

RÉHABILITATION PÉRI-OPÉATOIRE: LA CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE

Bertrand Abbal, Olivier Choquet, Xavier Capdevila

Département d'Anesthésie et Réanimation, Hôpital Lapeyronie, CHU Montpellier, 34295 Montpellier Cedex 5. E-Mail: x-capdevila@chu-montpellier.fr

INTRODUCTION

Le patient bénéficiant d'une chirurgie orthopédique pose le double problème de « l'obligation de résultat » concernant le statut fonctionnel de la chirurgie et de l'exacerbation douloureuse lors des mobilisations articulaires nécessaires à l'obtention du résultat attendu. Le traitement de la douleur postopératoire se justifie par la participation prépondérante de celle-ci dans les conséquences locales ou générales d'une intervention. La survenue de perturbations physiologiques péri-opératoires (cardiaques, respiratoires, neuropsychiques) est habituellement retrouvée [1]. La réduction de leurs effets par le recours à une analgésie bien menée est totalement admise [2]. Même si l'intérêt en termes de morbidité d'une analgésie postopératoire efficace, continue ou non, n'a pu être formellement démontré que dans des populations à risque [3, 4], le but avoué de cette analgésie est placé sur le terrain du confort et surtout sur l'optimisation par celle-ci d'une rééducation postopératoire précoce, seule garantie d'une bonne approche clinique et économique [5]. Les techniques analgésiques améliorent le pronostic chirurgical (résultat de l'intervention, durée et déroulement de la phase postopératoire) car elles permettent une kinésithérapie plus intense responsable d'exacerbations douloureuses [6]. La création d'un chemin clinique spécifique pour la chirurgie orthopédique, associant prise en charge physiothérapique précoce et intense et contrôle de la douleur à la mobilisation par la mise en place d'un programme actif d'analgésie régionale, est donc l'un des objectifs principaux pour assurer un pronostic optimal à moyen terme et des économies substantielles pour la structure de soins [7-9].

1. RÉÉDUCATION POSTOPÉATOIRE PRÉCOCE

La rééducation fonctionnelle précoce permet de rétablir une fonction organique naturelle pour permettre une activité quotidienne aisée (flexion, extension, rotation) et sûre (verrouillage articulaire). La mobilisation postopératoire génère une exacerbation des scores de douleur, favorise son rejet par le patient

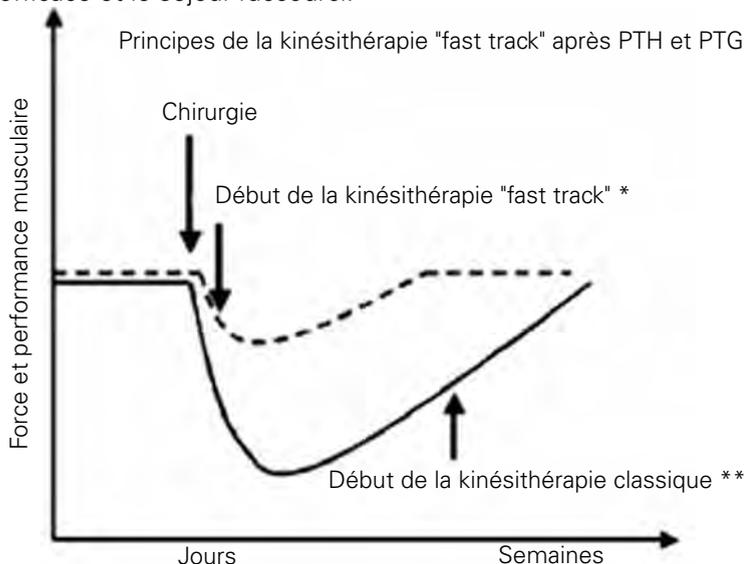
et entraîne en corollaire une immobilisation prolongée de l'articulation [10]. Les conséquences de cette immobilisation ont clairement été démontrées: résorption osseuse et réduction de la masse ostéo-calcique, modifications biochimiques et ultra-structurelles du cartilage, diminution de la résistance à la rupture ligamentaire, diminution de la synthèse protéique avec amyotrophie [11-13]. Ces altérations sont cliniquement présentes en 3 à 5 jours et peuvent être permanentes après huit semaines. La mobilisation active ou passive est donc un facteur déterminant de limitation des adhérences musculo-tendineuses, de l'amyotrophie, des hémarthroses et des complications thromboemboliques après chirurgie de la hanche et du genou chez le vieillard. Le combat contre les épisodes douloureux entraînés par ces mobilisations est un des garants de la réussite chirurgicale.

2. FACTEURS INFLUENÇANT LES RÉSULTATS FONCTIONNELS

Il est fondamental de s'intéresser aux facteurs qui sont la clef de voûte de la réussite du pronostic fonctionnel en péri-opératoire d'une chirurgie orthopédique majeure.

2.1. LE « TIMING » DE LA PÉRIODE DE RÉHABILITATION

Il est important à considérer et se doit d'être précoce, progressif, initié sur les paramètres de récupération de force musculaire et de fonctionnalité de l'articulation, avec des exercices limités en temps dans la journée (trois périodes de quarante à soixante minutes) (Figure 1) [14]. Plus le programme d'ERAS (Enhanced Recovery After Surgery) est débuté tôt, plus la réhabilitation est efficace et le séjour raccourci.



* Exercices peu fréquents mais intenses, sélectionnés sur l'évaluation préalable des déficits et de la physiologie, initiés précocement après la chirurgie

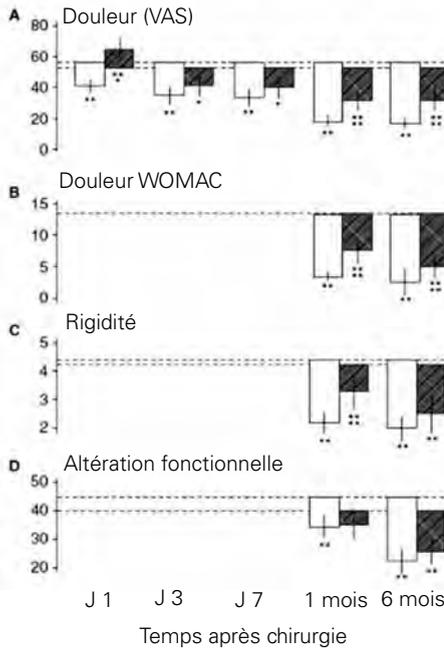
** Exercices fréquents mais peu intenses, sélectionnés selon la nature des déficits et selon les méthodes traditionnelles.

Figure 1 : Impact de la période de mise en place d'une réhabilitation précoce sur la qualité du pronostic chirurgical

2.2. TYPE ET RÉALISATION DE LA CHIRURGIE

Le type de chirurgie et la façon dont elle est réalisée interfèrent sensiblement sur la qualité de la récupération fonctionnelle postopératoire. Salmon et collègues [15] dans une étude prospective portant sur 160 patients, retrouvent une amélioration du pronostic fonctionnel, de la fatigue ressentie et de la douleur quotidienne un mois et six mois après prothèse totale de hanche ou de genou. Les auteurs notent une différence sur la qualité et la vitesse de récupération qui s'avèrent bien plus délicates pour l'arthroplastie de genou (Figure 2, panels A et B). De la même façon, la chirurgie mini invasive limite les délabrements musculaires et optimise la qualité et la rapidité de la réhabilitation postopératoire.

Panel A



Panel B

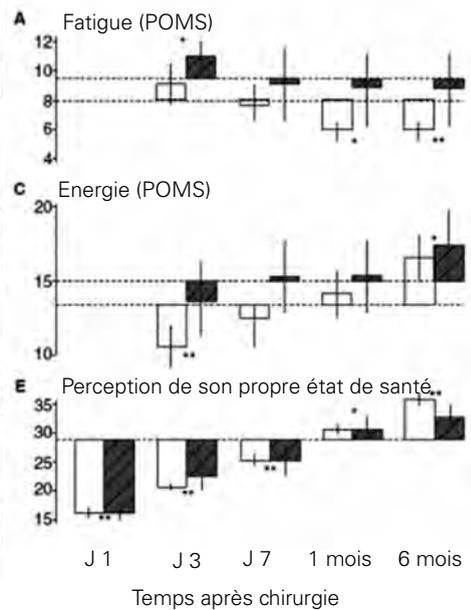


Figure 2: Panel A: Ressenti des patients dans le postopératoire de chirurgies d'arthroplastie de hanche (carrés blancs) et de genou (carrés gris) concernant la douleur, et l'amélioration de l'impotence fonctionnelle.

Panel B: Impact de la chirurgie sur la fatigue et la qualité de vie postopératoire des patients.

Il faut noter l'amélioration constante apportée par l'arthroplastie de hanche pour tous les critères étudiés et l'amélioration plus difficile concernant la prothèse de genou [15].

2.3. TYPE DE FRACTURES ET ÂGE, MISE EN PLACE D'UNE PROTHÈSE

Les fractures instables intertrochantériennes et les circonstances de leurs prises en charge (retard, autres atteintes...) majorent le risque et sont des facteurs indépendants de surmortalité et de mauvaise récupération postopératoire [16, 17]. Les patients du quatrième âge (90-100 ans) ont peu de chance de récupération fonctionnelle *ad integrum* et sont sujets à de fréquentes décompensations de leurs pathologies préexistantes ou des delirium dans le postopératoire [18-20].

2.4. PRISE EN CHARGE EN CHIRURGIE ARTICULAIRE

La prise en charge spécifique et orientée des patients opérés de chirurgie articulaire par des personnels spécialisés (gériatres, physiothérapeutes, psychologues) dans le pré et postopératoire majore très sensiblement le succès de récupération fonctionnelle [21, 22, 23, 24]. Le concept de pré-habilitation a vu le jour récemment. Cette prise en charge est associée à la kinésithérapie, à la préparation psychologique, à la diététique et insiste sur le travail en résistance et en endurance, avec un but avoué qui est l'amélioration des performances musculaires avant l'intervention [23, 24]. Cette préparation préopératoire améliore les conditions de rééducation postopératoire en puissance musculaire et en fonctionnalité et permet une diminution de la douleur postopératoire. Dans ce contexte, la rééducation intensifiée par du travail en résistance ou par stimulation électrique musculaire et la marche rapide sont fortement recommandées [25, 26]. Il est actuellement parfaitement démontré d'une part que l'utilisation d'une kinésithérapie automatisée précoce continue améliore le résultat fonctionnel de chirurgie articulaire du genou ou de la hanche et diminue la durée d'hospitalisation [25] et d'autre part que la mise en place d'un programme multimodal individualisé de réhabilitation postopératoire optimise le résultat fonctionnel des chirurgies pour PTH et PTG tout en permettant une diminution sensible des durées d'hospitalisation [26]. Les programmes individualisés type « Fast Tracking » permettent une diminution des durées d'hospitalisation, une amélioration de la qualité de vie postopératoire mais nécessitent un personnel de physiothérapie important qui n'est pas forcément disponible dans toutes les structures de soin [27, 28].

2.5. SEXE DES PATIENTS

Il influe peu sur la qualité de la récupération postopératoire mais le type de prise en charge en fonction du pays considéré est d'une importance capitale.

2.6. L'ANÉMIE PÉRI-OPÉRATOIRE

Peu d'études se sont véritablement intéressées, jusqu'à présent, à l'impact de l'anémie postopératoire sur la réhabilitation à court et moyen termes après chirurgie. Dans un travail comprenant 208 patients après PTH, les auteurs ont étudié trois groupes :

- Un groupe placebo.
- Un groupe recevant de l'érythropoïétine pendant 14 jours.
- Un groupe recevant de l'érythropoïétine pendant 9 jours [29].

Le taux d'hémoglobine, qui était la variable principalement évaluée, augmentait au prorata du nombre de jours d'érythropoïétine mais il n'était pas retrouvé de différence dans la fatigue ou la performance des patients. Aucun test ou exercice objectif de performance n'était toutefois évalué. Lawrence et al. [30] ont étudié une cohorte de 5793 patients consécutifs dans 20 hôpitaux. Le résultat principal de ce travail était l'amélioration linéaire de la performance physique des patients (distance de marche) avec l'augmentation des seuils d'hémoglobine par transfusion de culots globulaires. Cette étude démontre donc une relation de cause à effet entre la correction de l'anémie et l'amélioration de la réhabilitation postopératoire (Figure 3). Conlon et al. [31] retrouvent chez 87 patients opérés d'une PTH une relation très claire entre le niveau d'hémoglobine au 8^{ème} jour postopératoire et la qualité de vie des patients, évaluée par un score SF-36, dans les semaines qui suivent la chirurgie (Figure 4).

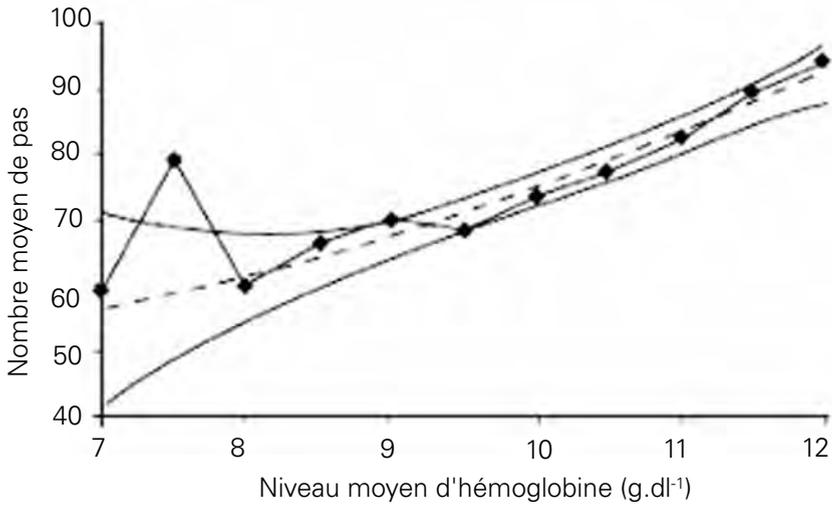


Figure 3 : Relation linéaire entre la valeur moyenne d'hémoglobine et la distance parcourue par les patients [30]

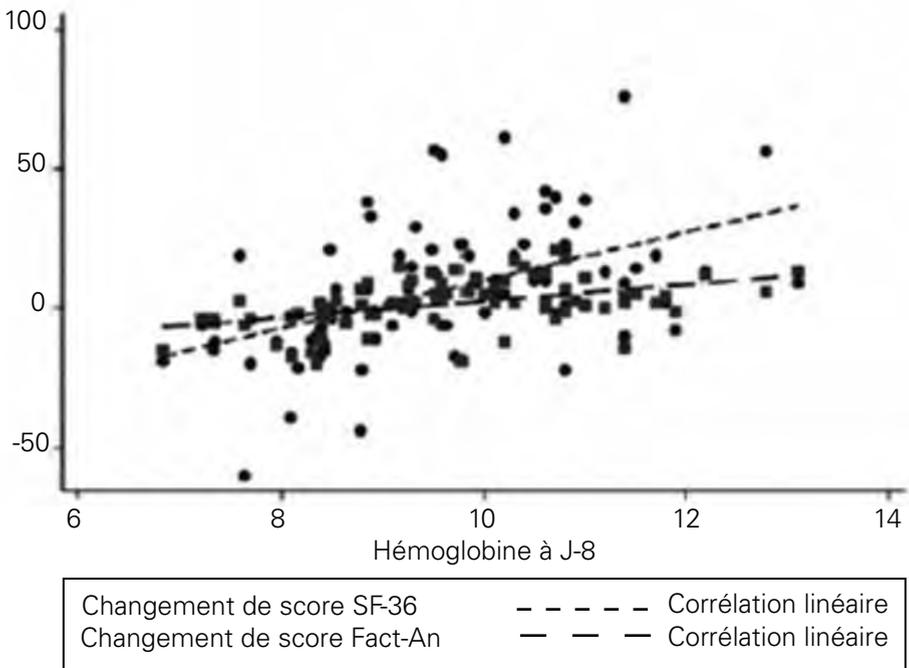


Figure 4 : Corrélacion entre le seuil d'hémoglobine à J 8 et les amélioracions de la qualité de vie ressenties par les patients après chirurgie de hanche, mesurées par le SF-36 [31].

Toutefois l'objectif d'une technique de rééducation fonctionnelle basée sur la seule diminution du séjour hospitalier doit être élargi vers des indicateurs plus fins de pronostic fonctionnel. Les études centrées sur la récupération des amplitudes articulaires dans un premier temps, supplantée actuellement par l'évaluation de scores de remise en charge d'un patient ou de qualité de vie

postopératoire sont actuellement indispensables pour évaluer l'apport d'une technique analgésique ou d'un programme de réhabilitation [7, 32].

L'amplitude normale d'un genou est de 0 à 130°. Une flexion de 67° est requise pour la hanche. Il semble donc licite de colliger le degré maximal de flexion atteint chez un patient dans le postopératoire immédiat et sa cinétique de récupération. Le caractère multifactoriel de cette approche implique la recherche du type de chirurgie, la durée d'intervention, l'importance de l'amplitude articulaire préopératoire, l'intensité de la rééducation et le degré d'analgésie procuré. Deux travaux soulignent tout l'intérêt de centrer les besoins par rapport aux résultats attendus. Colwell et al. [33] rapportent que l'utilisation 10 à 20 h par jour d'une mobilisation passive sur arthromoteur débutée à 30° de flexion puis augmentée de 10° par jour après chirurgie prothétique du genou diminue l'hémarthrose postopératoire, génère une récupération plus rapide de l'amplitude articulaire et accélère la réhabilitation avec pour corollaire une diminution de la durée moyenne de séjour. Aarons et al. [34] ont étudié deux séries consécutives de 40 et 23 arthroplasties respectivement de hanche et de genou. La récupération fonctionnelle était optimale et la douleur générée minimale pour la PTH à 7 et 50 jours. Au contraire les patients opérés du genou avaient relativement peu d'amélioration fonctionnelle à 50 jours étant donné la douleur très importante ressentie dans le péri-opératoire.

On peut également noter que l'utilisation d'une mobilisation postopératoire passive continue sur arthromoteur, la marche précoce dès l'après midi ou le lendemain de l'intervention permettent d'améliorer les performances articulaires et fonctionnelles à moyen terme et une diminution de la douleur ressentie en postopératoire [35]. L'œdème et la rétention de sang intra-articulaire postopératoire au niveau du genou opéré quant à eux freinent légitimement la rééducation et augmentent la douleur postopératoire. Ceux-ci doivent être particulièrement surveillés dans le cadre de la chirurgie sans drainage. La mise en place de vessies de glace sur l'articulation concernée et d'un bloc fémoral continu postopératoire sont deux facteurs indépendants permettant une diminution significative de l'œdème et des analgésiques par voie systémique.

3. LE RÔLE CENTRAL DE L'ANESTHÉSISTE: QUELLE TECHNIQUE ANALGÉSIQUE ?

La meilleure approche analgésique permettant d'assurer une rééducation fonctionnelle de qualité est multimodale. Le concept d'analgésie multimodale est fondamental. L'adjonction des sites d'action permet de contrer le message nociceptif et l'effet synergique ou additif des associations, réduit les doses de chaque analgésique et par là même leurs effets secondaires. Ces associations pourront être systémiques ou régionales.

3.1. ANALGÉSIE SYSTÉMIQUE

3.1.1. MORPHINE EN ACP

Elle est adaptée à la variabilité intra et interindividuelle de la consommation de morphine en offrant un taux de satisfaction élevé. Elle se heurte à plusieurs problèmes en ce qui concerne la personne âgée en période de rééducation postopératoire. Elle ne permet que partiellement de soulager les patients au moment de la kinésithérapie et est responsable d'effets secondaires fréquents.

Syngelin et al. [36] rapportent, comme d'autres auteurs avant eux, une limitation analgésique lors des mouvements après arthroplastie de hanche et une incidence de 58 % dans les effets secondaires liés à la méthode (29 % nausées, vomissements, 19 % de rétention urinaire, 5 % de sédation). 48 % des personnes âgées sont capables d'utiliser de façon conventionnelle une ACP morphine (32 % des patients la refusent et 26 % ont une déficience intellectuelle). Classiquement l'analgésie est meilleure sous PCA qu'avec les opiacés IM. Dans une des rares études comparant l'analgésie auto-contrôlée et la voie intramusculaire, Colwel et al. [33] sur une série randomisée de 195 patients opérés d'arthroplasties de hanche et de genou ne rapportent aucune différence significative entre les groupes concernant la qualité de l'analgésie, le périmètre de marche, la mobilité du patient dans son lit, la capacité de transfert au fauteuil et la durée d'hospitalisation.

3.1.2. ANTI-INFLAMMATOIRES NON STÉROÏDIENS

Les AINS se doivent d'être utilisés précocement lorsque la part inflammatoire médiée par le geste chirurgical est importante. La chirurgie articulaire est le terrain de prédilection des AINS. Le choix de l'AINS, dans le cadre d'une mobilisation précoce, se base sur la disponibilité d'une forme parentérale et sur sa possible action analgésique centrale. Le kétoprofène est le plus utilisé à la posologie IV lente de 0,75 à 1 mg.kg⁻¹ deux fois par jour. Il procure une analgésie efficace de 8 heures dans 67 % des cas [37]. La tolérance rénale des AINS semble bonne en l'absence de pathologie préexistante et se limite à une élévation transitoire de l'urée sanguine chez 20 % des patients. Toutefois l'augmentation de la probabilité d'insuffisance rénale aiguë aux AINS avec l'âge doit rendre prudent quant à l'utilisation irrationnelle de ces molécules. De la même façon le rôle anti-inflammatoire actuellement démontré des blocs périphériques nerveux continus aux anesthésiques locaux doit permettre de diminuer les doses administrées pour un même résultat fonctionnel pour le patient [38-40].

3.1.3. ANALGÉSIE PÉRIMÉDULLAIRE

Les techniques péri médullaires permettent d'obtenir un résultat satisfaisant sur le plan de la rééducation mais au prix d'effets secondaires non négligeables. L'association anesthésique local et faible posologie d'opiacé permet le meilleur compromis entre qualité d'analgésie et limitation des effets secondaires. Une mobilisation articulaire plus importante est obtenue durant les premières 72 heures. L'aptitude à la marche des patients est en moyenne possible un jour plus tôt par rapport aux patients recevant de la morphine intraveineuse. Une plus courte durée d'hospitalisation est également relevée. Cependant dans la majorité des travaux, tous les patients étaient surveillés dans une unité de surveillance continue pendant trois jours (2 % à 5 % d'épisodes de dépression respiratoire et sondage urinaire à demeure pour tous les patients). Sur un collectif important de 262 patients Williams-Russo et al. [41] ont étudié les résultats postopératoires précoces après prothèse du genou. Le protocole de rééducation pour tous les patients était composé dès le premier jour postopératoire d'une mobilisation passive continue et à partir du deuxième jour du lever du patient, d'une déambulation avec appui et d'exercices de kinésithérapie. Par rapport à une analgésie conventionnelle, le choix d'une analgésie péridurale postopératoire a permis d'atteindre plus précocement certains objectifs fixés de récupération fonctionnelle comme la montée assistée des escaliers (7,9 ± 3,1 versus 9,5 ± 4,9 jours, P < 0,002) et la flexion du genou à 90° (6,9 ± 2,1 versus 7,8 ± 3,2 jours, P < 0,03).

3.1.4. ANALGÉSIE PAR VOIE PÉRINEURALE

Les paroxysmes douloureux lors de la rééducation postopératoire, associés à des spasmes musculaires, représentent le principal obstacle à une kinésithérapie précoce de bonne qualité, garante d'un bon résultat fonctionnel. Malgré le questionnement qui peut encore se poser concernant l'utilité d'un bloc continu par rapport à un bloc en injection unique [42, 43], la majorité des travaux confirment l'efficacité très supérieure du cathétérisme péryneural par rapport à d'autres techniques après chirurgie orthopédique [44-47]. De très récents travaux, prospectifs et randomisés, confortent la place du cathétérisme péryneural dans le contexte péri-opératoire de la réadaptation fonctionnelle précoce après chirurgie articulaire. L'analgésie par cathéter interscalénique, procure un soulagement optimal supérieur à l'ACP morphine, surtout en mode PCA sur cathéter, qui permet une amélioration dans la qualité de la réadaptation fonctionnelle postopératoire précoce [48-50] même si la mobilisation articulaire précoce n'est pas systématiquement recommandée actuellement après chirurgie majeure de l'épaule. Concernant le membre inférieur, des études ont permis de confirmer le lien entre le pronostic fonctionnel et la prise en charge multidisciplinaire incluant notamment les techniques d'analgésie et les programmes intensifs de rééducation. Une série de 62 patients a bénéficié d'une PCA intraveineuse de morphine, d'anti-inflammatoires et d'un cathéter ilio-fascial après prothèse totale de genou. Trois groupes, randomisés, ont été individualisés en fonction du produit administré dans le cathéter péri nerveux à un débit de 10 ml.h^{-1} (groupes placebo, bupivacaïne à 0,1 % et 0,2 %) pour une durée de 48 heures. Une épargne morphinique a été retrouvée ainsi qu'une augmentation de l'amplitude articulaire pour la période postopératoire précoce. Les bénéfices précoces obtenus n'ont pas influencé le résultat à six semaines [51]. Dans des mains expertes ou non expertes la qualité de l'analgésie et la durée d'hospitalisation sont optimisées lorsqu'un cathéter fémoral et un bloc continu sont utilisés en postopératoire [52, 53]. Il est évident que ces résultats très intéressants doivent être revus à la lumière de nouvelles données concernant les durées d'hospitalisation et les nouvelles techniques d'infiltrations péri et intra-articulaires par des anesthésiques locaux. Concernant les durées d'hospitalisation, les travaux du groupe de B Ilfeld et al. [52-54] ont clairement montré un bénéfice à l'utilisation de cathétérisme péri neuraux après chirurgie du genou, de l'épaule ou de la hanche. Ces auteurs retrouvent une optimisation des possibilités de rééducation postopératoire précoce avec l'obtention de trois critères fonctionnels de « mise à la rue » des patients opérés de PTG 46 h plus tôt chez les patients bénéficiant d'un cathéter fémoral par rapport à ceux recevant une PCA morphine [53]. Ces résultats dans l'amélioration de la qualité du pronostic fonctionnel postopératoire des patients opérés de PTH ou PTG sont également rapportés par Hebl et al. [55] et ont motivé la mise en place de recommandations nord américaines sur la nécessité de « Total Joint Regional Anesthesia Programs ». Concernant les infiltrations péri et intra-articulaires d'anesthésiques locaux, des résultats surprenants et intéressants avaient été apportés principalement par des équipes scandinaves qui mettaient en avant l'intérêt d'infiltrations dans les capsules périarticulaires et dans l'articulation de 200 à 300 ml de ropivacaïne 2 mg.ml^{-1} associés à du kétorolac et de l'adrénaline [56, 57]. Les auteurs démontraient une amélioration sensible de l'analgésie postopératoire et de la marche en postopératoire comparativement à une analgésie systémique mais également

par rapport à un bloc fémoral ou une analgésie épidurale. La simplicité de la technique plaide donc en sa faveur. De plus récentes études centrées sur le pronostic fonctionnel suivant la chirurgie et la qualité de vie remettent en cause ces résultats et ramènent au-devant de la scène l'intérêt des blocs nerveux continus [58, 59]. Une des limites dans l'utilisation des blocs nerveux continus est le risque de chute ou de limitation de la force musculaire pour la rééducation postopératoire. Ce phénomène n'est pas en relation directe systématique avec le bloc fémoral et doit être parfaitement analysé [60].

CONCLUSION

Les meilleurs résultats fonctionnels pour nos patients passent par une organisation assurément transversale de la réadaptation postopératoire en chirurgie orthopédique. La création de services de douleurs aiguës ou de structures permettant les surveillances de techniques analgésiques efficaces se fera par une approche globale incluant tous les partenaires (patient, infirmière, éducateur fonctionnel, chirurgien, anesthésiste-réanimateur). D'autres études sont nécessaires pour analyser les répercussions de nos pratiques sur le pronostic fonctionnel après la période postopératoire précoce.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Lynch EP, Lazor MA, Gellis JE, Orav J, Goldman L, Marcantonio ER. The impact of postoperative pain on the development of postoperative delirium. *Anesth Analg* 1998;86:781-5
- [2] Liu S, Carpenter RL, Neal JM. Epidural anesthesia and analgesia: their role in postoperative outcome. *Anesthesiology* 1995;83:1474-506
- [3] Mangano DT, Siliciano D, Hollenberg M, and the study of perioperative ischemia Research Group. Postoperative myocardial ischemie: therapeutique trials using intensive analgesia following surgery. *Anesthesiology* 1992;76:342-53
- [4] Beattie WS, Buckley DN. Epidural morphine reduces the risk of postoperative myocardial ischaemia in patients with cardiac risk factors. *Can J Anaesth* 1993;40:532-41
- [5] Watters JM. Preventive measures in the elderly surgical patient. *Can J Surg* 1991;34:561-64
- [6] Tsui SL, Lo RJ, Tong WN, Yang JC, O'Regan AM, Ng KF. A clinical audit for postoperative pain control on 1443 surgical patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995;33:137-48
- [7] Ilfeld BM, Meyer RS, Le LT, Mariano ER, Williams BA, Vandeborne K, Duncan PW, Sessler DI, Enneking FK, Shuster JJ, Maldonado RC, Gearen PF Health-related quality of life after tricompartment knee arthroplasty with and without an extended-duration continuous femoral nerve block: a prospective, 1-year follow-up of a randomized, triple-masked, placebo-controlled study. *Anesth Analg*. 2009;108:1320-5
- [8] Larsen K, Hansen TB, Thomsen PB, Christiansen T, Søballe K. Cost-effectiveness of accelerated perioperative care and rehabilitation after total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91:761-72
- [9] Barbieri A, Vanhaecht K, Van Herck P, Sermeus W, Faggiano F, Marchisio S, Panella M Effects of clinical pathways in the joint replacement: a meta-analysis. *BMC Med*. 2009;1:7-32
- [10] Benedetti C, Bonica JJ, Bellucci G. Pathophysiology and therapy of postoperative pain: a review. In: Benedetti C, ed. *Advances in pain research and therapy*, New York 1984;7:373-07
- [11] Namba RS, Kabo JM, Dorey FJ, Meals RA. Basic science and pathology. Continuous passive motion versus immobilization. The effect on posttraumatic joint stiffness. *Clin Orthop* 1991;267:218-23
- [12] Salter RB. The biologic concept of continuous passive motion of synovial joints. The first 18 years of basic research and its clinical application. *Clin Orthop* 1989;242:12-25
- [13] O'Meara PM. Rehabilitation following reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Orthopedics* 1993;16:301-6

- [14] Bandholm T, Kehlet H. Physiotherapy exercise after fast-track total hip and knee arthroplasty: time for reconsideration? *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93:1292-4
- [15] Salmon P, Hall GM, Peerbhoy D, Shenkin A, Parker C. Recovery from hip and knee arthroplasty: patients' perspective on pain, function, quality of life and well-being up to 6 months postoperatively. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:360-66
- [16] Cornwall R, Gilbert MS, Koval KJ, Strauss E, Siu AL. Functional outcomes and mortality vary among different types of hip fractures: a function of patient characteristics. *Clin Orthop* 2004;425:64-71
- [17] Doruk H, Mas MR, Yildiz C, Sonmez A, Kyrdemir V. The effect of the timing of hip fracture surgery on the activity of daily living and mortality in elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2004;39:179-85
- [18] Shabat S, Mann G, Gepstein R, Fredman B, Folman Y, Nyska M. Operative treatment for hip fractures in patients 100 years of age and older: is it justified? *J Orthop Trauma* 2004;18:431-5
- [19] Zakriya K, Sieber FE, Christmas C, Wenz JF, Jranckowiak S. Brief postoperative delirium in hip fractures patients affects functional outcome at three months. *Anesth Analg* 2004;98:1798-802
- [20] Kagansky N, Rimon E, Naor S, Dvornikov E, Cojocar L, Levy S. Low incidence of delirium in very old patients after surgery for hip fractures. *Am J Geriatr Psychiatry* 2004;12:306-14
- [21] Berge DJ, Dolin SJ, Williams A, Harman R. Pre-operative and postoperative effect of a pain management programme prior to total hip replacement: a randomized controlled trial. *Pain* 2004;110:33-9
- [22] Beaupre LA, Lier D, Davies DM, Johnston DB. The effect of a preoperative exercise and education program on functional recovery, health related quality of life, and health service utilization following primary total knee arthroplasty. *J Rheumatol* 2004;31:1166-73
- [23] Topp R, Swank AM, Quesada PM, Nyland J, Malkani A. The effect of prehabilitation exercise on strength and functioning after total knee arthroplasty. *PM R.* 2009;1:729-35
- [24] McKay C, Prapavessis H, Doherty T. The effect of a prehabilitation exercise program on quadriceps strength for patients undergoing total knee arthroplasty: a randomized controlled pilot study. *PM R.* 2012;4:647-56
- [25] Suetta C, Magnusson P, Rosted A, Aagaard P, Jakobsen A, Larsen LH, Duus B, Kjaer M. Resistance training in the early postoperative phase reduces hospitalization and leads to muscle hypertrophy in elderly hip surgery patients- A controlled, randomized study. *J Am Geriatr Soc* 2004;52:2016-22
- [26] Aalund PK, Larsen K, Hansen TB, Bandholm T. Normalized knee-extension strength or leg-press power after fast-track total knee arthroplasty: which measure is most closely associated with performance-based and self-reported function? *Arch Phys Med Rehabil.* 2013;94:384-90
- [27] Smith TO, McCabe C, Lister S, Christie SP, Cross J. Rehabilitation implications during the development of the Norwich Enhanced Recovery Programme (NERP) for patients following total knee and total hip arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012;98:499-505
- [28] Khan F, Ng L, Gonzalez S, Hale T, Turner-Stokes L. Multidisciplinary rehabilitation programmes following joint replacement at the hip and knee in chronic arthropathy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008
- [29] Canadian Orthopedic Perioperative Erythropoietin Study Group. Effectiveness of perioperative recombinant human erythropoietin in elective hip replacement. *Lancet* 1993;341:1227-32
- [30] Lawrence VA, Silverstein JH, Cornel JE, et al. Higher HB level is associated with better early functional recovery after hip fracture repair. *Transfusion* 2003;43:1717-22
- [31] Conlon NP, Bale EP, Herbison GP, McCarroll M. Postoperative anemia and quality of life after primary hip arthroplasty in patients over 65 years old. *Anesth Analg.* 2008;106:1056-61
- [32] Fischer HB, Simanski CJ, Sharp C, Bonnet F, Camu F, Neugebauer EA, Rawal N, Joshi GP, Schug SA, Kehlet H; PROSPECT Working Group. A procedure-specific systematic review and consensus recommendations for postoperative analgesia following total knee arthroplasty. *Anaesthesia.* 2008;63:1105-23
- [33] Colwell CW, Morris BA. The influence of continuous passive motion on the results of total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1992;276:225-8
- [34] Aarons H, Hall G, Hughes S, Salmon P. Short-term recovery from hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1996;78B:555-8

- [35] Lunn TH, Kristensen BB, Gaarn-Larsen L, Kehlet H. Possible effects of mobilisation on acute postoperative pain and nociceptive function after total knee arthroplasty. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2012;56:1234-40
- [36] Singelyn FJ, Gouverneur JMA. Postoperative analgesia after total hip arthroplasty: IV PCA with morphine, patient-controlled epidural analgesia, or continuous "3-in-1" block? : a prospective evaluation by our acute pain service in more than 1,300 patients. *J Clin Anesth* 1999;11:550-4
- [37] Langlais F, Bourgin T, maignan JM, Sauvage J, Harrewyn JM. Comparative study of ketoprofen and pethidine in severe postoperative pain. *Ann Fr Anesth Réanim* 1987;6:408-12
- [38] Bagry H, de la Cuadra Fontaine JC, Asenjo JF, Bracco D, Carli F. Effect of a continuous peripheral nerve block on the inflammatory response in knee arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med.* 2008;33:17-23
- [39] Martin F, Martinez V, Mazoit JX, Bouhassira D, Cherif K, Gentili ME, Piriou P, Chauvin M, Fletcher D. Antiinflammatory effect of peripheral nerve blocks after knee surgery: clinical and biologic evaluation. *Anesthesiology.* 2008;109:484-90
- [40] Combettes E, Benhamou D, Mazoit JX, Beloeil H. Comparison of a bupivacaine peripheral nerve block and systemic ketoprofen on peripheral inflammation and hyperalgesia in rats. *Eur J Anaesthesiol.* 2010;27:642-7
- [41] Williams-Russo P, Sharrock NE, Haas SB, Insall J, Windsor RE, Laskin RS, Ranawat CS, Go G, Ganz SB. Randomized trial of epidural versus general anesthesia. Outcomes after primary total knee replacement. *Clin Orthop* 1996;331:199-208
- [42] Paul JE, Arya A, Hurlburt L, Cheng J, Thabane L, Tidy A, Murthy Y. Femoral nerve block improves analgesia outcomes after total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesthesiology.* 2010;113:1144-62
- [43] Bingham AE, Fu R, Horn JL, Abrahams MS. Continuous peripheral nerve block compared with single-injection peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Reg Anesth Pain Med.* 2012;37:583-94
- [44] Salinas FV, Liu SS, Mulroy MF. The effect of single-injection femoral nerve block versus continuous femoral nerve block after total knee arthroplasty on hospital length of stay and long-term functional recovery within an established clinical pathway. *Anesth Analg.* 2006;102:1234-9
- [45] Watson MW, Mitra D, McLintock TC, Grant SA. Continuous versus single-injection lumbar plexus blocks: comparison of the effects on morphine use and early recovery after total knee arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med.* 2005;30:541-7
- [46] Serpell MG, Millar FA, Thomson MF. Comparison of lumbar plexus block versus conventional opioid analgesia after total knee replacement. *Anaesthesia* 1991;46:275-7
- [47] Matheny JM, Hanks GA, Rung GW, Blanda JB, Kalenak A. A comparison of patient-controlled analgesia and continuous lumbar plexus block after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1993;9:87-90
- [48] Borgeat A, Tewe E, Biasca N, Gerber C. Patient-controlled interscalene analgesia with ropivacaine after major shoulder surgery: PCIA vs PCA. *Br J Anaesth* 1998;81:603-5
- [49] Ilfeld BM, Wright TW, Enneking FK, Morey TE. Joint range of motion after total shoulder arthroplasty with and without a continuous interscalene nerve block: a retrospective, case-control study. *Reg Anesth Pain Med.* 2005;30:429-33
- [50] Ilfeld BM, Vandenborne K, Duncan PW, Sessler DI, Enneking FK, Shuster JJ, Theriaque DW, Chmielewski TL, Spadoni EH, Wright TW. Ambulatory continuous interscalene nerve blocks decrease the time to discharge readiness after total shoulder arthroplasty: a randomized, triple-masked, placebo-controlled study. *Anesthesiology.* 2006;105:999-1007
- [51] Ganapathy S, Wasserman RA, Watson JT, Bennett J, Armstrong KP, Stockall CA, Chess DG, MacDonald C. Modified continuous femoral three-in-one block for postoperative pain after total knee arthroplasty. *Anesth Analg* 1999;89:1197-1202
- [52] Capdevila X, Barthelet Y, Biboulet Ph, 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

- [53] Ilfeld BM, Le LT, Meyer RS, Mariano ER, Vandenborne K, Duncan PW, Sessler DI, Enneking FK, Shuster JJ, Theriaque DW, Berry LF, Spadoni EH, Gearen PF. Ambulatory continuous femoral nerve blocks decrease time to discharge readiness after tricompartement total knee arthroplasty: a randomized, triple-masked, placebo-controlled study. *Anesthesiology*. 2008;108:703-13
- [54] Ilfeld BM, Ball ST, Gearen PF, Le LT, Mariano ER, Vandenborne K, Duncan PW, Sessler DI, Enneking FK, Shuster JJ, Theriaque DW, Meyer RS. Ambulatory continuous posterior lumbar plexus nerve blocks after hip arthroplasty: a dual-center, randomized, triple-masked, placebo-controlled trial. *Anesthesiology*. 2008;109:491-501
- [55] Hebl JR, Kopp SL, Ali MH, Horlocker TT, Dilger JA, Lennon RL, Williams BA, Hanssen AD, Pagnano MW. A comprehensive anesthesia protocol that emphasizes peripheral nerve blockade for total knee and total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:63-70
- [56] Toftdahl K, Nikolajsen L, Haraldsted V, Madsen F, Tønnesen EK, Søballe K Comparison of peri- and intraarticular analgesia with femoral nerve block after total knee arthroplasty: a randomized clinical trial. *Acta Orthop*. 2007;78:172-9
- [57] Andersen KV, Pfeiffer-Jensen M, Haraldsted V, Søballe K Reduced hospital stay and narcotic consumption, and improved mobilization with local and intraarticular infiltration after hip arthroplasty: a randomized clinical trial of an intraarticular technique versus epidural infusion in 80 patients. *Acta Orthop*. 2007;78:180-6
- [58] Carli F, Clemente A, Asenjo JF, Kim DJ, Mistraretti G, Gomarasca M, Morabito A, Tanzer M. Analgesia and functional outcome after total knee arthroplasty: periarticular infiltration vs continuous femoral nerve block. *Br J Anaesth*. 2010 Jun 14
- [59] Dauri M, Fabbi E, Mariani P, Faria S, Carpenedo R, Sidiropoulou T, Coniglione F, Silvi MB, Sabato AF. Continuous femoral nerve block provides superior analgesia compared with continuous intra-articular and wound infusion after anterior cruciate ligament reconstruction. *Reg Anesth Pain Med*. 2009;34:95-9
- [60] Jans Ø, Bundgaard-Nielsen M, Solgaard S, Johansson PI, Kehlet H. Orthostatic intolerance during early mobilization after fast-track hip arthroplasty. *Br J Anaesth*. 2012;108:436-43