

Analgésie pour la chirurgie du genou

Auteurs

Dr Olivier Choquet, Dr Nathalie Bernard, Dr Fabien Swisser, Dr Adrien Coudray, Pr Xavier Capdevila

Département d'Anesthésie-Réanimation - Hôpital Lapeyronie - CHU de Montpellier, 371, avenue du Doyen Gaston Giraud - 34090 Montpellier, France

Auteur correspondant : Dr Olivier Choquet

Email : o-choquet@chu-montpellier.fr

Conflits d'intérêts :

Les auteurs n'ont aucun conflit d'intérêt en rapport avec le contenu de cet article.

Points Essentiels

- Le genou est innervé par les nerfs fémoral, obturateur et sciatique, qui donnent une dizaine de rameaux à destinée articulaire.
- La chirurgie du genou est une chirurgie fonctionnelle pourvoyeuse de douleurs aiguës postopératoires sévères et de douleurs chroniques. L'analgésie balancée, insuffisante pour assurer seule la réhabilitation postopératoire, doit être associée à une analgésie régionale.
- L'analgésie par cathéter nerveux fémoral permet la mobilisation articulaire précoce tout en générant peu d'effets aderses. L'association à un bloc sciatique procure une analgésie optimale.
- Le bloc au canal des adducteurs, l'infiltration chirurgicale du site opératoire et l'iPACK ont vu le jour dans l'optique de réduire le bloc moteur induit par les blocs fémoral et sciatique, au prix d'une moindre qualité d'analgésie au-delà des premières heures en l'absence de dispositif de réinjection.
- Chaque équipe doit convenir, par type de procédure chirurgicale, d'une combinaison de techniques pouvant allier confort du patient et rééducation précoce.

Le nombre d'interventions chirurgicales portant sur le genou augmente dans le monde entier. Les données de la littérature restent controversées en ce qui concerne la supériorité d'une modalité d'analgésie régionale sur une autre, en termes de qualité d'analgésie et de récupération après chirurgie du genou. Cet article décrit brièvement d'abord l'innervation du genou, puis les différents types de chirurgie du genou et leur impact sur la prise en charge analgésique, enfin les principales techniques d'anesthésie locorégionale. Le rationnel du choix, basé sur les études de haute qualité et les méta-analyses, est à nouveau bouleversé par les techniques émergentes.

Rappel anatomique de l'innervation du genou

Le membre inférieur est innervé par deux plexus, lombaire et sacré, situés dans deux régions anatomiques différentes. Ces deux plexus donnent trois principaux troncs nerveux : fémoral, obturateur et sciatique, qui contribuent à l'innervation de l'articulation du genou. Ils participent aussi à l'innervation des téguments qui recouvrent le genou avec les nerfs cutanés latéral et postérieur de la cuisse. Suivant la loi de Hilton, les nerfs qui innervent les muscles actionnant l'articulation du genou l'innervent également ; il s'agit de branches articulaires provenant du nerf fémoral (par les muscles vastes), tibial et fibulaire commun, qui innervent respectivement les faces antéro-médiale, postérieure et latérale de l'articulation. Par ailleurs, le nerf obturateur contribue à la partie postéro-médiale et le nerf saphène à la face médiale de l'articulation. Schématiquement avec une multitude de variations, c'est ainsi une dizaine de rameaux articulaires qui innervent les plans profonds : vastes latéral, intermédiaire, et médial issus du fémoral ; médial supérieur, inférieur et moyen issus du tibial ; supérieur, inférieur et récurrents issus du fibulaire commun, et obturateurs.

La chirurgie du genou

Le genou est une articulation majeure pouvant être touchée par divers traumatismes et pathologies. La chirurgie du genou est fonctionnelle. Parmi les lésions traumatiques, les fractures du plateau tibial, de la rotule, les lésions méniscales et les ruptures ligamentaires sont les plus fréquentes. En matière de pathologies dégénératives, l'arthrose occupe la première place. Les prothèses totales ou unicompartmentales s'adressent essentiellement aux patients porteurs de pathologie dégénérative. Le but est d'obtenir une articulation indolore permettant la reprise des activités. Un " genou oublié " est acquis dans plus de la moitié des cas en fonction d'éléments propres au patient (âge, obésité, hygiène de vie...). La prothèse est mise en place par voie classique antérieure, le plus souvent sous anesthésie générale ou rachianesthésie. L'intervention dure de 60 à 90 minutes généralement sans garrot pneumatique ni récupération du sang peropératoire. Pour les patients qui bénéficient d'une prise en charge selon le concept de RAAC (réhabilitation accélérée après chirurgie), le premier lever se fait le soir de l'intervention ou le lendemain matin avec le kinésithérapeute, le genou est mobilisé en postopératoire immédiat, la marche se fait avec appui et le retour à domicile possible dès que l'autonomie de déambulation dans le couloir et les escaliers est acquise. Pour les patients fragiles, vivant seul ou très âgés, un séjour est prévu dans un établissement de S.S.R. ou Rééducation. La récupération complète prend 2 à 3 mois, permettant la reprise de toutes les

activités physiques habituelles, voire l'activité professionnelle. Il persiste une progression fonctionnelle spontanée dans l'année suivant l'intervention.

La ligamentoplastie est presque toujours pratiquée sous arthroscopie avec une greffe de tendon ischio-jambier (semi-tendineux) ou de tendon rotulien (Kenneth-Jones) pour réparer le ligament croisé antérieur. Le lever peut être réalisé dans les heures suivant l'intervention, et la rééducation commence dès le lendemain. Le retour à domicile peut être envisagé en ambulatoire ou dès le 1^{er} ou 2^{ème} jour post-opératoire. La conduite est possible à 3 semaines, la reprise d'activité professionnelle sédentaire à 6 semaines, et la reprise d'activité physique à 12 semaines. La reprise des activités sportives type vélo et natation est à 6 semaines, footing à 12 semaines, les activités pivot-contact (foot, handball, basket...) au-delà du 8^{ème} mois post-opératoire. Les lésions méniscales sont traitées sous arthroscopie en ambulatoire. La marche est immédiate, le repos de 2 jours à domicile, et la reprise progressive des activités avec un délai de récupération de 2 à 6 semaines.

Les fondamentaux de l'analgésie pour chirurgie du genou

La chirurgie lourde orthopédique et traumatologique du genou est le modèle de chirurgie pourvoyeuse de douleurs aiguës postopératoires sévères et de douleurs chroniques [1]. La douleur est majorée par la rééducation précoce et en cas de complication (hématome, infection...). Le cahier des charges analgésique s'étend de l'analgésie pour arthroscopie simple du sujet jeune, à la reprise d'arthroplastie chez le vieillard. La réussite fonctionnelle dépend d'une analgésie de qualité, permettant la réhabilitation précoce, afin d'éviter l'atrophie musculaire, les adhérences et les rétractions. Pour assurer l'analgésie après chirurgie du genou, les options sont nombreuses, mais le choix cardinal tourne autour de l'association analgésie régionale et antalgiques, si possible non opioïdes, en privilégiant la prise per os. Ce rationnel est approuvé par les sociétés savantes [2-3].

Certains fondamentaux de l'analgésie postopératoire après chirurgie du genou ont considérablement évolué depuis 20 ans [4]. L'analgésie rachidienne morphinique et péridurale, fréquente il y a quelques années, mais grevée d'une incidence d'effets secondaires trop importante, n'a plus la cote actuellement. L'analgésie par cathéter nerveux fémoral emporte la mise, car il permet aussi la mobilisation articulaire précoce lors des séances de rééducation, tout en générant peu d'effets adverses. L'association à un bloc sciatique (voire obturateur) procure une analgésie optimale. L'injection intra-articulaire d'anesthésiques locaux et de morphine est indiquée pour l'arthroscopie simple. Les blocs tronculaires sont la référence pour contrôler la douleur précoce après chirurgie majeure du genou. Le cathétérisme permet de prolonger l'analgésie au-delà des 24 premières heures postopératoires. Mais quelques auteurs se focalisent sur le risque de chute et la gêne à la marche liés au bloc moteur fémoral, et surtout sciatique. Un bloc fémoral trop profond s'accompagne d'une faiblesse musculaire du quadriceps [5], à l'origine d'une déficience fonctionnelle et associée à une augmentation du risque de chute post-opératoire [6].

Depuis quelques années, s'il reste admis que l'analgésie balancée, insuffisante pour assurer seule la réhabilitation postopératoire, doit être associée à une analgésie régionale, les concepts

de réhabilitation rapide après chirurgie ont favorisé l'émergence de techniques plus distales et plus simples que le blocage nerveux fémoral/sciatique/obturateur, afin de ne pas entraver la mobilisation du patient [7]. Des techniques analgésiques, comme le bloc au canal des adducteurs, l'infiltration chirurgicale du site opératoire et l'iPACK ont vu le jour dans l'optique de réduire le bloc moteur induit par les blocs fémoral et sciatique.

Blocs et cathéters tronculaires

Dans les années 1990, deux études prospectives randomisées avaient démontré la supériorité du cathéter fémoral sur la morphine intraveineuse et sur la péridurale [8-9]. Ces résultats ont ultérieurement été confirmés par plusieurs études et méta-analyses. Le fait de bénéficier d'un cathéter fémoral postopératoire permet d'obtenir plus rapidement la flexion du genou, avec une moindre incidence d'effets aderses [10]. Le bloc fémoral devint le standard pour l'analgésie après chirurgie majeure du genou. Plusieurs études [11-12] ont montré que l'adjonction d'un bloc sciatique au bloc fémoral améliorait la qualité de l'analgésie postopératoire des premières heures. L'adjonction d'un bloc obturateur à un bloc fémoral et sciatique réduit les scores de douleur postopératoire et la consommation totale de morphine, prolongeant le délai de la première demande d'antalgique [13]. Il ressort des quelques études disponibles que l'apport du bloc obturateur après chirurgie du genou est mineur. Ce bloc reste une alternative en cas d'insuffisance d'analgésie localisée dans le territoire postéro médial du genou après un bloc combiné fémoro-sciatique. Cependant, les données scientifiques restent insuffisantes pour déterminer chez quels patients adjoindre un bloc sciatique et/ou obturateur au bloc fémoral. D'autre part, le prix à payer est une majoration du bloc moteur, qui va à l'encontre des tendances actuelles en matière de récupération rapide après chirurgie. En sus de la parésie du quadriceps lié au bloc fémoral, le blocage sciatique s'accompagne d'une parésie des releveurs du pied, qui entrave davantage la mobilisation. Par ailleurs, il est toujours délicat de déculpabiliser l'anesthésie lorsqu'une sidération du quadriceps ou un déficit sciatique postopératoire est constaté. Même si le blocage fémoral et sciatique reste la solution analgésique optimale [14], la tendance actuelle est d'entreprendre des techniques d'analgésie régionales plus près du genou, sensées permettre aux patients de se mobiliser précocement et de démarrer rapidement la kinésithérapie, sans compromettre l'analgésie.

L'infiltration du site opératoire

Il y a une quinzaine d'années, l'infiltration peropératoire d'anesthésiques locaux est venue concurrencer les blocs nerveux périphériques, en promettant une analgésie de qualité sans parésie. L'infiltration périarticulaire est la stratégie choisie par de nombreuses équipes dans le cadre d'une réhabilitation précoce. Plusieurs études ont montré qu'avec l'infiltration, l'analgésie était meilleure qu'avec un placebo, équivalente ou presque à celle procurée par les blocs nerveux périphériques (BNP) pour les premières heures postopératoires, mais surtout que les patients étaient capables de déambuler et de sortir de l'établissement de soins plus tôt [15]. Des études montrent que le bloc fémoral est plus efficace sur la douleur à la mobilisation, mais que l'infiltration préserve mieux la fonction du quadriceps en post-opératoire précoce. Il existe cependant une très grande hétérogénéité des mélanges injectés (molécules, adjuvants, volumes...) et la technique est largement opérateur dépendant. Une des recettes est d'injecter

en 3 temps – 50 ml avant au niveau des jumeaux et la coque postérieure, - 50 ml après implants au niveau de la graisse infra-patellaire, la patte d'oie, et dans les culs de sac synoviaux, - 50 ml en sous-cutané à la fermeture. La mise en place d'un cathéter intra-articulaire n'est pas recommandée du fait du risque septique. En injection unique, l'association optimale d'un anesthésique local de longue durée d'action, avec un anti-inflammatoire, de la clonidine, de l'adrénaline voire de la morphine, reste à déterminer. Les mélanges actuels peinent à offrir 24 heures de soulagement. Par ailleurs, l'administration de fortes doses d'anesthésique local expose à un risque de surdosage, et le nombre de cas rapportés de toxicité systémique après infiltration du site opératoire augmente [16]. Du fait de ces inconvénients, des anesthésistes ont proposé de reprendre la main et de réaliser eux-mêmes sous échographie les infiltrations autour du genou.

Le bloc au canal des adducteurs

Décrit en 1993 [17] et reconsidéré avec l'échoguidage, le bloc au canal des adducteurs (de Hunter ou subsartorial) a suscité une littérature prolifique et de grands débats. Pour ce qui est de l'anatomie selon Paturet [18], le canal des adducteurs, long de 10 à 12 centimètres, représente la partie basse (le 1/3 inférieur) du canal fémoral. Le canal fémoral s'étend du sommet du triangle fémoral en haut, au hiatus des adducteurs en bas, entre le muscle vaste médial, le sartorius, et les muscles longs et grands adducteurs. Le triangle fémoral est une loge musculo-aponévrotique à la partie antérieure et médiale de la racine de la cuisse, limité en haut par le ligament inguinal, en latéral par le bord médial du muscle sartorius, en médial par le bord médial du muscle long adducteur. Ce triangle fémoral représente la partie évasée de l'entonnoir fémoro-vasculaire, et se resserre de plus en plus de haut en bas de la cuisse pour constituer le canal fémoral qui se termine, sous l'aponévrose du canal de Hunter, par le canal des adducteurs. L'aponévrose de Hunter est une cloison fibreuse, véritable lame aponévrotique tendue entre le muscle grand adducteur et le muscle vaste médial, qui transforme la gouttière intermusculaire en canal des adducteurs. Le canal fémoral comprend l'artère et la veine fémorale, le nerf saphène, le nerf du vaste médial, et des rameaux du nerf obturateur. L'artère fémorale (anciennement superficielle) descend verticalement, traversant le canal fémoral, pour passer sous l'arcade du 3ème faisceau du grand adducteur, elle devient alors l'artère poplitée. Ainsi, le canal fémoral est un conduit étroit entre 2 entonnoirs. L'un est céphalique ouvert dans la loge fémorale du triangle fémoral où descend le nerf fémoral. L'autre, le hiatus des adducteurs proprement dit est caudal, ouvert dans la fosse poplitée où descend le nerf sciatique.

Pour ce qui est de l'analgésie, le rationnel est d'injecter à la partie médiale et moyenne de la cuisse dans le canal fémoral pour bloquer des rameaux du nerf du vaste médial, du nerf saphène et du nerf obturateur qui contribuent à innover le genou. D'un point de vue terminologique, le terme générique de bloc au canal des adducteurs renferme plusieurs procédures selon le niveau de l'injection. Une injection sous le sartorius au contact du nerf saphène au tiers supérieur de la cuisse est au niveau du triangle fémoral, l'injection au tiers moyen correspond au canal fémoral et celle au tiers inférieur au canal des adducteurs proprement dit. Une diffusion céphalique vers le nerf fémoral est possible et imprévisible en

cas de niveau de ponction proximale et/ou de volume élevé [19]. Une diffusion caudale au nerf sciatique est possible en cas de niveau de ponction distal [20]. Une ponction au tiers moyen de la cuisse et l'injection d'un volume pas trop important, de 20 ml, semble un bon compromis pour obtenir une diffusion aux nerfs saphène et vaste médial et une analgésie confinée à la partie médiale du genou. Comme en fémoral, la mise en place d'un cathéter au canal des adducteurs permet de prolonger l'analgésie. Il reste que certains patients se plaignent d'une analgésie insuffisante de la région latérale et du compartiment postérieur du genou. Une approche prometteuse pourrait être d'infiltrer les rameaux articulaires en injectant au contact des artères géniculées sous les muscles vastes au niveau des épicondyles fémoraux [21]. En échographie, le rameau artriculaire issu du nerf du vaste latéral se situe au contact de la branche descendante de l'artère fémorale circonflexe latérale entre les muscles droit fémoral et vaste latéral au sein du septum latéral intermusculaire [22].

Le bloc du plexus poplité ou iPACK

Comme pour le territoire nerveux fémoral, la tendance d'anesthésier uniquement les filets nerveux au plus près du genou pour limiter la parésie du quadriceps intéresse à présent le nerf sciatique, dont le blocage s'accompagne d'une paralysie des muscles de la jambe et du pied. L'innervation de la partie postérieure du genou provient du plexus poplité, constitué de filets nerveux issus de façon très variable des nerfs sciatique, tibial, fibulaire commun et obturateur. Ce plexus donne les rameaux articulaires qui accompagnent les artères géniculées jusqu'à l'articulation. Récemment, l'infiltration écho guidée de l'espace intermédiaire entre l'artère poplitée et la capsule postérieure du genou ou iPACK (infiltration of the interspace between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee) a été proposée comme alternative au bloc sciatique pour contrôler la douleur postérieure [23]. Les premières études trouvent un bénéfice à l'association en termes de qualité d'analgésie à l'association bloc fémoral et iPACK et en termes d'épargne motrice avec l'association canal des adducteurs et iPACK par rapport au bloc fémoral seul [24]. L'analgésie est améliorée en associant l'iPACK à une infiltration [25] ou à un canal des adducteurs [26]. Toutefois, le recul reste insuffisant pour mesurer les inconvénients de cette technique d'infiltration proche des coques postérieures, des vaisseaux poplités, et du nerf sciatique.

Analgésie multimodale

Les morphiniques font traditionnellement partie intégrante de la plupart des protocoles analgésiques postopératoires après chirurgie majeure du genou. L'analgésie contrôlée par le patient (ACP) intraveineuse présente de nombreux avantages : elle est immédiate, efficace et adaptée aux besoins individuels, en particulier chez le patient douloureux chronique. Cependant, la pompe entrave les déplacements du patient. L'administration orale d'opioïdes est une alternative dépendant de la disponibilité de l'infirmière. L'ACP sublinguale de sufentanil est une autre approche pour administrer des opioïdes en postopératoire sans besoin d'accès veineux, qui s'est avérée aussi efficace que l'ACP IV avec un plus grand confort d'utilisation. Toutefois, les opioïdes sont associés à un certain nombre d'effets secondaires, dont la sédation, la dépression respiratoire, les nausées et vomissements qui entravent la récupération postopératoire. Le risque de développement de tolérance et de la dépendance aux

opiacés a conduit à développer des stratégies complémentaires pour réduire la consommation de morphine dans un programme d'analgésie multimodale. L'administration de gabapentinoïdes est controversée et leur utilisation ne doit pas être systématique. Les AINS permettent une épargne morphinique sans réduction des effets secondaires imputables à ceux-ci et de meilleurs scores de douleurs le premier jour. Une cryothérapie compressive est intéressante dans les premiers jours postopératoires en contribuant à diminuer la douleur, l'œdème et le saignement sans effet indésirable. L'information préopératoire portant sur l'analgésie et la réhabilitation permet aussi d'améliorer le vécu périopératoire.

Synthèse et projection

Aujourd'hui, les données probantes sont suffisantes pour recommander une approche d'épargne morphinique et motrice associant les blocs périphériques et/ou l'infiltration péri-articulaire après chirurgie majeure du genou. Des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer la combinaison de techniques d'anesthésie régionale qui procure une analgésie optimale selon le type de chirurgie du genou.

Dans notre équipe pour l'arthroplastie du genou, l'association canal des adducteurs/iPACK a la préférence en cas de RAAC ; l'association cathéter fémoral/iPACK reste le meilleur choix pour le patient hospitalisé qui ne peut pas bénéficier d'une mobilisation précoce après chirurgie majeure.

La reconstruction du ligament croisé antérieur arthroscopique en ambulatoire est un geste douloureux, lorsque des analgésiques oraux non opioïdes sont utilisés seuls. L'analgésie régionale permet de diminuer les besoins en analgésiques oraux postopératoires, mais le choix de la technique d'analgésie régionale pour la reconstruction du ligament croisé antérieur reste controversé. Le bloc du nerf fémoral, au canal des adducteurs, et l'infiltration locale ont fait l'objet d'essais contrôlés randomisés. Pour la SAMBA [27], Abdallah et al. proposent d'identifier la modalité d'analgésie régionale, qui offre le meilleur équilibre entre l'efficacité de l'analgésique et les risques potentiels associés. Pour les 24 premières heures, l'infiltration locale offre le meilleur équilibre entre efficacité de l'analgésique et risques associés (recommandation forte, niveau de preuve modéré). Le bloc au canal des adducteurs ou du nerf fémoral est une option acceptable (recommandation faible, faible niveau de preuve). L'association bloc au canal des adducteurs et iPACK remporte l'adhésion des membres de notre équipe pour la chirurgie arthroscopique, bien qu'en l'absence de preuves formelles.

Les formes à libération prolongées d'anesthésiques locaux représentent un axe d'avenir, mais pour le moment les données sont insuffisantes pour prôner l'infiltration de bupivacaïne liposomale en routine. Les nouvelles présentations d'anesthésiques locaux à libération prolongée (PEG-PLA) pourraient changer la donne d'ici quelques années.

Conclusion

En 2019, l'objectif d'une analgésie postopératoire optimale est de réduire l'incidence et la gravité de la douleur postopératoire, tout en améliorant le degré de confort, la satisfaction du patient et en prenant en compte les impératifs de la rééducation précoce. Le cathétérisme

périmerveux fémoral est de moins en moins considéré comme le gold standard en postopératoire de la chirurgie majeure du genou. Pourtant, les techniques d'infiltrations périarticulaires et les blocs plus distaux (canal des adducteurs) préservent la force motrice au prix d'une moindre qualité d'analgésie au-delà des premières heures en l'absence de dispositif de réinjection. L'iPACK pourrait devenir la technique de choix pour contrôler la douleur du compartiment postérieur du genou.

Références

1. Beswick AD, Wylde V, Gooberman-Hill R, Blom A, Dieppe P. What proportion of patients report long-term pain after total hip or knee replacement for osteoarthritis? A systematic review of prospective studies in unselected patients. *BMJ Open* 2012;2:e000435.
2. Chou R, Gordon DB, de Leon-Casasola OA, Rosenberg JM, Bickler S, Brennan T, Carter T, Cassidy CL, Chittenden EH, Degenhardt E, Griffith S, Manworren R, McCarberg B, Montgomery R, Murphy J, Perkal MF, Suresh S, Sluka K, Strassels S, Thirlby R, Viscusi E, Walco GA, Warner L, Weisman SJ, Wu CL. Management of Postoperative Pain: a clinical Practice guideline From the American Pain society, the american society of regional anesthesiaand Pain Medicine, and the american society of anesthesiologists' committee on regional anesthesia, executive committee, and administrative council. *J Pain* 2016;17:131-57.
3. Frédéric Aubrun, Karine Nouette-Gaulain, Dominique Fletcher, Paul Zetlaoui. Réactualisation de la recommandation sur la douleur postopératoire DOI: 10.1016/j.douler.2017.01.007. <https://sfar.org/reactualisation-de-la-recommandation-sur-la-douleur-postoperatoire/>
4. X. Capdevila, N. Bernard, D. Morau Analgésie pour la chirurgie du genou Conférences d'actualisation 2000, p. 21-41. © 2000 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et SFAR
5. Charous MT, Madison SJ, Suresh PJ, Sandhu NS, Loland VJ, Mariano ER, et al. Continuous femoral nerve blocks: varying local anesthetic delivery method (bolus versus basal) to minimize quadriceps motor block while maintaining sensory block. *Anesthesiology* 2011;115:774-81.
6. Ilfeld BM, Duke KB, Donohue MC. The association between lower extremity continuous peripheral nerve blocks and patient falls after knee and hip arthroplasty. *Anesth Analg* 2010;111:1552-4.
7. Kehlet H, Dahl JB. Anaesthesia, surgery, and challenges in postoperative recovery. *Lancet* 2003;362(9399):1921-8.
8. Capdevila X, Barthelet Y, Biboulet P, Ryckwaert Y, Rubenovitch J, D'Athis F. Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology* 1999;91:8-15
9. Singelyn FJ, Deyaert M, Joris D, Pendeuille E, Gouverneur JM. Effects of intravenous patient-controlled analgesia with morphine, continuous epidural analgesia, and continuous three-in-one block on postoperative pain and knee rehabilitation after unilateral total knee arthroplasty. *Anesth Analg* 1998;87:88-92.
10. Paul JE, Arya A, Hurlburt L, Cheng J, Thabane L, Tidy A, et al. Femoral nerve block improves analgesia outcomes after total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesthesiology* 2010;113:1144-62.
11. Pham Dang C, Gautheron E, Guilley J, Fernandez M, Waast D, Volteau C, et al. The value of adding sciatic block to continuous femoral block for analgesia after total knee replacement. *Reg Anesth Pain Med* 2005;30:128-33

12. Abdallah FW, Chan VW, Gandhi R, Koshkin A, Abbas S, Brull R. The analgesic effects of proximal, distal, or no sciatic nerve block on posterior knee pain after total knee arthroplasty: a double-blind placebo-controlled randomized trial. *Anesthesiology* 2014;121:1302-10.
13. McNamee DA, Parks L, Milligan KR. Postoperative analgesia following total knee replacement: an evaluation of the addition of an obturator nerve block to combined femoral and sciatic nerve block. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002;46:95-9.
14. Terkawi AS, Mavridis D, Sessler DI, Nunemaker MS, Doais KS, Terkawi RS, Terkawi YS, Petropoulou M, Nemergut EC. Pain Management Modalities after Total Knee Arthroplasty: A Network Meta-analysis of 170 Randomized Controlled Trials. *Anesthesiology*. 2017 May;126(5):923-937.
15. Essving P, Axelsson K, Kjellberg J, Wallgren O, Gupta A, Lundin A. Reduced hospital stay, morphine consumption, and pain intensity with local infiltration analgesia after unicompartmental knee arthroplasty. *Acta Orthop* 2009;80(2):213—9.
16. Neal JM, Barrington MJ, Fettiplace MR, Gitman M, Memtsoudis SG, Mörwald EE, Rubin DS, Weinberg G. The Third American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Practice Advisory on Local Anesthetic Systemic Toxicity: Executive Summary 2017. *Reg Anesth Pain Med*. 2018 Feb;43:113-123.
17. van der Wal M, Lang SA, Yip RW. Transsartorial approach for saphenous nerve block. *Can J Anaesth* 1993; 40: 542e6
18. *Traité d'anatomie humaine de Georges Paturet, Philippe Bellocq, Masson 1964. Tome 2.*
19. Chen J, Lesser JB, Hadzic A, Reiss W, Resta-Flarer F. Adductor canal block can result in motor block of the quadriceps muscle. *Reg Anesth Pain Med*. 2014 Mar-Apr;39(2):170-1.
20. Gautier PE, Hadzic A, Lecoq JP, Brichant JF, Kuroda MM, Vandepitte C. Distribution of Injectate and Sensory-Motor Blockade After Adductor Canal Block. *Anesth Analg*. 2016 Jan;122(1):279-82.
21. Egeler C, Jayakumar A, Ford S. Motor-sparing knee block description of a new technique. *Anaesthesia* 2013;68:542-3
22. O'Donnell R, Dolan J. Anaesthesia and analgesia for knee joint arthroplasty. *BJA Education* 2018;18:8-15
23. Sinha S, Abrams J, Sivasenthil S, Freitas D, D'Alessio J, Barnett J, Weller R, Lewis C. Use of Ultrasound Guided Popliteal Fossa Infiltration to Control Pain after Total Knee Arthroplasty: A Prospective, Randomized, Observer-Blinded Study. Presented at the American Society of Regional Anesthesia (ASRA) Meeting , March 15-18, 2012 in San Diego; Abstract P 52
24. Thobhani S, Scalercio L, Elliott CE, Nossaman BD, Thomas LC, Yuratich D, Bland K, Osteen K, Patterson ME. Novel Regional Techniques for Total Knee Arthroplasty Promote Reduced Hospital Length of Stay: An Analysis of 106 Patients. *Ochsner J*. 2017 Fall;17(3):233-238.
25. Kim DH, Beathe JC, Lin Y, YaDeau JT, Maalouf DB, Goytizolo E, Garnett C, Ranawat AS, Su EP, Mayman DJ, Memtsoudis SG. Addition of Infiltration Between the Popliteal Artery and the Capsule of the Posterior Knee and Adductor Canal Block to Periarticular Injection Enhances

Postoperative Pain Control in Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *Anesth Analg.* 2018 Sep 12. doi: 10.1213/ANE.0000000000003794. [Epub ahead of print]

26. Sankineani SR, Reddy ARC, Eachempati KK, Jangale A, Gurava Reddy AV. Comparison of adductor canal block and IPACK block (interspace between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee) with adductor canal block alone after total knee arthroplasty: a prospective control trial on pain and knee function in immediate postoperative period. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018 Oct;28:1391-1395.

27. Abdallah FW, Brull R, Joshi GP; Society for Ambulatory Anesthesia (SAMBA). Pain Management for Ambulatory Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Evidence-Based Recommendations From the Society for Ambulatory Anesthesia. *Anesth Analg.* 2019 Apr;128:631-640.