les pays occidentaux, cette augmentation est attribuée au vieillissement de la population, mais regroupe des réalités cliniques bien différentes.

Pour la chirurgie réglée, on constate un rajeunissement des populations concernées par cette intervention. Aux USA, entre 2000 et 2010, la proportion de patients âgés de plus de 65 ans est passée de 64% à 54% des PTH, alors que la population 55-64 ans est passée de 24 à 29%, et la tranche 45-54 ans est passée de 12 à 17% (2).

A contrario, la fracture du col du fémur concerne principalement les personnes âgées, essentiellement après 75 ans ; 55 000 interventions sont réalisées tous les ans en France, 300 000 aux États-Unis pour un coût estimé à 5,4 milliards de \$ par an(3).

Le contexte médical varie donc selon l'âge du patient et le cadre de la prise en charge (chirurgie réglée ou chirurgie urgente). Il va ainsi du patient jeune ASA 1, au patient très âgé polypathologique.

Du reste, le pronostic est très différent, puisque, si la mortalité est faible en chirurgie réglée (0,65 % à 90 jours)(4), elle est élevée en chirurgie urgente (27% à un an) et s'aggrave avec le grand âge (50 % à 90 ans) (5). Les facteurs de risques sont l'âge, le sexe masculin, et l'usage de médicaments psychotropes. D'ailleurs, la prise en charge doit être réalisée dans les 48 à 72 premières heures afin de réduire la mortalité (6).

La chirurgie réglée s'intègre, elle, dans le concept de réhabilitation rapide qui permet d'améliorer la prise en charge des patients, d'accélérer leur autonomisation, et de diminuer l'incidence des complications postopératoires (7).

La technique anesthésique doit donc poursuivre plusieurs objectifs :

- Limiter les conséquences hémodynamiques et cognitives, spécialement pour les sujets âgés
- Simplifier la prise en charge, réaliser une analgésie postopératoire efficace tout en assurant une épargne morphinique, et en permettant une déambulation dès Jj0.

2- Interventions et voies d'abord variées

2-1. Interventions

La chirurgie de la hanche regroupe plusieurs types d'interventions.

La PTH est la plus couramment pratiquée puisque ses indications sont larges, aussi bien en chirurgie réglée (coxarthrose) qu'en chirurgie urgente (fracture du col du fémur). D'autres types d'interventions sont proposés pour les coxarthroses débutantes (prothèse de resurfaçage) ou pour les conflits coxo-acétabulaires (arthroscopie).

L'indication de changement de PTH est en augmentation constante, eu égard au vieillissement de la population, et à la mise en place de PTH chez des personnes de plus en plus jeunes.

D'autres interventions sont réalisées uniquement dans le cadre de la prise en charge de la fracture du col du fémur, spécialement chez le sujet âgé. Il s'agit de la prothèse intermédiaire de hanche (PIH), de l'ostéosynthèse par vissage du col, de l'ostéosynthèse par vis-plaque ou par un clou trochantérien.

2-2. Voies d'abord et installation

L'installation du patient va dépendre de l'intervention réalisée, de la voie d'abord choisie, et des habitudes de l'équipe chirurgicale. L'incidence sur la technique d'anesthésie est évidente, spécialement quand l'installation sur table orthopédique est nécessaire et que la durée prévue est longue.

Concernant la PTH, plusieurs voies d'abord sont proposées (voie antérieure, voie latérale, voie postérieure), et le débat est vif entre les différentes écoles chirurgicales.

Une méta-analyse récente, portant sur plus de 2000 patients, conclut à l'absence de supériorité d'une voie d'abord par rapport à l'autre. La voie antérieure diminue légèrement le temps d'hospitalisation (- 0,53j) et la douleur postopératoire à j+1, mais entraîne une perte sanguine plus élevée et un temps opératoire plus long (8). La force musculaire et la déambulation sont équivalentes entre la voie antérieure et la voie postérieure à j+2 et j+8 (9).

3- Innervation de la hanche (10, 11)

L'innervation de la région de la hanche dépend à la fois du plexus lombaire et du plexus sacré et sa connaissance est essentielle puisque, l'un ou l'autre des plexus sera principalement touché en fonction de la voie d'abord choisie.

3-1. Plexus lombaire

Sur le plan osseux, le plexus lombaire réalise l'innervation d'une partie de la tête et du col fémoral, à la fois par le nerf fémoral et par le nerf obturateur. Il innerve également la partie antérieure de la capsule articulaire et les nombreux ligaments péri-articulaires (ligament ilio-inguinal, ligament pubo-fémoral, ligament ilio-fémoral).

Sur le plan musculaire, le plexus lombaire agit essentiellement sur les muscles fléchisseurs, adducteurs et rotateurs internes de la hanche et extenseurs du genou par le biais des nerfs spinaux (muscle psoas), du nerf fémoral (muscle sartorius, muscle grand droit, muscle iliaque, muscle pectiné) et du nerf obturateur (muscle pectiné, muscle obturateur externe).

Sur le plan cutané, la branche externe du nerf abdomino-génital innerve la partie postéro-externe de la fesse et le nerf fémoro-cutané la face antérieure et latérale de la hanche.

3-2 : Plexus sacré

Sur le plan osseux, le plexus sacré réalise l'innervation de l'acétabulum et d'une partie de la face postérieure de la tête et du col du fémur. Il innerve également la partie postérieure de la capsule articulaire ainsi que des ligaments péri-articulaires (ligament ischio-fémoral, ligament transverse de l'acétabulum, ligament de la tête du fémur).

Sur le plan musculaire, le plexus sacré innerve les muscles extenseurs de la hanche par le biais des nerfs spinaux (muscle jumeau supérieur, muscle jumeau inférieur, muscle obturateur interne, muscle du carré fémoral), des nerfs glutéaux supérieur et inférieur (muscles petit et grand fessier, tenseur du fascia-latta), et du nerf piriforme (muscle piriforme).

Sur le plan cutané, le nerf cutané postérieur de la cuisse innerve la partie inféro-interne de la fesse.

4- Techniques d'anesthésie locorégionale (ALR)

Les techniques d'anesthésie pour la chirurgie de la hanche sont partagées entre anesthésie générale (AG) et anesthésie locorégionale (ALR) représentée essentiellement par la rachianesthésie. Au Royaume-Uni, 45% des fractures du col du fémur sont réalisées sous AG, 35% sous rachianesthésie RA (12), 47% des patients bénéficient d'un bloc du nerf fémoral.

4-1. Rachianesthésie (RA)

La rachianesthésie (RA) occupe une place de choix dans la chirurgie de la hanche.

La diminution de la morbi-mortalité de la RA par rapport à l'AG est débattue (13), et n'est pas retrouvée dans la chirurgie traumatologique de l'extrémité supérieure du fémur en dehors de terrains spécifiques (14, 15).

L'hypotension artérielle, induite par la vasodilatation du bloc sympathique, est fréquente dans la RA, particulièrement chez le sujet âgé (16) et est l'élément le plus délétère. Le remplissage vasculaire (dans le cadre d'une hypovolémie relative fréquente après fracture du col du fémur) et surtout l'administration prophylactique de vasopresseurs (phényléphrine) (17), permettent de réduire l'incidence, l'intensité et la durée des épisodes hypotensifs.

D'autres stratégies ont été décrites pour limiter les conséquences hémodynamiques de la RA. L'utilisation de faibles doses d'AL, et la latéralisation de la RA semblent efficaces (18). Cependant, la diminution des doses d'AL administrées (19) a deux limites :

- le risque d'échec (jusqu'à 20%) par défaut d'extension du niveau sensitif ou par levée précoce du bloc (20, 21)
- la bilatéralisation par diffusion de l'anesthésique local (jusqu'à 48%) (20).

Par ailleurs, la bupivacaïne en RA présente, même à faible posologie, une grande hétérogénéité de la durée du bloc sensitivo-moteur (21), rendant aléatoire la durée de surveillance en salle de réveil et l'autonomisation du patient.

Chez les sujets au système cardiovasculaire fragile, la technique la plus pertinente pourrait être la RA titrée. L'insertion intrathécale d'un cathéter permet de réaliser des injections répétées de petits volumes d'AL, jusqu'à l'obtention du niveau d'anesthésie désiré (22). Juelsgaard et al. (23, 24) ont montré la supériorité de la RA titrée par rapport à l'AG et à la RA en terme d'effets secondaires hémodynamiques chez le sujet coronarien. Cette technique

est à réserver aux patients âgés en raison du risque élevé de céphalées post ponction durale chez le sujet jeune.

Enfin, l'utilisation d'AL de courte durée d'action, comme la prilocaïne, pourrait être intéressante pour des équipes rompues, maîtrisant bien le temps opératoire. C'est en effet un AL qui présente une grande prédictibilité du niveau, de l'intensité, et de la durée du bloc sensitivo-moteur (25). Cependant, aucune étude n'a pour l'instant étudié cet AL dans cette indication.

4-2. ALR périphérique

L'ALR périphérique est tombée en désuétude pour la chirurgie de la hanche, en raison de son efficacité partielle, et de la concurrence avec l'infiltration chirurgicale réputée plus efficace.

Plusieurs points doivent être soulignés :

- L'articulation de la hanche est innervée par le plexus lombaire et le plexus sacré. Le bloc du nerf fémoral ne peut donc pas prendre en charge seul l'analgésie de la PTH.
- La majorité des études portant sur les BNP concernent uniquement le bloc du nerf fémoral. Elles sont, soit anciennes, soit rétrospectives et utilisent des techniques de ponction « à l'aveugle » ou en neurostimulation.
- Enfin, aucune étude ne compare directement l'infiltration chirurgicale à une ALR bien conduite, selon les techniques actuelles.

4-2-1. Bloc du plexus lombaire

Le plexus lombaire assure l'innervation de la face antérieure de l'articulation et des muscles fléchisseurs et adducteurs de la hanche, essentiellement par le biais du nerf fémoral et du nerf obturateur. Par ailleurs, la peau de la face latérale est innervée par le nerf cutané latéral de la cuisse, branche du plexus lombaire.

Aussi, la prise en charge de l'analgésie postopératoire par un BNP ne peut se concevoir qu'en assurant le bloc de l'ensemble de ces nerfs, et pas seulement du nerf fémoral.

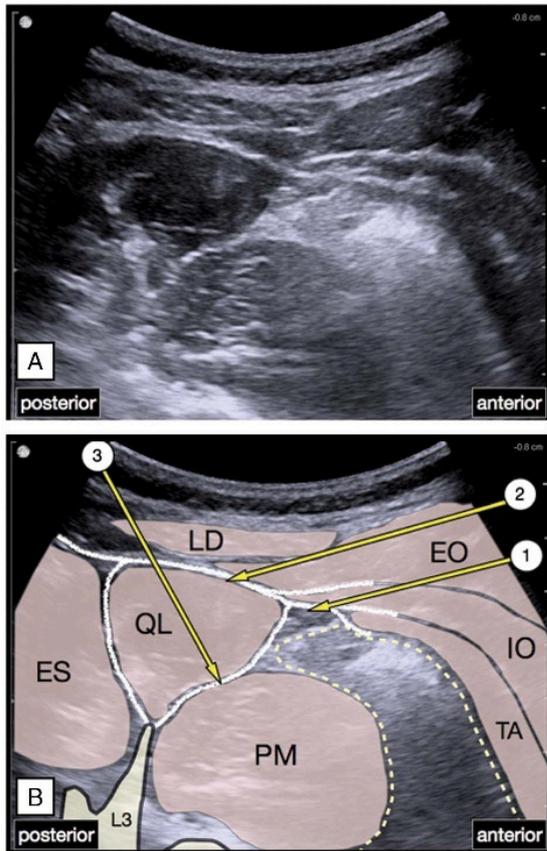
Une méta-analyse portant sur 1422 patients présentant une fracture du col du fémur, retrouve une diminution de la douleur postopératoire et de la consommation de morphinique après un bloc nerveux associant l'anesthésie du nerf fémoral, du nerf obturateur et du nerf cutané latéral de la cuisse (26). Ces blocs, associés à une sédation peropératoire ont été utilisés avec succès comme technique d'anesthésie sur une série de 472 PIH (27). Enfin, une récente étude sur cadavre montre que la réalisation spécifique d'un bloc du nerf obturateur entre les muscles

pectiné et obturateur externe conduit à une infiltration de toutes les branches à destinée de l'articulation de la hanche(28). L'association d'un bloc du nerf fémoral et d'un bloc du nerf obturateur semble donc intéressante pour la prise en charge de la douleur postopératoire après PTH.

Une autre approche consiste à réaliser un bloc de diffusion « haut situé » (bloc du fascia iliaca FINB), laissant espérer une diffusion de l'AL à toutes les branches du plexus lombaire. Une étude sur cadavre retrouve une infiltration constante du nerf fémoral et très importante (83%) sur le nerf cutané latéral de la cuisse (29). L'infiltration sur le nerf obturateur est plus aléatoire. Ce bloc permet tout de même, une diminution du risque de confusion postopératoire chez le sujet âgé, qui passe de 23,8% à 10,78% pour les patients en ayant bénéficié. Ces épisodes de confusion sont moins intenses et plus courts dans le groupe BNP (26, 30).

Dans ce cadre, de nouvelles approches postérieures du plexus lombaire ont été proposées utilisant la technique d'échoguidage. Il s'agit des blocs du carré des lombes (31).

Le muscle carré des lombes (QLM) est le point de repère échographique principal, qui constitue un « pont » entre les muscles de la paroi abdominale (muscle transverse, muscle oblique interne, muscle oblique externe) et les muscles paravertébraux (muscle psoas et muscle érecteur du rachis). Une sonde échographique abdominale est positionnée au-dessus de la crête iliaque en regard de la ligne axillaire postérieure puis est translatée en direction céphalique jusqu'au niveau L3 ou L4.



(31)

Trois techniques sont actuellement proposées :

- Quadratus lumborum block 1 : l'injection d'anesthésique local (AL) est réalisée latéralement au muscle transverse, à la face antérieure du muscle carré des lombes.
- Quadratus lumborum block 2 : l'injection est réalisée entre la face externe du muscle carré des lombes et la face interne des muscles oblique externe et latissimus dorsi.
- Quadratus lumborum block 3 : l'injection est réalisée entre le muscle carré des lombes et le muscle psoas en regard de L4.

Le QLB 3 a été utilisé avec succès pour l'analgésie post-PTH par certaines équipes (32, 33) et semble être l'approche la plus adaptée pour la chirurgie de la hanche. Toutefois, l'utilisation des QLB dans la chirurgie de la hanche est très récente et repose uniquement sur des cas reports. Il faut donc rester prudent vis à vis de cette technique, qui demande à être étudiée afin de lui trouver une place dans la stratégie thérapeutique (34).

4-2-2. Blocs du plexus sacré

Le plexus sacré assure l'innervation de l'acétabulum, de la face postérieure de l'articulation de la hanche et de l'ensemble ses muscles extenseurs. Il paraît donc intéressant de bloquer le

nerf sciatique en complément d'un bloc des nerfs du plexus lombaire. Ceci a d'ailleurs été utilisé comme technique d'anesthésie il y a une quinzaine d'années (35).

Toutefois, le rapport bénéfice/risque doit être pris en compte. En effet, le risque de lésion du nerf sciatique lors de la chirurgie de la hanche est connu et relativement fréquent (1 à 3%). L'incidence de ces lésions est supérieure en cas de reprise de PTH, de fracture du col du fémur. Leur mécanisme est polymorphe : étirement, hématome, traction, lésion directe (36).

Le bénéfice d'un bloc du nerf sciatique en termes d'analgésie postopératoire n'est pas démontré par rapport à une analgésie balancée bien conduite.

Dans ce contexte, la réalisation d'un bloc du plexus sacré, à proximité de la zone chirurgicale, doit être prudente et peut-être, réservée à des patients chez lesquels la RA et l'AG doivent être évitées (37).

4-3. Infiltrations chirurgicales

Les infiltrations chirurgicales ont connu un grand intérêt depuis 2008 et la description de la technique par Kerr (38), qui propose l'infiltration d'un grand volume d'anesthésique local, associé à du kétorolac et de l'adrénaline. L'infiltration est divisée en 3 injections de volume équivalent (50 à 70 ml). La première sur les contours de l'acétabulum, la capsule articulaire les muscles glutéaux et adducteurs. La deuxième dans les muscles rotateurs externes et dans le tenseur du fascia lata. La troisième dans le tissu sous-cutané.

De nombreux auteurs ont depuis repris et modifié la technique, que ce soit au niveau de la technique d'infiltration proprement dite ou des médicaments injectés (AL et adjuvants). Ainsi, la littérature sur les infiltrations est marquée par une très grande hétérogénéité des pratiques, qui rend difficiles les comparaisons et explique probablement les résultats contrastés.

En effet, certaines méta-analyses retrouvent une diminution significative de la douleur postopératoire précoce au repos et à la mobilisation ainsi qu'une diminution de la consommation de morphine ; mais cet effet n'est plus retrouvé à h+24(39). D'autres méta-analyses ne retrouvent pas de différence d'efficacité sur la douleur postopératoire entre l'infiltration et l'analgésie multimodale balancée.

En dehors de l'analgésie postopératoire, les chirurgiens ont promu cette technique afin de mobiliser précocement les patients. En réalité, la mobilisation des patients procède d'une prise en charge « pro-active » de l'ensemble de l'équipe soignante, et, dans ce contexte, les BNP ne la retardent pas (40, 41).

Finalement, quel choix faire entre infiltration et BNP ?

La réponse est difficile pour plusieurs raisons :

- Il n'existe pas d'étude prospective comparant infiltration chirurgicale et BNP. Une méta-analyse comparant de façon indirecte les deux techniques ne retrouve pas de différence. Il semble que l'adjonction de morphine permette d'améliorer la qualité de l'infiltration, et que la réalisation d'un BNP haut situé soit supérieure à un bloc du nerf fémoral (42).
- Les études concernant les infiltrations sont marquées par une très grande hétérogénéité quant à la technique d'infiltration, à la solution injectée et à la population étudiée.
- L'association d'un bloc du nerf fémoral et du nerf obturateur à une infiltration postérieure chirurgicale pourrait être la bonne solution.

Au total, il est actuellement impossible de trancher entre les différentes techniques. La RA est une technique éprouvée, bien adaptée à la chirurgie traumatologique et au sujet âgé. Ces conséquences hémodynamiques peuvent être limitées par l'utilisation de faible dose d'AL voire même la titration de la RA, la latéralisation, et l'utilisation préventive des vasoconstricteurs.

Une meilleure connaissance de l'innervation de l'articulation de la hanche permet de modifier notre point de vue concernant les BNP. Un bloc du nerf obturateur devrait systématiquement être associé à un bloc du nerf fémoral afin d'améliorer la prise en charge. Le type d'abord du plexus lombaire, bloc sous-inguinal, bloc du fascia iliaca, bloc du carré des lombes n'est pas tranché. Enfin, en l'état actuel de nos connaissances, le bloc du nerf sciatique devrait être réservé à quelques cas particuliers, chez qui la RA et l'AG sont contre-indiqués.

Pour finir, l'infiltration chirurgicale est loin d'être la solution miracle qui nous a été présentée. L'hétérogénéité des techniques, des produits injectés rend difficile la comparaison avec d'autres méthodes d'analgésie. Il ne faut cependant pas opposer l'infiltration chirurgicale et les BNP qui peuvent être complémentaires (bloc des nerfs du plexus lombaire et infiltration postérieure).

Des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer la place de chacune de ces techniques dans la stratégie thérapeutique.

Références

1. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89:780-5.
2. Wolford ML, Palso K, Bercovitz A. Hospitalization for total hip replacement among inpatients aged 45 and over: United States, 2000-2010. *NCHS*. 2015;186:8.
3. Pulos BP, Liu J, Neuman MD, Elkassabany N. Role of regional anesthesia and analgesia on perioperative outcomes in patients with hip fracture. *Advances in Anesthesia*. 2016;34:105-15.
4. Berstock JR, Beswick AD, Lenguerrand E, Whitehouse MR, Blom AW. Mortality after total hip replacement surgery: A systematic review. *Bone Joint Res*. 2014;3(6):175-82.
5. Cenzer IS, Tang V, Boscardin WJ, Smith AK, Ritchie C, Wallhagen MI, et al. One-Year Mortality After Hip Fracture: Development and Validation of a Prognostic Index. *J Am Geriatr Soc*. 2016;64:1863-8.
6. Simunovic N, Devereaux PJ, Sprague S, Guyatt GH, Schemitsch E, Debeer J, et al. Effect of early surgery after hip fracture on mortality and complications: systematic review and meta-analysis. *CMAJ*. 2010;182:1609-16.
7. Husted H, Otte KS, Kristensen BB, Orsnes T, Wong C, Kehlet H. Low risk of thromboembolic complications after fast-track hip and knee arthroplasty. *Acta Orthop*. 2010;81:599-605.
8. Higgins BT, Barlow DR, Heagerty NE, Lin TJ. Anterior vs. posterior approach for total hip arthroplasty, a systematic review and meta-analysis. *J Arthroplasty*. 2015;30:419-34.
9. Winther SB, Husby VS, Foss OA, Wik TS, Svenningsen S, Engdal M, et al. Muscular strength after total hip arthroplasty. A prospective comparison of 3 surgical approaches. *Acta Orthop*. 2016;87:22-8.
10. Masquelet AC, McCullough CJ, Tubiana R. *Voies d'abord chirurgicales du membre inférieur*: Masson; 1994. 414 p.
11. Birnbaum K, Prescher A, Hessler S, Heller KD. The sensory innervation of the hip joint--an anatomical study. *Surg Radiol Anat*. 1997;19:371-5.
12. Johnston DF, Stafford M, McKinney M, Deyermond R, Dane K. Peripheral nerve blocks with sedation using propofol and alfentanil target-controlled infusion for hip fracture surgery: a review of 6 years in use. *J Clin Anesth*. 2016;29:33-9.

13. Perlas A, Chan VW, Beattie S. Anesthesia Technique and Mortality after Total Hip or Knee Arthroplasty: A Retrospective, Propensity Score-matched Cohort Study. *Anesthesiology*. 2016;125:724-31.
14. Brox WT, Chan PH, Cafri G, Inacio MC. Similar mortality with general or regional anesthesia in elderly hip fracture patients. *Acta Orthop*. 2016;87:152-7.
15. White SM, Moppett IK, Griffiths R, Johansen A, Wakeman R, Boulton C, et al. Secondary analysis of outcomes after 11,085 hip fracture operations from the prospective UK Anaesthesia Sprint Audit of Practice (ASAP-2). *Anaesthesia*. 2016;71:506-14.
16. Shimosato S, Etsten BE. The role of the venous system in cardiocirculatory dynamics during spinal and epidural anesthesia in man. *Anesthesiology*. 1969;30:619-28.
17. Ferre F, Marty P, Bruneteau L, Merlet V, Bataille B, Ferrier A, et al. Prophylactic phenylephrine infusion for the prevention of hypotension after spinal anesthesia in the elderly: a randomized controlled clinical trial. *J Clin Anesth*. 2016;35:99-106.
18. Casati A, Moizo E, Marchetti C, Vinciguerra F. A prospective, randomized, double-blind comparison of unilateral spinal anesthesia with hyperbaric bupivacaine, ropivacaine, or levobupivacaine for inguinal herniorrhaphy. *Anesth Analg*. 2004;99:1387-92.
19. Asehnoune K, Larousse E, Tadie JM, Minville V, Droupy S, Benhamou D. Small-dose bupivacaine-sufentanil prevents cardiac output modifications after spinal anesthesia. *Anesth Analg*. 2005;101:1512-5.
20. Khatouf M, Loughnane F, Boini S, Heck M, Meuret P, Macalou D, et al. [Unilateral spinal anaesthesia in elderly patient for hip trauma: a pilot study]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2005;24:249-54.
21. Nair GS, Abrishami A, Lermite J, Chung F. Systematic review of spinal anaesthesia using bupivacaine for ambulatory knee arthroscopy. *Br J Anaesth*. 2009;102:307-15.
22. Minville V, Fourcade O, Grousset D, Chassery C, Nguyen L, Asehnoune K, et al. Spinal anesthesia using single injection small-dose bupivacaine versus continuous catheter injection techniques for surgical repair of hip fracture in elderly patients. *Anesth Analg*. 2006;102:1559-63.
23. Juelsgaard P, Sand NP, Felsby S, Dalsgaard J, Jakobsen KB, Brink O, et al. Perioperative myocardial ischaemia in patients undergoing surgery for fractured hip randomized to incremental spinal, single-dose spinal or general anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol*. 1998;15:656-63.

24. Capdevila X, Biboulet P, Bouregba M, Barthelet Y, Rubenovitch J, d'Athis F. Comparison of the three-in-one and fascia iliaca compartment blocks in adults: clinical and radiographic analysis. *Anesth Analg*. 1998;86:1039-44.
25. Guntz E, Latrech B, Tsiberidis C, Gouwy J, Kapessidou Y. ED50 and ED90 of intrathecal hyperbaric 2% prilocaine in ambulatory knee arthroscopy. *Can J Anaesth*. 2014;61:801-7.
26. Rashiq S, Vandermeer B, Abou-Setta AM, Beaupre LA, Jones CA, Dryden DM. Efficacy of supplemental peripheral nerve blockade for hip fracture surgery: multiple treatment comparison. *Can J Anaesth*. 2013;60:230-43.
27. Johnson RL, Kopp SL, Burkle CM, Duncan CM, Jacob AK, Erwin PJ, et al. Neuraxial vs general anaesthesia for total hip and total knee arthroplasty: a systematic review of comparative-effectiveness research. *Br J Anaesth*. 2016;116:163-76.
28. Nielsen TD, Moriggl B, Soballe K, Kolsen-Petersen JA, Borglum J, Bendtsen TF. A Cadaveric Study of Ultrasound-Guided Subpectineal Injectate Spread Around the Obturator Nerve and Its Hip Articular Branches. *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42:357-61.
29. Hebbard P, Ivanusic J, Sha S. Ultrasound-guided supra-inguinal fascia iliaca block: a cadaveric evaluation of a novel approach. *Anaesthesia*. 2011;66:300-5.
30. Mouzopoulos G, Vasiliadis G, Lasanianos N, Nikolaras G, Morakis E, Kaminaris M. Fascia iliaca block prophylaxis for hip fracture patients at risk for delirium: a randomized placebo-controlled study. *J Orthop Traumatol*. 2009;10:127-33.
31. Chin KJ, McDonnell JG, Carvalho B, Sharkey A, Pawa A, Gadsden J. Essentials of Our Current Understanding: Abdominal Wall Blocks. *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42:133-83.
32. Ueshima H, Yoshiyama S, Otake H. The ultrasound-guided continuous transmuscular quadratus lumborum block is an effective analgesia for total hip arthroplasty. *J Clin Anesth*. 2016;31:35.
33. La Colla L, Ben-David B, Merman R. Quadratus Lumborum Block as an Alternative to Lumbar Plexus Block for Hip Surgery: A Report of 2 Cases. *A A Case Rep*. 2017;8:4-6.
34. Ueshima H, Otake H, Lin JA. Ultrasound-Guided Quadratus Lumborum Block: An Updated Review of Anatomy and Techniques. *Biomed Res Int*. 2017;2017:2752876.
35. Buckenmaier CC, 3rd, Xenos JS, Nilsen SM. Lumbar plexus block with perineural catheter and sciatic nerve block for total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2002;17:499-502.
36. Plastaras CT, Chhatre A, Kotcharian AS. Perioperative lower extremity peripheral nerve traction injuries. *Orthop Clin North Am*. 2014;45:55-63.

37. Chen L, Liu J, Yang J, Zhang Y, Liu Y. Combined Fascia Iliaca and Sciatic Nerve Block for Hip Surgery in the Presence of Severe Ankylosing Spondylitis: A Case-Based Literature Review. *Reg Anesth Pain Med.* 2016;41:158-63.
38. Kerr DR, Kohan L. Local infiltration analgesia: a technique for the control of acute postoperative pain following knee and hip surgery: a case study of 325 patients. *Acta Orthop.* 2008;79:174-83.
39. Yin JB, Cui GB, Mi MS, Du YX, Wu SX, Li YQ, et al. Local infiltration analgesia for postoperative pain after hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Pain.* 2014;15:781-99.
40. Tetsunaga T, Tetsunaga T, Fujiwara K, Endo H, Ozaki T. Combination Therapy with Continuous Three-in-One Femoral Nerve Block and Periarticular Multimodal Drug Infiltration after Total Hip Arthroplasty. *Pain Res Manag.* 2016;2016:1425201.
41. Mudumbai SC, Kim TE, Howard SK, Giori NJ, Woolson S, Ganaway T, et al. An ultrasound-guided fascia iliaca catheter technique does not impair ambulatory ability within a clinical pathway for total hip arthroplasty. *Korean J Anesthesiol.* 2016;69:368-75.
42. Jimenez-Almonte JH, Wyles CC, Wyles SP, Norambuena-Morales GA, Baez PJ, Murad MH, et al. Is Local Infiltration Analgesia Superior to Peripheral Nerve Blockade for Pain Management After THA: A Network Meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474:495-516.