

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
N° d'ordre.....

UNIVERSITE DE BLIDA 1 « SAAD DAHLEB »
FACULTE DE MEDECINE
Département de médecine

THESE
POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR EN SCIENCES
MEDICALES

**ANALGESIE POSTOPERATOIRE PAR CATHETER PERI
NERVEUX FEMORAL POUR CHIRURGIE MAJEURE DU
GENOU: Comparaison de l'échoguidage à la
neurostimulation**

Soutenu par le docteur AMZIANE belkacem

**Maitre assistant en Anesthésie-Réanimation au service
d'orthopédie et traumatologie CHU de Douera**

Jury :

Président : Professeur Lyés CHERFI

Membres de jury :

- **Professeur Tahar HAMDAOUI**
- **Professeur Nacera BENMOUHOU**
- **Professeur Rachida AOUAMEUR**

Directeur de these : Professeur Ahmed MEKHALDI

Soutenu le 11/09/2019

Dédicace

A mon père (allahyarahmou)

Un père exemplaire qui a tant donné pour ses enfants. Ton image est gravée en moi pour toujours, merci pour tout et Repose en paix.

A ma mère : merci pour ton affection, ta générosité, tes prières consenties pour moi. Puisse Dieu t'accorder une longue vie pleine de bonheur.

A mon épouse : merci pour ton soutien, ta patience, tes précieux conseils. Ce travail ne sera finalisé sans ton aide. Merci pour tout.

A mes enfants : vous êtes ma joie de vivre et ma fierté, je vous dédie ce travail en guise d'encouragement. Merci d'être présents à mes cotés.

A mes sœurs et frères ainsi que leurs petites familles: merci pour votre soutien et affection. je vous souhaite une longue vie pleine du succès.

A mes beaux parents : je suis très heureux d'avoir des beaux parents merveilleux comme vous. Merci pour vos encouragements et vos conseils. je vous souhaite une longue vie. Que dieu vous protège.

A mes beaux frères ainsi que leurs petites familles : merci pour votre affection et vos encouragements.

A mes amis : Omar ; Karim ; Mohsaïd ; Mohamed ; mustapha et Kamel

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu notre dieu qui a illuminé notre chemin, qui nous a donné le courage, la force et la patience pour réaliser ce travail.

A Monsieur le professeur L. CHERFI merci de me faire l'honneur de présider ma thèse, je vous prie d'agréer avec mes sincères remerciements l'expression de ma gratitude. Pour vous, j'ai un profond respect et une grande admiration.

A notre Maître et directeur de thèse Pr. A. MEKHALDI : Merci pour la confiance que vous m'avez accordée et surtout de m'avoir permis d'améliorer la pratique de l'anesthésie notamment les nouvelles techniques d'anesthésie locorégionale dans votre service durant toutes ces années. Je vous exprime ma profonde gratitude pour avoir accepté de diriger ce travail. Veuillez trouver ici l'expression de mon respect et de ma reconnaissance.

A monsieur le professeur T.HAMDAOUI, Vous me faites un grand honneur de participer au jury de cette thèse. Veuillez trouver ici l'expression de mon respect et de ma reconnaissance.

A madame le professeur N. BENMOUHOU, Vous me faites un grand honneur de participer au jury de cette thèse. Veuillez trouver ici l'expression de mon respect et de ma reconnaissance.

A madame le professeur R. AOUAMEUR, Vous me faites un grand honneur de participer au jury de cette thèse. Veuillez trouver ici l'expression de mon respect et de ma reconnaissance.

A mes collègues et amis anesthésistes-réanimateurs du service COB et curtillet (Dr.R. Ait mesghat ; Dr.F. Lazzai-atig ; Dr.G.Kadouche ; Dr.L.Abed ; Dr.NL.Kerkouche ; Dr. F.Boudali. Dr.R.Sais):je vous remercie pour votre aide très précieuse tout le long de ce travail.

A tous mes collègues et amis anesthésistes-réanimateurs du CHU de Douéra : merci pour vos encouragements.

- **Chef de service d'anesthésie réanimation :** Pr. M. Amroun
- **Du service COA :** Dr.K.Ferhat ; Dr. H. Laloui ; Dr.N.Ammour ; Dr.N.Ouzegdouh ; Dr.D.Kara-Hacene.
- **Du Service de chirurgie générale :(** Dr.Z.Ouarab ; Dr.N.Hafied ; Dr.L.Boudjemeline ; Dr.R.Boudjemaa ; Dr.M.Benour ; Dr.S.Arab)
- **Du Service de chirurgie plastique :(** Dr.M.Hizir ; Dr.R.Bouzerara ; Dr. A.Berdjane ; Dr. F.Bahmed ; Dr.H.Bouceta ; Dr.S.Hamoudi ; Dr.K.Chemachema ; Dr.R.Hamouche)
- **Du service maxillofaciale :** (Dr.N.Bergham ; Dr.K.Benhabilés ; Dr.S.Kheddache)
- **Du service réanimation médicale :**Dr.S.Abad ; Dr.S.Naili ; Dr.K.Harbili ; Dr.M.Guedouari ; Dr.F.Benghanem

A mes collègues et amis chirurgiens : avec qui j'ai prié du plaisir à travailler. Merci pour votre collaboration.

(Pr.F.Ziani ;Dr.O.Kerri ; Dr.A.Djeghri ; Pr.M.Amghar ; Pr.B.Rafa ; Pr.Z.Saidi ; Pr.MA.Benzemrane ; Dr.N.Dhiaf ; Dr.K.Hachlef ; Dr.F.Chouchaoui ; Dr.A.Boumédiene ; Dr.N.Chergou ; Dr.N.Houari).

A monsieur le professeur Guidoum je vous remercie pour vos encouragements et vos conseils. Je vous témoigne ma gratitude et mon profond respect.

A monsieur le professeur Bouamra et Dr. Akrou : service d'épidémiologie du CHU de Blida. Merci pour votre aide, je vous témoigne ma gratitude et mon profond respect.

A mes deux amis (Pr.A.Salmi et Pr.M.Matouk) : je vous remercie pour vos encouragements et vos conseils.

A l'ensemble des AMAR du service COB : Walid Moussa (allahyrahmou) ; R.Benabdellah ; S. Kodieh ; F.Ouchene ; F. Boukhedouni ; N. Saidi ; A.Zmirli ; S.Benmentir ; B. Madef. Trouvez ici le témoignage de mon respect et mes sincères remerciements.

A l'ensemble médecins résidents d'anesthésie-réanimation et de chirurgie du service COB : merci à vous

Aux médecins généralistes du service COB : Dr.Zaaf et Dr. Meridja

A l'ensemble de l'équipe para médicale (surveillant général en chef Mr.F.Hacimi ; à l'équipe du service homme, service femme, réanimation post opératoire, bloc opératoire et consultation) : mes sincères remerciements à vous tous.

Au Kinésithérapeute du service COB : Mr. Hadj-benali. Merci pour votre collaboration.

Au personnel du secrétariat du service COB : Un grand merci

SOMMAIRE

Remerciements

I. INTRODUCTION :	1
I.1 Problématique :	4
I.2 Historique :	6
I.3 Anatomie du genou :	7
I.4 Chirurgie du genou :.....	15
I.5 Douleur postopératoire après chirurgie majeure du genou :.....	22
I.6 Comparaison des CNP à d'autres techniques analgésiques :	24
I.7 Indications des CNP :	28
I.8 Produits utilisés et modalités d'entretien de l'analgésie:	29
I.9 Complications des blocs nerveux périphériques :.....	31
I.10 Technique de repérage pour la mise en place des CNP :.....	39
I.11 Techniques de mise en place du CNP au niveau fémoral :.....	45
II. MATERIELS ET METHODES :	50
II.1 Objectifs de l'étude :	50
II.2 Schéma d'étude :	50
II.3 Critères d'inclusion :	50
II.4 Critères d'exclusions :	50
II.5 Taille de l'échantillon:	51
II.6 Randomisation :.....	51
II.7 Aspect éthique et réglementaire :.....	51
II.8 Critère de jugement :	52
II.9 Déroulement de l'étude :	52
II.10 Moyens :.....	52
II.11 Procédure :	53

II.12	Analgésie post opératoire :.....	60
II.13	Mesures des résultats et gestion de la réhabilitation:.....	62
II.14	Paramètres étudiés:	63
II.15	Analyses statistiques :	64
III.	RESULTATS :	66
III.1	Répartition selon le Sexe ; l'ASA et le type de chirurgie :	66
III.2	Caractéristiques selon l'âge et le BMI :.....	68
III.3	Résultats selon les EVA :	69
III.4	Durée de procédure ; délai d'installation ; quantité d'AL et délai de la première injection d'AL :	73
III.5	Réadaptation : flexion du genou et durée d'hospitalisation :	74
III.6	Bloc moteur :	75
III.7	Incidents et accidents liés au CNP :.....	76
III.8	Complications lors de la mise en place du cathéter :	77
III.9	Satisfaction des patients :.....	78
IV.	DISCUSSION :	80
IV.1	Etudes comparatives US versus NS lors des BNPC :	81
IV.2	Quantité d'AL consommée pendant les 48 heures :	89
IV.3	Complications collatérales immédiates des CNF :	93
IV.4	Réhabilitation postopératoire: flexion du genou ; durée d'hospitalisation et satisfaction du patient:.....	96
V.	CONCLUSION :	104

Perspectives

Annexes

Liste des abréviations

AL : anesthésique local
ALR: anesthésie locorégionale
ALRp: anesthésie locorégionale périphérique
AP :anesthésieperidurale
CNP : cathéter nerveux périphérique
CMG : chirurgie majeur du genou
BNFC : bloc nerveux femoral continu
BNPC : bloc nerveux peripherique continu
BNP :bloc nerveux peripherique
PTG :Prothese totale du genou
PTH :prothese totale de hanche
DPO :douleur post opératoire
APO : analgésie post opératoire
EVA : échelle visuelle analogique
RRAC: Recuperation rapide après chirurgie
DIDT : droit interne et demi tendineux
PNI :pression non invasive
PCA: patient Controlledanalgesia
RCP :recommandation de pratique clinique
RFE :recommandations formalisées d'experts
SAP : seringue autopulsive (seringue électrique)
SFAR :Sociétéfrançaised'anesthésieréanimation
ASRA : American Society for Regional Anesthesia and Pain Medicine
TA : tension artérielle
NS : neurostimulation
US : ultrasons
PNI :pression non invasive
ASA :american society of anesthesiology
BMI :body mass Index
ns :non significative
RR :risque relatif
IC :intervalle de confiance
vs : versus
IMS :Intensité minimale de stimulation
mA :miliampere
µs :micro-seconde
Mhz :mega-hertz
AG :anesthesiegenerale
AL :anesthesique local

I. INTRODUCTION :

L'Anesthésie locorégionale par bloc nerveux périphérique (ALRp) a connu un développement majeur au cours de ces 20 dernières années. Ceci est lié à la sécurité de cette technique, au développement d'un matériel plus adapté, à l'amélioration des moyens de repérage (neurostimulation, échoguidage) et à la qualité de l'analgésie postopératoire(APO) qu'elle procure, notamment par la mise en place d'un cathétérisme nerveux périphérique (CNP).

Le patient bénéficiant d'une chirurgie orthopédique majeure pose un double problème : nécessité d'une analgésie postopératoire optimale, qui facilite la réadaptation, et le risque de survenue d'éventuels effets secondaires des agents et/ou des techniques analgésiques utilisées[1-3].

Certaines interventions chirurgicales du genou (arthroplasties, arthrolyses, ligamentoplasties...) nécessitent une kinésithérapie intense en post opératoire immédiat, responsable d'exacerbations douloureuses(4). Cette mobilisation active ou passive est primordiale afin d'assurer une bonne vascularisation du cartilage, une limitation des adhérences et des rétractions capsulaires, de limiter la réduction de la masse ostéocalcique ainsi que l'amyotrophie.

La satisfaction des patients après une chirurgie majeure du genou (CMG) peut être affectée par de nombreux facteurs notamment la diminution de l'amplitude des mouvements du genou (flexion et extension) en postopératoire entraînant une gêne fonctionnelle qui peut retentir sur les activités quotidiennes(5).

Les amplitudes articulaires du genou et particulièrement la flexion du genou et le déficit d'extension sont les facteurs les plus importants utilisés pour déterminer le succès après CMG dont plusieurs activités fonctionnelles en dépendent(6).

Monter et descendre un escalier nécessite une flexion de 80 à 90°, le transfert dans et hors d'un bain jusqu'à 135 °(7), pour s'asseoir 93°, pour lacer ses chaussures 106° et sur le plan culturel et activités religieuses comme s'accroupir, s'agenouiller et les jambes croisées en position assise nécessite jusqu'à 165°(8). Cependant après PTG, la flexion du genou dépasse rarement 110°-115°[9,10].

La raideur du genou est l'une des complications de la prothèse totale du genou (PTG) et de la chirurgie des ligaments du genou, conduisant à la frustration à la fois pour le patient et le chirurgien. La raideur après PTG est une complication relativement fréquente. Selon les données actuelles, son incidence varie entre 1,8% et 23,0%[11,12].

Il n'y a pas de consensus sur les critères de diagnostic de raideur du genou, cependant la littérature parle de raideur du genou lorsque l'amplitude articulaire est diminuée (amplitude de flexion inférieure à 90°(13) ou à 80°(14)).

Le contrôle de la douleur post opératoire (DPO) se justifie, d'abord par son intensité élevée, mais aussi par la participation de celle-ci dans les répercussions locales ou générales de la chirurgie et donc du résultat fonctionnel [15,16].

L'utilisation des cathéters péri nerveux fait partie intégrante de la prise en charge des patients opérés d'une chirurgie majeure en orthopédie, en réduisant la douleur au repos et à la mobilisation ainsi que la consommation de morphine[17-19].

Les recommandations de la pratique clinique (RPC) de la société française d'anesthésie-réanimation (SFAR) de 2008(20) insistent sur la mise en place d'un cathéter nerveux périphérique (CNP) pour contrôler la douleur post opératoire après chirurgie périphérique. Par ailleurs l'analgésie par CNP est proposée comme technique de référence pour toute douleur postopératoire prolongée d'intensité modérée à sévère (21).

Cette technique est supérieure à l'analgésie par voie systémique. Aussi, elle est recommandée dans la batterie de mesures de la réhabilitation postopératoire en général.

L'utilisation d'un bloc nerveux continu améliore très sensiblement la rééducation post opératoire précoce, augmente la satisfaction du patient, réduit le recours aux opioïdes ainsi que leurs effets secondaires [22,23] diminue la durée d'hospitalisation et améliore les résultats thérapeutiques à court et à moyen terme[24,25].

La réhabilitation précoce également appelée la récupération rapide des patients après chirurgie (RRAC) est une technique de prise en charge optimisée des patients dont l'objectif final est de réduire la durée d'hospitalisation sans compromettre ainsi la qualité des soins(26).

Ce concept a été mis au point au début des années 1990, par l'équipe chirurgicale danoise du Pr Henri Kelhet, elle connaît actuellement un essor important(16).

La RRACa pour but la reprise rapide d'une autonomie active et complète du patient après une intervention chirurgicale. Il a été prouvé que sa mise en place diminue de manière importante le risque de complications postopératoires(27).L'orthopédie est l'une des spécialités où la RRAC a montré de réels bénéfices tant sur la récupération physiologique que sur les complications post opératoires[28,29].Par ailleurs les procédures de réhabilitation précoce ont modifié les stratégies d'analgésie post opératoire. Cette démarche multidisciplinaire fait intervenir de nombreux acteurs : les médecins anesthésistes, les chirurgiens, les infirmières, les kinésithérapeutes et rééducateurs fonctionnels et permet d'optimiser le résultat de la chirurgie et d'en tirer le meilleur bénéfice en créant l'environnement péri-opératoire adapté.La qualité de l'analgésie post opératoire joue à l'évidence un rôle majeur dans ce concept de réhabilitation postopératoire(30).

Le cathétérisme péri nerveux présente de nombreuses spécificités concernant la réglementation, l'organisation des soins, la surveillance et les modalités d'administration(31).

L'amélioration constante du niveau de précision de positionnement de l'aiguille et du cathéter par rapport aux structures nerveuses lors d'une procédure d'anesthésie locorégionale périphérique (ALRp) répond à une

des préoccupations majeures des anesthésistes, afin de tenter de limiter au maximum le risque de survenue d'une lésion nerveuse, de diminuer d'avantage le risque de toxicité systémique par la réduction des doses d'AL et enfin d'améliorer le taux de succès[32,33].

La réussite d'un bloc exige de bonnes connaissances anatomiques, topographiques et fonctionnelles. Les CNP sont habituellement posés sous neurostimulation. L'avènement de l'échographie permet la visualisation des structures anatomiques (nerfs ; os ; muscles...) et l'espace de diffusion de l'anesthésique local (AL)(34).

I.1 Problématique :

La douleur postopératoire(DPO) reste le problème majeur des patients bénéficiant d'une chirurgie lourde en orthopédie. Les moyens de lutte contre cette douleur sont souvent insuffisants, parfois même inefficaces.

La chirurgie du genou est une chirurgie fonctionnelle, la qualité de l'analgésie est donc essentielle.

Dans notre pays, les médecins anesthésistes réanimateurs exerçant dans les services d'orthopédie se trouvent souvent confrontés à des insuffisances persistantes et au manque de stratégie d'une démarche de qualité pour améliorer le traitement de la DPO.

Aucun protocole n'a été adopté pour uniformiser la prise en charge de la DPO. Les moyens thérapeutiques utilisés sont : paracétamol ; anti inflammatoires non stéroïdiens (AINS) ; buprénorphine, acupan et tramadol. Les injections se font à des intervalles trop longs et parfois à des doses insuffisantes. Par ailleurs on note une utilisation inadaptée et très limitée de la morphine.

La limite de la PCA morphine par voie IV réside dans son inaptitude à contrôler les douleurs lors de la kinésithérapie précoce et la mobilisation passive et active(35), L'analgésie locorégionale reste insuffisamment pratiquée par manque de formation et de l'information de l'équipe soignante (médicale et/ou paramédicale).

Les techniques analgésiques utilisées doivent avoir comme objectif d'atténuer la douleur au repos ainsi qu'à la mobilisation permettant ainsi une kinésithérapie post opératoire précoce et efficace car les exacerbations douloureuses sont maîtrisées, ce qui va améliorer le résultat fonctionnel de la chirurgie, permettre une réhabilitation précoce du patient, réduire la durée de séjour, les infections nosocomiales et notamment l'incidence économique qui devient de plus en plus pénalisante dans toute politique de santé publique(36).

Tous ces arguments doivent motiver la mise en place d'une stratégie d'analgésie post opératoire multimodale associant les techniques loco-régionales, périmébrales, périmébrales périphériques continues.

A la lumière de certaines publications [37,38] : pouvons-nous encore nous permettre de ne pas utiliser les blocs nerveux périphériques continus pour l'analgésie post opératoire lorsque leur indication est posée en chirurgie orthopédique ?

La maîtrise de la technique de pose des cathéters péri nerveux est indispensable, celle-ci peut se faire selon plusieurs approches. Le repérage par neurostimulation est le plus utilisé depuis au moins une quinzaine d'années dans notre service. Cette technique a permis le développement de l'anesthésie loco-régionale et évidemment du cathétérisme péri nerveux. Sachant qu'un nombre non négligeable, jusqu'à 40% des CNP introduits par la méthode de neurostimulation ne sont pas en position optimale[33,39].

Récemment, l'échographie s'est imposé dans la pratique de l'ALR, en particulier périphérique. Ses nombreux avantages font que cette technique de repérage est en phase de supplanter la neurostimulation. Curieusement, l'échographie ne s'est pas encore imposée pour la pose des cathéters.

L'échographie est une nouvelle technologie, elle permet la visualisation des structures anatomiques (nerfs ; os ; muscles...) et l'espace de diffusion de l'anesthésique local, ce qui garantit un taux de succès plus élevé, réduit le risque de lésions nerveuses potentielles ainsi que les ponctions vasculaires. Elle offre de nombreux bénéfices cliniques, permet au cours des différents blocs nerveux périphériques, de réduire les doses d'anesthésiques locaux ainsi que le délai d'installation et d'allonger la durée du bloc[40,41].

La plupart des données actuelles sur l'échoguidage sont issues d'études évaluant les injections uniques. Par contre peu de données intéressent la pose de cathéters péri nerveux.

Est-ce que l'échographie apportera un plus sur le plan sécurité, efficacité et permettra un meilleur rapport bénéfice- risque par rapport à la neurostimulation pour la mise en place des cathéters péri nerveux pour l'analgésie post opératoire? Ce qui pourra éventuellement encourager la généralisation de son utilisation.

Dans notre pays, la neurostimulation demeure la méthode de repérage la plus utilisée en ALR et un nombre important de médecins anesthésistes réanimateurs ont déjà été formés à la technique. Peu de services disposent d'un appareil d'échographie à cause de son coût élevé. De part la situation financière du pays, la neurostimulation demeurera encore longtemps un outil indispensable à la pratique de l'ALR.

Enfin il faut insister de manière majeure sur l'établissement d'un consensus pour la thérapeutique antidouleur. C'est un pas important aussi bien de santé publique que dans l'espace de la recherche scientifique.

L'objectif de cette étude prospective et monocentrique a été de comparer la neurostimulation conventionnelle à l'échographie pour la pose de cathéters périmerveux fémoraux au cours de la chirurgie majeure du genou.

I.2 Historique :

La technique idéale pour la réalisation d'un bloc nerveux périphérique requiert une performance qui permet un délai de réalisation rapide, longue durée d'action, un succès certain et surtout éviter les complications.

En 1911 le physicien allemand **Kulencamp**(42) pense que l'avantage est certain dans l'insertion de l'aiguille en transcutané et localisation du nerf par la technique de paresthésie. Une année après, il y'a eu l'introduction de la neurostimulation comme alternative. Mais vu que l'appareil était encombrant, la technique de paresthésie a continué à dominer comme « the gold standard » avec le fameux dictant de **MOORE** « No paresthésia – No anesthésia »(43).

A partir de 1962 évolution et apparition de nouvelles générations de neurostimulateurs portatifs. Et ce n'est qu'en 1979 que la technique de neurostimulation gagne sa popularité parmi les praticiens et a commencé à remplacer la technique par la recherche de paresthésie.

En 1989 une autre modalité a été introduite dans la pratique clinique. **Sivagnanaratnam** a utilisé les ultrasons pour confirmer la localisation de l'aiguille et observe la diffusion de l'anesthésique locale durant la réalisation d'un bloc nerveux axillaire(44).

Depuis sa première description par Ansbros en 1946, les premiers rapports sur les blocs nerveux périphériques continus(BNPC) décrivent la prolongation peropératoire de l'anesthésie chirurgicale(45).Le BNPC en tant que technique analgésique intéressant les membres inférieurs est venu beaucoup plus tard, probablement à cause de l'utilisation répandue de la rachianesthésie et de la péridurale.

En 1978, Brands et Callanan(46) ont signalé la première utilisation d'un cathéter péridurale au niveau du plexus lombaire, et ont conclu que le bloc du plexus lombaire continu a nettement diminué le recours aux opioïdes et a entraîné un soulagement efficace de la douleur, à la fois au repos et au mouvement.

En 1984, Smith et al.(47)ont décrit un cas de bloc du nerf sciatique en continu pour soulager la douleur de la gangrène ischémique du pied.

Les BNPC ont été développés et se sont révélés efficaces dans le contrôle de la douleur post opératoire, c'est une technique bien validée qui est largement acceptée par la communauté médicale.

I.3 Anatomie du genou :

I.3.1 Articulation du genou :

L'articulation du genou est la plus complexe de l'organisme que ce soit du point de vue anatomique que de côté fonctionnel, car l'articulation doit être stable mais en même temps elle doit permettre une bonne mobilité. Elle est située entre l'extrémité inférieure du fémur et l'extrémité supérieure du

tibia(Fig.1 et 2). Composée de trois os: le fémur, le tibia et la rotule, il serait plus correct de la subdivisée en deux articulations:

- Fémoro-patellaire (entre la zone postérieure de la rotule et la face antérieure distale du Fémur);
- Fémoro-tibiale (entre l'épiphyse distale du fémur et l'épiphyse proximale du tibia).

Le fémur est composé de deux fortes protubérances, qui sont appelés aussi les condyles fémoraux, latéral et médial. L'extrémité supérieure du tibia présente deux surfaces articulaires concaves sur lesquelles les condyles fémoraux viennent s'encastrent appelée le plateau tibial. Ces surfaces articulaires sont recouvertes du cartilage. En avant se trouve la patela (ou rotule), os inclus dans un ligament, ligament rotulien.

L'articulation du genou est stabilisée par de puissants ligaments qui sont fondamentaux pour la biomécanique et la physiologie (Fig. 2). Les ligaments collatéraux, latéral(LCL) et médial (LCM). Le premier prend son origine de l'épicondyle latéral du fémur et s'insère dans la partie externe de la tête de la fibula, il a une forme semblable à une corde.

Le ligament collatéral médial provient de la surface interne du condyle médial et s'insère sur la zone interne du tibia. A l'intérieur du genou se trouve les ligaments croisés qui ont une action de « Pivot Central », c'est-à-dire de pivot sur lequel se déplace l'articulation.

Les ligaments croisés antérieurs (LCA) s'insèrent au niveau du tibia à l'avant de l'épine tibiale et se terminent sur la face médiale du condyle externe.

Le LCA n'est pas très vascularisé et il est défini comme fragile car sujet à des lésions plus fréquentes que le Ligament Croisé Postérieur (LCP). Ce dernier prend son origine dans l'aire intercondyalaire du tibia et s'insère sur le condyle médial du fémur dans la partie interne, il est bien irrigué et il est beaucoup plus robuste que la LCA. Les ligaments croisés stabilisent le genou dans les mouvements de translation du tibia qui peuvent se produire dans le plan sagittal.

Entre le fémur et le tibia, s'interposent deux ménisques, latéral et médial, Les ménisques sont de petits coussins en forme de croissant qui améliorent le contact et jouent le rôle d'amortisseurs entre le cartilage du fémur et celui du tibia.

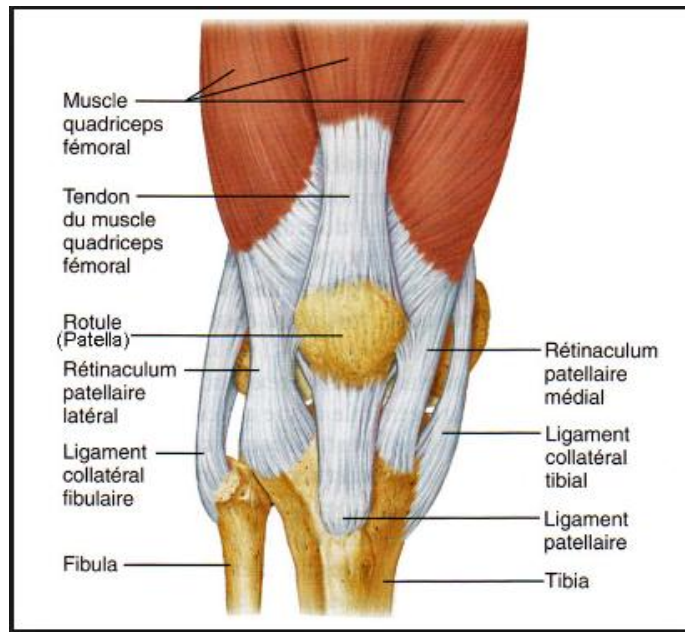
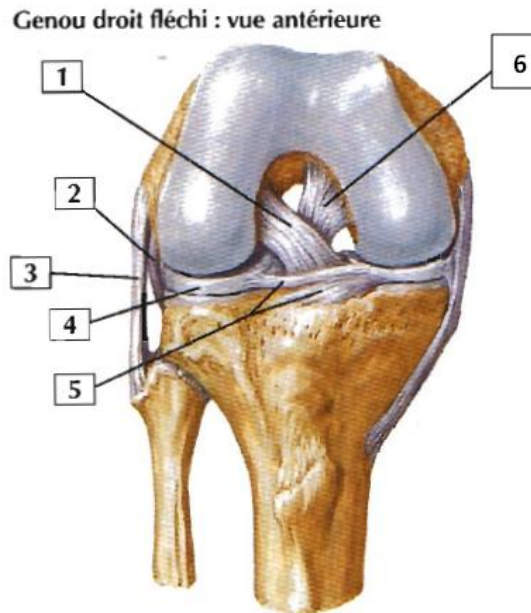


Figure1 :Anatomie du genou (d'après Netter)



- 1- Ligament croisé antérieur
- 2- Tendon poplité
- 3- Ligament collatéral fibulaire
- 4- Ménisque latéral
- 5- Ligament transverse du genou
- 6- Ligament croisé postérieur

Figure2 : Ligaments croisés et collatéraux du genou (d'après Netter)

I.3.2 Innervation du genou :

L'articulation du genou est soumise à la loi d'Hilton selon laquelle : L'innervation sensitive, cutané...et intra-articulaire, pour une articulation donnée, provient des troncs nerveux dont les branches innervent les groupes musculaires servant à la mobilisation de cette articulation(44),(49),(50).

L'innervation sensitive et motrice du genou est assurée par deux groupes de nerfs(51) : Fig. 3(A et B)

- Les nerfs fémoral, cutané latéral de la cuisse et accessoire du nerf obturateur, qui proviennent tous du plexus lombaire (racines L2 L4).

- Les nerfs tibiaux, fibulaire commun et cutané postérieur de la cuisse provenant du plexus sacré (racines L4 S3).

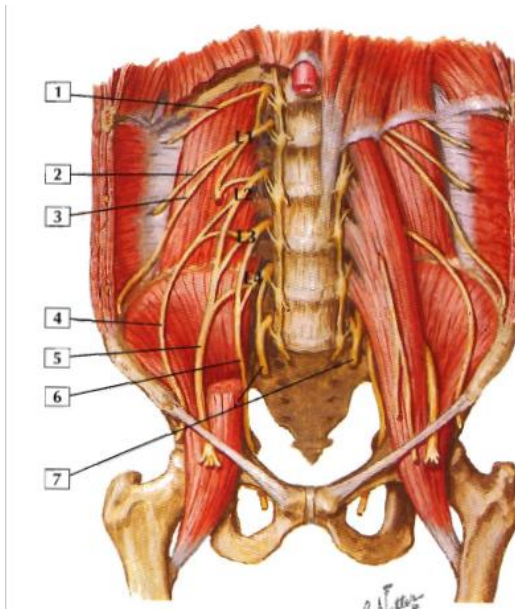
Au plan moteur, l'extension du genou est sous la commande des racines L3-L4 et la flexion est sous la dépendance des racines L5-S1.

L'innervation sensitive (fig.4 et 5) de la face antérieure de la cuisse et du genou provient du nerf fémoral. Le nerf saphène, branche de division profonde sensitive du nerf fémoral, donne des collatéraux articulaires, participe à l'innervation sensitive de la face antérieure du genou.

Le nerf obturateur participe à l'innervation sensitive des téguments de la partie médiale et postérieure de la partie inférieure de la cuisse. La branche postérieure du nerf obturateur participe à l'innervation sensitive de l'articulation du genou (synoviale, surface articulaire).

Le nerf cutané latéral de la cuisse donne l'innervation sensitive cutanée de la face antéro-externe de la cuisse, de la hanche jusqu'au genou.

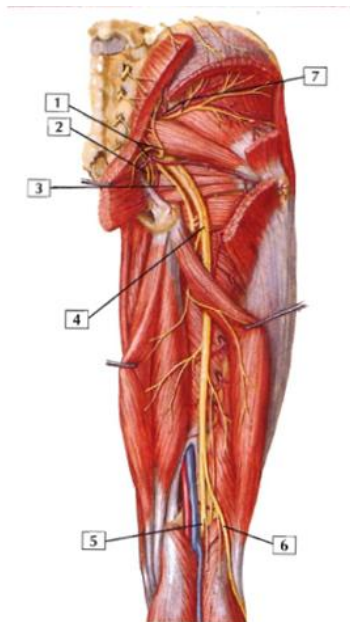
Le nerf tibial innerve la face postérieure de la capsule de l'articulation du genou, ainsi que les muscles poplités, et participe donc à l'innervation sensitive de l'articulation du genou. Le nerf fibulaire commun y participe également. Cette innervation concerne les surfaces articulaires, ménisques et peu les synoviales. La connaissance non seulement des dermatomes (innervation superficielle) mais aussi des myotomes et sclérotomes (innervation profonde) est indispensable en anesthésie locorégionale (fig.5).



Plexus lombaire :

- Nerf subcostal(T12)
- Nerf ilio-hypogastrique
- Nerf ilio-inguinal
- Nerf cutané latéral de la cuisse
- Nerf fémoral
- Nerf obturateur
- Tronc lombo-sacral

Plexus lombaire (A)



Plexus sacré :

- Artères et nerfs glutéaux inférieurs
- Nerf pudendal
- Nerf sciatique
- Nerf tibial
- Nerf fébulaire commun (péronier)
- Artères et nerfs glutéaux supérieurs

Plexus sacré (B)

Figures. 3 (A et B) : Innervation sensitive du membre inferieur (d'après Netter)

« Plexus lombaire et Plexus sacré »

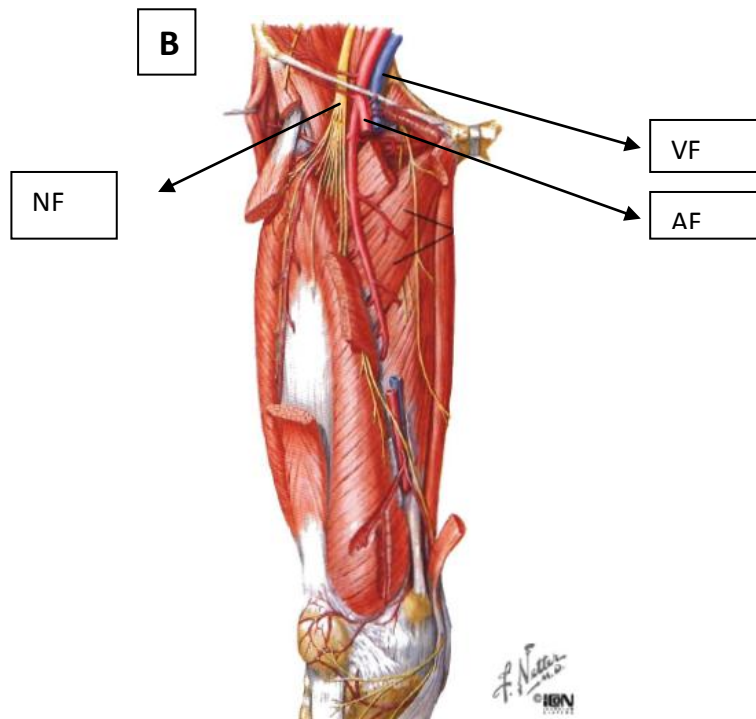
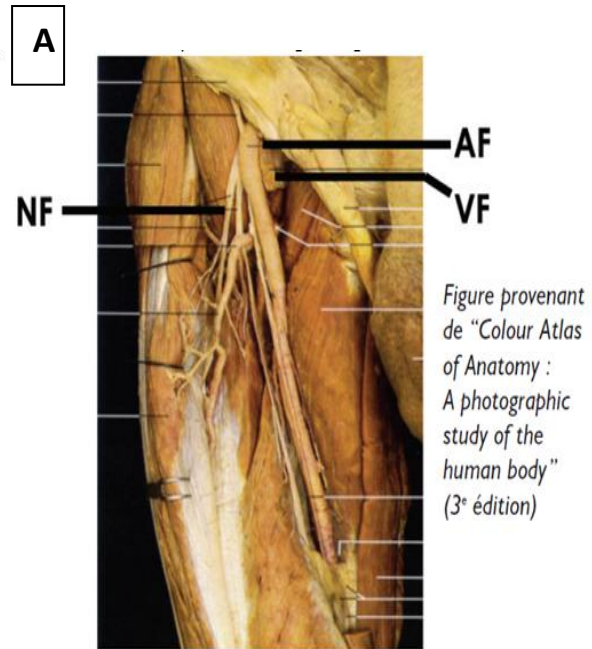
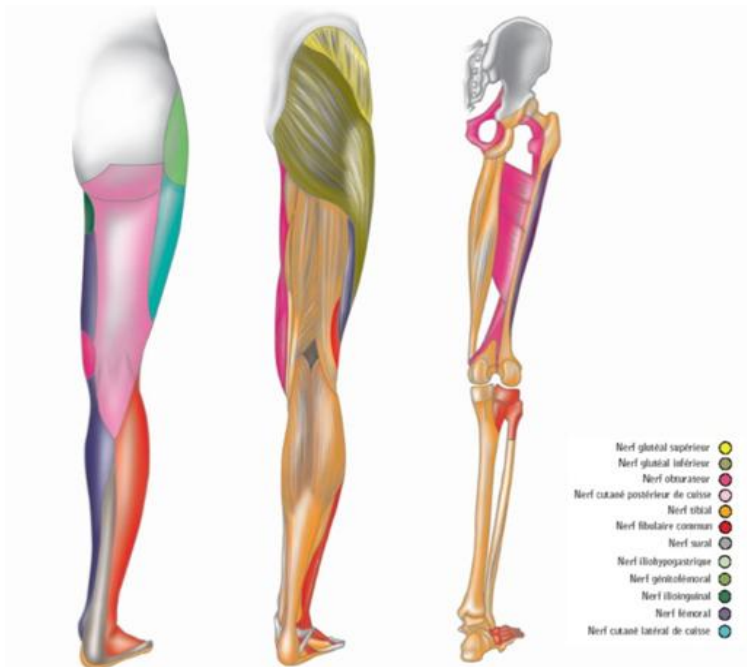


Figure 4(A et B): Nerf fémoral : AF(artère fémoral) ; VF(veine fémoral) ; NF(nerf fémoral)



Vue antérieure



Vue postérieure

**Figure 5 : Innervation sensitive du membre inferieur (d'après fascicules d'ASTRA ZENECA) :
Dermatomes ; sclérotomes ; ostéotomes**

I.4 Chirurgie du genou :

Les principaux actes pratiqués au niveau de genou sont la ligamentoplastie, arthrolyse et la chirurgie prothétique du genou.

I.4.1 La ligamentoplastie du ligament croisé antérieur du genou :

Elle consiste à remplacer le ligament rompu par un transplant prélevé d'une partie des tendons situés à proximité du genou (fig. 6 et 7)[52,53] : le tendon rotulien pour la technique de Kenneth- jones ou deux tendons de la cuisse du muscle semi-tendineux ou vaste médiale pour celle de DIDT. Ce transplant est fixé dans un tunnel au fémur est dans un autre au tibia par vis résorbables. Ce geste est réalisé soit par la chirurgie traditionnelle à ciel ouvert (photos N°1) ou bien sous arthroscopie, c'est-à-dire sans ouvrir l'articulation du genou. Les lésions des ménisques sont traitées dans le même temps opératoire. Une suture méniscale est réalisée pour conserver autant que possible l'intégrité des ménisques. En cas de lésion nonsuturable, celui-ci est resequé dans sa portion lésée.

C'est une intervention qui dure en moyenne une heure, elle est réalisée sous anesthésie loco-régionale ou sous anesthésie générale. Elle nécessite une hospitalisation d'environ 3 à 5 jours.

Le succès de la ligamentoplastie dépend avant tout de la capacité du patient à s'impliquer dans la rééducation post opératoire de son genou. La rééducation est entreprise dès les premiers jours après l'intervention lors de l'hospitalisation sous le contrôle d'un kinésithérapeute. Dès le lendemain de l'opération le kinésithérapeute effectuera les premiers mouvements du genou.

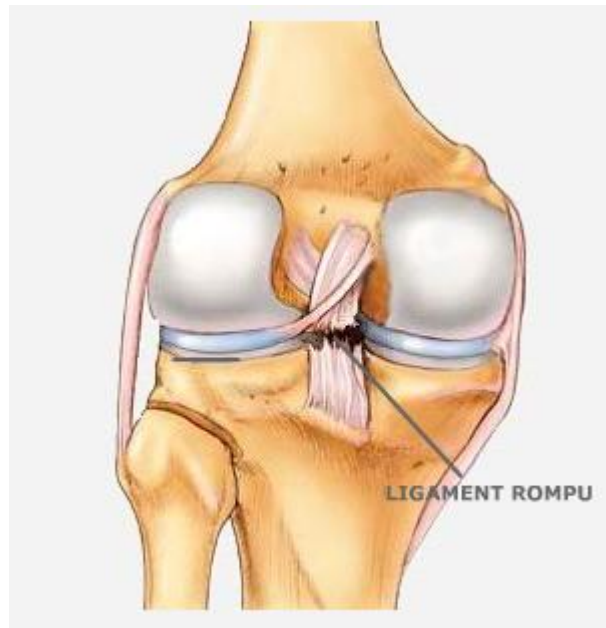


Figure 6 : Rupture du ligament

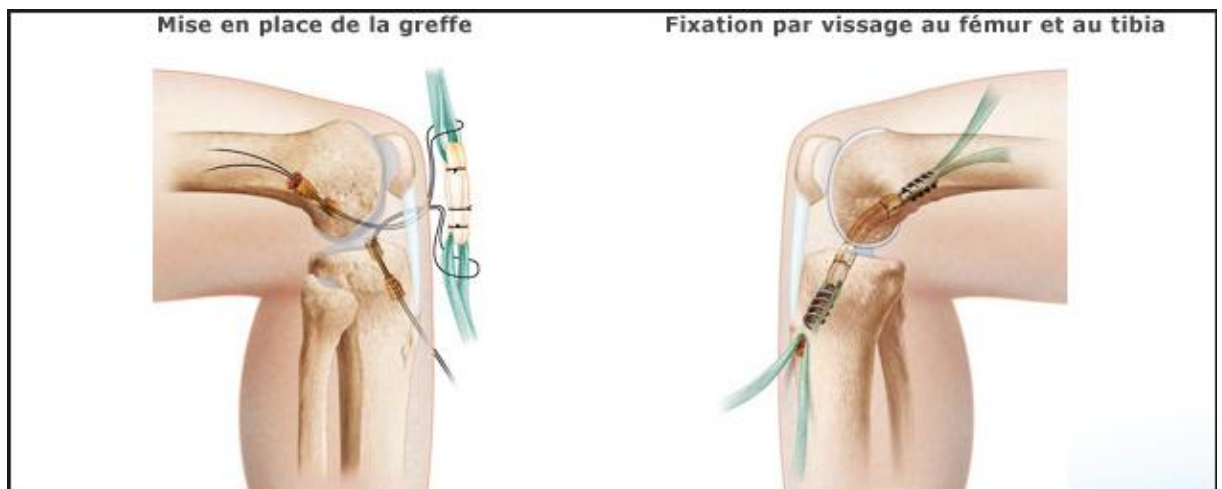


Figure 7 : Etapes du déroulement de la chirurgie pour ligamentoplastie du genou



Photos N°1 (A et B): Etapes du déroulement de la chirurgie pour ligamentoplastie(Iconographie personnelle)

I.4.2 Chirurgie prothétique du genou(PTG):

L'usure du cartilage est irréversible et l'arthrose ne guérit pas spontanément. L'évolution naturelle se fait vers une dégradation progressive de l'articulation, une limitation de plus en plus difficile. La chirurgie s'impose une fois que toutes les thérapeutiques médicales ont été épuisées(54).

La chirurgie consiste à enlever les zones d'os et de cartilage qui sont usés intéressant les trois compartiments du genou(fémoro-tibiale interne, fémoro-tibiale externe et fémoro-patellaire) et de les remplacer par des pièces artificielles ayant les mêmes formes(fig 8)(55).

La prothèse totale du genou peut être réalisée sous rachianesthésie ou bien sous anesthésie générale ou sous blocs nerveux périphériques(bloc lombaire postérieur ou fémoral associé au bloc sciatique au niveau parasacré ou subgluthéal avec bloc du nerf obturateur). Un garrot pneumatique est placé à la racine de la cuisse pour réduire le saignement per-opératoire.

Une incision est réalisée à la partie interne de la rotule pour accéder à l'articulation. Le cartilage usé est enlevé. Le fémur, le tibia et la rotule sont alors préparés pour recevoir la prothèse provisoire qui permet de tester le genou dans sa mobilité, sa stabilité, ses axes anatomique et mécanique (photos N°2).

La prothèse provisoire est ensuite retirée, le genou est lavé puis séché et la prothèse définitive est installée(fig.9). Le genou est de nouveau testé, avec la prothèse définitive. La fermeture est réalisée après mise en place d'un ou de plusieurs drains afin d'évacuer le sang dans la période post opératoire.

C'est une intervention qui dure en moyenne une heure et demi. Elle nécessite une hospitalisation d'au moins cinq jours. Le lendemain de l'intervention, le kinésithérapeute fait asseoir le patient au bord du lit, puis sur une chaise, le met debout et l'aide à marcher. Des cannes sont utiles les premiers jours et sont rapidement abandonnées. La montée et la descente des escaliers se fait à partir du troisième jours.



Figure8 : Etapes du déroulement de la chirurgie pour PTG

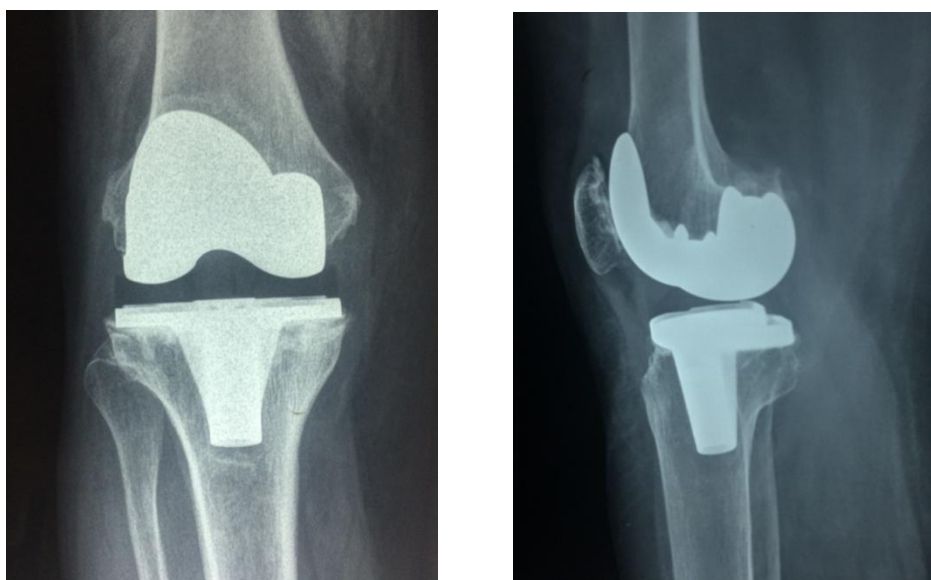
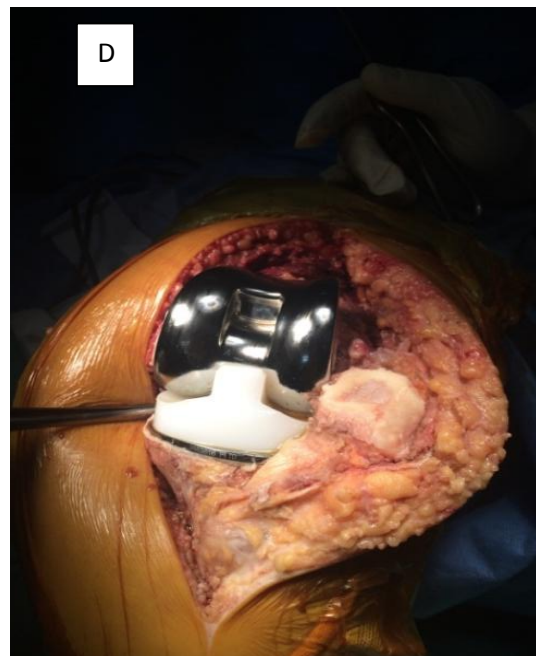
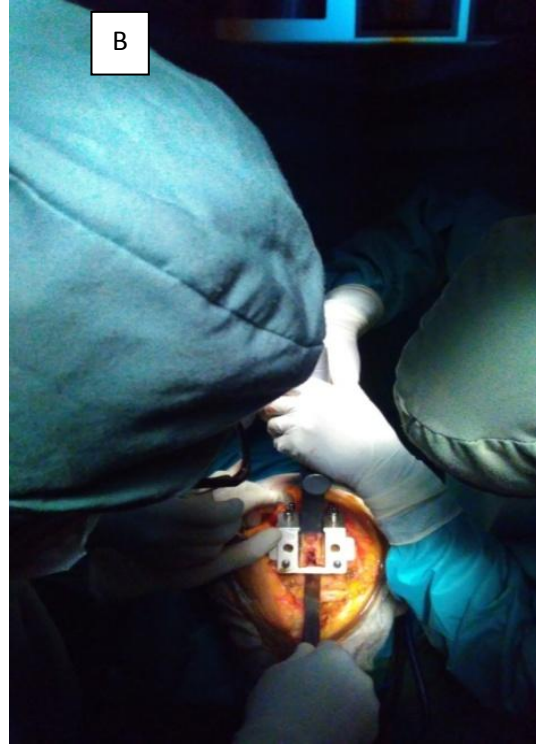


Figure. 9 : Radiographies d'une PTG (face et profil)(Iconographie personnelle)



Photos N° 2(A ; B ; C ; D) : Etapes du déroulement de la chirurgie pour PTG
(Iconographie personnelle)

I.4.3 Arthrolyse chirurgicale du genou :

L'arthrolyse est une intervention chirurgicale ayant pour but de rendre, à une articulation limitée dans ses mouvements, sa mobilité. Pour ceci on procède à la section de la capsule articulaire et à la résection de la fibrose qui entoure l'articulation.

L'installation d'une raideur articulaire du genou peut survenir après n'importe quel traumatisme osseux, ligamentaire ou tendineux.

La raideur du genou correspond à une limitation des amplitudes articulaires comparées à l'autre genou supposé sain.

Sur le plan étiologique, cette raideur peut être d'origine intra-articulaire, capsulo-ligamentaire, musculo-tendineuse, neuro-vasculaire ou cutanée.

- En flexion : obstacle intra-articulaire, défaut de congruence de l'articulation fémoro-patellaire, rétraction du cul de sac sous-quadricipital et des ailerons, rétraction du quadriceps et surtout du tendon rotulien(notamment après une algodystrophie)

- En extension (flessum) : obstacle intra-articulaire antérieur, rétraction des coques,...

- Mixte : toute étiologie

La chirurgie consiste en une arthrolyse arthroscopique ou par arthrotomie « à ciel ouvert ». Le choix de la technique chirurgicale à adopter dépend surtout des anomalies anatomiques et du délai écoulé depuis l'intervention initiale.

- Libération des raideurs en flexion :

- La libération du cul-de-sac quadricipital, des joues condyliennes et de la cavité articulaire

- Section des rétinaculum patellaires (ailerons rotuliens)

- Libération du quadriceps : Elle doit être proposée d'emblée si le quadriceps est rétracté ou adhérent au fémur (la technique de Judet). Il s'agit cependant d'une chirurgie majeure dont les suites opératoires sont plus contraignantes.

- Libération des raideurs en extension :
 - Suppression d'un conflit antérieur entre l'incisure intercondylienne et un élément fibreux ligamentaire ou osseux
 - Section du ligament transverse du genou
 - Section des coques postérieures
- Libération des raideurs en flexion et en extension : Il s'agit d'une diminution de la capacité articulaire par rétraction capsulaire globale.
 - C'est une intervention qui dure en moyenne 1 heure ou plus, elle est réalisée sous anesthésie péri-médullaire ou sous anesthésie générale. Elle nécessite une hospitalisation d'environ 3 à 5 jours.
 - La qualité de la prise en charge postopératoire des arthrolyses du genou est essentielle à l'obtention d'un résultat fonctionnel satisfaisant. La rééducation y prend une place prépondérante. Merle d'Aubigné et Benassy précisent que « **si l'on peut évaluer à 50 % l'utilité de l'acte chirurgical, l'importance de la rééducation lui est au moins égale** ».

I.5 Douleur postopératoire après chirurgie majeure du genou :

Durant les premiers jours d'hospitalisation (24 à 48 heures), la chirurgie majeure du genou (CMG) est responsable de douleur postopératoire au repos d'intensité variable, nécessitant une prise en charge spécialisée. Cette douleur est jugée modérée par 25 à 30% des patients et sévère par 55 à 65% des patients (48).

La douleur est alors un frein à la rééducation précoce, celle-ci entraîne un inconfort et un rejet par le patient de toute forme de mobilisation de l'articulation. Un retard de mobilisation post opératoire induit des rétractions, des adhérences, et une atrophie musculaire, facteur secondaire de limitation des amplitudes articulaires qui apparaissent après trois à cinq jours et peuvent être définitives après huit semaines d'immobilisation [15,35,48].

La douleur postopératoire relève de facteurs multiples et résulte en fait de l'interaction de phénomènes biochimiques, neurophysiologiques et psychiques (56).

Les patients se font opérer du genou pour retrouver une marche sans douleur, d'où le rôle important d'une rééducation précoce pour redonner mobilité, stabilité et fonction au genou. L'association d'une analgésie postopératoire de qualité et une rééducation passive précoce améliore le

pronostic fonctionnel du genou. Le but étant d'obtenir l'extension complète du genou et une flexion avoisinant 90° de manière aisée, avant la sortie du patient(4).

La douleur prolonge la durée de convalescence, retarde la récupération fonctionnelle et peut être source de séquelles fonctionnelles parfois définitives : syndromes douloureux chronicisés, enraidissement articulaire(57).

La gestion de la douleur postopératoire doit être raisonnable, en privilégiant une analgésie multimodale adaptée(58), qui s'intègre dans une stratégie de réhabilitation postopératoire optimale, permettant ainsi par l'action des différentes techniques, de par leur site d'action, de diminuer les effets secondaires de chacune d'elles, et de réduire ainsi le recours à l'utilisation des opioïdes(57).

En général, les blocs nerveux périphériques (BNP) entraînent moins d'œdème et de gonflement du genou en postopératoire comparé à la PCA morphine(59), bien que le mécanisme de cet effet anti-œdème reste inconnu. Cet œdème diminue la compliance des tissus periarticulaires, rendant l'articulation moins souple et le mouvement devient plus douloureux(60).

Les anesthésiques locaux peuvent réduire l'inflammation au niveau du site opératoire[61,62]. En outre, l'action de ces derniers en bloquant les canaux sodiques peuvent supprimer l'inflammation neurogène en réduisant la libération de facteurs pro-inflammatoires des afférences nociceptives. En effet, certaines études ont démontré que l'analgésie péridurale (AP) préventive a atténué la production de cytokines pro-inflammatoires en postopératoire[63,64].

Par contre, les BNP inhibaient l'inflammation clinique ainsi que l'élévation des concentrations de cytokines tissulaire et plasmatiques chez les patients opérés pour prothèse totale du genou (PTG) [59,62,65]. Des études animales ont également montré que l'AP et les BNP inhibaient la libération de cytokines pro-inflammatoires[66,67].

L'efficacité des techniques d'ALR pour le traitement de la douleur est supérieure à la PCA morphine après chirurgie prothétique du genou, au repos et surtout à la mobilisation(68).

L'analgésie par voie locorégionale au moyen d'un cathéter fémoral ou d'une péridurale lombaire permet de mobiliser passivement un genou opéré sur un arthromoteur dès les premières heures postopératoires. Cette mobilisation est possible avec une amplitude plus importante que celle obtenue lors d'une

analgésie par morphine intraveineuse, et ce de manière plus précoce(69). De plus, lorsque l'analgésie est entretenue par un cathéter fémoral ou une péridurale lombaire pendant 48 heures, un bénéfice sur l'amplitude de flexion, identique entre ces deux techniques, est retrouvé au huitième jour(2) et à six semaines après l'intervention(1).

Ainsi Peng et al(70) dans une étude comparant le cathéter nerveux fémoral (CNF) avec la PCA morphine chez les patients subissant une arthroplastie totale du genou ont conclu que l'analgésie postopératoire par CNF pourrait effectivement réduire l'incidence de la douleur chronique postopératoire et améliorer les amplitudes articulaires pendant le suivi à court et à long terme.

I.6 Comparaison des CNP à d'autres techniques analgésiques :

Les bons résultats fonctionnels de la chirurgie majeure du genou dépendent surtout de la technique chirurgicale, de l'analgésie post opératoire, et de la mobilisation précoce.

L'analgésie post opératoire est essentielle, elle inclut la PCA morphine, les différentes techniques d'anesthésie locorégionales médullaires (rachianalgésie, péridurale), les blocs nerveux périphériques et l'infiltration locale.

Un certain nombre d'études ont été menées dans le but d'explorer les avantages découlant du bloc nerveux fémoral continu (BNFC) comparé à d'autres techniques analgésiques.

I.6.1 BNPC versus PCA morphine :

En comparaison des blocs nerveux périphériques continus (BNPC) à l'analgésie autocontrôlée par le patient à la morphine intraveineuse, la majorité des études sur le sujet ont montré une diminution des scores de douleur au repos dans le groupe BNPC. L'analgésie est de meilleure qualité, surtout lors de la mobilisation et des séances de kinésithérapie. Une diminution de la consommation en morphiniques et surtout la diminution de leurs effets secondaires.

Ainsi dans une métaanalyse(71), concernant 19 articles prospectifs randomisés incluant 603 patients, comparant ainsi les BNPC versus la PCA morphine, a démontré que les résultats concernant les scores de douleur avec des EVA maximales, la consommation de morphinique et la survenue de leurs

effets secondaires pendant les 48 heures post opératoires étaient en faveur des BNPC. Quelques études ont conclu à l'amélioration de l'analgésie postopératoire avec satisfaction du patient et une meilleure rééducation par rapport à la PCA morphine IV pour la chirurgie des membres inférieurs [1,2,39,72,73].

La technique de bloc nerveux fémoral continu permet une analgésie similaire ou meilleure avec moins d'effets indésirables que la PCA morphine par voie intraveineuse et la technique épidurale au cours des 48 premières heures de traitement postopératoire après une arthroplastie totale du genou et de la hanche [1,74].

I.6.2 BNPC versus péridurale :

En comparaison avec l'analgésie péridurale, la majorité des études ont conclu que les BNPC s'avèrent aussi efficace dans le contrôle de la douleur post opératoire. Par contre, la fréquence très élevée des effets secondaires associés à l'analgésie péridurale notamment l'hypotension et la rétention urinaire, ainsi que les problèmes associés à la gestion des anticoagulants font recommander les CNPC en première intention [72,75]. Le résultat avec le bloc nerveux fémoral continu s'est avéré meilleur que le bloc fémoral en injection unique et anesthésie épidurale continue après prothèse totale du genou[1,2].

L'incidence de ces effets secondaires postopératoires (par exemple rétention urinaire, vertiges, prurit, sédation et nausée / vomissements) est rapportée à 87% dans le groupe épidural et 35% dans le groupe BNFC(76). Ces derniers offrent une plus grande satisfaction au patient.

Des résultats similaires et très encourageants ont été constatés par Barrington et al(77) en comparant le bloc fémoral continu à la péridurale et par Liu et al.(25) qui ont montré tout l'intérêt du bloc fémoral continu en terme de durée et de qualité d'analgésie post opératoire par rapport au bloc en injection unique (78).

I.6.3 BNPC versus bloc nerveux périphérique à injection unique :

Plusieurs études ont montré un certain avantage des blocs nerveux périphériques à injection unique à fournir un meilleur contrôle de la douleur postopératoire ainsi qu'à diminuer les effets secondaires par rapport à l'utilisation des opioïdes après chirurgie des membres supérieurs et inférieurs. Mais ces techniques sont limitées par la durée d'analgésie relativement courte

(12 à 24 heures).

Dans une métaanalyse(79), dix essais cliniques randomisés, comparant les effets analgésiques de la PCA morphine versus BNF en injection unique ou continue. Les résultats de l'analgésie après une PTG, fournit des preuves convaincantes sur l'efficacité du bloc du nerf fémoral (BNF) pour le contrôle de la douleur postopératoire chez ces patients. Les scores de douleur au repos et à la mobilisation à 24 heures et 48 heures étaient diminués dans les groupes bloc nerveux périphériques (BNF injection unique ou BNPC associés à une PCA morphine par rapport à la PCA morphine seul) avec réduction de la consommation de morphiniques et moins d'effets secondaires en faveur des blocs nerveux périphériques.

Les BNF continus présentaient des scores de douleur moins élevés au moment des mouvements et durent plus longtemps par rapport au BNF en injection unique.

De même, Chan(80) dans un essai contrôlé, a comparé les BNF à injection unique, BNF continus et PCA morphine, 200 (deux cents) patients subissant une arthroplastie du genou ont été randomisés à l'un des trois régimes. Les patients bénéficiant d'un BNF continu présentaient des scores de douleur moins élevés au moment des mouvements à 24h post opératoires (différence moyenne -0,57; IC 95% -1,14 à -0,01; P = 0,045), consommaient moins d'opioïdes et avaient moins d'incidences de nausées et de vomissements.

Dans une étude prospective, randomisée, contrôlée chez des patients ambulatoires subissant une chirurgie du ligament croisé antérieur a montré que les patients recevant une analgésie via un cathéter périmerveux fémoral, les scores de douleur évalués par l'EVA étaient inférieurs pour les 4 premiers jours après la chirurgie, par rapport aux scores de douleur plus élevés chez les patients recevant une perfusion d'un placebo (sérum salé) via le cathéter ou à un bloc fémoral en injection unique(81).

I.6.4 BNPC versus infiltration du site opératoire :

L'infiltration locale(IL) est un geste simple, de réalisation rapide, effectué par le chirurgien en per opératoire. Elle consiste en une injection d'une quantité d'AL dilué, soit par injection unique dont la durée de l'analgésie est alors limitée ou à travers un cathéter intra articulaire qui permet l'injection continue ou la réinjection du bolus à la 24^{ème} heures[82,83].

De nombreuses études ont comparé l'IL à d'autres techniques analgésiques. Dauri et al, dans une étude comparant le BNFC à l'infiltration du site opératoire en continu pour chirurgie du ligament croisé antérieur a conclu à la supériorité du BNFC pour le contrôle de la douleur post opératoire au repos et au mouvement. Dans une revue systématique (3) avec des essais cliniques comparant l'efficacité analgésique de l'infiltration d'anesthésique locale per opératoire avec placebo (solution saline ou sans injection), bloc nerveux périphérique, analgésie péridurale continue ou morphine intrathécale chez des patients opérés pour PTH et PTG ont conclu que l'IL fournit une analgésie efficace se limitant à la période postopératoire initiale, même en association avec une thérapie systémique multimodale. Dans une métaanalyse comparant l'infiltration Local au bloc nerveux fémoral pour une arthroplastie totale du genou n'a montré aucune différence significative sur le score de la douleur au repos ainsi que la consommation d'opioïdes, par contre le bloc du nerf fémoral était associé à une réduction de la douleur lors du mouvement(84).

La toxicité sur les cellules chondrales (chondrolyse), cet effet défavorable des infiltrations continues intra-articulaires a été démontré au cours de perfusion continue chez l'animal et rapporté sur quelques cas clinique(85).

I.6.5 BNFC versus bloc au canal des adducteurs(BCA) :

Le nerf saphène, branche de division profonde sensitive du nerf fémoral, donne des collatérales articulaires, participe à l'innervation sensitive de la face antérieure du genou.

Le bloc du nerf saphène est réalisé au niveau 2/3 moyen et 1/3 inférieur de la cuisse au canal des adducteurs entouré du muscle sartorius en antérieur, grand adducteur en médiale et le vaste médial en dedans. Ce nerf chemine le long de l'artère fémorale superficielle. Ce bloc est réalisé par échoguidage (nerf sensitif).

Machi et al(86) dans un essai contrôlé, randomisé a comparé le BCA versus BNFC pour chirurgie prothétique du genou et a conclu que les scores de douleur et les besoins en opioïdes par voie intra veineuse étaient similaires au repos, par contre le BNFC présentait une meilleure analgésie lors des séances de kinésithérapie. De même, une étude récente(87) a conclu que le BCA ne soulage pas la douleur latérale du genou au stade précoce, mais fournit un effet

analgésique similaire et une meilleure efficacité de la rééducation précoce comparée au BNFC chez les patients subissant une PTG.

L'intérêt du BCA réside dans le maintien de la force du quadriceps et facilite ainsi la déambulation dès les premiers jours post opératoires après PTG[88,89].

I.7 Indications des CNP :

L'utilisation de BNFC fait partie intégrante de la prise en charge des patients opérés d'une chirurgie majeure du genou[18,25,36,90-92].

Elle consiste en l'insertion percutanée d'un cathéter au travers d'une aiguille dont la pointe est à proximité du nerf à travers lequel une solution d'anesthésique local est administrée à de faibles concentrations pour prolonger le bloc.

Les indications des cathéters nerveux périphériques sont bien définies selon les recommandations de pratique clinique (RCP) de 2008(20) et de la réactualisation de la recommandation sur la douleur postopératoire par le groupe d'experts de la SFAR en 2016(93) qui sont les suivantes :

- Douleur aigue postopératoire (douleur intense prévisible > 24 h)
- prolongation de l'analgésie pour une période de quelques jours, voire même de quelques semaines après chirurgie articulaire (arthrolyse, arthroplastie)
- mobilisation précoce ; Pansements répétés
- chirurgie carcinologique des membres
- prévention des douleurs neuropathiques en cas de membres fantômes après amputation
- bénéfice attendu du bloc sympathique par la recherche de vasodilatation pour augmenter le flux sanguin en cas de réimplantation de membre (greffes – réimplantation).

Leurs indications intéressent aussi la chirurgie ambulatoire ainsi que dans le cadre de la prise en charge de douleurs chroniques. Cependant, l'immense majorité des cas concerne la prise en charge de la douleur aiguë post-opératoire.

Les cathéters sont généralement laissés en place entre 48 et 72 heures pour éviter toute colonisation bactérienne.

I.8 Produits utilisés et modalités d'entretien de l'analgésie:

L'AL de longue durée d'action reste le principal analgésique infusé pendant l'entretien de l'analgésie par CNP. Cependant, les études publiées suggèrent que les molécules à demi vie intermédiaires (la ropivacaïne, la bupivacaïne et la lévobupivacaïne) fournissent une analgésie similaire et à faible concentration (< 0.2%). Cependant, on sait que la ropivacaïne est à 40% - 50% moins puissante que la bupivacaïne, alors que la lévobupivacaïne a presque la même puissance que la bupivacaïne[94,95].

Selon les recommandations formalisées d'experts pour la douleur postopératoire (RFE - DPO)(20), il est probablement recommandé d'utiliser de préférence la ropivacaïne ou la lévobupivacaïne pour l'analgésie péridurale ou les blocs nerveux périphériques du fait d'une moindre toxicité cardiaque que la bupivacaïne.

La ropivacaïne montre un profil proche de celui de la bupivacaïne, mais le bloc moteur est moins intense pour des concentrations équivalentes.

Concernant les modalités d'entretien de l'analgésie post-opératoire, les RFE - DPO(20) : il est probablement recommandé d'utiliser le mode continu plus PCA péri nerveuse pour l'administration d'AL. En outre l'ajout de doses par bolus contrôlées par le patient à une perfusion continue de base, permet de réduire la consommation totale d'AL, de supplément en antalgiques et aussi permet le renforcement du bloc lors des manipulations douloureuses tel que, le changement de pansements et les séances de rééducations [74,96-99].

Le volume d'une solution d'anesthésique local injecté à proximité d'un nerf périphérique est un facteur crucial d'amélioration du taux prévisible de réussite de bloc nerveux périphérique. D'autre part, la possibilité de réaliser des blocs tout en réduisant la quantité d'AL pourrait augmenter la sécurité des blocs, en particulier pour la chirurgie des membres inférieurs, où une combinaison de blocs nerveux est généralement nécessaire, avec un risque potentiel d'entraîner une augmentation des taux plasmatiques d'anesthésique local(100).

Ainsi les solutions peu concentrées sont à privilégier, car le risque de surdosage après perfusion continue est réel(99). Pour cette raison, Anker-Moller(101) recommandent l'administration d'une faible concentration de bupivacaïne (0,125%), afin de limiter les concentrations plasmatiques élevées.

En mode continu + bolus pour le bloc sciatique poplité, Ifeld et al (102) ont comparé deux modalités de perfusion en jouant sur le volume et la concentration pour une même dose totale de ropivacaïne perfusée, les patients ont été randomisés pour recevoir de la ropivacaïne à 0,2% (basal 8 ml / h, bolus 4 ml) ou de 0,4% (basal 4 ml / h, bolus 2 ml) pendant au moins 48 h. Ils démontrent que le rapport de faible volume et forte concentration est le plus efficace en termes de qualité d'analgésie.

La même équipe(103) a comparé deux modalités pour analgésie continue du plexus lombaire postérieur après arthroplastie de la hanche, cette enquête fournit la preuve que la concentration et le volume de l'anesthésique local n'influencent pas les effets de bloc nerveux du plexus lombaire postérieur continu. Cela suggère que la dose de l'anesthésique local est le principal déterminant des effets de la perfusion périmébrale. Le même résultat a été trouvé par une autre équipe pour le CNP au niveau fémoral(104).

Malheureusement les résultats de ces études ne peuvent pas être applicables à d'autres sites anatomiques d'emplacements de cathéters[74,95,102,105,106].

Une autre question assez importante concernant l'anesthésie régionale qui réside dans l'introduction de nouveaux médicaments comme la bupivacaïne liposomale qui va probablement changer la pratique clinique dans un proche avenir(107).

La mise en place du cathéter et la première injection de l'AL est du ressort du médecin anesthésiste. Il peut confier la surveillance du patient ainsi que les réinjections à l'infirmier anesthésiste au bloc et en salle de surveillance post interventionnelle.

L'infirmier du secteur d'hospitalisation est habilité à injecter des médicaments à des fins analgésiques dans un cathéter placé à proximité d'un tronc ou un plexus nerveux, selon les prescriptions médicales préétablies, nominatives, qualitatives, quantitatives, écrites, horodatés et signées, à condition qu'un médecin puisse intervenir à tout moment.

Le retrait du cathéter peut être réalisé par un infirmier préalablement formé sous la responsabilité du prescripteur(108).

I.9 Complications des blocs nerveux périphériques :

Les AL de type amide diffusent dans les tissus et sont absorbés dans le système vasculaire avant leur métabolisme hépatique suivi d'une élimination principalement rénale.

Les manifestations toxiques systémiques surviennent pour des concentrations qui varient inversement avec la puissance de l'AL. Il s'agit d'une atteinte neurologique ou cardiaque (9).

Il existe plusieurs types de complications liés aux blocs nerveux périphériques, bien que leur incidence soit faible(109).

I.9.1 La toxicité systémique :

Les effets secondaires des AL apparaissent en cas de surdosage, soit par résorption rapide au niveau d'un tissu très vascularisé, favorisée par la réalisation de plusieurs blocs à la fois, soit d'une injection vasculaire directe. La gravité dépend de la rapidité de la concentration plasmatique. Il s'agit d'une atteinte neurologique ou cardiaque(110).

Au cours des accidents toxiques, les signes neurologiques sont en général les plus précoces, à l'exception de quelques cas de toxicité cardiaque après injection de bupivacaïne(surtout chez l'enfant)(111).

Elle est caractérisée par des symptômes dont la survenue dépend de la concentration plasmatique de la substance : goût métallique dans la bouche, paresthésies péri-buccales, des étourdissements ou des vertiges, des bourdonnements d'oreille, des troubles de l'accommodation visuelle, voire une diplopie, une désorientation temporo-spatiale, une anxiété, une agitation ou une somnolence, logorrhée et/ou changement de caractère, convulsions localisées ou généralisées, hypoxémie puis arrêt cardiorespiratoire qui survient pour des concentrations plus élevées. Une sédation excessive avant le bloc peut masquer ces signes d'alerte. L'incidence de ces accidents neurologiques est variable selon le type de bloc (1/800 à 1/1500 blocs).

Auroy et coll.(100) ont constaté dans une étude prospective en France portant sur un très large collectif de 21 278 patients, seize cas de convulsions (0,075%) liés à une grande quantité d'anesthésique local et résolus sous midazolam, ainsi que trois arrêts cardiorespiratoires (0,014%).

Classiquement, la cardiotoxicité des AL se manifeste sous deux formes :

- Au cours d'une atteinte toxique cérébrale, une activation du système nerveux sympathique entraîne tachycardie et hypertension artérielle masquant l'effet direct de l'AL sur le cœur.

- Puis, avec des concentrations croissantes d'AL, des troubles du rythme et de la contraction myocardique surviennent.

- Le blocage du canal sodique cardiaque par les AL s'accompagne d'un ralentissement de la conduction intraventriculaire(112). Sur cœur de lapin isolé, la bupivacaïne, la lévobupivacaïne et la ropivacaïne diminuent la vitesse de conduction ventriculaire sans augmenter la période réfractaire(113).

Afin de limiter ces risques, des recommandations de bonnes pratiques préconisent des injections lentes et fractionnées des doses, des aspirations fréquentes à travers l'aiguille pour détecter le placement intra-vasculaire et utiliser des solutions contenant de l'adrénaline à faible dose associée à une surveillance de la fréquence cardiaque.

L'échographie peut encore réduire le risque d'injection intra-vasculaire accidentelle d'AL en fournissant des informations non disponibles en utilisant la neurostimulation seule. Cependant la pression appliquée par la sonde de l'échographie lors de la réalisation du bloc peut comprimer les structures vasculaires entraînant une aspiration négative du sang, qui rend ce test peu fiable pour exclure la ponction intra-vasculaire.

La visualisation en temps réel de la diffusion de l'AL permet la détection précoce de l'injection intra-vasculaire avant d'atteindre les doses toxiques [114,115].

Le traitement d'un accident convulsif passe par le maintien de la liberté des voies aériennes et l'oxygénation, ainsi que l'injection de faibles doses de benzodiazépines ou de thiopental si les convulsions ne cèdent pas rapidement.

La réanimation de l'arrêt cardiocirculatoire survenant à la suite d'une injection intravasculaire (ou absorption très rapide) d'AL doit suivre les recommandations internationales(116).

L'intubation trachéale est associée à un massage cardiaque externe parfois prolongé. L'utilisation de faibles doses d'adrénaline (5 à 10 µg/kg) doit permettre le maintien d'une hémodynamique minimale. Ces faibles doses ont

pour objectif d'éviter la survenue d'une tachycardie ou fibrillation ventriculaire qui peuvent être induites par de fortes doses d'adrénaline.

La cardioversion est recommandée en cas de fibrillation ventriculaire. Plusieurs études expérimentales et plusieurs cas cliniques déjà publiés soulignent l'intérêt potentiel de solutions lipidiques pour le traitement des signes toxiques cardiaques et neurologiques des anesthésiques locaux[117-120].

L'intralipide est la solution recommandée actuellement du fait de la rapidité de fixation des anesthésiques locaux. La posologie recommandée semble être de 3 ml/kg d'une solution lipidique à 20 %, en bolus.

Un respect des posologies maximales, des règles de réalisation de l'ALR, une détection précoce des signaux d'alarme et une surveillance par monitoring adéquat doivent permettre de diminuer l'incidence des accidents toxiques liés aux anesthésiques locaux.

I.9.2 Les complications nerveuses :

Le risque de neuropathie reste une préoccupation importante pour l'anesthésiste-réanimateur lors de la pratique des blocs nerveux périphériques. L'incidence des lésions nerveuses est comprise entre 0% et 1% lors des cathéterspéri nerveux fémoraux, axillaires et interscaléniques [121-124].

Pour les complications graves entraînant des lésions nerveuses permanentes, l'incidence souvent rapportée est de 0,4%. Heureusement, la plupart des lésions sont transitoires.

L'incidence des déficits neurologiques transitoires est plus élevée et l'incidence de la paresthésie transitoire pourrait atteindre 8-10% dans le postopératoire immédiat.

L'étude d'Auroy et al.(100) sur les données de SOS ALR en France retrouvait 12 neuropathies sur 50 223 ALR périphériques (0,02 %), dont 7 patients avec des séquelles à 7 mois.

Plus fréquemment le traumatisme chirurgical en soi peut entraîner des lésions neurologiques, de même que la posture lors de l'intervention ou le garrot pneumatique. Dans une étude prospective, pour 1614 blocs axillaires réalisés chez 607 patients, 62 lésions nerveuses ont été détectées, 7(11,3%) étaient imputables à l'anesthésie, et 55 (88,7%) à la chirurgie(125). Ainsi, certaines études ont rapporté des neuropathies malgré l'utilisation de la neurostimulation,

avec ou sans apparition de paresthésies et avant toute réponse motrice lors de la réalisation du bloc nerveux [100,126]

Pour les techniques courantes de BNP, le taux de neuropathie après bloc interscalénique du plexus brachial, bloc axillaire du plexus brachial, et le bloc nerveux fémoral était de 2,84: 100 (IC à 95%: 1,33-5,98: 100), 1,48: 100 (IC à 95%: 0,52 à 4,11: 100) et 0,34: 100 (IC 95%: 0,04 à 2,81: 100), respectivement(127).

Concernant les CNP, en utilisant la neurostimulation pour leur insertion, l'étude multicentrique de Capdivella et al(128) ont rapporté sur 1 416 cathéters péryneuraux colligés en 1an, trois lésions neurales (0,21%) après bloc nerveux fémoral continu. Ces lésions nerveuses se sont complètement résolues 36 heures à 10 semaines plus tard. Cuvillon et al.(121) rapportaient un cas de paresthésies prolongées après 211 cathéters fémoraux (0,4 %).

L'échographie diminuera peut-être l'incidence de certaines complications mais elle ne les fera pas disparaître [129,130].

Dans une étude (131) incluant 1010 blocs nerveux périphériques échoguidés, intéressant différents sites : Blocs interscaléniques à injection unique et continu, bloc supra-claviculaire, bloc nerveux infra-claviculaire, fémoral et sciatique, le taux de complications neurologiques postopératoires était similaire aux faibles taux précédemment rapportés avec les techniques traditionnelles, ainsi cette étude rapporte 56 atteintes neurologiques chez 690/1010 patients (8,2%) à J10, 37/1010 (3,7%) à un mois et 6/1010 (0,6%) à six mois.

L'atteinte nerveuse peut s'expliquer par plusieurs mécanismes lors de la réalisation des BNP(132):

- Par le traumatisme direct par le biseau de l'aiguille, une injection intra-neurale (hyperpression à l'injection intra-neurale d'un AL qui dépasse la pression d'occlusion capillaire, et conduit à une ischémie du nerf, une ischémie neuronale liée ou non à une toxicité des anesthésiques locaux).

- D'autres causes communes comme les facteurs chirurgicaux (position, étirements, l'ischémie, et formation d'un hématome), et les comorbidités liées aux patients (diabète, neuropathie centrale ou périphérique.....).

D'autres facteurs de risques de neuropathies périphériques ont pu être mis en évidence. Certains sont liés à la technique d'ALR : utilisation des aiguilles à biseau long, blocs à la paresthésie(133), neurostimulateur défectueux, recherche d'une intensité de stimulation trop basse (< 0,5 mA)(100), douleurs à la ponction et/ou à l'injection des AL, réalisation de l'ALR sous sédation profonde ou sous AG. La bupivacaïne induirait plus de neuropathies.

Les lésions nerveuses provoquées sont classifiées en trois types :

- Neurapraxie : le nerf est intact et le bloc de conduction est en général réversible
- Axonotmésis : conséquence d'un traumatisme par élongation ou par une neuro-ischémie prolongée. Il s'installe une dégénérescence axonale avec récupération partielle.
- Neurotmésis : section axonale et de ses gaines, nécessitant réparation chirurgicale.

Le diagnostic d'une neuropathie postopératoire est difficile et va se baser sur :

- l'anamnèse : types de chirurgie et d'ALR, existence d'un déficit nerveux préopératoire, durée et pression de garrot chirurgical
- les signes cliniques : paresthésies ou douleurs à la ponction ou lors de l'injection, des troubles sensitifs et/ou moteurs souvent de même topographie que les paresthésies survenues pendant la réalisation du bloc, paresthésies, hyperesthésie ou allodynie, hyperpathie persistantes en postopératoire
 - la topographie des lésions
 - l'imagerie : échographie à la recherche d'hématome ou d'adénopathies compressives, TDM, IRM
 - l'électromyogramme : c'est l'examen de référence, Il permet de faire un bilan objectif de l'atteinte et peut renseigner sur le niveau et le mécanisme lésionnel, ainsi que sur la sévérité des lésions.

La surveillance postopératoire d'une ALR doit être rigoureuse et ce d'autant plus qu'un cathéter péri-neural a été mis en place et qu'il existe des facteurs de risque. Elle consiste en une évaluation quotidienne du bloc sensitif et moteur, des scores de douleur et un interrogatoire du patient à la recherche de paresthésies en cas de cathétérisme péri-neural.

I.9.3 Complications infectieuses :

L'infection associée aux CNP semble être un problème relativement rare, mais peut avoir des conséquences avec des effets potentiellement délétères qui vont de la rougeur ou l'inflammation cutanée autour du cathéter (moins de 0,2 à 0,5%) à quelques très rares abcès ou infections compartimentés [134-136].

Un CNP peut être considéré comme un corps étranger qui va constituer une solution de continuité entre le milieu extérieur (la peau avec sa flore bactérienne) et les structures anatomiques internes.

Lors des blocs nerveux en injection unique, le risque de complications infectieuses (abcès au niveau du point de ponction, abcès profond, infection secondaire de matériel prothétique ou d'ostéosynthèse) est quasi nul si on respecte les contre-indications des blocs nerveux périphériques (inflammation ou infection préexistante au niveau du point de ponction, maladie dermatologique) et les règles de réalisation de l'ALR (désinfection cutanée en deux temps, port de gants, masque et calot)(137).

Cuvillon et al.(121) dans une enquête prospective sur 208 cathéters fémoraux pour chirurgie de la hanche, fémur et du genou insérés sous neurostimulation, ne rapportaient aucun cas d'infection caractérisée du site d'insertion du cathéter, par contre une colonisation bactérienne a été observée dans 57% des cas, survenant principalement chez des patients asymptomatiques. Les signes de l'inflammation et d'infection locale étaient observés chez 9 (4,3%) et 3 (1,4%) patients, respectivement.

Dans une évaluation prospective de 237 cathéters poplités, Borgeat et al.(138) n'ont trouvé aucun signe d'inflammation locale ou d'infection après une durée moyenne de placement du cathéter de 60 h (48 à 90 h). Le même groupe a évalué 700 patients de manière prospective pour l'incidence de complications en utilisant une approche latérale modifiée pour la mise en place de cathéters interscaléniques(123) avec une durée de placement du CNP de 3,2 jours (1,5 à 5 jours), cinq patients (0,7%) ont montré des signes d'inflammation locale et un patient (0,1%) a eu une infection nécessitant une incision chirurgicale. Le temps moyen de maintien du cathéter était de 4 jours.

Les auteurs ont montré que l'incidence des complications infectieuses augmentait avec cette durée. Dans une étude multicentrique, Capdevila et

al.(128) ont analysé prospectivement l'incidence de complications sur 1416 CNP placés sur différents sites après chirurgie orthopédique, des signes d'inflammation locale, sans différence significative entre les différentes localisations, ont été retrouvés chez 3% des patients, un patient (0,07%) a eu une infection sur cathéter fémoral mis en place après arthroplastie totale du genou dont la durée moyenne de maintien était seulement de 2,3 jours.

La plus courte durée de maintien des CNP dans cette étude peut expliquer la faible incidence des complications infectieuses. Par rapport à l'étude de Neuburger et al(139) avec un total de 2285 CNP ont été évalués: 600 axillaires, 303 interscaléniques, 92 infraclaviculaires, 65 au niveau du compartiment psoas, 574 fémoraux, 296 sciatiques et 355 poplités. Une inflammation locale s'est produite dans 4,2% et une infection chez 3,2%.

La durée du maintien du cathéter était considérée comme un des facteurs de risque avec 4.0 (1-36) jours ($p < 0,05$), le point commun retrouvé dans ces deux études était le contexte de l'urgence considéré comme facteur favorisant des infections liées aux CNP [128,139]. De plus Capdevila et al.(128) ont démontré que le séjour postopératoire dans une unité de soins intensifs augmentait le risque infectieux.

En ce qui concerne la colonisation des cathéters périduraux, son incidence relevée dans deux études est plus élevée : 57 % sur 208 cathéters fémoraux (121), 28,2 % sur 986 cathéters mis en culture avec une incidence plus grande pour les cathéters axillaires (36,5 %) et sciatiques (30,4 %)(128).

Ces incidences sont comparables à celles rapportées dans les études sur les cathéters épiduraux(140) (28,8 % sur un collectif de 1 443 cathéters épiduraux), et l'élément constant à toutes ces études est la grande disproportion entre le taux de cathéters colonisés et le taux d'infections réellement constatées.

L'échographie est considéré comme un dispositif médical à usage multiple dont la réalisation d'un bloc et la mise en place d'un CNP sous échoguidage est un acte invasif comportant un risque infectieux. Dans une grande série de 620 patients bénéficiants d'un CNP échoguidé sur différents sites(190 en interscalénique, 206 en fémoral et 224 au niveau sciatique poplité) en ambulatoire, Swenson et al n'ont rapporté aucun cas d'infection sur cathéter(141).

Les espèces bactériennes les plus fréquemment trouvées dans ces études étaient *S. epidermidis*. Dans l'étude de Capdivella et al. sur 969 cathéters soumis à des examens bactériologiques, 278 (29%) ont montré une colonisation positive, avec *S. epidermidis* dans 63% des cas, bacille gram négatif dans 22% et *S. aureus* dans 5% (128). Conformément aux différentes études portant sur les cathéters épiduraux [140,142,143] ont montré que *S. epidermidis* était la bactérie la plus fréquemment isolée. La prédominance de *S. aureus* et *S. epidermidis* est probablement le résultat de la colonisation cutanée du site d'insertion du cathéter ou lors du retrait avec contamination de la pointe du cathéter.

Les facteurs de risques supplémentaires de colonisation et d'inflammation au point d'insertion des cathéters sont : le sexe masculin, la durée du maintien du cathéter au delà de 48 heures, l'absence d'antibioprophylaxie, le site du cathéter (le site axillaire et fémoral ont un risque plus important).

I.9.4 La neurotoxicité et la myotoxicité :

La neurotoxicité et la myotoxicité sont des complications locales des anesthésies loco-régionales. Les AL peuvent provoquer des lésions réversibles ou irréversibles au niveau du myocyte ou du neurone. Plusieurs travaux expérimentaux ont montré que les mécanismes mis en jeu étaient multiples avec essentiellement une dysfonction du métabolisme calcique et mitochondrial associé à des modifications histopathologiques des tissus(144). Ce risque est directement lié à la concentration locale d'AL au niveau cellulaire et se voit surtout avec la bupivacaine. En revanche la ropivacaine n'entraînerait pas de lésions apoptotiques [145,146]. Ce risque semble être en rapport avec la durée d'administration de l'anesthésique local (147). IL est majoré par l'adjonction de l'adrénaline pour diminuer la résorption de l'AL et allongement du temps d'exposition. L'optimisation des protocoles d'anesthésie ou d'analgésie loco-régionale devrait contribuer à diminuer l'incidence de ces complications.

I.9.5 Autres complications :

Quelques complications mineures liées au cathétérisme péri-neural ont été rapporté à type de problèmes techniques : retrait accidentel, cathéters coudés ou arrachés, entraînant un défaut d'analgésie. Sur une série de 253 cathéters colligés, 17,9 % étaient notées comme incidents mineurs(148).

I.10 Techniques de repérage pour la mise en place des CNP :

Le succès du bloc nerveux périphérique continu dépend en grande partie de la mise en place du cathéter assez proche du nerf pour permettre l'administration directe, soit par injections itératives ou une perfusion continue d'anesthésiques locaux, pour en assurer une analgésie efficace et durable et avec un volume minimum pour des chirurgies douloureuses.

L'un des défis les plus importants associé aux cathéters nerveux périphériques (CNP) implique un placement précis de l'extrémité du cathéter à proximité du nerf, pour éviter la migration et le retrait du cathéter qui est une source d'échec(149). Ceci est d'une importance croissante maintenant que les cathéters sont laissés en place pour des périodes prolongées voire même en ambulatoire.

Les techniques d'insertion du CNP ont pris un long chemin, basé sur la paresthésie et l'imagerie fluoroscopique dans les années 1970, à base de techniques de stimulation dans les années 1980 et, plus récemment, l'échographie. Malgré des preuves solides soutenant l'efficacité des BNPC pour l'analgésie postopératoire, les données concernant l'optimisation des techniques de placement des cathéters sont limitées.

I.10.1 Paresthésies :

Les techniques de paresthésies ont longtemps été utilisées dans la réalisation des blocs superficiels, Le déclenchement de paresthésies par l'aiguille de ponction permet d'identifier les fibres nerveuses.

La recherche de paresthésies représentait une source importante de traumatisme direct des fibres nerveuses et augmentait potentiellement le risque d'atteintes nerveuses. Ce risque de neuropathie postopératoire variait de 0,36 à 2,8 %(43) et était estimé globalement à 0,5 %.

I.10.2 Neurostimulation :

La technique utilisant un repérage par neurostimulation était décrite dès 1969. La neurostimulation a été une étape majeure dans l'amélioration des résultats de l'ALR, elle constituait la référence avant l'arrivée de l'échographie.

La stimulation nerveuse périphérique a été appelée méthode «aveugle», car elle ne visualise pas l'aiguille et les nerfs ciblés. Cependant, lorsque les contractions musculaires caractéristiques sont suscitées, on a l'information essentielle que la pointe de l'aiguille est proche, ou éventuellement dans le nerf qui doit être bloqué(150).

Principe de la neurostimulation :[151-153]

Le neurostimulateur est un générateur de courant qui fournit des chocs ou impulsions électriques de forme à peu près rectangulaire.

Il émet des impulsions électriques à une fréquence de 1-2 Hz, d'une durée de 0,1 ms et d'une intensité initiale de 1 à 2 mA ; le champ électrique induit une dépolarisation du nerf stimulé, qui va produire à son tour une contraction musculaire. L'objectif est de diminuer l'amplitude de la stimulation dès l'obtention de la contraction musculaire souhaitée, tout en affinant la recherche par la modification de la position de l'aiguille sans douleur et sans toucher le nerf. Cette approche indirecte du nerf permettra un taux de succès très satisfaisant mais a également pour fonction de diminuer le risque d'atteinte nerveuse durant la réalisation du geste.

La neurostimulation était considérée en Europe dans les années 1980 et 1996 comme la technique de référence pour le repérage des nerfs périphériques. Cette technique de repérage, alors qu'elle était il y a une quinzaine d'années à peine la seule technique de référence pour les blocs nerveux périphériques, devient de plus en plus discutée(154).

Dans les pays émergents, la technique du bloc périphérique sous neurostimulation revêt encore une place importante en pratique courante, compte tenu des nombreuses difficultés locales en matière de ressources financières.

Cette technique est proposée pour faciliter la recherche des structures nerveuses, elle permet un meilleur taux de succès.

I.10.3 Echoguidage :

L'utilisation des ultrasons est à ce jour la seule technique permettant de visualiser en temps réel la position de l'aiguille par rapport aux structures nerveuses et d'apprécier la qualité de la diffusion de l'anesthésique local [155,156].

Les ultrasons sont des ondes, non audibles pour l'homme, dont la fréquence d'émission est supérieure à 20 000Hz (20 MHz). De telles ondes peuvent être générées à la demande en appliquant un courant alternatif à un matériau doué de caractéristiques piézoélectriques, c'est-à-dire, capable de vibrer selon une fréquence définie et de transformer une impulsion électrique en ultrasons.

Ces matériaux piézoélectriques sont aussi capables de la transformation inverse, c'est-à-dire, les ondes sonores réfléchies vers la sonde échographique sont alors transformées à leur tour en signal électrique utilisé par l'échographe pour générer une image à l'écran.

L'appareil d'échographie médicale se compose d'une sonde (qui émet des ultrasons et détecte les échos produits par ceux-ci) et d'une console de contrôle, d'analyse et de visualisation.

Les caractéristiques déterminant la performance de la sonde échographique sont : sa morphologie et sa fréquence d'émission.

Il existe différent types de sondes:

- Sonde linéaire à « haute fréquence » (entre 6-10 MHz pour les blocs profonds et 10-15 MHz pour les blocs superficiels)
- Sonde convexe à « basse fréquence » (entre 2 et 6 MHz pour des blocs d'une profondeur > 7 cm)

Les images de la partie supérieure de l'écran sont issues des régions superficielles, alors que les images de la partie inférieure proviennent des régions profondes.

❖ **Sémiologie des ultrasons :**

Caractéristiques écho-doppler des structures rencontrées au cours de l'ALR :

Structures	Echographie	Doppler
Nerf	Hypoéchogène, hétérogène	Aucun effet doppler
Muscle	Hypoéchogène, hétérogène	
Tendon	Hyperéchogène, ± homogène	
Fascia	Hyperéchogène, homogène	
Graisse	Hypoéchogène, hétérogène	
Os	Très hyperéchogène, cône d'ombre en arrière	
Artère	Anéchogène, non compressible	Effet doppler Mesurable
Veine	Anéchogène, compressible	
Aiguille	Hyperéchogène, homogène	Aucun effet doppler
Anesth local	Anéchogène, signe du beignet	
Cathéter	Certains cathéters sont échogènes	

I.10.3.1 Trois techniques d'approche de l'aiguille :

L'utilisation d'US pour l'insertion d'un cathéter a été décrite en utilisant une variété d'approches validées(157). Le nerf est visualisé en petit axe (visualisation de la section transverse) ou en long axe (visualisation de son trajet longitudinal) ; le repérage en petit axe est le plus aisé.

L'insertion du cathéter doit être idéalement dans l'axe du nerf. Les abords en neurostimulation répondent à cette logique mais malheureusement à l'aveugle. L'échographie répond en théorie aux conditions pour mettre en place un CNP en contrôlant visuellement chacune des étapes. Mais en pratique les choses sont bien plus compliquées.

En pratique il existe trois incidences échographiques utilisées pour la mise en place d'un CNP(157)(Fig 10):

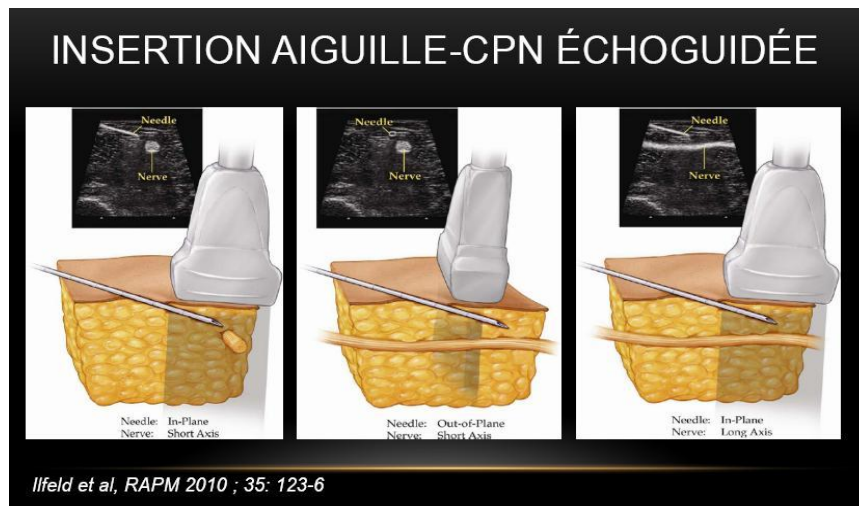


Figure 10 : Trois techniques d'approche de l'aiguille sous échoguidage

I.10.3.1.1 Coupe transversale « petit axe » ponction dans le plan « short axis-in plane » : (fig.11)



Figure 11 : Coupe transversale « petit axe » ponction dans le plan

L'axe de l'aiguille est ici parallèle au faisceau d'ultrasons. Cette orientation permet de suivre à l'écran la progression de l'aiguille de la surface cutanée jusqu'à la cible.

Le cathéter entre en contact avec le nerf avec un angle avoisinant les 90°, ce qui peut limiter sa progression, contourne le nerf voire prend un trajet ectopique. Ainsi Ifeld et al.(158) n'ont pas trouvé de différence sur la qualité d'analgésie post opératoire pour le cathéter sciatique poplité inséré sous échoguidage avec la technique d'aiguille dans le plan petit axe, sur une distance minimale (0 - 1 cm) de la pointe de l'aiguille par rapport à une distance traditionnelle de (5 - 6 cm). Il faut être prudent si on extrapole ces résultats à d'autres conceptions de cathéter, à des approches par ultrasons, ou des sites d'insertion anatomiques. L'avantage des voies dans le plan est qu'elles permettent une tunnélisation du cathéter en sous cutané. L'inconvénient majeur est le risque de déplacement secondaire du cathéter.

I.10.3.1.2 Coupe transversale « petit axe » ponction hors du plan «Short axis - out of plane » :(fig.12)



Figure 12 : Coupe transversale « petit axe » ponction hors du plan

Cet abord offre l'avantage d'être similaire à la technique de neurostimulation. L'angle de point de contact nerf cathéter avoisine les 30° et la progression du cathéter est aisée. Par contre c'est un abord qui nous fait perdre bon nombre d'éléments visuels lors de la procédure. Possibilité de faire une rotation de 90° pour suivre la progression du cathéter en vue longitudinale « grand axe ». L'introduction du cathéter doit être limitée à quelque cm.

I.10.3.1.3 Coupe longitudinale« long axe » ponction dans le plan « long axis-in plane » (fig.13)



Figure 13 : Coupe longitudinale« long axe » ponction dans le plan

L'échographie apporte un contact visuel à chaque étape de mise en place du cathéter perinerveux. C'est une technique difficile car il est particulièrement ardu de maintenir dans l'axe du faisceau des ultrasons à la fois l'aiguille ; le cathéter et le nerf.

L'étude de Frederickson(159) a démontré que l'insertion du cathéter au niveau fémoral pour une chirurgie majeure du genou en comparant les deux approches du nerf en petit axe, ponction hors du plan (out of plane) des ultrasons pour le premier groupe versus ponction dans le plan (in plane) des ultrasons pour le deuxième groupe ne présentaient aucune différence significative pour les scores de douleur en post opératoire ainsi que le nombre de bolus de ropivacaine et la consommation du tramadol. Il a suggéré que la meilleure technique revient au choix de l'opérateur.

La réussite d'un bloc n'est pas que le fait du bon positionnement de l'aiguille, mais aussi de la bonne diffusion de l'anesthésique local autour du nerf(160).

Les ultrasons, par la vision en temps réel de la solution injectée, permettent un remplacement immédiat de l'aiguille en cas de mauvaise distribution. C'est une différence majeure avec la neurostimulation.

I.11 Techniques de mise en place du CNP au niveau fémoral :

Le nerf fémoral est abordé à la face antérieure de la cuisse en aval du ligament inguinal, au niveau du pli de flexion de la cuisse, latéralement à l'artère fémorale. À ce niveau, le nerf fémoral est le plus souvent déjà divisé en plusieurs branches terminales disposées en deux plans. Les branches superficielles traversent le fascia iliaca pour innerver le muscle sartorius et la peau de la cuisse. Le plan profond, encore situé sous les fascias, comprend les rameaux destinés au muscle quadriceps fémoral et le nerf saphène (Fig.4).

Installation du patient et repères de ponction

Pour les deux techniques le patient est installé en décubitus dorsal, le membre inférieur est en légère abduction et rotation externe. Classiquement, le point de ponction est situé sous le ligament inguinal, latéralement à l'artère fémorale. Cependant, le repérage est plus facile quand le point de ponction est localisé au niveau du pli de flexion de la cuisse, juste latéralement à l'artère. La

mise en place des cathéters est réalisée en suivant des procédures rigoureuses d'asepsie en particulier lorsque le cathéter perinerveux est mis en place sous échographie(161).

Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser une housse stérile englobant la sonde et son cordon ainsi que du gel échographique stérile.

I.11.1 Neurostimulation :

Une aiguille isolée à biseau court de 50 mm reliée au neurostimulateur est utilisée. L'aiguille inclinée de 30° à 45° par rapport au plan cutané est dirigée vers le nerf fémoral afin de le localiser sous le fascia iliaca (Fig 14).

La profondeur habituelle de 2,5 à 4 cm. La stimulation des muscles droits fémoraux et vastes intermédiaire évoque une position trop centrale de l'aiguille. Leurs contractions traduites par une mobilisation de la rotule pour une intensité de stimulation minimale en sont le témoin le plus fiable. La mise en place d'un cathéter est habituellement aisée. La ponction est réalisée en direction céphalique avec un angle de 30° à 45° environ, pour faciliter l'introduction du cathéter. La longueur introduite ne présume pas de la qualité ou de l'extension du bloc obtenu. Le cathéter peut être introduit sur 10 à 15 cm pour le sécuriser et améliorer la qualité du bloc. Cependant, sa direction réelle est imprévisible(149).

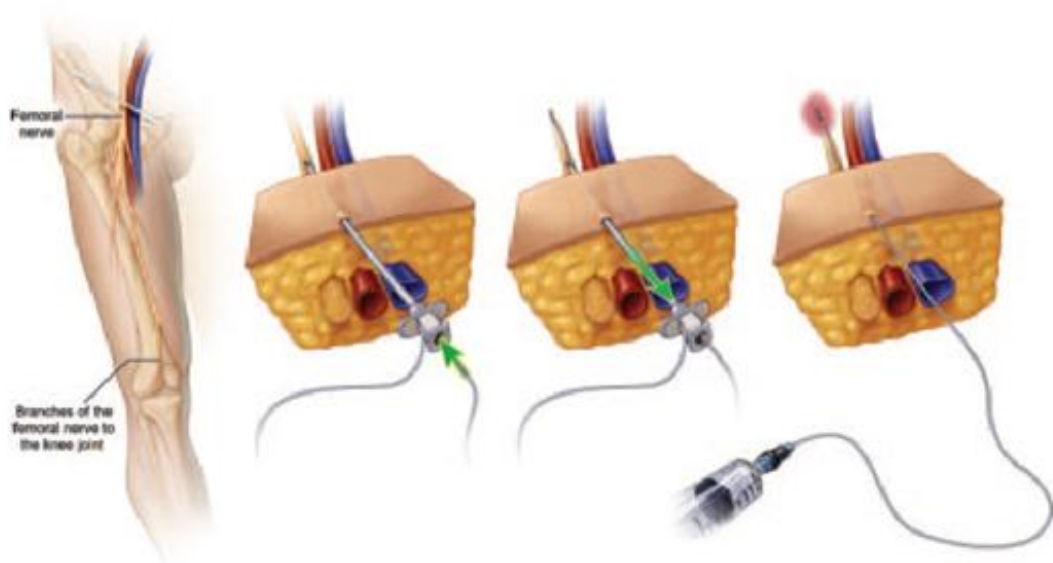


Figure 14 : Illustration de la procédure d'insertion d'un CNF sous neurostimulation (162)

I.11.2 Echoguidage :

Sur une vue transversale (Fig 15)(163), la sonde est posée sur le pli, L'artère fémorale est repérée, en dedans se trouve la veine fémorale(fig.16). Immédiatement en dehors de l'artère, une formation hyperéchogène représente les branches du nerf fémoral (Fig 2 et 3).

Les branches du nerf fémoral se séparent dans les différents plans :

- Le plan antérieur du nerf fémoral correspond aux branches cutanées et aux branches musculaires du sartorius.
- Le plan profond est constitué par le nerf du quadriceps et le nerf saphène. Sous le nerf se trouve le muscle iliopsoas.

Les fascias sont visualisés sous la forme de multiples lignes hyperéchogènes. Le fascia lata chemine superficiellement, recouvre en dedans les vaisseaux et en dehors le muscle sartorius. Le fascia iliaca recouvre le nerf puis passe en arrière des vaisseaux(164).

Les rameaux ascendant et descendant de l'artère circonflexe latérale de la cuisse présentent des rapports étroits avec le nerf fémoral(Fig.4).

L'espace de diffusion périnerveux est situé sous le fascia iliaca recouvrant le muscle ilio-psoas et contenant le nerf fémoral.L'objectif est d'amener l'aiguille au bord latéral du plan profond du nerf fémoral. Avec les ultrasons, même s'il présente une certaine variabilité dans sa structure ultrasonographique.

L'aiguille est alors introduite à la face latérale de la sonde d'échographie et celle-ci est avancée sous contrôle de la vue sur l'écran, jusqu'à ce qu'elle atteigne le nerf fémoral. La distribution des anesthésiques locaux peut être visualisée lors de l'injection (fig.17).

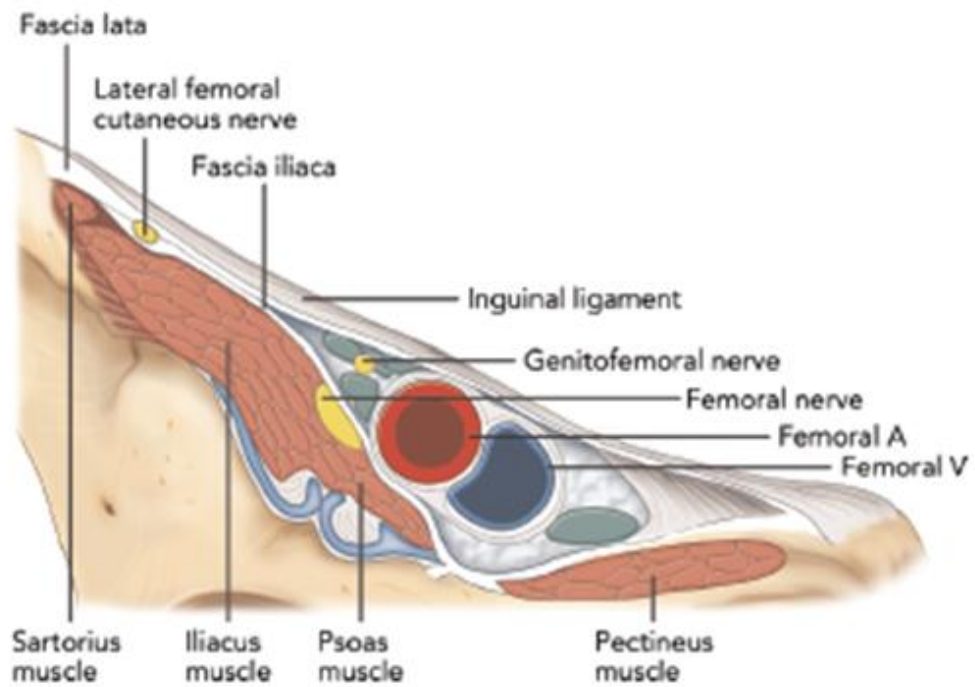


Figure 15 : Coupe transversale de la région inguinale (nerf et les vaisseaux fémoraux)

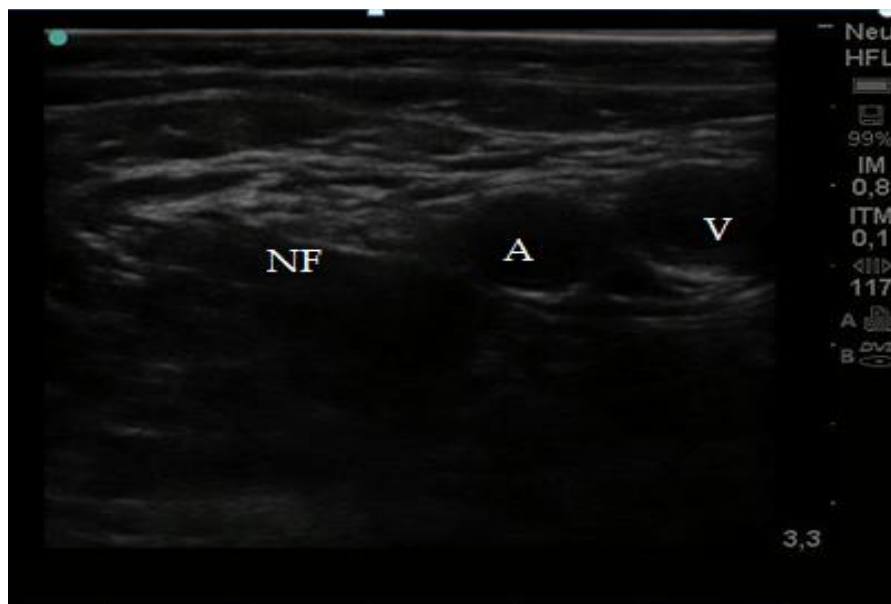


Figure 16 : Sono-anatomie de la région inguinale : Nerf fémoral (Iconographie personnelle)



Figure 17 : visualisation de l'aiguille et de la diffusion de l'AL (Iconographie personnelle)

II. MATERIELSET METHODES :

II.1 Objectifs de l'étude :

II.1.1 Objectif principal de l'étude :

Evaluation de l'analgésie postopératoire en chirurgie majeure du genou par mise en place de cathéter périmerveux fémoral (échoguidage versus neurostimulation) jugée par les scores de douleur (EVS ou EVA)

II.1.2 Objectifs secondaires :

- Evaluation de la consommation d'anesthésique local
- Evaluation du risque des complications immédiates collatérales
- Evaluation de la durée de séjour
- Evaluation de la réhabilitation post opératoire
- Evaluation de la satisfaction du patient

II.2 Schéma d'étude :

II.2.1 Type d'étude :

Essai clinique prospective, randomisée, mono centrique.

II.2.2 Population

L'inclusion des patients dans l'étude a été réalisée lors de leur consultation d'anesthésie pré opératoire, adressés par leurs chirurgiens.

Tous les patients doivent subir une chirurgie majeure du genou (prothèse totale du genou PTG ; ligamentoplastie antérieure du genou ; arthrolyse du genou) au niveau du service d'orthopédie et traumatologique « B » du CHU de Douéra.

II.3 Critères d'inclusion :

- Patient de classe ASA I, II, III
- Age supérieur à 18 ans jusqu'à 80 ans
- Chirurgie pour prothèse totale du genou(PTG), chirurgie mobilisatrice du genou, ligamentoplastie du genou

II.4 Critères d'exclusions :

- Refus du patient de la technique d'analgésie
- Infection du site de ponction

- Traitement anticoagulant ou trouble d'hémostase
- Pathologies neurologiques préexistantes
- Patient ayant une limitation de ses capacités intellectuelles
- Insuffisance rénale (clairance créatinine < 30ml/mn)

II.5 Taille de l'échantillon:

La taille échantillonnale a été déterminée en utilisant le calculateur Open Epi (version 2,3,1calculator open source statistiques, épidémiologiques pour la santé publique) avec les paramètres suivants :En fixant un risque α à 0,05, une puissance à 80%, un pourcentage des non exposés avec résultats égale à 40% et un risque relatif minimal (RR) pour mettre en évidence une différence de 1,80.

La taille de l'échantillon ainsi déterminée était égale à 88 patients. Nous avons recruté 92 patients qui devaient subir une chirurgie majeure du genou sous rachianesthésie.

Le calcul de la taille de l'échantillon est basé sur le critère principal de jugement, en se basant sur des études antérieures.

La taille ainsi déterminée était de $N=92$ patients, Ils étaient randomisés en deux groupes (groupe $n = 46$ (neurostimulation) et groupe $n= 46$ (échoguidage)).

II.6 Randomisation :

Elle a été obtenue par la préparation à l'avance d'une liste de randomisation avec attribution au hasard de la nature de la technique de mise en place du cathéter périmerveux : groupe neurostimulation(NS) et groupe échoguidage (US) aux patients successivement inclus dans l'étude en utilisant des enveloppes scellées.

II.7 Aspect éthique et réglementaire :

Le protocole de l'étude a été validé par le comité d'éthique de la faculté de médecine de l'université SAAD dahleb de Blida.

Après avoir reçu une information éclairée, orale, portant sur les risques et les bénéfices attendus de la technique d'analgésie postopératoire, les patients ont donné leur consentement.

II.8 Critère de jugement :

Le critère principal de jugement était l'évaluation de l'efficacité de l'analgésie continue par CNF pour la chirurgie majeure du genou en se basant sur la mesure de la douleur postopératoire par l'échelle visuelle analogique (EVA) toutes les 6 heures au repos pendant 48 heures ainsi qu'à la mobilisation à la 48^{ème} heures post-opératoires.(annexe « 2 »).

Les critères secondaires de jugement sont la consommation d'anesthésique local, le risque de complications immédiates collatérales, la durée d'hospitalisation, la réhabilitation post opératoire, la satisfaction globale du patient de la prise en charge de la douleur.

II.9 Déroulement de l'étude :

II.9.1 Consultation pré anesthésique :

Les patients étaient reçus en consultation d'anesthésie une à deux semaines avant l'hospitalisation. C'était une étape très importante, qui a permis d'échanger des informations, d'évaluer l'état de santé du patient et de formuler la stratégie anesthésique et analgésique postopératoire. Le fonctionnement du cathéter perinerveux, de la pompe élastomérique et l'évaluation de la douleur par l'EVA ont été expliqués au patient. Enfin obtention de son consentement éclairé(111).

II.9.2 Hospitalisation, intervention et période postopératoire :

Les patients étaient hospitalisés au début de la semaine. La veille de l'intervention, une prémédication était instaurée par la prise 1mg/kg d'hydroxyzine (ATARAX®) le soir avant de dormir. Après l'intervention, les patients étaient transférés en réanimation chirurgicale post opératoire dont la durée de séjour était de 24 heures. Le lendemain, ils étaient transférés au service d'hospitalisation pour les soins postopératoires jusqu'à à leurs sorties.

II.10 Moyens :

II.10.1 Personnels disponibles :

- Personnel médical et paramédical du service chirurgie orthopédique
- Secrétariat du service

II.10.2 Matériels :

- Outil informatique disponible : micro-ordinateur, imprimante, camera
- Matériel de monitoring
- Set pour cathéter perinerveux
- Appareil de neurostimulation avec une Intensité minimale 0.5mA, temps 100µs et fréquence 1Hz.
- Echographe sonde linéaire 6 – 13 MHz
- Seringues autopulseuses ; pompes elastomériques
- Anesthésiques locaux(xylocaine 1% et 2% et bupivacaine 0,5%)

II.11 Procédure :

Les patients ont été randomisés en groupe (neurostimulation) et groupe (ultrasons) la veille de l'intervention et étaient informés du mode de surveillance analgésique par l'EVA.

Après monitoring conventionnel (scope ; PNI ; Sao2) et posé d'une voie veineuse périphérique en salle pré anesthésique.

Les intervenants étaient habillés selon les règles d'asepsie chirurgicale recommandées (D) : gants, masque et calot chirurgical. (Photo N°4)

La région inguinale était largement préparée avec Bétadine et isolée par des champs stériles. Le bloc fémoral était réalisé en neurostimulation ou avec échoguidage selon la randomisation.

Dans les deux groupes, le même cathéter non stimulant était utilisé pour la réalisation de tous les blocs fémoraux ; le bolus initial de 20 millilitres (ml) (10 ml bupivacaine 0,5% + 10ml xylocaine 1,5%) administré à travers le cathéter était identique dans les deux groupes. Le bloc sensoriel était testé après 10 min en appliquant le test au froid (glaçon) posé sur la face antéro-médiale de la cuisse ipsilatérale ainsi qu'au bord médial de la jambe pour le nerf saphène (extension sensitive du nerf fémoral). Le bloc moteur du nerf fémoral a été testé par l'impossibilité d'étendre la jambe avec la hanche fléchie à 45°. Une abolition de la sensibilité a été retenue comme critère d'efficacité du bloc sensitif.



Echographe (A)



Neurostimulateur (B)

Photos N°3(A etB) :Matériels utilisés



Photo N°4 : Préparation des champs avec une asepsie chirurgicale
(Iconographie personnelle)



Photo N°5 : Technique « Neurostimulation » (Iconographie personnelle)



Photo N°6 : Technique « Echoguidage » (Iconographie personnelle)

II.11.1 Bloc fémoral par neurostimulation :

- Tous les blocs étaient réalisés par les mêmes intervenants
- Le point de ponction a été localisé à 1cm en dehors de battement artériel perçu sous le ligament inguinal (Photos (7 et 8)).
- Infiltration locale (xylocaïne à 2%).
- L'aiguille de stimulation a été reliée au neurostimulateur avec réglage initiale (1,5 mA ; durée 100µs ; fréquence 1Hz).
- Préparation de la zone inguinale avec de la Bétadine et isolation par des champs stériles.
- Ponction pratiquée dans une direction céphalique avec inclinaison de 45° par rapport à la peau avec recherche d'une ascension de la rotule et maintien de la contraction du quadriceps à une intensité de stimulation de 0,5mA. Une réponse d'ascension de la rotule témoigne de la bonne position de l'aiguille à proximité du nerf (50).
- Le cathéter a été inséré après injection de 5ml de sérum glucosé 5% sur une distance de 3cm au delà de l'aiguille de stimulation (distance maximale utilisée par les études récentes sur cathéters et neurostimulation pour réduire le risque de localisation aberrantes du cathéter péri nerveux).
- Après tunnélisation, fixation du cathéter par un adhésif transparent et connexion à un filtre antibactérien.
- Après une manœuvre d'aspiration, 20ml de la solution anesthésique a été injecté dans le cathéter tout en assurant des aspirations intermittentes.



Photo N°7 :Repères du point de ponction sous neurostimulation (Iconographie personnelle)



Photo N° 8 : technique de ponction sous neurostimulation (Iconographie personnelle)

II.11.2 Bloc fémoraléchoguidé :

- Le repérage échographique a été réalisé par une sonde linéaire (6 – 13 MHz) reliée à un échographe SonositeMturbo.
- Désinfection et mise en place de champs stériles, habillage stérile de l'opérateur avec protection de la sonde par une gaine stérile avec usage d'un gel stérile.
- Pose de la sonde au niveau du pli inguinale à la recherche du nerf et des vaisseaux fémoraux en coupe transversale (petit axe)(Photo N°9). Nous avons effectué une approche échographique dans le plan des ultrasons et perpendiculairement à l'axe du nerf, car nous pensons qu'elle facilite la vision complète et en temps réel de l'aiguille et du cathéter ainsi que son positionnement correct. Wang et al(165) dans leur étude visant à déterminer s'il y avait des différences d'insertion du cathéter au niveau fémoral perpendiculaire ou parallèle au nerf, ils sont arrivés à la conclusion que lors de la mise en place du cathéter perpendiculaire, le temps d'insertion du cathéter a été réduit de 22 à 12 min, sans observer de différence de la qualité d'analgésie entre les 2 techniques.
- Neurostimulation a été utilisée en sentinelle pour certains patients dont le repérage à l'échographie était difficile en utilisant une intensité de stimulation fixée à 0,8 mA (le neurostimulateur était éteint dès l'obtention d'une réponse motrice adaptée).
- Infiltration locale puis la ponction a été réalisée dans le grand axe de la sonde.
- Le repérage de l'extrémité distale du cathéter a été fait par l'injection de 5ml de sérum glucosé à 5% afin de visualiser en temps réel sa diffusion. Le cathéter a été inséré à moins de 2cm au delà l'extrémité distale de l'aiguille introductrice.
- Après tunnélisation, fixation du cathéter par un adhésif transparent et connexion à un filtre antibactérien (Photo N°10).
- Après la mise en place du cathéter chaque patient a bénéficié d'une rachianesthésie en utilisant 10 milligrammes de bupivacaine à 0,5% + Fentanyl à la dose de 12,5µg (microgrammes).



Photo N°9 : Bloc fémoral échoguidé (Iconographie personnelle)



Figure 18 : Visualisation du cathéter inséré au Nerf fémoral (Iconographie personnelle)



Photo N°10 : Fixation du cathéter par un adhésif transparent et connexion à un filtre antibactérien (Iconographie personnelle)

II.12 Analgésie post opératoire :

En réanimation chirurgicale post opératoire, l'analgésie perinerveuse a été débutée 04 heures après le bolus initial préopératoire selon un mode continu à 5ml/h à la seringue autopulsive(SAP) et/ou une pompe à perfusion portable (pompe élastomérique) avec de la bupivacaine 0,125% avec injection de bolus de 5ml de bupivacaine à 0,125% au besoins avec une période réfractaire de 45 minutes pour une durée de 48h post opératoire (Photos 11 et 12).

- La dose cumulée d'AL (excluant le bolus préopératoire) ainsi que le délai de la première demande en antalgique ont été relevés.
- L'analgésie multimodale post-opératoire de tous les patients comportait l'administration systématique de paracétamol en intra veineux à raison de 1g quatre fois par jour), du Diclofenac en suppositoires à la posologie de 100mg x 2/jour et de la buprénorphine (temgésic) à raison d'une ampoule toutes les 08 heures en sous cutanée pour une EVA > à 4 pendant 48 heures.

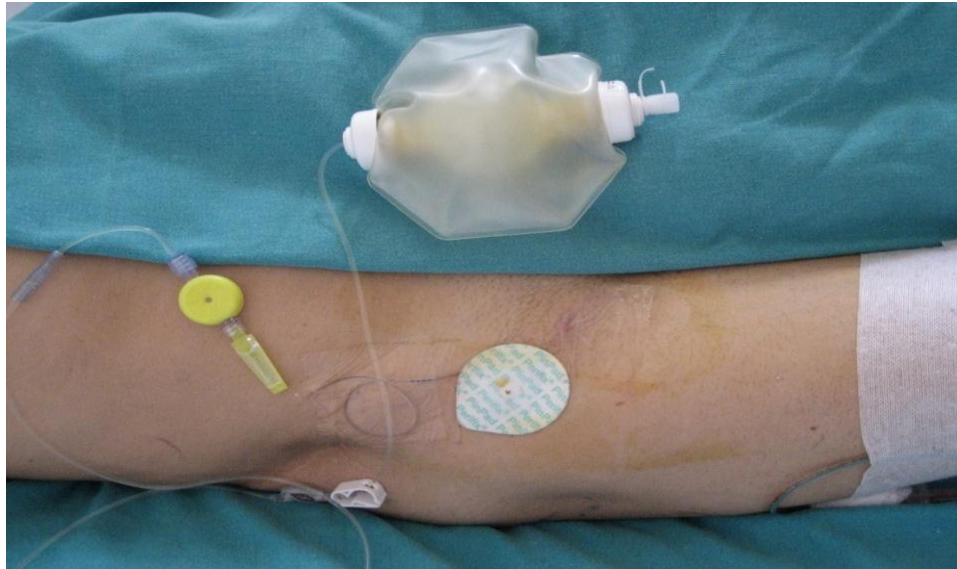


Photo 11 : Cathéter fémoral relié à une pompe élastiomérique (Iconographie personnelle)



Photo 12 : Cathéter fémoral chez un patient opéré LAG droit à J1 post opératoire
(Iconographie personnelle)

II.13 Mesures des résultats et gestion de la réhabilitation:

Les scores EVA ont été enregistrés par les infirmiers du service post opératoire à H0 puis chaque 6 h au repos après la chirurgie jusqu'au lendemain, puis les malades ont été transférés au service d'hospitalisation où les infirmiers du service continuaient d'enregistrer les mêmes paramètres.

Les patients ont été invités à s'asseoir assisté au bord du lit et subir une thérapie physique deux fois par jour par le kinésithérapeute du service (photos N°14).

Flexion passive du genou sans aggravation de la douleur a été mesurée quotidiennement en utilisant un goniomètre (photo 15). En outre, les patients utilisaient un déambulateur pour marcher dès le 2ème jour post opératoire avec l'aide du personnel infirmier.



Photos N°14(A et B) : Cathéter femoral à J2 post opératoire pour PTG



Photo N°15 : Cathéter femoral à J2 post opératoire pour LAG

II.14 Paramètres étudiés:

II.14.1 Paramètres per opératoires :

- Cardioscope : rythme cardiaque
- Pression artérielle non invasive(PNI)
- Fréquence respiratoire
- Oxymétrie du pouls (SpO2)

II.14.2 Paramètres post opératoires :

❖ Paramètres cardio-vasculaires et respiratoires

- Cardioscope : rythme cardiaque
- Pression artérielle non invasive(PNI)
- Fréquence respiratoire
- Oxymétrie du pouls (SpO2)

❖ Douleur post opératoire :

Mesure de la douleur postopératoire par l'échelle visuelle analogique (EVA) toutes les 6 heures au repos du début de la perfusion continue sur les 48 heures postopératoires et lors de la mobilisation à la 48^{ème} heure (Cf. annexe « 2 »).

❖ Délai de la procédure :

Le temps nécessaire pour la pose du cathéter.

- Neurostimulation : débute du passage de l'aiguille sous la peau jusqu'à son retrait après mise en place du cathéter.
- Echographie : débute par la pose de la sonde d'échographie sur la peau du patient jusqu'au retrait de l'aiguille après mise en place du cathéter.

❖ Durée d'installation du bloc sensitif (mn):

Commence à partir de l'injection de l'AL à travers le cathéter jusqu'à l'abolition de la sensibilité dans le territoire du nerf fémoral.

❖ Délai de la première demande d'antalgique (heure):

Cette durée a été définie comme le temps écoulé à partir du premier bolus d'AL en préopératoire jusqu'à la première demande d'antalgique en post opératoire.

❖ **Quantité d'AL consommée durant 48 heures (ml):**

La dose cumulée d'AL (excluant le bolus préopératoire) perfusé en continu associé aux bolus injectés à travers le même dispositif durant les 48 heures.

❖ **Complications immédiates collatérales :**

Tous les incidents ou accidents et complications survenant lors de la mise en place du cathéterperinerveux et durant toute la période postopératoire jusqu'à la sortie du patient ont été répertoriés sur la fiche de surveillance.

❖ **Degré de flexion du genou à J2 et J5 postopératoire :**

La mesure du degré de flexion maximum sans douleur (EVA < 3) effectuée par le kinésithérapeute du service en utilisant un goniomètre (instrument de mesure du degré de mobilité articulaire).

Le degré de flexion du genou a été utilisé comme une mesure de résultat après CMG pour évaluer la récupération fonctionnelle et le succès du type d'analgésie utilisé.

❖ **Durée d'hospitalisation (jour) et Satisfaction du patient :**

La durée d'hospitalisation est débutée du premier jour d'admission du patient jusqu'à sa sortie à domicile.

La satisfaction du patient a été déterminée par un score d'évaluation par rapport à la gestion de l'analgésie après les 48 heures postopératoires.

Tous les paramètres de surveillance ont été relevés par un médecin anesthésiste, les infirmiers du service post opératoire et d'hospitalisation ainsi que le kinésithérapeute du service.

Tous ces intervenants n'ont pas participé à la randomisation.

II.15 Analyses statistiques :

L'analyse des données a consisté à estimer les effectifs et des pourcentages pour les variables qualitatives, et les moyennes accompagnées par leurs déviations standards, pour les variables quantitatives.

Le test de Khi-deux a été utilisé pour comparer deux pourcentages lorsque la variable est qualitative et le test de Fischer, si les effectifs théoriques étaient inférieur à cinq.

Le Test (*T*) de student pour comparer deux moyennes lorsque la variable est quantitative. Le test de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer deux moyennes lorsque la référence à la loi normale n'est pas possible. Erreur de risque α sera fixé à 5 %.

La saisie de données, le contrôle ainsi que leurs analyses étaient réalisés par l'utilisation du logiciel SPSS version 20.

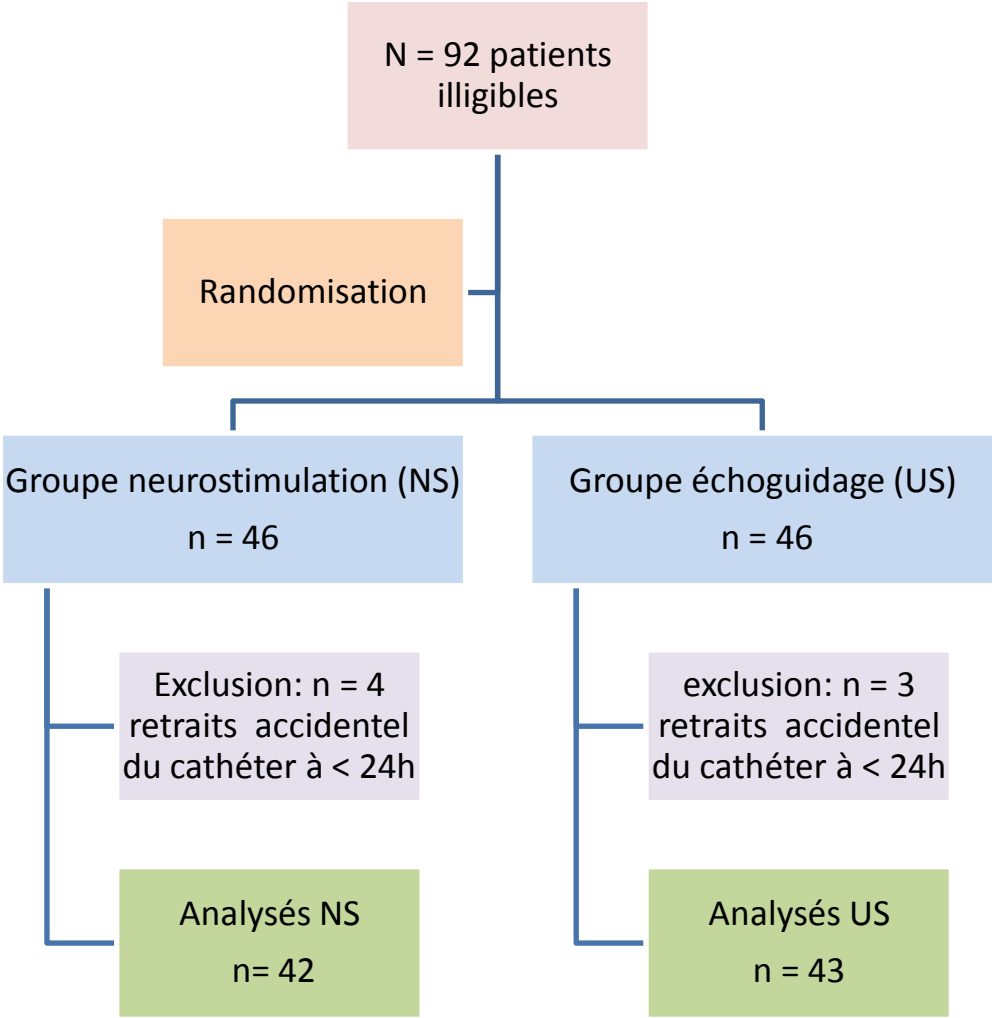


Figure 11 : **Diagramme de flux**

III. RESULTATS :

Quatre vingt douze (92) patients ont été inscrits, et tous ont été randomisés en deux groupes de traitement, quarante six (46) patients sous neurostimulation(NS), quarante six(46) patients sous échoguidage (US).

Tous les patients ont eu un succès lors du placement du cathéter selon le protocole établi, et tous avaient un bloc nerveux réussi défini par le protocole. Sept (7) patients ont été exclu de l'étude dû un à retrait accidentel du cathéter à < 24h de son insertion (quatre (4) dans le groupe NS, trois(3) dans le groupe US).

En outre huit (8) patients ont eu un retrait accidentel du cathéter au delà de 24h (quatre (4) le groupe NS, quatre (4) dans le groupe US), ils n'ont pas affecté les résultats de l'étude.

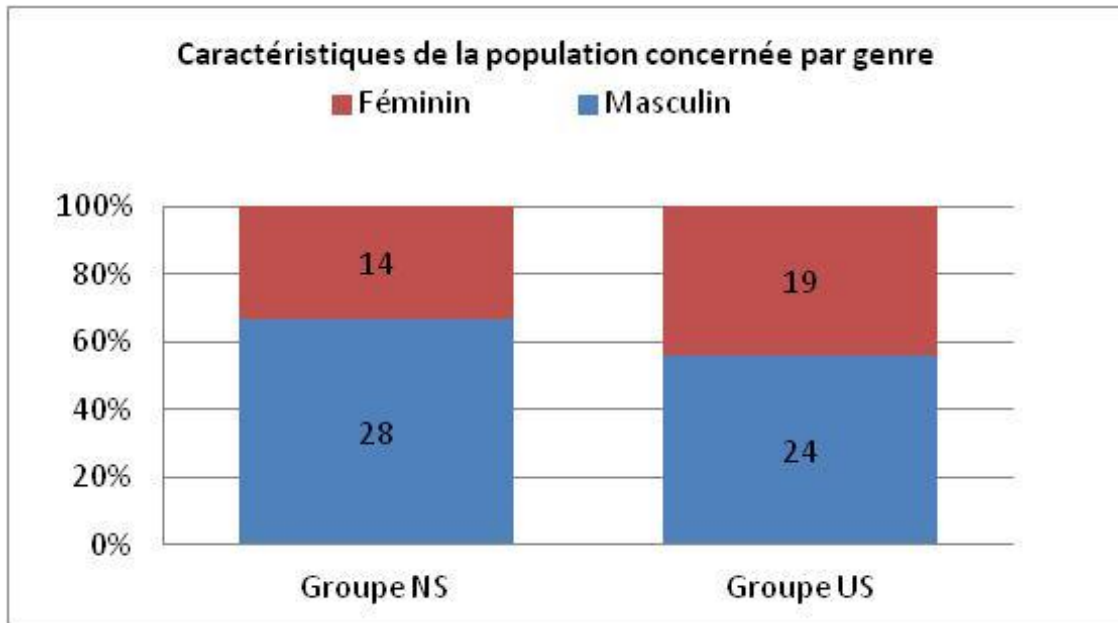
Au total quatre vingt cinq 85 patients ont terminé l'étude et sont inclus dans l'analyse avec 42 patients dans le groupe NS et 43 patients dans le groupe US.

III.1 Répartition selon le Sexe ; l'ASA et le type de chirurgie :

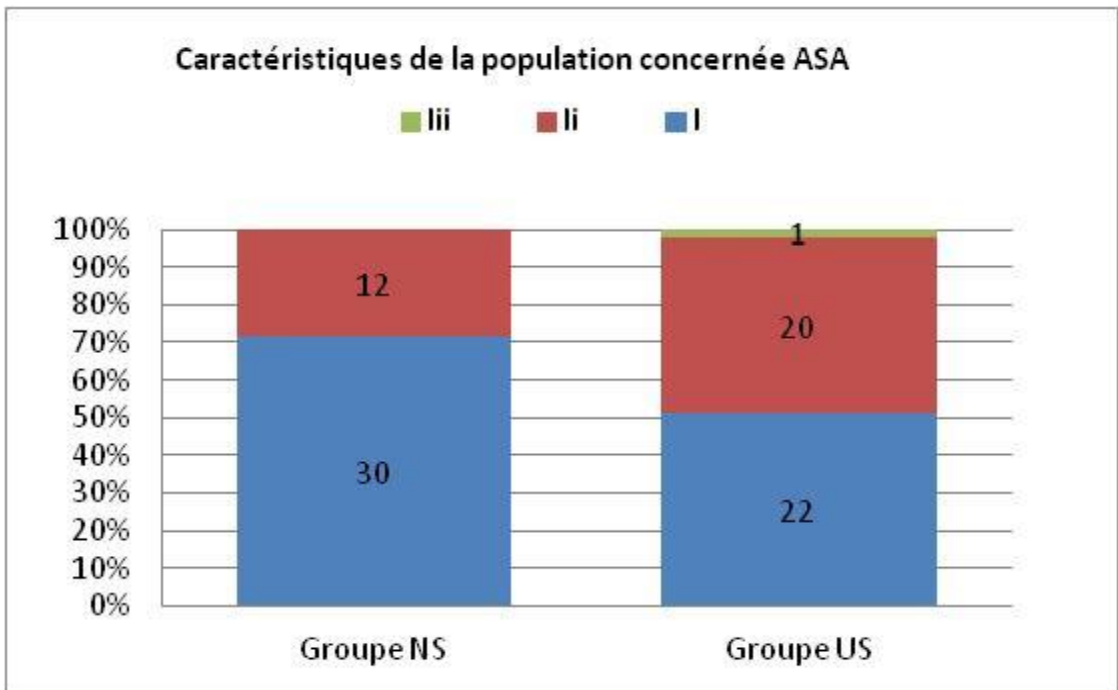
Tableau 1 : Répartition selon le Sexe ; l'ASA et le type de chirurgie

Caractéristiques	Groupe NS		Groupe US		P
	Effectif	%	Effectif	%	
Genre					
Masculin	28	66.7	24	55.8	0.30
Féminin	14	33.3	19	44.2	
Total	42	100	43	100	
ASA					
<i>I</i>	30	71.4	22	51.2	0.12
<i>II</i>	12	28.6	20	46.5	
<i>III</i>	0	0.0	1	2.3	
Total	42	100	43	100	
Type de chirurgie					
<i>PTG</i>	15	35.7	21	48.8	0.23
<i>LAG</i>	23	54.8	21	47.8	
<i>Arth. genou</i>	4	9.5	1	2.3	
Total	42	100	43	100	

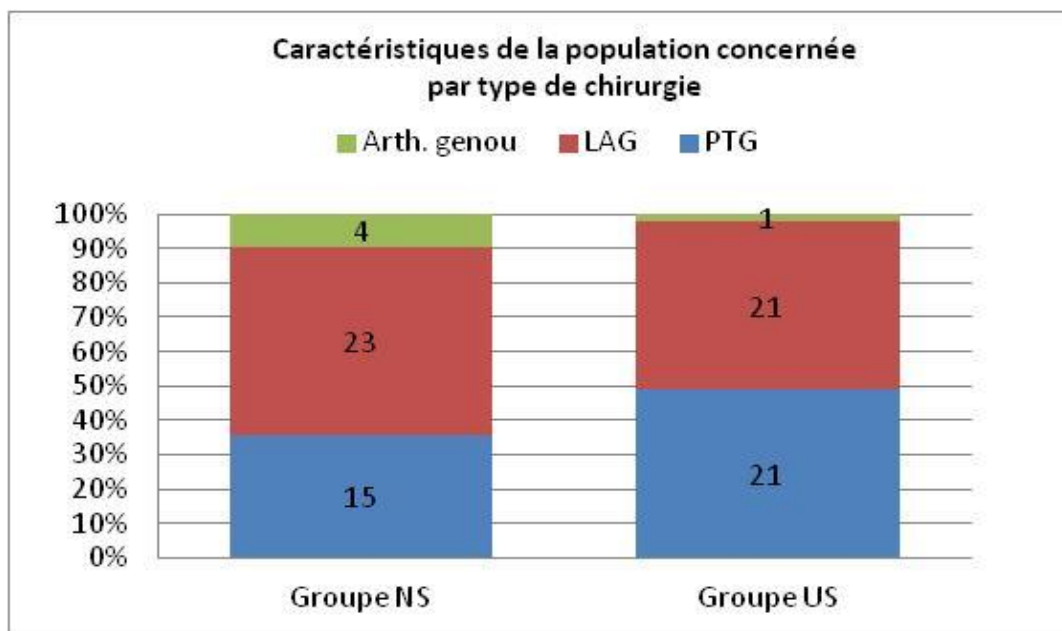
Abréviations: PTG : prothèse totale du genou ; LAG : laxité antérieure du genou ; Arth.genou : arthrolyse du genou



Graphe N°1 :Répartition selon le Sexe :Sexe ratio :Groupe NS= 2 ; Groupe US= 1.26



Graphe N°2 :Répartition selon l'ASA



Graph N°3 : Répartition selon la chirurgie

Les données rapportées sur le tableau 1 ainsi que les représentations graphiques (1, 2 et 3) concernant le sexe, la classification ASA des patients et le type de chirurgie dans les deux groupes ont conclu à des résultats similaires, c'est-à-dire sans différence statistiquement significative avec $p > 0.05$.

III.2 Caractéristiques selon l'âge et le BMI :

Tableau 2 : Répartition selon l'âge et le BMI :

Caractéristiques	Groupe NS		Groupe US		P
	Effectif	Moyenne ± écart type	Effectif	Moyenne ± écart type	
Age (année)	42	45.7 ± 20.9	43	48.9 ± 22.3	0.49
Taille (cm)	42	172.4 ± 7.5	43	170.0 ± 7.7	0.14
Poids (Kg)	42	76.3 ± 8.7	43	77,1 ± 13.4	0.73
BMI (Kg/m ²)	42	25.6 ± 1.7	43	26.6 ± 3.5	0.46

BMI: Body mass index = Poids/taille²

Caractéristiques démographiques et morphométriques étaient similaires entre les deux groupes (tableau 2), L'âge moyen et le BMI des patients dans les deux groupes étaient similaires, c'est-à-dire, sans différence statistiquement significative $p > 0.05$.

III.3 Résultats selon les EVA :

Résultats des EVA/6H de H0 jusqu'à H48 au repos :

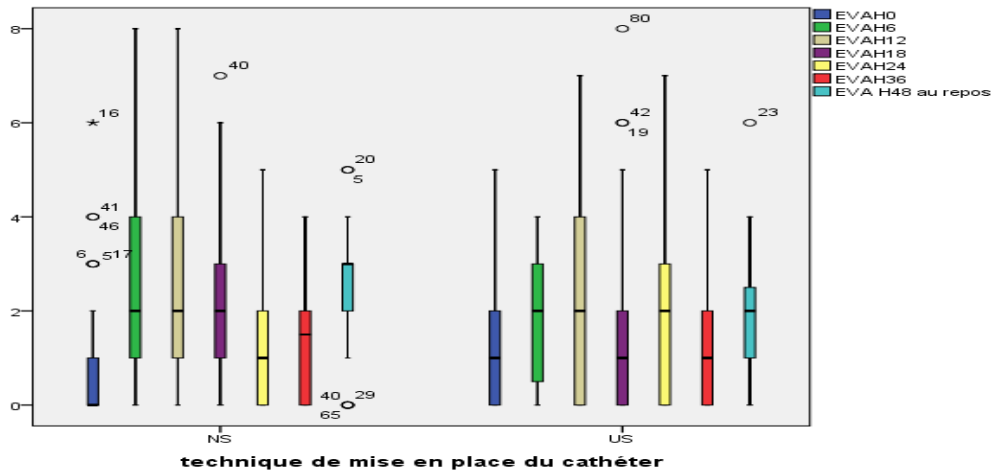
Tableau 3 : Evaluation des EVA à différents temps post opératoires (H0 jusqu'à H48 au repos)

Caractéristiques	Groupe NS		Groupe US		P
	Effectif	Moyenne ± écart type	Effectif	Moyenne ± écart type	
EVA H0 repos	42	0.86 ± 1.4	43	1.35 ± 1.3	0.10
EVA H6 repos	42	2.48 ± 1.8	43	1.81 ± 1.3	0.06
EVA H12 repos	42	2.69 ± 2.2	43	2.26 ± 2.0	0.34
EVA H18 repos	42	2.17 ± 1.7	43	1.79 ± 2.0	0.36
EVA H24 repos	42	1.45 ± 1.5	43	1.93 ± 1.9	0.21
EVA H36 repos	42	1.48 ± 1.2	43	1.47 ± 1.4	0.97
EVA H48 repos	42	2.48 ± 1.2	43	1.95 ± 1.1	0.004

Résultats exprimés en moyenne ± écart type, p value < 0.05 : différence statistiquement significative

Le critère d'évaluation principal était la douleur moyenne dans les 48 heures post opératoire suivant la chirurgie, mesurée sur l'échelle verbale analogique (EVA) de 0 à 10 (0: non douleur; 10: la pire douleur imaginable).

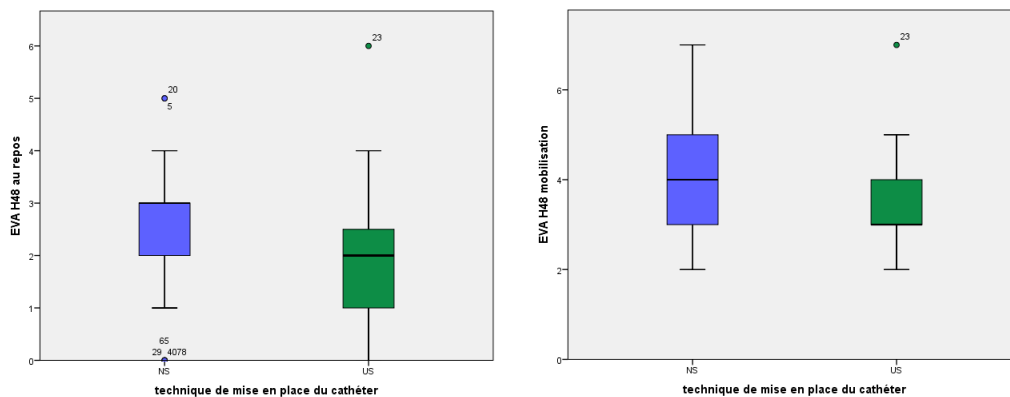
- L'analyse des résultats selon les scores d'EVA au repos des deux groupes NS versus US étaient similaires, la différence était statistiquement non significative sur les différents temps de test suivants : H0 ; H6 ; H12 ; H18 ; H24 ; H36 avec respectivement 0.86 ± 1.4 ; 2.4 ± 1.8 ; 2.69 ± 2.2 ; 2.17 ± 1.7 ; 1.45 ± 1.5 ; 1.48 ± 1.2 versus 1.35 ± 1.3 ; 1.81 ± 1.3 ; 2.26 ± 2.0 ; 1.79 ± 2.0 ; 1.93 ± 1.9 ; 1.47 ± 1.4.



Graphique N° 4 : Résultats des EVA de H0 à H48. Les valeurs moyennes de la douleur au repos et valeurs maximales de la douleur au cours de la mobilisation à la 48h. Données exprimées en médiane (barre horizontale) avec 25–75 e (cases) et 2,5–97,5 e (centiles) ; EVA = échelle visuelle analogique.

Tableau 4 : Evaluation des EVA au post opératoires à H48 (au repos et à la mobilisation) :

Caractéristiques	Groupe NS		Groupe US		P
	Effectif	Moyenne ± écart type	Effectif	Moyenne ± écart type	
EVA H48 repos	42	2.48 ± 1.2	43	1.95 ± 1.1	0.004
EVA H48 mobil	42	4.02 ± 1.1	43	3.37 ± 1.0	0.008



Graphique N°5 : Résultats des EVA à H48. Les valeurs moyennes de la douleur au repos et au cours de la mobilisation à la 48h

A la 48^{ème} heure (debut des séances de rééducation assurées par le kinésithérapeute du service). Les EVA au repos et à la mobilisation étaient en faveur du groupe US par rapport au groupe NS, avec respectivement 1.95 ± 1.1 versus 2.48 ± 1.2 avec $p=0.004$ au repos et 3.37 ± 1.0 versus 4.02 ± 1.1 avec $p=0.008$ à la mobilisation.

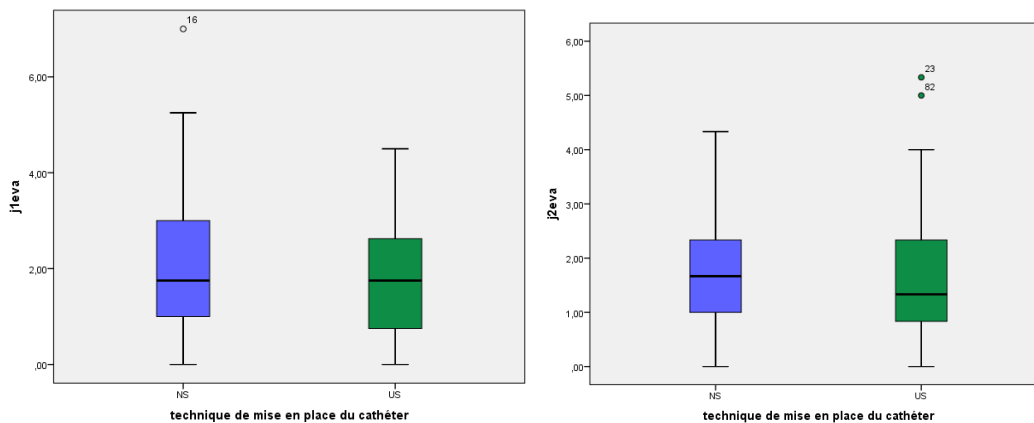
III.3.1 Résultats des EVA au 1^{er} et 2^{ème} jours post opératoire :

Tableau 5 : Evaluation des EVA au 1^{er} et 2^{ème} jours post opératoire

Caractéristiques	Groupe NS		Groupe US		P
	Effectif	Moyenne ± écart type	Effectif	Moyenne ± écart type	
EVA J1	42	2,04 ± 1,4	43	1,80 ± 1,2	0.42
EVA J2	42	1,80 ± 1,1	43	1,78 ± 1,2	0.94

Résultats exprimés en moyenne ± écart type, p value < 0.05 : différence statistiquement significative

L'analyse des résultats selon les scores d'EVA au repos à J1 et J2 post opératoires des deux groupes NS versus US étaient similaires. Il n'existait pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes. Les EVA moyennes étaient au 1^{er} jour post opératoire de 2,04 ± 1,4 dans le groupe NS versus 1,80 ± 1,2 dans le groupe US, p= 0.42. Au 2^{ème} jour post opératoire, elles étaient de 1,80 ± 1,1 dans le groupe NS versus 1,78 ± 1,2 dans le groupe US, p= 0.94.



Graph N°6 : Valeurs moyennes de la douleur ; J1 : le premier jour après la chirurgie; J2 : le deuxième jour après la chirurgie

III.3.2 Résultats des EVA maximum > 4 au 1^{er} et 2^{ème} jours post opératoire :

Tableau 6 :Evaluation des EVA maximum > 4 au 1^{er} et 2^{ème} jours post opératoires

Caractéristiques		Groupe NS		Groupe US		P
		Effectif	%	Effectif	%	
EVA max J1	inférieur < 5	39	92,9%	39	90,7%	0.71
	supérieur >4	3	7,1%	4	9,3%	
	Total	42	100%	43	100%	
EVA max J2	inférieur < 5	40	95,2%	41	95,3%	0.98
	supérieur > 4	2	4,8%	2	4,7%	
	Total	42	100 %	43	100 %	

Résultats exprimés en pourcentage, p value < 0.05 : différence statistiquement significative ; EVA max : EVA >4 au repos à J1 et J2 post opératoires.

L'analyse des résultats selon les scores d'EVA max au repos à J1 et J2 post opératoires des deux groupes NS versus US étaient similaires, pas différence statistiquement significative entre les deux groupes avec au 1^{er} jour post opératoire, 7,1% des patients du groupe NS ont eu des EVA >4 versus 9,3% du groupe US, p= 0.71. Au 2^{ème} jour post opératoire, 4,8% des patients du groupe NS ont eu des EVA >4 versus 4,7% du groupe US, p= 0.98.

III.4 Durée de procédure ; délai d'installation ; quantité d'AL et délai de la première injection d'AL :

Tableau 7 : Evaluation selon la durée de la procédure ; délai d'installation ; quantité d'AL et délai de la première injection d'AL

Caractéristiques	Groupe NS		Groupe US		P
	Effectif	Moyenne ± écart type	Effectif	Moyenne ± écart type	
Durée de procédure (mn)	42	5.5 ± 1.1	43	4.9 ± 1.0	0.01
Délai d'installation (mn)	42	13.6 ± 1.8	43	13.0 ± 2.3	0.19
Quantité d'AL (ml)	42	200.0 ± 41.3	43	197.0 ± 46.7	0.75
Délai de la première injection (heure)	42	5.1 ± 5.9	43	3.5 ± 3.7	0.13

Résultats exprimés en moyenne ± écart type, p value < 0.05 : différence statistiquement significative

- La durée moyenne de la procédure d'insertion du cathéter qui était définie pour le groupe d'ultrasons par le moment où la sonde d'échographie a touché le patient et pour le groupe NS par le moment où l'aiguille du cathéter est introduite à travers la peau du patient. La procédure pour les deux techniques se termine lorsque l'aiguille d'introduction du cathéter a été retirée après la mise en place du cathéter. Le résultat était respectivement de 4.9 ± 1.0 mn versus 5.5 ± 1.1 mn, avec une différence statistiquement significative ($P = 0,01$). Cependant, il n'y avait pas de différence significative dans le temps moyen d'installation du bloc qui était de 13.0 ± 2.3 min dans le groupe US et de 13.6 ± 1.8 min dans le groupe NS ($P = 0,19$).

- Consommation d'anesthésique local : Le délai de la 1^{ère} injection ainsi que la quantité d'anesthésique locale perfusée durant les 48 heures post opératoires ne présentaient aucune différence statistiquement significative entre les deux groupes (NS versus US), respectivement pour le délai de la première injection 5.1 ± 5.9 H versus 3.5 ± 3.7 H ($p=0.13$); pour la quantité d'anesthésique locale perfusée était 200.0 ± 41.3 pour le groupe NS versus 197.0 ± 46.7 pour le groupe US ($p=0.75$).

III.5 Réadaptation : flexion du genou et durée d'hospitalisation :

Tableau 8 :Evaluation de la flexion du genou et durée d'hospitalisation

Caractéristiques	Groupe NS		Groupe US		P
	Effectif	Moyenne ± écart type	Effectif	Moyenne ± écart type	
Flexion du genou à J2 postopératoire (degré)	42	77.2 ± 13.2	43	76.6 ± 15.3	0.83
Flexion du genou à J5 post opératoire (degré)	42	81.5 ± 9.9	43	81.0 ± 12.4	0.83
Durée d'hospitalisation (jour)	42	7,8 ± 4.0	43	9.8 ± 4.9	0.04

Résultats exprimés en moyenne ±écart type, p value< 0.05 : difference statistiquement significative

Aucune différence significative n'a été notée au 2^{ème} et au 5^{ème} jour post opératoire pour les valeurs des degrés de flexion du genou pour les deux groupes lors des séances de mobilisations effectuées par le kinésithérapeute du service.

Il existe une différence statistiquement significative entre les 2 groupes concernant la durée d'hospitalisation, elle a été plus courte dans le groupe de neurostimulation.

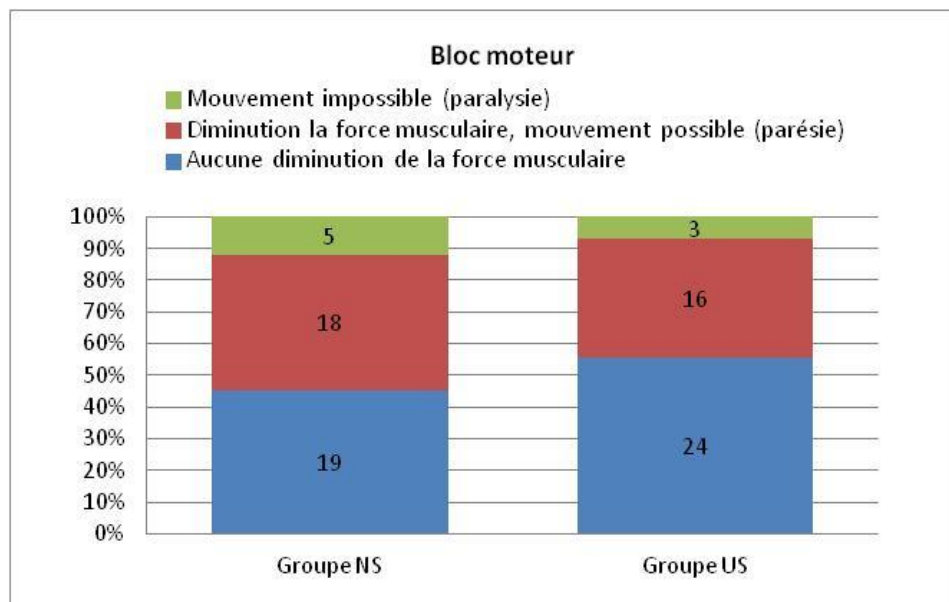
III.6 Bloc moteur :

Tableau 9 :Evaluation du bloc moteur

Bloc moteur	Groupe NS		Groupe US		P value
	Effectif	%	Effectif	%	
Aucune diminution de la force musculaire	19	45.2	24	55.8	0.55
Diminution la force musculaire, mouvement possible (parésie)	18	42.9	16	37.2	
Mouvement impossible (paralysie)	5	11.9	3	7.0	
Total :	42	100	43	100	

Résultats exprimés en pourcentage, p value < 0.05 : difference statistiquement significative

Un total de 08(9,4%) patients qui ont eu un bloc moteur complet au niveau du quadriceps avec 05/42 patients (11,9%) dans le groupe NS versus 03(7%) dans le groupe US. 34 (40%) patients ont eu une diminution de la force musculaire avec 18/42(42,9%) patients dans le groupe NS versus 16/43(37,2%) dans le groupe US. 43(50%)patients n'ont aucune diminution de la force musculaire, avec 19/42(45,2%)patients dans le groupe NS versus 24(55,8%)patients dans le groupe US. il n'existe pas de différence significative entre les deux groupe avec p=0.55.



Graph 7 : Valeurs moyennes du bloc moteur exprimées en pourcentage

III.7 Incidents et accidents liés au CNP :

Tableau 10 :Evaluation des incidents et accidents liés au CNP

Incidents	Groupe NS		Groupe US		P value
	Effectif	%	Effectif	%	
Aucun	37	88.1	37	86.0	0.85
Retrait du KT > 24H	4	9.5	4	9.3	
Occlusion du KT	1	2.4	2	4.7	
Total	42	100	43	100	

Résultats exprimés en pourcentage, p value < 0.05 : difference statistiquement significative

Durant la période post opératoire, un total de 8 (9,4%) patients ont présenté des incidents dont le retraits accidentels du CNP et 3 (3,5%) occlusions de cathéter ; 4/42 patients (9,5%) retraits >24h dans le groupe NS versus 4/43 patients (9,3%) dans le groupe US. 1/42 patients (2,4%) occlusion de cathéter dans le groupe NS versus 2/43patients (4.7%) dans le groupe US), il n'existe pas de différence significative entre les deux groupe p=0.851.

Aucun des patients dans les deux groupes n'a développé une inflammation ou une infection au niveau du site d'insertion du cathéter.

III.8 Complications lors de la mise en place du cathéter :

Tableau 11 : Evaluation des complications lors de la mise en place du cathéter

Incidents	Groupe NS		Groupe US		P
	Effectif	%	Effectif	%	
Paresthésie :					0.07
- non	39	92.9	43	100	
- oui	03	07.1	00	00	
Total	42	100	43	100	
Ponction vasculaire :					0.14
- non	40	95.2	43	100	
- oui	02	04.8	00	00	
Total	42	100	43	100	
Injection iv :					*
- non	42	100	43	100	
- oui	00	00	00	00	
Total	42	100	43	100	

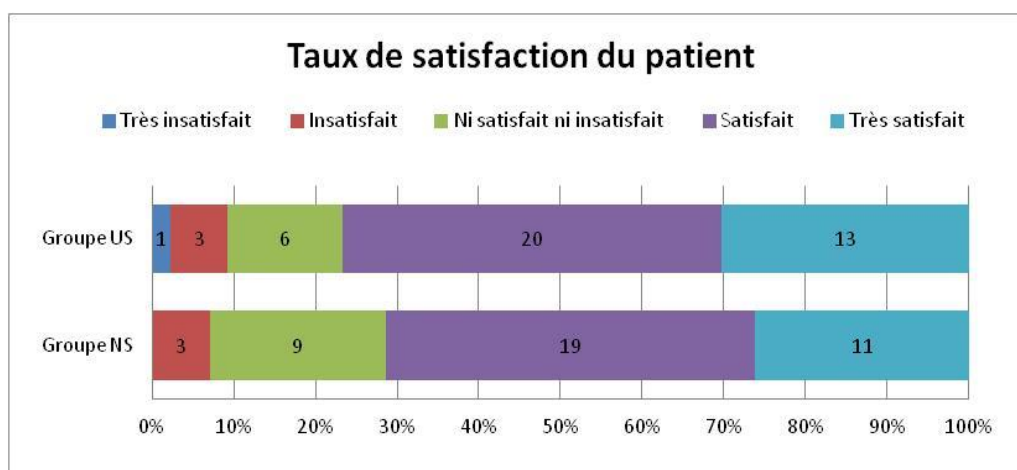
* Aucune statistique n'est calculée car injection intra vasculaire est une constante ; Résultats exprimés en moyenne \pm écart type, p value < 0.05 : différence statistiquement significative

Trois (7,1%) patients ont signalés des paresthésies lors de la ponction pour insertion du cathéter dans le groupe NS ; deux (4,8%) patients dans le groupe NS ont eu des ponctions vasculaires directes par l'aiguille. Il n'y avait aucun cas de ponction vasculaire dans le groupe US. L'évolution de ces patients était favorable après compression externe pendant environ 5 minutes. Aucun cas d'injection intra vasculaire d'anesthésique local et aucun signe de toxicité systémique n'a été retrouvé durant toute l'étude. Aucun autre effet indésirable n'a été signalé dans les deux groupes.

III.9 Satisfaction des patients :

Tableau 12 : Evaluation de la satisfaction des patients

Satisfaction du malade	Groupe NS		Groupe US		P
	Effectif	%	Effectif	%	
Très insatisfait	0	0	1	2.3	0.77
Insatisfait	3	7.1	3	7.0	
Ni satisfait ni insatisfait	9	21.4	6	14	
Satisfait	19	45.2	20	46.5	
Très satisfait	11	26.2	13	30.2	
Total	42	100	43	100	



Graphique N°8 : Valeurs moyennes du taux de satisfaction du patient exprimées en pourcentage

La satisfaction des patients était élevée dans les 2 groupes avec environ 74% des patients déclaraient être satisfaits voire très satisfaits par rapport au soulagement de la douleur après les 48heures postopératoires avec 30/42(71,2%) patients dans le groupe NS versus 33/43(76,7%) patients dans le groupe US. 15(17,6%) patients étaient ni satisfait et ni insatisfait avec 9/42(21,4%) des patients du groupe NS versus 6/43(14%) patients dans le

groupe US. 7(12%) patients déclaraient être insatisfaits voire très insatisfaits avec 3(57%) patients dans chaque groupes étaient insatisfaits et 1/43(2,3%) patient déclarait très insatisfait dans le groupe des US. Aucune différence statistiquement significative n'a été trouvé entre les 2 groupes avec $p=0.77$.

IV. DISCUSSION :

La présente étude a été réalisée pour comparer deux techniques de mise en place du cathéter péri nerveux(CNP) au niveau fémoral par échoguidage (US) par rapport à la neurostimulation(NS), pour l'analgésie postopératoire chez les patients subissant une chirurgie majeure du genou (prothèse totale du genou, ligamentoplastie antérieure du genou et arthrolyse du genou).La gestion de la douleur post opératoire pour la chirurgie du genou était améliorée grâce à l'analgésie qu'offre le bloc nerveux fémoral continu.

L'objectif principal de notre étude était l'évaluation de l'efficacité de l'analgésie continue dans les deux groupes(US vs NS) en se basant sur les scores de douleur par l'échelle visuelle analogique (EVA) au repos aux différents temps à H0, H6, H12, H18, H24, H36 et H48 post opératoire et à la mobilisation à H48.

Dans notre étude, nous avons observé que les deux techniques fournissaient une excellente analgésie postopératoire obtenue avec les CNP, l'efficacité analgésique déterminée par les scores EVA au repos des deux groupes US et NS était similaire à tous les temps de test, avec respectivement, EVA à H0 = 1.35 ± 1.3 ; H6= 1.81 ± 1.3 ; H12= 2.26 ± 2.0 ; H18= 1.79 ± 2.0 ; H24= 1.9 ± 1.9 ; H36= 1.47 ± 1.4 versus H0= 0.86 ± 1.4 ; H6= 2.48 ± 1.8 ;H12= 2.69 ± 2.2 ; H18= 2.17 ± 1.7 ; H24= 1.45 ± 1.5 ; H36= 1.48 ± 1.2 avec un $p= ns$; mais les scores EVA étaient en faveur du groupe US au repos ainsi qu'à la mobilisation à la 48^{ème}heure avec au repos : 1.95 ± 1.1 vs 2.48 ± 1.2 $p= 0.01$ et à la mobilisation : 3.37 ± 1.0 vs 4.02 ± 1.01 $p= 0.004$.

Tous les patients qui ont participé à notre étude ont reçu une thérapie systémique multimodale de la douleur, le contrôle insuffisant de la douleur était problématique, les scores EVA élevés (>4) dans notre étude intéressaient 16,4% des patients à J1 et 9,5% à J2 post opératoire, s'expliquant en partie, soit par l'absence de bloc analgésique des territoires des nerfs sciatiques ou obturateurs ou des deux(166).

En effet, dans certaines études, environ 2/3 des patients décrivent une douleur dans le territoire du plexus sacré(167). Cependant le sujet demeure controversé concernant la réalisation systématique du bloc du nerf sciatique combiné au blocage du nerf fémoral après une arthroplastie totale du genou[168-171].Le bloc sélectif du nerf sciatique et du nerf

obturateur associé au blocfémoral continuconfère une analgésie postopératoire supplémentaire dans les 12 premières heures postopératoires par rapport au blocage du nerf fémoral seul mais sans signification clinique au-delà de 12 h et sans incidence sur les résultats fonctionnels chez ces patients[17,168,172].

Le bloc du nerf sciatique nécessite un geste technique supplémentaire de plus, avec ses risques. Ce bloc peut aussi masquer ou retarder la détection d'une lésion chirurgicale du nerf(173).

La seconde explication possible, a été le déplacement secondairepropable du cathéter lors des séances de rééducations, source de défaillance secondaire de l'analgésie post opératoire(174).

La majorité des études dans la littérature, confirment ainsi nos résultats, sachant que plusieurs essais cliniques randomisés(ECR) suggèrent que pour la plupart des sites d'emplacement, les cathéters insérés avec guidage échographique fournissaient au moins une analgésie similaire, et amélioraient souvent le confort et le temps d'insertion, par rapport à la technique de neurostimulation [175-177].

IV.1 Etudes comparatives US versus NS lors des BNPC :

IV.1.1 Efficacité des BNPC (US versus NS):

Si on se rapporte aux données de la littérature, l'efficacité clinique procurée par la mise en place des CNP sous échoguidage n'est pas clairement établie comparé aux taux d'efficacité analgésique observée lors de l'utilisation de la technique de neurostimulation classique par des équipes entraînées. Ainsi le guidage par ultrasons est devenu populaire pour la performance d'anesthésie et d'analgésie régionale.

Certaines études ont rapporté une incidence élevée sur l'efficacité des blocs avec échographie (95% à 100%) non significativement différent par rapport aux autres techniques.

De nombreuses études ont comparé les deux techniques NS et US, en ce qui concerne le taux de réussite et de la performance dans le repérage des nerfs pour la réalisation de bloc nerveux périphérique en injection unique.

Une méta-analysepubliée en 2009 par l'équipe d'Abrahams et al.(178)incluant tous les essais contrôlés randomisés ayant comparés ces deux

méthodes de localisation nerveuse. Parmi ces études deux publications de Marhofer et al. [179,180] ont montré un taux de succès plus important en faveur de l'échographie par rapport à la neurostimulation pour le bloc 3 en 1 de winnie, mais cette différence est statistiquement non significative avec respectivement 95% vs 85% et 95% vs 80% avec p : ns (non significatif), avec réduction du volume d'AL ainsi que la prolongation du bloc sensitif. La même équipe a montré que le bloc infraclaviculaire chez l'enfant présente un taux de réussite de 100% pour les deux techniques mais avec une meilleure qualité du bloc ainsi qu'un meilleur confort chirurgical pour les blocs réalisés sous échographie(181).

Chan et al.(182) ont également conclu pour le bloc axillaire en la supériorité de l'échographie avec 83% de succès contre 63% dans le groupe NS (p : 0.03).Dengemans(183) en 2007 pour le bloc infraclaviculaire a trouvé une différence significative en matière d'efficacité de l'échographie par rapport à la neurostimulation avec respectivement 86% vs 57% avec $p = 0.007$. Kapralet al.(184) ont étudié les deux techniques pour les blocs interscalèniques avec un taux de réussite élevé, le groupe US était à 99% supérieur par rapport au groupe NS à 91% avec $p = ns$.

Les études comparant en termes de succès l'échoguidage versus la neurostimulation en injection unique méritent quelques critiques, quant à leur valeur méthodologique. Mais, avec des équipes maîtrisant bien les techniques de neurostimulation, pour lesquelles les taux de réussite dépassent les 90 à 95 % avec la plupart des blocs, il sera difficile de démontrer une efficacité supérieure des blocs réalisés sous échographie. Cependant deux auteurs, Liu et Casati et al. [185,186] en comparant NS versus US pour les blocs axillaires en multiple stimulations n'ont pas révélé la moindre différence dans le taux de réussite.

Dans la méta-analyse de Schnabel et al.(187) qui est basée sur les données de 15 essais contrôlés randomisés incluant (977 patients) comparant l'efficacité et la sécurité de trois techniques de guidage différentes (US vs NS ; US combiné avec NS versus NS ou US vs NS combiné avec US).

Parmi ces essais 9 (Neuf) incluant 530 patients (US= 268 versus NS = 262) ont conclu que les patients recevant un cathéter nerveux périphérique(CNP) sous échoguidage avaient un taux de succès plus élevé par rapport au groupe NS avec un RR de 1,14 IC 95% [1.02, 1.27]. Parmi ces essais, G. Danelli al [188,189], comparant les blocs échoguidés (US) aux techniques de stimulations(NS) pour respectivement cathéter subglutéal pour arthroscopie du

genou et interscalénique pour chirurgie de l'épaule, les délais d'apparition du bloc et le taux de réussite étaient similaires.

Fredireckson et al.(190) pour cathéter interscalénique ont montré un taux de succès similaire entre les deux groupes. Le taux de réussite du bloc dépend aussi du site d'insertion du cathéter, ainsi dans la même metaanalyse pour les cathéters placés au niveau du sciatique poplité et infraclaviculaire, le taux de succès était en faveur du groupe US par contre pour les sites, fémoral, sciatique subglutéal et interscalénique, le résultat était similaire pour les deux groupes.

Par ailleurs huit parmi ces essais ont rapporté des scores de douleur postopératoire au repos légèrement en faveur des US. Par contre les résultats étaient similaires pour la douleur au mouvement à 24h et 48 h postopératoires. L'ESRA et l'ASRA en 2009 ainsi que la SFAR en 2011 recommandent l'association de la neurostimulation comme complément utile à l'échographie dans certaines situations anatomiques difficiles (obèse, variantes anatomiques...) et surtout dans l'apprentissage de l'ALR échoguidée.

Dans un essai clinique, Aveline et al.(191) ont pu montrer qu'après arthroplastie du genou, les scores de douleur au repos et à la mobilisation à 24h et 48h post opératoires étaient significativement diminués lorsque les cathéters fémoraux étaient introduits sous échoguidage associé à la neurostimulation *versus* neurostimulation seule. Dans l'étude de Liu et al.(192) après l'insertion des cathéters fémoraux pour PTG ont montré un plus grand taux de succès atteint à 30 minutes dans le groupe US + NS *versus* NS (63,3% contre 38,3%; $p = 0,010$) et le score de douleur postopératoire était sans différence significative entre les deux groupes de patients.

Semblable au travail précédent, Kim et al.(193) dans un essai clinique prospectif randomisé a démontré que des CNF sous US ont fourni une efficacité et un taux d'échec similaires comparé au CNF sous US combiné à la NS sur des patients subissant une PTG. Maalouf et al.(194) ont conclu dans une étude comparant deux groupes, US couplé à la NS *versus* NS traditionnelle pour le cathéter sciatique poplité, que les scores de douleur au repos et pendant l'activité après chirurgie majeure du pied et de la cheville étaient similaires entre les groupes.

Concernant les cathéters infraclaviculaires pour la chirurgie du membre supérieur, l'équipe de Dhir(195), a conclu en l'amélioration considérable du taux de succès de l'échoguidage comparé à la neurostimulation avec réduction nette des échecs secondaires. Dans une autre étude, le même auteur Dhir(196), chez 210 patients randomisés en deux groupes (échoguidage et neurostimulation) pour l'insertion de cathéters infraclaviculaires du plexus brachial ont été programmés pour une chirurgie de la main ou du coude a démontré que le taux de réussite était similaire entre les deux techniques avec respectivement (83,2% vs 81,4%, $p = 0,738$).

Il semble bien que l'échoguidage améliore le taux global de succès des blocs périphériques, cependant, la neurostimulation se trouve limitée dans certaines situations difficiles telles que le diabète ou l'artérite, en cas d'amputation du segment de membre sous-jacent ou chez l'obèse et l'avantage de l'échoguidage est plus évident [197-199].

IV.1.2 Délai de la procédure ; le temps d'installation du bloc sensitivomoteur et le délai de la première demande d'injection d'antalgique :

Plusieurs études ont rapporté des délais de réalisation des blocs en injection unique plus court et des temps d'installation du bloc sensitivo-moteur plus rapide en comparant la NS par rapport à l'échoguidage(200).

Le temps d'insertion des cathéters mis en place par échoguidage apparaît régulièrement comme étant significativement plus court si l'on se compare à la neurostimulation.

Dans notre étude la durée moyenne de la procédure pour la mise en place du cathéter sous neurostimulation(NS) versus échoguidage (US) était en faveur des US avec une différence statistiquement significative, le temps moyen était respectivement de 5.53 ± 1.15 versus 4.92 ± 1.03 ($p = 0.01$).

Concernant le temps d'installation du bloc sensitif était similaire dans les deux groupes avec 13.60 ± 1.87 dans le groupe NS et 13.00 ± 2.30 dans le groupe US ($p = 0.19$).

Mariano et al.(201) ont réalisé une étude sur des patients recevant un CNF pour la chirurgie du genou comparant deux techniques : échoguidage avec un

cathéter non stimulant versus électrostimulation avec un cathéter stimulant, le critère principal était la durée de la procédure de pose du cathéter (minutes). Ils ont conclu que pour le placement du CNF, la technique d'échoguidage diminuait le temps de procédure comparé à l'électrostimulation nerveuse seul avec des temps de 5.0 (3.9–10.0) minutes pour US versus 8.5 (4.8–30.0) minutes pour NS $P = .012$), tout en maintenant un taux de réussite similaire. La même équipe dans une autre étude (202), sur la mise en place du cathéter au niveau du plexus brachial en infra claviculaire pour la chirurgie de l'extrémité distale du membre supérieur retrouvait des délais moyens de procédures sous US de 9.0 (6.0–13.2) minutes avec la technique dans le plan, petit axe contre 15.0 (4.9–30.0) minutes sous NS. Ainsi dans l'étude de Gandhi et al (203) sur 40 patients bénéficiant d'un cathéter fémoral pour chirurgie PTG comparant deux groupes selon la technique de mise en place (US versus NS) du cathéter stimulant et l'autre non stimulant, le temps moyen de procédure de mise en place du cathéter était plus court dans le groupe US versus groupe NS avec respectivement (1.72 ± 0.88 min vs 3.45 ± 2.05 min; $P < 0.01$).

Dans l'étude d'aveline et al(191) en comparant l'échoguidage associé à la neurostimulation en sentinelle versus neurostimulation seule ont retrouvé le temps de mise en place des CNF pour chirurgie PTG en faveur de la neurostimulation avec 6 ± 3 mn dans le groupe NS versus 9 ± 4 mn dans le groupe US avec $p=0.0007$. Dans une autre étude(196) concernant les cathéters infraclaviculaires du plexus brachial, en comparant l'échoguidage à la neurostimulation a montré que les cathéters insérés sous échoguidage ont pris moins de temps avec ($7,2 [2,5]$ vs $9,6 [3,6]$ min, $p < 0,001$).

Récemment dans une revue systématique de la littérature(204), Liu et al en recherchant à déterminer les caractéristiques des blocs échoguidés selon le délai de la procédure, la qualité et la durée du bloc par rapport à la neurostimulation ont conclu à des temps de procédure plus courts fréquemment en faveur des US, parfois même équivalents entre US et la NS.

La majorité des études ont montré que l'échographie avait un temps de procédure significativement plus court. Par contre, il existe d'autres études qui ont rapporté des durées de procédure de ponction (du début de repérage jusqu'à l'injection de l'AL) qui étaient plus courtes en faveur de la neurostimulation comparativement à l'échographie. Ainsi William et al.(205) ont rapporté pour l'insertion du cathéter supra claviculaire, un délai (repérage-fin d'injection) de 11

± 6 minutes en échographie *versus* 8 ± 8 minutes en neurostimulation ($p = 0,01$). Le gain du temps lors de la pose du cathéter sous échoguidage est d'environ 30 %. Cependant, dans notre étude, avec des temps moyens de moins de 10 min pour les deux techniques et une différence de seulement deux minutes en moyenne entre les groupes, la signification clinique de cette différence est discutable.

Certaines études ont montré une installation plus rapide des blocs sensitif et moteur lors de l'utilisation des ultrasons pour la réalisation des blocs périphériques en injection unique[111,112,180], ainsi Kapral et al.(184) pour le bloc interscalénique ont rapporté un délai d'installation avec 20 ml de ropivacaïne 7,5 mg/ml de 10 (6-13) min sous US en comparaison avec la NS avec un délai de 22 (11-28) minutes. Par contre d'autres ne trouvaient pas cette différence significative [206,207].

Concernant les cathéters perinerveux, peu d'études se sont intéressées dans la littérature au temps d'installation du bloc sensitivo-moteur. De manière prospective et randomisée, Aveline et al(191) en 2010 ont montré que l'échographie permettait de réduire de manière significative le temps d'installation du bloc comparativement à la neurostimulation avec respectivement(11 [6-17] min contre 16 [11-23] min, $p = 0,009$). Ainsi Dhir et al(195) en 2008 ont retrouvé un délai plus court en faveur des US par rapport à la NS, chez 44 patients bénéficiant d'un cathéter infraclaviculaire avec respectivement 21.1 ± 7.8 minutes vs 28.1 ± 8.8 minutes, avec $p = 0.026$. De plus, dans une étude en 2016(196), la même équipe n'a pas trouvé de différence entre les temps d'installation dans le groupe US par rapport au groupe NS qui était respectivement de 13.9 (6.7) mn versus 15.7 (7.3) mn avec un $p = 0.10$, sachant que les résultats de cette étude ne devraient pas être extrapolés à l'insertion du cathéter au niveau fémoral car l'anatomie affecte directement l'insertion du cathéter ainsi que les caractéristiques de la procédure.

Le temps d'installation du bloc dépend essentiellement du type d'anesthésique local utilisé, et probablement aussi du positionnement optimal de l'extrémité du cathéter au plus près du nerf cible. La xylocaïne présente un délai d'action plus rapide, par rapport à la bupivacaïne, la lévobupivacaïne et la ropivacaïne dont le délai d'action est plus long. Dans notre étude, nous avons utilisé un mélange de xylocaïne et de la bupivacaïne, pour avoir une installation

du bloc plus rapide comparée à des études réalisées avec des mélanges (bupivacaine+xylocaine/ropivacaine+xylocaine vs bupivacaine ou ropivacaine seule)(36). Ces résultats sont expliqués par le bon positionnement du cathéter tout près du nerf fémoral, assuré par l'échoguidage et dans une large mesure en raison du fait que la diffusion de l'AL est visible en temps réel au travers du cathéter. Les mêmes résultats obtenus pour le délai d'installation du bloc par la technique de neurostimulation probablement par l'utilisation d'une intensité minimale de stimulation (IMS) basse $\leq 0.5\text{mA}$ lors de la procédure de mise en place du cathéter aussi près que possible du nerf [208,209].

Pour le délai de la première demande d'injection d'antalgique, la différence était statistiquement non significative entre les deux groupes avec une moyenne de 5.12 ± 5.91 heures dans le groupe NS versus 3.51 ± 3.73 heures dans le groupe US avec $p=0.137$. Cependant l'extension du bloc sensitif et moteur initial a été identique dans les 2 groupes, suggérant une diffusion similaire initiale du bolus.

Nous avons délibérément mis en place le cathéter en pré opératoire et injecté l'AL dans le cathéter et non pas dans l'aiguille pour mieux évaluer l'efficacité et réduire ainsi le risque d'échec secondaire du bloc. Par contre dans l'étude d'aveline le délai de la première demande d'injection d'antalgique était de 11.0 ± 6.2 heures dans le groupe US par rapport à 8.1 ± 4.8 heures pour le groupe NS avec une différence statistiquement significative avec un $p=0.0197$. Cette différence par rapport à nos résultats s'expliquait en partie par leur utilisation de 20 millilitres de levobupivacaine seule lors du premier bolus à travers le cathéter.

Tableau 12 : Etudes comparatives US vs NS: Mise en place ; succès et EVA 24 et 48H post opératoires

Auteurs	Type de BNP et cathéter	Mise en place (US vs NS) - Temps de réalisation (mn) - Délai d'installation (mn)	Succès (US vs NS)	EVA 24H et 48H (US vs NS)
Marhofer et al 1997(180) N= 40	Bloc « 3-en1 » US vs NS Bloc Inject unique	Délai d'inst : US < NS 16 min vs 27mn	Succès 95% vs 85%	//
Marhofer et al. 1998(179) N = 60	« 3-en-1 » US vs NS Bloc Inject unique	Délai d'inst : US<NS 13 min vs 26mn	Succès : 95% vs 80%	//
Marhofer et al. 2004(181) N = 40	BIC : US vs NS enfant Bloc Inject unique	Délai d'inst : US < NS 9 min vs 15 min	Succès 100% vs 100%	//
Chan et al. 2007(182) N =188	BAX : US vs NS Bloc Inject unique	temps de réal : US < NS 11.2 ± 4.2< 9.3 ± 4.0	Succès : 83% vs 63% p=0,03	//
Dingemans et al. 2007(183) N=72	BIC : US vs US&NS Bloc Inject unique	temps de réalisat : 3,1 vs 5,2mn	Succès :86% vs 57% p = 0.007	//
Kapral et al.2008(184) N= 160	BIS : US vs NS Bloc Inject unique	temps de réal : US < NS 10 (6-13) vs 22 (11-28)	Succès : 98.8%vs91,3% p=ns	//
Liu et al 2005(185) N =90	BAX : USD vs NSD vs US Bloc Inject multiple	temps de réal : USD > NSD>US : 8.2 ± 1.5 vs 6.7 ± 1.3vs6.5 ± 1.3 min p < 0.005 Délai d'inst p=ns	Succès : 90% = 90% p=ns	//
Casatiet al.2007(186) N = 60	BAX : US vs NS Bloc Inject multiple	Délai d'inst 4 vs 8mn	Succès : 100% = 100% p=ns	//
Danelli. al 2009(188) N= 60	Cathéter sciatsubglut US vs NS	temps de réal : 3 vs 4mn p= ns	Succès : US>NS 50 % > 44%	p = 0,796
Danelli . al 2012(189) N = 50	Cath Inter Scal US vs NS	temps de réal US < NS 5.0(3) < 8.0(5) Délai d'inst : 15(9) vs 18(7) p= 0.40	P= ns	EVA 24h au repos < US P= 0.04
Aveline et al. 2010(191) N= 92	Cathém US vs US associé NS	temps de réal US < NS 9 ± 4 > 6 ± 3 p= 0,000 7 Délai d'inst US < NS	Succès p= ns	US < NS p < 0,000 1
Liu et al. en 2011(192)	Cathém US + NS versus NS	temps de réal US < NS (9.0 (6.0–22.8) vs. 13.5 (6.0–35.9), P=0.024).	Succès 63,3% vs 38,3% p = 0,01	P=ns
Kim et al 2015(193) N = 50	Cathém Grpe A : US + NS Grpe B : NS	temps de réal A < B 6.8±1.0 < 8.9±2.0 P= 0.003	Succès :US = NS P = ns	P=ns
Maalouf et al. 2012(194) N = 45	Cathsciat poplité US + NS versus NS	temps de réalisat US < NS 3.5 < 4.5	Succès : US = NS	P=ns
Dhir en 2008(195) N = 44	CathInfra Clav US vs NS	temps de réalisat US < NS Délai d'inst US < NS	Succès 100% vs 59%	P=ns
Dhiren 2016(196) N= 203	Cath Infra Clav US vs NS	temps ponction US < NS Délai d'inst p= ns	Succès 83,2% vs 81,4% P=ns	P=ns
Fredrickson 09(175) N = 81	Cath Inter Scal US vs NS	temps de réalisat US < NS EVA ponction US < NS	P=ns	P=ns
Fredrickson 2009(190) N = 82	Cath Inter Scal US vs NS	temps de réalisat US < NS EVA ponction US < NS	P=ns	< pour US

Mariano 09(202) N = 40	Cath Infra Cla US vs NS	temps ponction US < NS	Succès 100% vs 80%	P=ns
Fredrickson 2009(177) N = 45	Cath Feml US vs NS	temps de réalisat US < NS EVA ponction US < NS	P=ns	P=ns
Notre étude 2018 N= 85	Cath Fem US vs NS	temps de réalisat US < NS Délai d'inst P=ns	Succès 100% = 100%	P=ns

Abréviations : Cath : cathéter ; US = ultrasons ; NS = neurostimulation ; BAX = bloc axillaire ; fem : femoral ; inter scal = inter scalénique ; Infra Cla= infra claviculaire ; sciatsubglut =Sciatique subglutéale ; ns = non significative ; // : absence de données

IV.2 Quantité d'AL consommée pendant les 48 heures :

Dans notre étude, l'analgésie fournie par les CNF à la bupivacaine à 0.125% en utilisant les deux techniques de mise en place, était efficace et bien tolérée. Les résultats n'ont montré aucune différence significative sur la consommation d'AL dans les deux groupes US par rapport à la NS, qui était l'objectif secondaire de l'analyse avec respectivement (197.07 ± 46.75 ml versus 200.07 ± 41.38 ml ; $p=0.755$). Ces volumes étaient similaires à des études précédentes utilisant la même concentration de bupivacaine[201,211].

Le volume injecté semble être un élément déterminant dans l'efficacité analgésique pour les perfusions continues. Nous avons ainsi entretenu l'analgésie avec un débit de perfusion de 5 ml/h en utilisant des pompes élastomériques et à défaut des seringues électriques contenant de la bupivacaine à 0.125% associé à des bolus de 5ml avec la même concentration en cas de besoin (EVA >4).

Dans notre étude le choix de la bupivacaine n'était pas délibéré mais parce que c'était la seule molécule disponible jusqu'à l'heure actuelle. Dans une autre étude prospective(212) en comparant l'efficacité analgésique postopératoire de deux perfusions de bupivacaine à 0,1% administrées à travers un cathéter fémoral, retrouvait que la perfusion basale de 5 mL / h associé à des bolus de 5 mL à la demande était plus efficace que l'entretien à la demande par des boli seuls pour le traitement de la douleur postopératoire après reconstruction du ligament croisé antérieur du genou.

De la même façon, Eledjam(78) dans une étude prospective a comparé l'efficacité et les effets indésirables de l'analgésie par cathéter fémoral pour la chirurgie du genou, en utilisant la ropivacaine à 0,2% administrée sous trois régimes, groupe 1 : bolus intermittent contrôlé par le patient (PCA) avec 10ml avec une période d'interdiction de 60minutes ; groupe 2 : perfusion fémorale

avec 10ml/H ; groupe 3 : les deux (perfusion continue 5ml/H + bolus 5ml). Les patients des trois groupes ont eu de bons scores de douleur au repos, à la mobilisation et au moment de la rééducation (P 0,05). Cependant, la consommation totale de ropivacaïne postopératoire était plus faible dans le premier groupe avec 150 ml / 48 h (90,5 à 210); que dans le 2^{ème} groupe 480 ml / 48 h (478 à 480); et le 3^{ème} groupe 310 ml / 48 h (280 à 340) (P 0,05).

Dans notre étude, le mode d'administration de l'AL était semblable à celui du groupe 3 avec une perfusion continue + bolus, même si les volumes utilisés dans notre travail, sont en moyenne inférieurs à ceux rapportés dans ce groupe, cela peut avoir comme explication, l'utilisation de la bupivacaine à 0.125%, sachant que la concentration de ropivacaïne est souvent augmentée jusqu'à 50% pour compenser la diminution de sa puissance [79,213,214].

Notre étude a démontré que la bupivacaine administrée à faible concentration (0,125%) et à faible volume avec des bolus, réduit considérablement la consommation des anesthésiques locaux ce qui a augmenté sa marge de sécurité par rapport à la neurotoxicité et la cardiotoxicité(215).

Plusieurs études ont montré une réduction significative des volumes injectés à efficacité identique lors de l'utilisation des ultrasons(216).

La plupart des études évaluant les blocs fémoraux sous échographie ont utilisé une technique en injection unique en comparaison avec la neurostimulation. La visualisation directe des structures nerveuses conduit à une injection de l'AL à proximité de la cible (nerf). Ainsi Casati et al(217) rapportent que le guidage par ultrasons a entraîné une réduction de 42% du MEAV (minimum effective anesthetic volume) de la ropivacaïne 0,5%, soit les volumes passant de 26 ± 4 ml à 15 ± 4 ml nécessaires pour bloquer le nerf fémoral par rapport au repérage par stimulation nerveuse.

En ce qui concerne le bloc du nerf sciatique, Danneli et al (188) rapportaient que les US ont fourni une réduction de 37% du MEAV50 de 1,5% de mepivacaïne, nécessaire pour avoir un bloc anesthésique par rapport à la NS.

Lors de la réalisation d'un bloc nerveux continu, l'échographie offre l'avantage de pouvoir insérer le cathéter à proximité des structures nerveuses permettant ainsi une bonne diffusion de la solution anesthésique. Frédrickson et al(218).ont montré que l'insertion d'un CNP en regard de C5-C6 précisément permettait de réduire les concentrations d'AL (naropéine 0,2 % au lieu de 0,4 %) utilisées sans compromettre pour autant l'efficacité analgésique. Ainsi Aveline et

al(191) dans une étude prospective et randomisée montrent une efficacité analgésique supérieure de l'approche échoguidée (associée à une neurostimulation sentinelle) versus la neurostimulation seule, pour la réalisation des cathéters du nerf fémoral avec réduction de la quantité de l'AL en moyenne : 34 ml en 48 heures dans le groupe US (avec respectivement 299 ± 45 ml versus 333 ± 48 ml, avec $p = 0.0003$).

Par ailleurs Bendtsen et al(176) dans un essai contrôlé randomisé ont conclu que l'échoguidage améliore le taux de succès du blocage sensitif du nerf sciatique poplité postérieur pour la chirurgie du pied et de la cheville par rapport à la neurostimulation, sans aucune différence significative concernant la consommation d'AL. Par contre Maalouf et al.(194) ont conclu que la consommation d'AL était moindre sous échoguidage par rapport à la neurostimulation sur un cathéter sciatique poplité pour chirurgie du pied et de la cheville et avec des résultats similaires entre les deux groupes.

Dans notre étude, nous avons utilisé des pompes élastomériques à usage unique avec un débit de perfusion continu fixe pour l'entretien de l'analgésie. Elles sont aussi efficaces que les pompes électroniques (PCA) pour le soulagement de la douleur postopératoire.

Les pompes en élastomère présentent plusieurs avantages par rapport aux pompes électroniques, y compris la portabilité, la facilité d'utilisation, et moins de problèmes techniques tels que les déclenchements indésirables d'alarme [219,220] (néanmoins, l'absence de d'alarme rend très difficile la détection d'une anomalie lors de l'administration de médicaments) et sont mieux appréciées par les utilisateurs(221). Cependant il existe des variations du débit de perfusion théorique pendant les premières heures de leur utilisation. Les fabricants et les études in vitro ont rapporté des débits inférieurs à 15% des débits fixés pendant la majeure partie de la durée de la perfusion [221,222,223]. Ceux-ci pourraient expliquer en partie les faibles volumes retrouvés dans notre étude qui étaient en dessous de la moyenne.

Ces variations du débit de perfusion étaient probablement associées à une insuffisance d'analgésie au cours de la première nuit postopératoire.

Les injections de bolus manuelles d'AL par les infirmières du service, en raison de la possibilité d'erreur et surtout du risque infectieux étaient un frein à ce mode d'entretien de l'analgésie. De ce fait, nous préconisons un matériel doté d'un système d'injection automatique de bolus d'AL.

Tableau 13 : Etudes comparatives US vs NS:Consommation d'AL

Auteurs	Type de BNP/cathéter	Qtité d'AL	P value
Singelyn 2000 (210) N= 45 Chirurgie PTG	Cath fémoral sous /NS Grpe 1 : perf continue grpe 2 : perf continue + PCA bolus grpe 3 : PCA bolus seul	bupivacaïne 0,125% +clonidine G1= 521± 25mg G2= 353 ± 15mg G3 = 220 ± 17mg	P= 0.0001
Singelyn 2001 (211) N= 45 Chirurgie PTH	Cathéter fémoral sous / NS Group 1 : infusion continue (10 mL/h).Group 2: (PCA) bolus (10 mL). Group 3: PCA bolus (5 mL).	bupivacaïne 0,125% +clonidine+ suf G1= 569 ± 34 G2= 202 ± 85 G3= 151 ± 95	P= 0.001
Svediene2013 (212) N=35 Chirurgie : LAG	Cathfemorale sous/ US Grpe 1 : perf continue+ bolus Grpe 1 : bolus seul	Bupivacaine 0.1% G1=182 ± 31.1 (111–220) G2= 79.6 ± 36.3 (20–140)	P= 0.0001
Eledjam2002 (78) N= 121 Chirurgie :CMG	Cath fémoral sous/ NS G1 : bolus de PCA 10 ml G2 : Inf (10 mL / h) G3 : Inf de (5 mL / h + bolus de 5mL)	Ropivacaïne à 0,2% : G1 : 150 (90.5-210) G2 : 480 (478-480) G3 : 310 (280-340)	G1 vs G2 P<0.05 G1 vs G3 P<0.05
Casati2007 (186) N= 60 Arthroscopie du genou	Bloc du nerf fémoral : NS vs US injection unique ropivacaine 0.5%	MEAV5 : 42% reduction US : 15 (4) ml (95% CI, 7–23 ml) NS : 26 (4) ml (95% CI, 19–33 ml)	P=0.002
Danneli2009 (188) N = 60 Arthroscopie du genou	Bloc du nerf sciatique subgluthéal NS vs US injection unique	MEAV5 : 37% reduction Mepivacaine1.5% Grpe US :14 mL (95% CI, 12–17 mL) Grpe NS : 29mL (95% CI, 25–40 mL)	P =0.008
Frederickson09 (190) N= 83 chirurgie de l'épaule	Cath inter scalénique NS vs US Ropivacaine 0.2% infusion = 2 mL/hr + bolus 5ml	Consommation médiane en bolus 1 ^{er} jour :US = 1 vs NS= 2 2 ^{ème} jour : pas de différence	1 ^{er} jour : p= 0.04 2 ^{ème} jour : p= ns
Aveline2010 (191) N= 92 chirurgie PTG	Cathfémoral : US+ NS vs NS infusion à 5 mL/h+ bolus de 5 mL	lévobupivacaïne 0,25 % Grpe US+ NS = 299 ± 45 mL Grpe NS = 333 ± 48 mL	p = 0,000 3
Bendtsen 2011 (176) N= 98 chirurgie pied, cheville	CathSciapoplité US vs NS inf : 5 à 10 ml / h initié de 8 mL / h. bolus debupi 0.25%= 15 mL : 4fois/j	bupivacaine 0.25% Groupe US = 449 (76) mg Groupe NS = 467 (73) mg	p= 0.25
Maalouf 2012 (194) N= 45 chirurgie pied, cheville	Cath Sciatic poplité US vs NS 4 mL/hr	ropivacaine 0.2% NS = 197ml US = 50ml	p = 0.001
Notre étude 2018 N= 85 Chirurgie majeur genou	Cathéter fémoral US vs NS Inf 5ml /h + bolus 5ml	Bupivacaine 0.125% US = 197.0 ± 46.7 NS = 200.0 ± 41.3	p = 0.75

Abréviations : MEAV (le minimum volume anesthésique efficace) ; US: ultrasons ; NS : neurostimulation ; inf : infusion ; G1 groupe1 ; G2 groupe2 ; G3 groupe3 ; cath : cathéter ; scia : sciatique ; suf : sufentanyl.

IV.3 Complications collatérales immédiates des CNF :

Le risque de complication grave associé à l'ALR par bloc nerveux périphérique est au centre des préoccupations des médecins anesthésistes-réanimateurs.

Durant notre étude aucune complication grave (lésion nerveuse ou toxicité systémique des AL) n'a été notée et ce quelque soit la technique de repérage utilisée. Cependant la rareté de ces complications dont l'incidence est de l'ordre de 0,4% pour les lésions neuropathiques et de 7,5 pour 10 000 pour l'incidence de la toxicité systémique, prouve la nécessité de recourir à de grands essais contrôlés randomisés pour avoir des taux proches de ce qui est rapporté dans la littérature.

Par contre, Il y a eu quelques événements indésirables mineurs dans la période postopératoire. Cependant, ces événements étaient principalement liés à des problèmes techniques avec les cathéters et les dispositifs de perfusion (Retrait accidentel du cathéter, occlusion du cathéter, déconnection du filtre antibactérien, fuite de l'anesthésique local autour du cathéter). Le retrait accidentel du cathéter était l'incident le plus fréquent (9,5%) survenu après 24heures sans différencesignificative entre les deux groupes. Chez 2(4,8%) patients, du sang est apparu dans l'aiguille (ponction vasculaire) pendant la mise en place du cathéter dans le groupe NS. Trois patients (7,1%) avaient des paresthésies au cours de la réalisation du bloc sous neurostimulation. Tous ces événements ont été résolus sans séquelles.

Comme pour le taux de réussite, le taux de complications associé aux CNP est fortement dépendant de l'expérience et des compétences de l'opérateur. La faible incidence de ponctions vasculaires peut être expliquée par l'expérience acquise des opérateurs aux techniques de mise en place des cathéters. L'étude n'a pas impliqué les stagiaires, moins expérimentés qui peuvent avoir une incidence plus élevée de ponctions vasculaires(202). Nos résultats sont comparables à ceux rapportés dans la littérature par rapport aux incidents mineurs. Ainsi Capdivella et al.(128) dans une étude prospective multicentrique portant sur 1416 patients ont rapporté 394 événements indésirables mineurs (28%) dans la période postopératoire. 10,5% retrait accidentel du cathéter était l'incident le plus fréquent, chez 41 patients (2,9%), du sang est apparu dans le

cathéter pendant la mise en place et 21 (1,5%) avaient des paresthésies ou des dysesthésies au cours du BNPC dans la période postopératoire.

Toutes les études confirment que l'échographie limite le nombre de redirections d'aiguille en cours de procédure et permet de réduire ainsi l'incidence des ponctions vasculaires accidentelles [179,180,189,192,201,224] (RFE échographie). Ces données ont été confirmées par une méta-analyse(178) d'Abrahams, et Al. qui ont rapporté une diminution du risque de ponction vasculaire sous échoguidage(RR 0,16 95% CI 0.05–0.47, P=0.001).

Concernant le risque de lésion nerveuse ou de neuropathie, aucune étude randomisée prospective n'a démontré à ce jour la moindre réduction après un bloc réalisé sous échographie versus neurostimulation.

Aveline et al.(191)ont pu montrer que lorsque les cathéters perinerveux au niveau fémoral sont introduits par échoguidage versusneurostimulation pour arthroplastie du genou, la survenue de paresthésies lors de la ponction était statistiquement non significative, avec respectivement 3/46 (6,5%) versus 2/46(4,3%) patients. Le positionnement ainsi de l'extrémité du cathéter au plus près du nerf pourrait être le facteur de risque favorisant ce résultat, car les mécanismes lésionnels ne se limitent pas qu'à l'injection intraneurale de l'AL).

Tableau 14 : Etudes comparatives US vs NS: Incidents et complications :

Auteurs	Type de BNP	Incidents	Complications
Marhofer al 1997(180) N= 40	Bloc femoral« 3-en1 » US vs NS Bloc Inject unique	//	Ponction vasculaire : US= 0/20 vs NS= 3/20
Marhofer al. 1998(179) N = 60	« 3-en-1 » US vs NS Bloc Inject unique	//	Ponction vasculaire : US= 0/20 vs NS= 4/40
Liu et al 2005(185) N =90	BAX : USD vs NSD vs US Bloc Inject multiple D: double injection	//	Ponction vasculaire : US= 0/30 vs NS= 13/40Parésthésies : US =0 vs NS = 3 p = 0.03
Capdivella .al2005(128) N = 1416	Cathéters nerveux différents sites Sous neurostimulation	Retrait du cath : 10.5%	Ponction vasculaire : 2.9% Parésthésies : 1.5% Lésions nerveuses : 0.21%
Mariano 09(202) N = 40	Cathéter Infra Cla US vs NS	Retrait du cath US= 2 vs NS = 0	Ponction vasculaire : 6% US= 0 vs NS = 6 p= 0.01
Mariano 09(201) N = 40	Cathéter Femoral US vs NS	//	Ponction vasculaire : US= 0 vs NS = 4 p= 0.039
Mariano 2010(224) N = 40	Cathéter inter scalénique US vs NS	//	Ponction vasculaire : US= 0 vs NS = 4 p= 0.039
Liu et al. en 2011(192)	Cathéter fémoral US + NS versus NS	//	Ponction vasculaire : US= 1 vs NS = 5 p=
Kim et al 2015(193) N = 50	Cathéterfémoral Grpe A : US + NS Grpe B : NS	//	Parésthésies : US = 1 NS = 1 p= 1.0
Danelli . al 2012(189) N=	Cathéter Inter S US vs NS	//	Ponction vasculaire : 30% US= 0 vs NS = 3 p= 0.041
Aveline et al. 2010(191) N= 92	Cathéter fémoral US vs US associé NS	//	Parésthésies : US = 3/46 (6,5 %) NS = 2/46 (4,3 %) p= 0,64
Notre étude 2018 N = 85	Cathéterfémoral US vs US	Retrait du cath US= 4 vs NS = 4	Ponction vasculaire : 4.8% US= 0 vs NS = 2 p = 0.14 Parésthésies : 7.1% US= 0 vs NS = 3 p = 0.07

Abreviations : US : ultrasons; NS : neurostimulation; cath : cathéter; BAX : bloc axillaire ; inter S :inter scalénique ;Infra Cla : infra clavulaire.

IV.4 Réhabilitation postopératoire: flexion du genou ; durée d'hospitalisation et satisfaction du patient:

La flexion du genou et la déambulation postopératoire sont déterminés par plusieurs facteurs, y compris l'état de la fonction du genou en préopératoire, des techniques chirurgicales, de la gestion de la douleur postopératoire et du protocole de rééducation(225).

La CMG est pourvoyeuse d'une douleur intense en post opératoire, son contrôle est impératif pour faciliter la réhabilitation précoce. Dans le passé, les obstacles communs au début de la rééducation après CMG comprenaient des douleurs, des nausées et des vertiges, qui étaient souvent liés aux méthodes analgésiques de base utilisant des analgésiques opioïdes seuls. L'utilisation plus récente de techniques analgésiques multimodales et des techniques d'ALRp a permis une réduction significative des opioïde avec un meilleur contrôle de la douleur tout en réduisant leurs effets secondaires majeurs.

Dans notre étude, aucune différence statistiquement significative n'a été notée pour les valeurs des degrés de flexion du genou pour les deux groupes lors des séances de mobilisations effectuées par le kinésithérapeute du service lors du 2^{ème} jour et au 5^{ème} jour post opératoire. Les amplitudes moyennes de flexion du genou étaient respectivement pour le groupe NS de 77.2 ± 13.2 et 81.5 ± 9.9 , pour le groupe US de 76.6 ± 15.3 et 81.0 ± 12.4 avec $p=0.83$. Les patients de notre étude ont atteint une déambulation avec un tuteur externe (déambulateur et/ou béquilles) sous assistance du kinésithérapeute du service à J2 postopératoire.

Certains auteurs [60,69] ont rapporté dans leurs études que la mobilisation passive sur arthromoteur débutée à 30° de flexion puis augmentée de 10° par jour après chirurgie prothétique du genou diminuait l'hémarthrose postopératoire, génèrait une récupération plus rapide de l'amplitude articulaire et accélèrait la réhabilitation avec pour corollaire une diminution de la durée moyenne du séjour.

La douleur freine la mobilisation précoce post opératoire ainsi que la réadaptation, probablement c'est le facteur le plus influant pour une bonne rééducation postopératoire du genou [2,210]. En outre, elle a un impact majeur sur la satisfaction du patient et le bien-être postopératoire. Les blocs nerveux périphériques continus offrent les avantages potentiels de prolonger l'analgésie

postopératoire, avec peu d'effets secondaires, amélioration de la satisfaction des patients et accélération des fonctions de récupération après une chirurgie majeure du genou [25,226] ; pour cette raison le BNF est souvent utilisé pour fournir une analgésie postopératoire de qualité dans ce contexte clinique[1,2].

Dans une méta-analyse (71)de Richman et al. 19 études prospectives contrôlées randomisées incluant 603 patients, ont démontré que l'utilisation des cathéters nerveux périphériques a permis une rééducation post opératoire précoce ce qui a garanti un meilleur résultat fonctionnel avec récupération plus rapide des amplitudes articulaires [227,228]. D'autres auteurs ont souligné aussi l'intérêt d'une analgésie par perfusion continue par bloc périphérique (cathéter interscalénique) pour la rééducation précoce après chirurgie majeure de l'épaule [74,229].

Plusieurs travaux confirment l'efficacité très supérieure des cathéters péri nerveux par rapport à la PCA morphine. Syngelin et al.ont comparé et évalué chez 45 patients sur une période de 48heures l'influence sur la réhabilitation post opératoire de trois techniques anesthésiques pour PTG : bloc continu du nerf fémoral ; Analgésie péridurale continue ; PCA morphine (1). Le même programme de rééducation était appliqué à tous les patients, incluant une mobilisation continue passive. Le délai nécessaire pour atteindre un degré de flexion du genou à 90° était respectivement (17+/- 7 ; de 9+/-6 et 8+/- 5) jours pour le groupe PCA IV morphine, cathéterfémoral et péridurale ($P < 0,001$) ; la reprise de la marche était plus tardive dans le groupe PCA morphine. La durée d'hospitalisation était plus longue (21+/-3jours) dans le groupe PCA morphine par rapport aux autres patients (17+/- 3 et 16+/- 4 jours pour le groupe cathéter fémoral et péridurale) [1,2].

Chez des patients bénéficiant aussi d'une chirurgie majeure du genou, Capdivella et al.(2) ont étudié la phase de rééducation au-delà de l'hospitalisation après l'intervention, les amplitudes maximales de flexion du genou étaient significativement plus importantes au cinquième jour et à la sortie de l'hôpital dans le groupe de patients ayant eu une analgésie régionale par rapport à la PCA morphine. La période nécessaire pour l'obtention de ce critère était plus longue dans le groupe PCA IV morphine totalisant une durée de 50jours (extrêmes : 30 – 80) versus 40 (extrêmes : 31- 60) et 17 (extrêmes : 30- 45) respectivement pour les groupes cathéter fémoral et péridurale.

Certaines études ont pu montrer qu'après arthroplastie du genou, chez les patients ayant bénéficié d'une analgésie par CNF en comparaison avec d'autres modalités (PCA morphine, épidurale et bloc nerveux fémoral à injection unique) un gain a été constaté en termes de rééducation immédiate du patient car les amplitudes de flexion articulaire étaient améliorées dans ce groupe [1,39,73,77,226,230,231]. Un bénéfice fonctionnel direct a ainsi été mis en évidence.

Peu d'études ont pu montrer une différence en comparant les deux techniques US versus NS en matière de réhabilitation post opératoire. L'étude d'aveline(191) a montré qu'après arthroplastie du genou, un gain en termes de rééducation immédiate du patient car les amplitudes de flexion articulaire étaient améliorées lorsque les cathéters étaient introduits sous échoguidage versusneurostimulation.

Ainsi, Bendtsen et al(176) sur une série comparative de cathéters sciatiques poplités mis en place par neurostimulation versuséchoguidage, ont montré une augmentation des indices de satisfaction des patients dans le groupe échoguidage. Frédrickson et al.(232) ont montré que l'insertion d'un CNP en regard de C5-C6 précisément permettait de réduire les concentrations d'AL (naropéine 0,2 % au lieu de 0,4 %) utilisées sans compromettre pour autant l'efficacité analgésique. Dans le groupe où la quantité d'AL était réduite, l'indice de satisfaction des patients était plus élevé en raison d'un bloc moteur moins prononcé.

Les blocs nerveux continus au niveau fémoral sont efficaces pour l'analgésie postopératoire et sont largement utilisés mais induisent une faiblesse du muscle quadriceps et augmentent le risque de chutes. Les résultats d'une étude randomisée et contrôlée par placebo sur des volontaires sains et non chirurgicaux montrent que la force des quadriceps diminue en moyenne de 49% après CNF(89).Même résultats ont été rapportés dans une autre étude similaire sur des volontaires sains(233). Cet effet peut entraver la déambulation et la rééducation précoce dans la période postopératoire immédiate [90,234].

Quelques études récentes ont signalé un taux plus élevé de chutes chez les patients tentant de marcher avant la résolution complète du bloc moteur(235). La metaanalyse de Johnson et al(236) montre que le risque de chute est multiplié par un facteur quatre, du fait de la présence d'un cathéter au

niveau du plexus lombaire pour une chirurgie orthopédique majeure des membres inférieurs.

Cette hypothèse n'est toutefois pas soutenue par une grande étude rétrospective de Memtsoudis et al(237), dans leur analyse sur un effectif de 191 570 prothèses totales du genou opérés, dans plus de 400 hôpitaux de soins de courte durée, aucune association n'a été trouvée entre cathéter fémoral et le risque de chute, avec un OR= 0,85 [IC, 0,71-1,03]), l'incidence de chute était de 1,6%. Dans une étude(238) incluant plus de 15 000 patients en cours de traitement pour prothèse totale du genou, sur une période de 10 ans, a fournit des données sur l'incidence de chutes en postopératoires qui était de 1,5% (232 chutes / 15 189 patients), ainsi que les circonstances de chute étaient bien précisées. Les chutes survenaient le plus souvent le premier et le troisième jour postopératoire et les patients qui ont chuté, avaient un cathéter périmerveux fémoral en place au moment de cet événement.

Les facteurs potentiels liés aux patients associés à un risque accru de chutes incluent l'âge avancé, sexe masculin, apnée du sommeil, délire, anémie nécessitant transfusion sanguine et utilisation per opératoire de l'anesthésie générale. Par ailleurs, il est indispensable de préciser que l'instabilité du membre inférieur peut également être due, d'une part, à la chirurgie majeure du genou responsable par elle-même d'une parésie quadricipitale et, d'autre part, à la douleur inhibant l'action des muscles stabilisateurs du genou(239).

Dans notre étude aucune différence significative n'a été notée pour le bloc moteur concernant les deux groupes sachant que nous avons trouvé une diminution de la force du muscle quadriceps chez presque 50% des patients de chaque groupe. Bien que nous n'ayons pas évalué l'incidence des chutes, nos résultats ont montré que la majorité de nos patients sous cathéter périmerveux dans les deux groupes ont été en mesure de participer aux séances de rééducation à partir de J1 postopératoire. Par conséquent, la dose utilisée était optimale pour la rééducation, en recherchant un équilibre entre analgésie efficace et préservation de la force musculaire(240).

L'analgésie par cathéter nerveux fémoral est plus appropriée pour la flexion du genou en partie parce que la relaxation du muscle quadriceps prévient les spasmes musculaires, améliorant ainsi la flexibilité du genou. En effet, le spasme musculaire postopératoire est une source majeure de douleur après

PTG[1,77]. Ce qui indique que la faiblesse du quadriceps sous les techniques d'analgésie n'interfère pas nécessairement avec la réadaptation.

La faiblesse musculaire au niveau des membres inférieurs est un facteur de risque significatif de chute chez les patients âgés, indépendamment des techniques d'analgésie(241). Néanmoins, les résultats de ces études suggèrent que les patients en cours de traitement pour PTG sont à risque accru de tomber en raison de multiples facteurs de risque.

Un élément clé de toute prise en charge d'une CMG devrait inclure des stratégies de prévention des chutes par l'éducation du patient, de déambuler seulement avec l'aide d'un professionnel de la santé formé pendant l'hospitalisation et des protocoles pour les évaluations quotidiennes de la force musculaire et la stabilité des articulations par des attelles à prioriser pour la sécurité du patient.

En raison de ces inconvénients, des méthodes analgésiques alternatives sont en cours d'examen. Des recherches récentes se sont concentrées sur des sites plus distaux tels que le bloc au canal des adducteurs et l'infiltration locale d'AL au niveau du site opératoire, dans le but de maintenir une analgésie adéquate tout en minimisant la faiblesse du muscle quadriceps [87,89,242].

La douleur a un impact majeur sur la satisfaction du patient et le bien-être postopératoire(243). Des essais cliniques randomisés suggèrent des avantages supplémentaires pour les CNP, notamment l'amélioration de la satisfaction des patients [32,201,202,224,232,244,245] avec meilleure qualité du sommeil [71,99,246] amélioration de la rééducation [229,246,247] et des séjours hospitaliers plus courts [1,228]

Notre étude a démontré une satisfaction des patients nettement améliorée sans différence statistiquement significative entre les deux groupes (US versus NS). Dans notre étude, nous avons relevé 74% des patients qui déclaraient être satisfaits voire très satisfaits par rapport au soulagement de la douleur après les 48 heures postopératoires, soit 30/42(71,2%) patients dans le groupe NS versus 33/43(76,7%) patients dans le groupe US.

Concernant la durée d'hospitalisation, il existe une différence statistiquement significative entre les 2 groupes, elle a été plus courte dans le groupe NS par rapport au groupe US avec respectivement $7,8 \pm 4.0$ jours et 9.8 ± 4.9 jours.

Cette différence a été expliquée par l'inclusion d'un nombre légèrement supérieur de patients bénéficiant d'une chirurgie pour PTG avec 21 patients dans le groupe US par rapport à 15 patients dans le groupe NS. C'était un biais de sélection qui a eu une influence sur ce paramètre qui n'a pas réellement d'intérêt clinique, sachant que la durée d'hospitalisation d'un patient opéré d'une PTG dans notre service varie de 10 à 15 jours et de 3 à 5 jours pour la chirurgie ligamentaire du genou.

L'application du concept de courte durée d'hospitalisation se heurte parfois à des habitudes du service solidement ancrées. Ainsi interviennent des paramètres sociaux et organisationnels (défaut de soins à domicile, manque de place d'hospitalisation dans les services de rééducation, etc....). C'est la raison pour laquelle il est difficile d'arriver aux durées d'hospitalisation préconisées par l'équipe de H. Kehlet. Même pour des centres réputés très respectueux pour ces protocoles, certains paramètres restent difficiles à appliquer [248,249].

Tableau 15 :Etudes comparatives US vs NS: Flexion du genou ; Durée d'hospitalisation et Satisfaction du patient

Auteurs	Type de BNP	Flexion du genou (Degré)	Durée d'hospitalisation (jours)	Satisfaction du patient
Syngelin et al 1998(1) N = 45 grpe A =15 grpe B =15 grpe C =15	grpe A : PCA morphine grpe B : Bloc 3 en 1 grpe C : epidural	flexion du genou à 90° délai (jour): p= 0.001 grpe A= 17+/- 7 grpe B = 9+/-6 grpe C= 8+/- 5	grpe A =21± 3j grpe B =17± 3j grpe C =16± 4j p = 0.001	//
Kim et al 2015(193) N = 50	Cathéterfémoral Grpe A : US + NS Grpe B : NS	//	//	Grpe A : 4.0 0.9 Grpe B : 3.7 08 P= 0.897
Al zahrani 2014(247) N= 56 Chirurgie PTG	Grpe A : Cathfémoral Grpe B : Cathperidurale	flexion du genou à 90° Grpe A Grpe B J1 : 14 (56) 15 (60%) J2 : 17 (68) 17 (68) J3 : 23 (92) 18 (72) P = 0.988	//	Grpe A : 16(64%)completeme nt satisfaits Grpe B :17(68%) Completementsatisf aits. p = ns
Aveline et al. 2010(191) N= 92 Chirurgie PTG	Cathéter fémoral US vs US associé NS	J2 : p= 0,0064 US=50 [43-58] degré NS=45 [39-49] degré J5 : p= 0,08 US=79 [68-87] degré NS=73 [65-79] degré	US : 7 [6-9j] NS : 8 [6-9j] P= 0,28	//
Bendtsen 2011(176) group US n = 50 group NS n = 48 chgie du pied, cheville	Cathéter Sciatic poplité US vs NS	//	//	US : 9 [5- 10] NS : 8 [3-10] p = 0.0006
Notre étude 2018 N= 85 Chirurgie majeure du genou	Cathéterfémoral US vs US	J2 : US =76.6± 15 degrés NS=77.2± 13 degrés p= 0.83 J5 : US=81.5 ±10 degrés NS=81.0 ±12 degrés p= 0,83	US : 7.8 ±4j NS : 9.8 ± 5j P= 0,04	74% satisfait et très satisfait NS : 71.2% US : 76.7% P= 0.77

Abreviations : N : nombre de patients ; Cath : cathéter ; BNP : bloc nerveux périphérique ; grpe : groupe ; // : pas de données ; p< 0.05= différence statistiquement significative.

Limites de l'étude :

Comme pour toutes les études, notre travail présente certaines limites :

- D'abord, l'étude a été réalisée sans double aveugle. Cependant, le patient et l'opérateur ne pouvait pas être aveuglé pendant la mise en œuvre du bloc, sachant que les deux techniques de mise en place du cathéter (échoguidage et neurostimulation) étaient complètement différentes et évidentes pour les patients, bien que l'évaluateur du bloc nerveux en post opératoire a été aveuglé.

- Deuxièmement, tous les patients ont subi une chirurgie avec une rachianesthésie, et reçu un bolus de 20 mL d'un mélange de bupivacaïne à 0,5%+ xylocaine à travers le cathéter perinerveux, sachant que le bloc nerveux fémoral ne bloque pas tout le membre actif, la douleur au niveau des parties postérieures des structures articulaires du genou pourraient avoir influencé nos résultats.

V. Conclusion :

La douleur est une préoccupation majeure pour le patient et également d'une importance pour le chirurgien et le médecin anesthésiste réanimateur en raison des effets indésirables potentiels de la réponse physiologique de la chirurgie en post opératoire.

Le traitement inadéquat de la douleur postopératoire reste un problème primordial. Il apparaît que la prise en charge de la douleur post opératoire reste insuffisante. Elle doit répondre à plusieurs impératifs d'ordre culturels, organisationnels, moyens financiers, accès au médicaments, formations de personnels...

L'approche multimodale est essentielle dans la prise en charge de la douleur post-opératoire. Elle s'intègre alors dans une prise en charge multidisciplinaire (kinésithérapeute, chirurgien, anesthésiste, infirmiers...), dont l'objectif est la récupération fonctionnelle rapide du patient, donc réduire le temps d'hospitalisation.

La réhabilitation post opératoire est un facteur prouvé de la prévention des complications postopératoires et de la qualité des résultats chirurgicaux. Elle est rendue possible par l'efficacité de l'analgésie postopératoire précoce.

La chirurgie orthopédique devient le domaine d'utilisation préférentielle des blocs nerveux périphériques (tronculaires ou plexiques) qui ont montré des avantages en matière d'analgésie postopératoire, ils restent peu pratiqués dans notre pays à faibles conditions socio-économiques et pourraient être recommandés dans notre pratique.

Les preuves actuelles confirment certains avantages de l'utilisation de l'échoguidage par rapport à la technique de repérage par neurostimulation pour la localisation nerveuse. L'échographie est sans nul doute la technique qui nous permet de visualiser « en direct » les structures nerveuses que l'on désire anesthésier. Le fait de passer d'une technique « aveugle » à une technique avec visualisation des structures devrait améliorer à la fois la fiabilité et la sécurité des techniques de bloc. Nous avons constaté que les deux techniques de mise en place du cathéter, ont été associées à des taux de succès du bloc similaires. La technique de stimulation nerveuse a un léger temps de procédure plus long par rapport à l'échographie, bien que la signification clinique de cela doit encore être

déterminé. Aussi, parmi les avantages de l'échographie, sa capacité à identifier les variations anatomiques, la «réorientation» de l'aiguille lors du bloc et une diminution du risque de ponction vasculaire.

La compétence du médecin anesthésiste influe sur l'amélioration du taux de réussite et la diminution globale du taux de complications quelque soit la technique de repérage utilisée. La programmation adéquate des patients opérés pour une CMG, ainsi que la possibilité de procéder à la réalisation de l'ALR dans une salle de préinduction, permettent un gain de temps qui ne peut que favoriser l'adhérence des équipes médicochirurgicales à l'ALR.

Dans les pays développés, l'anesthésie locorégionale (ALR) par bloc ou cathéter nerveux périphérique, sous contrôle échographique, ne cesse de se développer par l'acquisition d'appareils d'échographie compacts, relativement simples d'emploi et plus performants dans les services d'anesthésie. La neurostimulation, qui était il y a une quinzaine d'années à peine la seule technique de référence pour les blocs nerveux périphériques reste une technique efficace et valable. Elle a fait progresser l'anesthésie locorégionale.

Dans les pays en voie de développement comme le notre, par rapport au coût d'un appareil d'échographie et compte tenu des nombreuses difficultés financières, la technique du bloc nerveux périphérique par neurostimulation revêt encore une place importante dans notre pratique courante.

La prise en charge de la DPO implique des acteurs médicaux (anesthésistes, chirurgiens, pharmaciens), paramédicaux (infirmières, aide-soignante, kinésithérapeutes) et administratifs (direction d'établissement) afin de développer des protocoles pour la standardisation des soins.

Perspectives :

- Introduction de l'échoguidage dans la pratique clinique de l'ALR et en particulier l'analgésie post-opératoire dans les services d'orthopédie et traumatologie
- Formation des médecins spécialistes et des résidents en anesthésie-réanimation à la pratique de l'ALR par la technique de repérage à la neurostimulation et à l'échoguidage.
- Etablir des protocoles d'analgésie post opératoire multimodale en introduisant les techniques d'anesthésieloco-régionale.
- Promouvoir la technique d'échoguidage dans la pratique de l'ALR

Les annexes :

« Annexe 1 »

FICHE DE RECUIL DES DONNEES :

N° DOSSIER :

Nom :

Prénom :

Sexe :

Poids :

Age :

Taille

Tel :

Diagnostic :

Type d'intervention :

Antécédents :

Médicaux :

- Physiologiques :
- Médicaux :
- Chirurgicaux :
- Traitement :

Familiaux :

Evaluation pré-anesthésique

Clinique :

Biologique :

Radiologique :

- Télé thorax
- Electrocardiogramme
- Autres

Classification ASA :

Préparation :

Traitements

- **Poursuivi**
- **Arrêté**

Prémédication : Hydroxyzine (Atarax) : 1mg/Kg la veille de l'intervention

Période per-opératoire

Date d'intervention :

Chirurgien :

Anesthésiste :

Intervention :

Durée d'intervention :

Protocole Chirurgical :

Protocole anesthésique :

Monitoring :

- **PNI**
- **Cardioscope**
- **Sao2**

Anesthésie : Rachianesthésie

Anesthésiques	Dose
BupivacaineMg
Fentanylµg
Autres	

Remplissage vasculaire:

Produits	Quantité
Cristalloïdesml
Colloïdesml
Sangml

Sédation per-opératoire : Oui Non

Produits	Dose

Caractéristiques du bloc

Caractéristiques	Groupe ultrasons	Groupe neurostimulation
<ul style="list-style-type: none"> - Durée de procédure - Délai d'installation - Paresthésies pendant la pose du cathéter - Ponction vasculaire pendant la pose du cathéter - Injection intra vasculaire - Echec - Dose cumulée d'AL (bolus initial exclu) en 48h (ml) - Délai du 1^{er} bolus sur le cathéter d'analgésie(H) - Flexion du genou à J2 (degré) - Flexion du genou à J5 (degré) - Durée de séjour(j) 		

Analgie postopératoire

	H0	H6	H12	H18	H24	H36	H48
<ul style="list-style-type: none"> ○ TA ○ FC 							
EVA et /ou EVS							
Repos							
Mobilisation							
Incidents							
Complications							
Bloc moteur							
Ablation du cathéter							

Satisfaction du patient : déterminer par le questionnaire suivant :

- Très insatisfait
- Insatisfait
- Ni satisfait, ni insatisfait
- Satisfait
- Très Satisfait

« Annexe 2 »

- L'échelle visuelle analogique (EVA) :

Est l'outil de référence le plus utilisé. C'est une méthode simple, rapide, sensible, reproductible et validée. Elle se présente sous la forme d'une réglette (Fig.13) avec une face patient et une face évaluateur. Sur la face patient, elle présente une ligne continue non graduée, avec une inscription à chaque extrémité: absence de douleur à gauche et douleur maximale à droite. Après avoir reçu les explications nécessaires, le patient place le curseur de la réglette entre les deux extrémités. Sur la face évaluateur, la ligne est graduée de 0 à 100 mm permettant de quantifier la douleur.

- Une douleur inférieure à 30 mm correspond à une douleur faible
- entre 30 et 60 mm à une douleur modérée
- supérieure à 60 mm à une douleur forte et intense.

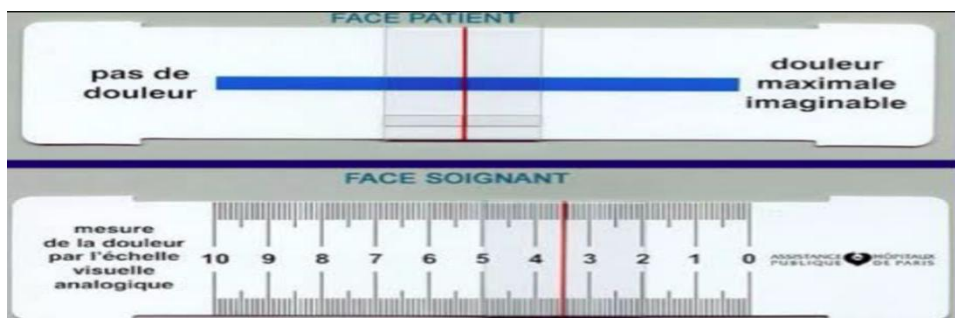


Figure. 18 : Reglette d'évaluation de la douleur « EVA »

« Annexe 3 »

- **Analgesie contrôlée par le patient : «PCA» :**

La PCA est une technique de titration de la dose de morphine par bolus de 0,75 à 1,5 mg administrés à l'aide d'une pompe par le malade lui-même, qui adapte la dose délivrée en fonction de la variabilité de ses besoins durant la période post- opératoire. Après initiation du traitement, la surveillance est effectuée toutes les 4 heures et toutes les 15 min dans l'heure suivant chaque changement de prescription.

Les paramètres de surveillance portent sur la douleur (EVA), la vigilance (échelle de sédation) et la respiration.

Les limites de la PCA intraveineuse résident dans la persistance des douleurs liées aux mobilisations postopératoires pendant les séances de kinési- thérapie.

Table des tableaux :

Tableau 1	Répartition selon le Sexe ; l'ASA et le type de chirurgie
Tableau 2	Répartition selon l'âge et le BMI
Tableau 3	Evaluation des EVA à différents temps post opératoires (H0, H6, H12, H18, H24, H36, H48 au repos et à la mobilisation)
Tableau 4	Evaluation des EVA au 1 ^{er} et 2 ^{ème} jours post opératoire
Tableau 5	Evaluation des EVA maximum > 4 au 1 ^{er} et 2 ^{ème} jours post opératoires
Tableau 6	Evaluation selon la durée de la procédure ; délai d'installation ; quantité d'AL et délai de la première injection d'AL
Tableau 7	Evaluation de la flexion du genou et durée d'hospitalisation
Tableau 8	Evaluation du bloc moteur
Tableau 9	Evaluation des incidents et accidents liés au CNP
Tableau 10	Evaluation des complications lors de la mise en place du cathéter
Tableau11	Evaluation de la satisfaction des patients

Table des graphes :

Graphe1	Répartition selon le Sexe
Graphe2	Répartition selon l'ASA
Graphe3	Répartition selon la chirurgie
Graphe4	Résultats des EVA de H0 à H48 au repos et à la mobilisation
Graphe5	Valeurs moyennes de la douleur à J1 et J2 post opératoires
Graphe6	Valeurs moyennes du bloc moteur exprimées en pourcentage
Graphe7	Valeurs moyennes du taux de satisfaction du patient exprimées en pourcentage

Bibliographie :

1. Singelyn FJ, Deyaert M, Jorist D, Pendevillet 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;03(87):5.
2. 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*. juill 1999;91(1):8-15.
3. Andersen LØ, Kehlet H. Analgesic efficacy of local infiltration analgesia in hip and knee arthroplasty: a systematic review. *Br J Anaesth*. sept 2014;113(3):360-74.
4. Bonnin M, Westphal M, Jacquemard C, Biot V, Giroud A, Mathelin J, et al. Rééducation après prothèse totale de genou. In: *La gonarthrose*. Paris: Springer Paris; 2006. p. 317-30.
5. Rutherford RW, Jennings JM, Levy DL, Parisi TJ, Martin JR, Dennis DA. Revision Total Knee Arthroplasty for Arthrofibrosis. *J Arthroplasty*. juill 2018;33(7):S177-81.
6. Murphy M, Journeaux S, Russell T. High-flexion total knee arthroplasty: a systematic review. *Int Orthop*. août 2009;33(4):887-93.
7. Rowe PJ, Myles CM, Walker C, Nutton R. Knee joint kinematics in gait and other functional activities measured using flexible electrogoniometry: how much knee motion is sufficient for normal daily life? *Gait Posture*. oct 2000;12(2):143-55.
8. Mulholland SJ, Wyss UP. Activities of daily living in non-Western cultures: range of motion requirements for hip and knee joint implants. *Int J Rehabil Res*. 1 sept 2001;24(3):191-8.
9. Schurman DJ, Rojer DE. Total Knee Arthroplasty: Range of Motion across Five Systems. *Clin Orthop*. janv 2005;NA;(430):132-7.
10. Noble PC, Gordon MJ, Weiss JM, Reddix RN, Conditt MA, Mathis KB. Does Total Knee Replacement Restore Normal Knee Function?: *Clin Orthop*. févr 2005;NA;(431):157-65.
11. Anania A, Abdel MP, Lee Y, Lyman S, González Della Valle A. The natural history of a newly developed flexion contracture following primary total knee arthroplasty. *Int Orthop*. oct 2013;37(10):1917-23.
12. Cheuy VA, Foran JRH, Paxton RJ, Bade MJ, Zeni JA, Stevens-Lapsley JE. Arthrofibrosis Associated With Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. août 2017;32(8):2604-11.
13. Hutten D, Chalès G. Conduite à tenir devant une raideur après prothèse totale du genou. *Rev Rhum Monogr*. 1 juin 2016;83(3):188-93.

14. Deschamps G, Lapaglia M-A, Pellefigue A. Raideur et prothèse totale du genou. Rev Chir Orthopédique Traumatol. 2002;88(5):148-.
15. Abbal B, Choquet O, Capdevila X. Réhabilitation péri-opératoire : la chirurgie orthopédique. Mapar 2013 :12.483-494
16. Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. Br J Anaesth. mai 1997;78(5):606-17.
17. Macalou D, Trueck S, Meuret P, Heck M, Vial F, Ouologuem S, et al. Postoperative Analgesia After Total Knee Replacement: The Effect of an Obturator Nerve Block Added to the Femoral 3-in-1 Nerve Block: Anesth Analg. juill 2004;99(1):251-4.
18. Th. Breining, N. Péniisson, E. Gaertner. Cathéters nerveux périphériques : techniques et indications en 2004. Conférences d'actualisation Sfar 2004, p. 749-759. © 2004 Elsevier SAS.
19. Liu SS, Ngeow JE, YaDeau JT. Ultrasound-Guided Regional Anesthesia and Analgesia: A Qualitative Systematic Review. Reg Anesth Pain Med. janv 2009;34(1):47-59.
20. Aubrun DF. Nouvelles recommandations pour la prise en charge de la douleur postopératoire RFE douleur 2008. :40.
21. Chou R, Gordon DB, Leon-Casasola OA de, Rosenberg JM, Bickler S, Brennan T, et al. Management of Postoperative Pain: A Clinical Practice Guideline From the American Pain Society, the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists' Committee on Regional Anesthesia, Executive Committee, and Administrative Council. J Pain. 1 févr 2016;17(2):131-57.
22. Allen W, Liu SS, Ware PD, Nairn CS, Owens BD. Peripheral Nerve Blocks Improve Analgesia After Total Knee Replacement Surgery. Anesth Analg 1998; 87: 93-7.
23. Wang H, Boctor B, Verner J. The effect of single-injection femoral nerve block on rehabilitation and length of hospital stay after total knee replacement ☆. Reg Anesth Pain Med. mars 2002;27(2):139-44.
24. Ilfeld BM, Le LT, Meyer RS, Mariano ER, Vandenborne K, Duncan PW, et al. Ambulatory Continuous Femoral Nerve Blocks Decrease Time to Discharge Readiness after Tricompartment Total Knee Arthroplasty: A Randomized, Triple-masked, Placebo-controlled Study. Anesthesiology. avr 2008;108(4):703-13.
25. Liu SS, Salinas FV. Continuous Plexus and Peripheral Nerve Blocks for Postoperative Analgesia. ANESTH ANALG. 2003;96:263-72.
26. Kehlet H, Wilmore DW. Multimodal strategies to improve surgical outcome. Am J Surg. juin 2002;183(6):630-41.
27. Kehlet H, Dahl JB. Anaesthesia, surgery, and challenges in postoperative recovery. The Lancet. déc 2003;362(9399):1921-8.

28. Zhu S, Qian W, Jiang C, Ye C, Chen X. Enhanced recovery after surgery for hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med J.* 1 déc 2017;93(1106):736-42.
29. Deng Q-F, Gu H-Y, Peng W, Zhang Q, Huang Z-D, Zhang C, et al. Impact of enhanced recovery after surgery on postoperative recovery after joint arthroplasty: results from a systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med J.* déc 2018;94(1118):678-93.
30. Beaussier M, Jaber S, Sebbane M, Eledjam J-J. Réhabilitation postopératoire. *EMC - Anesth-Réanimation.* janv 2010;7(1):1-11.
31. O. Choquet¹, K. Bennourine¹, E. Gaertner², J.-C. Manelli¹ olivier. Cathéters nerveux périphériques : modalités d'administration, surveillance, organisation des soins. *Conférences d'actualisation Sfar 2004*, p. 761- 770. 2004 Elsevier SAS
32. Grant S. Continuous peripheral nerve block for ambulatory surgery. *Reg Anesth Pain Med.* juin 2001;26(3):209-14.
33. Salinas F. Location, location, location: Continuous peripheral nerve blocks and stimulating catheters. *Reg Anesth Pain Med.* mars 2003;28(2):79-82.
34. L. Delaunay, D. Jochum. Apport de l'imagerie pour l'anesthésie locorégionale. *Congrès national d'anesthésie réanimation 2007. Evaluation et traitement de la douleur*, p. 755-775. 2007 Elsevier Masson SAS
35. Barthelet Y, Capdevila X. Intérêt de l'analgésie locorégionale pour la rééducation postopératoire après chirurgie du genou. *Mapar 2013*;12.883-494
36. Cuvillon P, Ripart J. Place de l'anesthésie locorégionale dans l'analgésie postopératoire. *51 E Congrès Natl D'anesthésie Réanimation Médecins Éval Trait Douleur © 2009 Elsevier Masson SAS.* 2009;14.
37. Harrop-Griffiths W, Picard J. Continuous regional analgesia: can we afford not to use it? *Anaesthesia.* 2001;56(4):299-301.
38. Francis V. Salinas, MD, Spencer S. Liu, MD, and Michael F. Mulroy, MD - 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
39. Ganapathy S, Wasserman RA, Watson JT, Bennett J, Armstrong KP, Stockall CA, et al. Modified Continuous Femoral Three-in-One Block for Postoperative Pain After Total Knee Arthroplasty. *ANESTH ANALG.* 1999;89(1197_1202):6.
40. Zetlaoui PJ. L'échographie à 360 ° en anesthésie. *51e Congrès d'anesthésie réanimation. Médecins. Conférences d'actualisation.* 2009 Elsevier Masson SAS. 23.
41. SAIDJ.T. Anesthésie loco régionale périphérique des membres supérieurs et inférieurs: échoguidage versus neurostimulation. *Thèse pour l'obtention de doctorat en médecine année 2013.*

42. D. KULENKAMPPFF, M. A. PERSKY, M.D. BRACHIAL PLEXUS ANXESTHESIA ITS INDICATIONS, TECHNIQUE, AND DANGERS. 1911;883-91.
43. Selander D, Edshage S, Wolff T. Paresthesiae or No Paresthesiae? Nerve Lesions after Axillary Blocks. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1979;23(1):27-33.
44. Grange PDPL, Foster PA, Pretorius LK. APPLICATION OF THE DOPPLER ULTRASOUND BLOODFLOW DETECTOR IN SUPRACLAVICULAR BRACHIAL PLEXUS BLOCK. *Br J Anaesth.* sept 1978;50(9):965-7.
45. Ansbro FP. A method of continuous brachial plexus block. *Am J Surg.* juin 1946;71(6):716-22.
46. Brands' E. Continuous Lumbar Plexus Block—Analgesia for Femoral Neck Fractures. 1978;6(256):3.
47. Smith BE, Fischer HBJ, Scott PV. Continuous sciatic nerve block. *Anaesthesia.* 1984;39(2):155-7.
48. X. Capdevila, N. Bernard, D. Morau. Analgésie pour chirurgie du genou. Conférences d'actualisation 2000, p. 21-41.
© 2000 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et SFAR
49. Kasibhatla RD, Frca MBD, Russon K. Femoral Nerve Blocks. 2009;19(2):6.
50. Cuvillon P, Zoric L, Boisson C, Ripart J. Blocs du membre inférieur. 53e congrès national d'anesthésie et de réanimation Sfar 2011;p.19.
51. Netter FH, CO JS&. Atlas d'anatomie humaine. Elsevier Health Sciences; 2019. 666 p.
52. Pr. Pierre Marie JUGNET. Rupture du ligament croisé du genou et ligamentoplastie | CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE NICE [Internet]. 2011. Disponible sur: http://www.chirurgie-orthopedique-nice.com/ligamentoplastie_genou.html
53. Pallure DL. Ligamentoplasties et rééducation après rupture du ligament croisé antérieur du genou. [Internet]. 2013. Disponible sur: <http://un-medecin-vous-informe.blogspot.com/2013/05/ligamentoplasties-et-reeducation-apres.html>
54. Skou ST, Roos EM, Laursen MB, Rathleff MS, Arendt-Nielsen L, Simonsen O, et al. A Randomized, Controlled Trial of Total Knee Replacement. *N Engl J Med.* 22 oct 2015;373(17):1597-606.
55. Dr. Ives ROUXEL. Prothèse de genou [Internet]. 2013. Disponible sur: <http://www.docteurrouxel.com/prothese-genou.html>
56. E Viel, P Bruelle, JJ Eledjam. adjuvants de l'Analgésie postopératoire. Conférences d'actualisation 1997, p. 349-61 1997 Elsevier, Paris, et SFAR
57. J.-J. Eledjam 1,* , E. Viel2. La réhabilitation périopératoire. SFAR. 2006;335-50.

58. Mariano ER, Miller B, Salinas FV. The Expanding Role of Multimodal Analgesia in Acute Perioperative Pain Management. *Adv Anesth.* janv 2013;31(1):119-36.
59. Martin F, Martinez V, Mazoit JX, Bouhassira D, Cherif K, Gentili ME, et al. Antiinflammatory effect of peripheral nerve blocks after knee surgery: clinical and biologic evaluation. *Anesthesiology.* sept 2008;109(3):484-90.
60. O'Driscoll SW, Nicholas J, Giori. Continuous passive motion (CPM): Theory and principles of clinical application. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 2000;37. 2:11.179-188
61. Gentili ME, Mazoit JX. The Effect of a Sciatic Nerve Block on the Development of Inflammation in Carrageenan Injected Rats. *ANESTH ANALG.* 1999;89:6:979-84.
62. Carvalho B, Aleshi P, Horstman DJ, Angst MS. Effect of a Preemptive Femoral Nerve Block on Cytokine Release and Hyperalgesia in Experimentally Inflamed Skin of Human Volunteers: *Reg Anesth Pain Med.* nov 2010;35(6):514-9.
63. Beilin B, Yardeni I. Effects of Preemptive Analgesia on Pain and Cytokine Production in the Postoperative Period. 2003;98(1):5.
64. Kuo CP, Jao SW, Chen KM, Wong CS, Yeh CC, Sheen MJ, et al. Comparison of the effects of thoracic epidural analgesia and i.v. infusion with lidocaine on cytokine response, postoperative pain and bowel function in patients undergoing colonic surgery. *Br J Anaesth.* 1 nov 2006;97(5):640-6.
65. Bagry H, Delacudrafontaine J, Asenjo J, Bracco D, Carli F. Effect of a Continuous Peripheral Nerve Block on the Inflammatory Response in Knee Arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med.* janv 2008;33(1):17-23.
66. Beloeil H, Gentili M, Benhamou D, Mazoit J-X. The Effect of a Peripheral Block on Inflammation-Induced Prostaglandin E2 and Cyclooxygenase Expression in Rats: *Anesth Analg.* sept 2009;109(3):943-50.
67. Kosugi S, Morisaki H, Satoh T, Ai K, Yamamoto M, Soejima J, et al. Epidural Analgesia Prevents Endotoxin-Induced Gut Mucosal Injury in Rabbits: *Anesth Analg.* juill 2005;101(1):265-72.
68. Bouaziz H, Bondar A, Jochum D, Fuzier R, Paqueron X, Ripart J, et al. Regional anaesthesia practice for total knee arthroplasty: French national survey – 2008. *Ann Fr Anesth Réanimation.* juin 2010;29(6):440-51.
69. Colwell JC, Morris BA. The influence of continuous passive motion on the results of total knee arthroplasty. *Clin Orthop.* mars 1992;(276):225-8.
70. Peng L, Ren L, Qin P, Chen J, Feng P, Lin H, et al. Continuous Femoral Nerve Block versus Intravenous Patient Controlled Analgesia for Knee Mobility and Long-Term Pain in Patients Receiving Total Knee Replacement: A Randomized Controlled Trial. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2014;2014:1-12.

71. Richman JM, Liu SS, Courpas G, Wong R, Rowlingson AJ, McGready J, et al. Does Continuous Peripheral Nerve Block Provide Superior Pain Control to Opioids? A Meta-Analysis: *Anesth Analg.* janv 2006;102(1):248-57.
72. De Ruyter ML, Brueilly KE, Harrison BA, Greengrass RA, Putzke JD, Brodersen MP. A Pilot Study on Continuous Femoral Perineural Catheter for Analgesia After Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* déc 2006;21(8):1111-7.
73. Seet E, Leong WL, Yeo ASN, Fook-Chong S. Effectiveness of 3-in-1 Continuous Femoral Block of Differing Concentrations Compared to Patient Controlled Intravenous Morphine for Post Total Knee Arthroplasty Analgesia and Knee Rehabilitation. *Anaesth Intensive Care.* févr 2006;34(1):25-30.
74. Singelyn FJ, Seguy S, Gouverneur JM. Interscalene Brachial Plexus Analgesia After Open Shoulder Surgery: Continuous Versus Patient-Controlled Infusion. *ANESTH ANALG.* 1999;89:1216-20
75. Fletcher D, Jayr C. Analgésie péridurale postopératoire : indications. *Ann Fr Anesth Réanimation.* mars 2009;28(3):e95-124.
76. Zaric D, Boysen K, Christiansen C, Christiansen J, Stephensen S, Christensen B. A Comparison of Epidural Analgesia With Combined Continuous Femoral-Sciatic Nerve Blocks After Total Knee Replacement: *Anesth Analg.* avr 2006;102(4):1240-6.
77. Barrington MJ, Olive D, Low K, Scott DA, Brittain J, Choong P. Continuous Femoral Nerve Blockade or Epidural Analgesia After Total Knee Replacement: A Prospective Randomized Controlled Trial: *Anesth Analg.* déc 2005;1824-9.
78. Eledjam J, Cuvillon P, Capdevila X, Macaire P, Serri S, Gaertner E, et al. Postoperative analgesia by femoral nerve block with ropivacaine 0.2% after major knee surgery: Continuous versus patient-controlled techniques☆. *Reg Anesth Pain Med.* nov 2002;27(6):604-11.
79. Abram SE. Femoral Nerve Block Improves Analgesia Outcomes after Total Knee Arthroplasty: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Yearb Anesthesiol Pain Manag.* janv 2011;2011:333-4.
80. Chan E-Y, Fransen M, Sathappan S, Chua NHL, Chan Y-H, Chua N. Comparing the Analgesia Effects of Single-injection and Continuous Femoral Nerve Blocks with Patient Controlled Analgesia after Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* avr 2013;28(4):608-13.
81. Williams BA, Kentor ML, Vogt MT, Irrgang JJ, Bottegal MT, West RV, et al. Reduction of Verbal Pain Scores after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with 2-Day Continuous Femoral Nerve Block A Randomized Clinical Trial. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol.* 2006;104(2):315-327.
82. Eledjam J-J. Les infiltrations, un geste simple mais efficace. *Prat En Anesth Réanimation.* sept 2004;8(4):3-4.

83. Gentili M-E, Deleuze A. Les infiltrations en orthopédie. *Prat En Anesth Réanimation*. sept 2004;8(4):24-5.
84. Mei S, Jin S, Chen Z, Ding X, Zhao X, Li Q. Analgesia for total knee arthroplasty: a meta-analysis comparing local infiltration and femoral nerve block. *Clinics*. 8 sept 2015;70(9):648-53.
85. Cuvillon P, Ripart J. Place de l'anesthésie locorégionale dans l'analgésie postopératoire. 51 E Congrès Natl D'anesthésie Réanimation Médecins Éval Trait Douleur © 2009 Elsevier Masson SAS. 2009;14.
86. Machi AT, Abramson WB, Gonzales FB, Nakanote KA. Discharge Readiness after Tricompartement Knee Arthroplasty. *PAIN Med*. 2015;123(2):14.
87. Tan Z, Kang P, Pei F, Shen B, Zhou Z, Yang J. A comparison of adductor canal block and femoral nerve block after total-knee arthroplasty regarding analgesic effect, effectiveness of early rehabilitation, and lateral knee pain relief in the early stage. *Medicine (Baltimore)*. 30 nov 2018;97(48):p8
88. Iffeld BM. Continuous Peripheral Nerve Blocks: An Update of the Published Evidence and Comparison With Novel, Alternative Analgesic Modalities. *Anesth Analg*. janv 2017;124(1):308-35.
89. Jæger P, Nielsen ZJK, Henningsen MH, Hilsted KL, Mathiesen O, Dahl JB. Adductor Canal Block versus Femoral Nerve Block and Quadriceps Strength A Randomized, Double-blind, Placebo-controlled, Crossover Study in Healthy Volunteers. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol*. 1 févr 2013;118(2):409-15.
90. Iffeld BM. Continuous Peripheral Nerve Blocks: A Review of the Published Evidence. *Anesth Analg*. oct 2011;113(4):904-25.
91. F. Singelyn. Analgesie-postoperatoire-en-chirurgie-orthopedique-lourde-de-l-adulte. *Anesth Analg* 1998
92. Chan E-Y, Fransen M, Parker DA, Assam PN, Chua N. Femoral nerve blocks for acute postoperative pain after knee replacement surgery. *Cochrane Anaesthesia, Critical and Emergency Care Group, éditeur. Cochrane Database Syst Rev*. 13 mai 2014
93. Aubrun F, Nouette Gaulain K, Fletcher D, Belbachir A, Beloeil H, Carles M, Cuvillon P, Dadure C, Lebuffe G, Marret E, Martinez V, Olivier M, Sabourdin N, Zetlaoui P. Recommandations formalisées d'experts Réactualisation de la recommandation sur la douleur postopératoire Revision of Expert panel guidelines on postoperative pain management. *SFAR*. 2016;22.
94. Borghi B, Facchini F, Agnoletti V, Adduci A, Lambertini A, Marini E, et al. Pain relief and motor function during continuous interscalene analgesia after open shoulder surgery: a prospective, randomized, double-blind comparison between levobupivacaine 0.25%, and ropivacaine 0.25% or 0.4%: *Eur J Anaesthesiol*. déc 2006;23(12):1005-9.
95. Eroglu A, Uzunlar H, Sener M, Akinturk Y, Erciyes N. A clinical comparison of equal concentration and volume of ropivacaine and bupivacaine for interscalene brachial

- plexus anesthesia and analgesia in shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med.* déc 2004;29(6):539-43.
96. Ilfeld BM, Morey TE, Enneking FK. Infraclavicular Perineural Local Anesthetic Infusion: A Comparison of Three Dosing Regimens for Postoperative Analgesia. *Anesthesiology.* févr 2004;100(2):395-402.
 97. Ilfeld BM, Enneking FK. Continuous Peripheral Nerve Blocks at Home: A Review: *Anesth Analg.* juin 2005;100(6):1822-33.
 98. Brian M. Ilfeld, M.D., M.S.,* Krista Vandeborne, Ph.D., P.T.,† Pamela W. Duncan, Ph.D., P.T.,‡ Daniel I. Sessler, M.D. 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(5):999-1007.
 99. Capdevila X, Dadure C, Bringuier S, Bernard N, Biboulet P, Gaertner E, et al. Effect of Patient-controlled Perineural Analgesia on Rehabilitation and Pain after Ambulatory Orthopedic Surgery A Multicenter Randomized Trial. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol.* 1 sept 2006;105(3):566-73.
 100. Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, Ecoffey C, Falissard B, Mercier F, et al. Major Complications of Regional Anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology.* nov 2002;97(5):1274-80.
 101. Anker-Møller E, Spangsberg N, Dahl JB, Christensen EF, Schultz P, Carlsson P. Continuous blockade of the lumbar plexus after knee surgery: a comparison of the plasma concentrations and analgesic effect of bupivacaine 0.250% and 0.125%. *Acta Anaesthesiol Scand.* août 1990;34(6):468-72.
 102. Ilfeld BM, Loland VJ, Gerancher JC, Wadhwa AN, Renehan EM, Sessler DI, et al. The Effects of Varying Local Anesthetic Concentration and Volume on Continuous Popliteal Sciatic Nerve Blocks: A Dual-Center, Randomized, Controlled Study: *Anesth Analg.* août 2008;107(2):701-7.
 103. Ilfeld, M.D BM. Continuous Peripheral Nerve Blocks Is Local Anesthetic Dose the Only Factor, or Do Concentration and Volume Influence Infusion Effects as Well? *Perioper Med.* 2010;112(2):8.
 104. Bauer M, Wang L, Onibonoje OK, Parrett C, Sessler DI, Mounir-Soliman L, et al. Continuous Femoral Nerve Blocks: Decreasing Local Anesthetic Concentration to Minimize Quadriceps Femoris Weakness. *Anesthesiology.* mars 2012;116(3):665-72.
 105. Liu Q, Chelly JE, Williams JP, Gold MS. Impact of Peripheral Nerve Block with Low Dose Local Anesthetics on Analgesia and Functional Outcomes Following Total Knee Arthroplasty: A Retrospective Study. *Pain Med.* mai 2015;16(5):998-1006.
 106. Casati A, Borghi B, Fanelli G, Montone N, Rotini R, Frascini G, et al. Interscalene Brachial Plexus Anesthesia and Analgesia for Open Shoulder Surgery: A Randomized, Double-Blinded Comparison Between Levobupivacaine and Ropivacaine. *ANESTH ANALG.* 2003;(96):7.

107. Shah J, Votta-Velis EG, Borgeat A. New local anesthetics. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* juin 2018;32(2):179-85.
108. Choquet O, Capdevila X. LES CATHÉTERS PÉRINERVEUX SONT INCONTOURNABLES APRÈS CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE - PRO. :9.
109. Jeng CL, Torrillo TM, Rosenblatt MA. Complications of peripheral nerve blocks. *Br J Anaesth.* déc 2010;105:i97-107.
110. Knudsen K, Beckman Suurkula M, Blomberg S, Sjövall J, Edvardsson N. Central nervous and cardiovascular effects of i.v. infusions of ropivacaine, bupivacaine and placebo in volunteers. *Br J Anaesth.* mai 1997;78(5):507-14.
111. Colin C. Les blocs périphériques des membres chez l'adulte. *Ann Fr Anesth Réanimation.* juin 2003;22(6):567-81.
112. De JLC, Brugada J, Allessie MA. Electrophysiologic and arrhythmogenic effects of bupivacaine. A study with high-resolution ventricular epicardial mapping in rabbit hearts. *Anesthesiology.* juill 1992;77(1):132-41.
113. Aya AGM, Coussaye JE de L, Robert E, Ripart J, Cuvillon P, Mazoit JX, et al. Comparison of the Effects of Racemic Bupivacaine, Levobupivacaine, and Ropivacaine on Ventricular Conduction, Refractoriness, and Wavelength An Epicardial Mapping Study. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol.* 1 mars 2002;96(3):641-50.
114. Marhofer P, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance in regional anaesthesia †. *Br J Anaesth.* janv 2005;94(1):7-17.
115. Robards C, Clendenen S, Greengrass R. Intravascular Injection During Ultrasound-Guided Axillary Block: Negative Aspiration Can Be Misleading: *Anesth Analg.* nov 2008;107(5):1754-5.
116. Guidelines C and R for the NR. International Guidelines for Neonatal Resuscitation: An Excerpt From the Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care: International Consensus on Science. *Pediatrics.* 1 sept 2000;106(3):e29-e29.
117. Weinberg GL. Lipid Infusion Therapy: Translation to Clinical Practice: *Anesth Analg.* mai 2008;106(5):1340-2.
118. Marwick PC, Levin AI, Coetzee AR. Recurrence of Cardiotoxicity After Lipid Rescue from Bupivacaine-Induced Cardiac Arrest: *Anesth Analg.* avr 2009;108(4):1344-6.
119. Weinberg GL, Gregorio GD, Ripper R, Kelly K, Massad M, Edelman L, et al. Resuscitation with Lipid versus Epinephrine in a Rat Model of Bupivacaine Overdose. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol.* 1 mai 2008;108(5):907-13.
120. Malinovsky J-M, Mazoit J-X, Sztark F, Estèbe J-P, Capdevila X, Samii K, et al. Toxicité systémique des anesthésiques locaux et solutions lipidiques : une alternative supplémentaire intéressante. *Ann Fr Anesth Réanimation.* févr 2008;27(2):132-4.

121. Cuvillon P, Ripart J, Lalourcey L, Veyrat E, L'Hermite J, Boisson C, et al. The Continuous Femoral Nerve Block Catheter for Postoperative Analgesia: Bacterial Colonization, Infectious Rate and Adverse Effects: *Anesth Analg.* oct 2001;93(4):1045-9.
122. Bergman BD, Hebl JR, Kent J, Horlocker TT. Neurologic Complications of 405 Consecutive Continuous Axillary Catheters. *ANESTH ANALG.* 2003;3(96):6.
123. Borgeat A, Dullenkopf A, Ekatodramis G, Nagy L. Evaluation of the Lateral Modified Approach for Continuous Interscalene Block after Shoulder Surgery: *Anesthesiology.* août 2003;99(2):436-42.
124. Grant SA, Nielsen KC, Greengrass RA, Steele SM, Klein SM. Continuous Peripheral Nerve Block for Ambulatory Surgery. 1 mai 2001;26(3):209-14.
125. Horlocker TT, Kufner RP, Bishop AT, Maxson PM, Schroeder DR. The Risk of Persistent Paresthesia Is Not Increased with Repeated Axillary Block. *Anesth Analg.* févr 1999;88(2):382.
126. Fanelli G, Casati A, Garancini P, Torri G. Nerve Stimulator and Multiple Injection Technique for Upper and Lower Limb Blockade: Failure Rate, Patient Acceptance, and Neurologic Complications. *Anesth Analg.* avr 1999;88(4):847.
127. Brull R, McCartney CJL, Chan VWS, El-Beheiry H. Neurological Complications After Regional Anesthesia: Contemporary Estimates of Risk: *Anesth Analg.* avr 2007;104(4):965-74.
128. Capdivella xavier. Continuous Peripheral Nerve Blocks in Hospital Wards after Orthopedic Surgery A Multicenter Prospective Analysis of the Quality of Postoperative Analgesia and Complications in 1,416 Patients. 2005;103(5):11.
129. Zetlaoui PJ, Labbe J-P, Benhamou D. Ultrasound Guidance for Axillary Plexus Block Does Not Prevent Intravascular Injection: *Anesthesiology.* avr 2008;108(4):761.
130. Loubert C. Complication during Ultrasound-guided Regional Block: Accidental Intravascular Injection of Local Anesthetic. 2008;108(4):2.
131. Fredrickson MJ, Kilfoyle DH. Neurological complication analysis of 1000 ultrasound guided peripheral nerve blocks for elective orthopaedic surgery: a prospective study*. *Anaesthesia.* 2009;64(8):836-44.
132. S Hernot, K Samii. Les différents types d'agression nerveuse aux tours des anesthésies locorégionales. *Mapar.* 1997;16:274-81.
133. Urban MK, Urquhart B. Evaluation of Brachial Plexus Anesthesia for Upper Extremity Surgery. *Reg Anesth Pain Med.* 1 mai 1994;19(3):175-82.
134. Capdevila X, Jaber S, Pesonen P, Borgeat A, Eledjam J-J. Acute Neck Cellulitis and Mediastinitis Complicating a Continuous Interscalene Block: *Anesth Analg.* oct 2008;107(4):1419-21.

135. Clendenen SR, Robards CB, Wang RD, Greengrass RA. Continuous Interscalene Block Associated with Neck Hematoma and Postoperative Sepsis: *Anesth Analg*. févr 2010;1.
136. Compère V, Rey N, Baert O, Ouennich A, Fourdrinier V, Roussignol X, et al. Major complications after 400 continuous popliteal sciatic nerve blocks for post-operative analgesia. *Acta Anaesthesiol Scand*. mars 2009;53(3):339-45.
137. Anselme S, Boileau S, Vedel M, Muller C, Blech M-F, Bouaziz H. Évaluation des pratiques d'hygiène en anesthésie entre 1998 et 2007 en Lorraine. *Ann Fr Anesth Réanimation*. janv 2009;28(1):28-34.
138. Borgeat A, Blumenthal S, Karovic D, Delbos A, Vienne P. Clinical Evaluation of a Modified Posterior Anatomical Approach to Performing the Popliteal Block. 1 mai 2004;29(3):290-6.
139. Neuburger M, Büttner J, Blumenthal S, Breitbarth J, Borgeat A. Inflammation and infection complications of 2285 perineural catheters: a prospective study. *Acta Anaesthesiol Scand*. janv 2007;51(1):108-14.
140. Simpson RS, Macintyre PE, Shaw D, Norton A, McCann JR, Tham EJ. Epidural Catheter Tip Cultures: Results of a 4-Year Audit and Implications for Clinical Practice. 1 juill 2000;25(4):360-7.
141. Swenson JD, Bay N, Loose E, Bankhead B, Davis J, Beals TC, et al. Outpatient Management of Continuous Peripheral Nerve Catheters Placed Using Ultrasound Guidance: An Experience in 620 Patients: *Anesth Analg*. déc 2006;103(6):1436-43.
142. Mcneely J, Trentadue N, Rusy L, Farber N. Culture of bacteria from lumbar and caudal epidural catheters used for postoperative analgesia in children. *Reg Anesth Pain Med*. sept 1997;22(5):428-31.
143. Darchy B, Forceville X, Bavoux E, Soriot F, Domart Y. Clinical and Bacteriologic Survey of Epidural Analgesia in Patients in the Intensive Care Unit. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol*. 1 nov 1996;85(5):988-98.
144. Gómez-Arnau JI, Yangüela J, González A, Andrés Y, García del Valle S, Gili P, et al. Anaesthesia-related diplopia after cataract surgery. *Br J Anaesth*. févr 2003;90(2):189-93.
145. Zink W, Missler G, Sinner B, Martin E, Fink RHA, Graf BM. Differential Effects of Bupivacaine and Ropivacaine Enantiomers on Intracellular Ca²⁺ Regulation in Murine Skeletal Muscle Fibers. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol*. 1 avr 2005;102(4):793-8.
146. Zink W, Graf BM, Sinner B, Martin E, Fink RHA, Kunst G. Differential Effects of Bupivacaine on Intracellular Ca²⁺ Regulation Potential Mechanisms of Its Myotoxicity. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol*. 1 sept 2002;97(3):710-6.
147. Padera R, Bellas E, Tse JY, Hao D, Kohane DS. Local Myotoxicity from Sustained Release of Bupivacaine from Microparticles. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol*. 1 mai 2008;108(5):921-8.

148. X. Capdevila, N. Bernard. Complications des blocs périphériques continus utilisés pour l'analgésie postopératoire. conférences d'actualisation Sfar 2004;771-82.Elsevier SAS.
149. Capdevila X, Biboulet P, Morau D, Bernard N, Deschodt J, Lopez S, et al. Continuous Three-in-One Block for Postoperative Pain After Lower Limb Orthopedic Surgery: Where Do the Catheters Go?: *Anesth Analg.* avr 2002;94(4):1001-6.
150. Birnbaum J, Klotz E, Bogusch G, Volk T. Elektrische Nervenstimulation für Plexus- und Nervenblockaden. *Anaesthesist.* nov 2007;56(11):1155-62.
151. Fuzier R, Richez A-S, Choquet O, Singelyn F. Neurostimulation : relation non linéaire entre intensité et durée pour stimuler un nerf. *Ann Fr Anesth Réanimation.* oct 2008;27(10):802-7.
152. Urmev WF. Using the nerve stimulator A for peripheral or plexus nerve blocks. *MINERVA Anesthesiol.* 2006;72(6):5.
153. Feugeas, choquet. Comprendre et optimisé la neurostimulation. Congrès national d'anesthésie réanimation.Sfar 2008. Evaluation et traitement de la douleur.p.745-753. Elsevier Masson SAS.
154. D. Jochum. Stimulateurs de nerf : 10 ans d'expérience. Ed Sci Médicales Elsevier SAS.Sfar 2002;7-20.
155. Delaunay L, Plantet F, Jochum D. Échographie et anesthésie locorégionale. *Ann Fr Anesth Réanimation.* févr 2009;28(2):140-60.
156. Elsharkawy H, Maheshwari A, Farag E, Mariano ER, Rosenquist RW. Development of technologies for placement of perineural catheters. *J Anesth.* févr 2016;30(1):138-47.
157. Ilfeld BM, Fredrickson MJ, Mariano ER. Ultrasound-Guided Perineural Catheter Insertion: Three Approaches but Few Illuminating Data. *Reg Anesth Pain Med.* mars 2010;35(2):123-6.
158. Ilfeld BM, Sandhu NS, Loland VJ, Madison SJ, Suresh PJ, Mariano ER, et al. Ultrasound-Guided (Needle-in-Plane) Perineural Catheter Insertion: The Effect of Catheter-Insertion Distance on Postoperative Analgesia. *Reg Anesth Pain Med.* mai 2011;36(3):261-5.
159. Fredrickson MJ, Danesh-Clough TK. Ultrasound-guided femoral catheter placement: a randomised comparison of the in-plane and out-of-plane techniques. *Anaesthesia.* avr 2013;68(4):382-90.
160. Sites BD, Beach ML, Chinn CD, Redborg KE, Gallagher JD. A Comparison of Sensory and Motor Loss After a Femoral Nerve Block Conducted With Ultrasound Versus Ultrasound and Nerve Stimulation. *Reg Anesth Pain Med.* oct 2009;34(5):508.
161. Al Nasser B. Recommandations concernant l'hygiène lors de la réalisation des blocs nerveux périphériques sous échoguidage avec mise en place de cathéter. *Prat En Anesth Réanimation.* sept 2009;13(4):287-90.

162. Ilfeld BM. Continuous Peripheral Nerve Blocks: A Review of the Published Evidence. *Anesth Analg.* oct 2011;113(4):904-25.
163. Gruber H, Peer S, Kovacs P, Marth R, Bodner G. The Ultrasonographic Appearance of the Femoral Nerve and Cases of Iatrogenic Impairment. *J Ultrasound Med.* 2003;22(2):163-72.
164. Mannion S, O'Donnell B. Obturator nerve blockade following « 3-in-1 » block - the role of motor assessment. *Acta Anaesthesiol Scand.* mai 2006;50(5):645-645.
165. Wang A-Z, Gu L, Zhou Q-H, Ni W-Z, Jiang W. Ultrasound-Guided Continuous Femoral Nerve Block for Analgesia After Total Knee Arthroplasty: Catheter Perpendicular to the Nerve Versus Catheter Parallel to the Nerve. *Reg Anesth Pain Med.* mars 2010;35(2):127-31.
166. Arnaud Chaumeron, M.D. L'analgésie pour l'arthroplastie totale du genou. *Anesthésiologie.Conferences Sci.* nov 2006;5(4):p.6.
167. Weber A, Fournier R, Gessel EV, Gamulin Z. Sciatic nerve block and the improvement of femoral nerve block analgesia after total knee replacement. *Eur J Anaesthesiol.* nov 2002;19(11):834-6.
168. Allen W, Liu SS, Ware PD, Nairn CS, Owens BD. Peripheral Nerve Blocks Improve Analgesia After Total Knee Replacement Surgery. *ANESTH ANALG.* 1998;87:5.
169. Ben-David B, Schmalenberger K, Chelly JE. Analgesia After Total Knee Arthroplasty: Is Continuous Sciatic Blockade Needed in Addition to Continuous Femoral Blockade? *Anesth Analg.* mars 2004;98(3):747.
170. Phamdang 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.* mars 2005;30(2):128-33.
171. Terkawi AS, Mavridis D, Sessler DI, Nunemaker MS, Doais KS, Terkawi RS, et al. Pain Management Modalities after Total Knee Arthroplasty: A Network Meta-analysis of 170 Randomized Controlled Trials. *Anesthesiology.* mai 2017;126(5):923-37.
172. Wiesmann T, Hüttemann I, Schilke N, Heyse T, Efe T, Eschbach D, et al. Ultrasound-guided single injection versus continuous sciatic nerve blockade on pain management and mobilisation after total knee arthroplasty (CoSinUS trial): A randomised, triple-blinded controlled trial. *Eur J Anaesthesiol.* oct 2018;35(10):782-91.
173. Kinghorn K, Ellinas H, Barboi AC, Dolinski SY. Case Scenario: Nerve Injury after Knee Arthroplasty and Sciatic Nerve Block. *Anesthesiology.* avr 2012;116(4):918-23.
174. Marhofer D, Marhofer P, Triffterer L, Leonhardt M, Weber M, Zeitlinger M. Dislocation rates of perineural catheters: a volunteer study. *Br J Anaesth.* nov 2013;111(5):800-6.

175. Fredrickson MJ, Ball CM, Dalglish AJ, Stewart AW, Short TG. A Prospective Randomized Comparison of Ultrasound and Neurostimulation as Needle End Points for Interscalene Catheter Placement: *Anesth Analg.* mai 2009;108(5):1695-700.
176. Bendtsen TF, Nielsen TD, Rohde CV, Kibak K, Linde F. Ultrasound Guidance Improves a Continuous Popliteal Sciatic Nerve Block When Compared With Nerve Stimulation: *Reg Anesth Pain Med.* mars 2011;36(2):181-4.
177. Fredrickson MJ, Danesh-Clough TK. Ambulatory Continuous Femoral Analgesia for Major Knee Surgery: A Randomised Study of Ultrasound-Guided Femoral Catheter Placement. *Anaesth Intensive Care.* sept 2009;37(5):758-66.
178. Abrahams MS, Aziz MF, Fu RF, Horn J-L. Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth.* mars 2009;102(3):408-17.
179. Marhofer P, Wallner T, Kapral S. Ultrasonographic Guidance Reduces the Amount of Local Anesthetic for 3-in-1 Blocks. 1998;(23):5.
180. Marhofer P, Schrogendorfer K, Koinig H, Kapral S, Weinstabl C, Mayer N. Ultrasonographic Guidance Improves Sensory Block and Onset Time of Three-in-One Blocks. *Anesth Analg.* oct 1997;85(4):854.
181. Marhofer P, Sitzwohl C, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children. *Anaesthesia.* juill 2004;59(7):642-6.
182. Chan VWS, Perlas A, McCartney CJL, Brull R, Xu D. Ultrasound guidance improves success rate of axillary brachial plexus block. *Can J Anesth.* 2007;7.
183. Dingemans E, Williams SR, Arcand G, Chouinard P, Harris P, Ruel M, et al. Neurostimulation in Ultrasound-Guided Infraclavicular Block: A Prospective Randomized Trial. *Anesth Analg.* mai 2007;104(5):1275.
184. Kapral S, Greher M, Huber G, Willschke H, Kettner S, Kdolsky R, et al. Ultrasonographic Guidance Improves the Success Rate of Interscalene Brachial Plexus Blockade. *Reg Anesth Pain Med.* mai 2008;33(3):253-8.
185. Liu F-C, Liou J-T, Tsai Y-F, Li AH, Day Y-Y, Hui Y-L, et al. Efficacy of Ultrasound-Guided Axillary Brachial Plexus Block: A Comparative Study with Nerve Stimulator-Guided Method. 2005;28(6):7.
186. Casati A, Cianni SD. A Prospective, Randomized Comparison between Ultrasound and Nerve Stimulation Guidance for Multiple Injection Axillary Brachial Plexus Block. 2007;106(5):5.
187. Schnabel A, Meyer-Frießem CH, Zahn PK, Pogatzki-Zahn EM. Ultrasound compared with nerve stimulation guidance for peripheral nerve catheter placement: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth.* oct 2013;111(4):564-72.
188. Danelli G, Ghisi D, Fanelli A, Ortu A, Moschini E, Berti M, et al. The Effects of Ultrasound Guidance and Neurostimulation on the Minimum Effective Anesthetic

Volume of Mepivacaine 1.5% Required to Block the Sciatic Nerve Using the Subgluteal Approach: *Anesth Analg.* nov 2009;109(5):1674-8.

189. Danelli G, Bonarelli S, Tognú A, Ghisi D, Fanelli A, Biondini S, et al. Prospective randomized comparison of ultrasound-guided and neurostimulation techniques for continuous interscalene brachial plexus block in patients undergoing coracoacromial ligament repair. *Br J Anaesth.* juin 2012;108(6):1006-10.
190. Fredrickson MJ, Ball CM, Dalglish AJ. A Prospective Randomized Comparison of Ultrasound Guidance Versus Neurostimulation for Interscalene Catheter Placement: *Reg Anesth Pain Med.* nov 2009;34(6):590-4.
191. Aveline christophe. Cathéter fémoral et prothèse totale de genou : comparaison de l'échoguidage à la neurostimulation. 2010;3(6):5.
192. Li M, Xu T, Han W, Wang X, Jia D, Guo X. Use of ultrasound to facilitate femoral nerve block with stimulating catheter. *Chin Med J (Engl).* févr 2011;124(4):519-24.
193. Kim H-Y, Byeon G-J, Cho H-J, Baek S-H, Shin S-W, Cho H-J. A comparison of ultrasound alone vs ultrasound with nerve stimulation guidance for continuous femoral nerve block in patients undergoing total knee arthroplasty. *J Clin Anesth.* août 2016;32:274-80.
194. Maalouf D, Liu SS, Movahedi R, Goytizolo E, Memstoudis SG, YaDeau JT, et al. Nerve stimulator versus ultrasound guidance for placement of popliteal catheters for foot and ankle surgery. *J Clin Anesth.* févr 2012;24(1):44-50.
195. Dhir S, Ganapathy S. Use of ultrasound guidance and contrast enhancement: a study of continuous infraclavicular brachial plexus approach*: Contrast enhancement in ultrasound guidance. *Acta Anaesthesiol Scand.* 5 févr 2008;52(3):338-42.
196. Dhir S, Armstrong K, Armstrong P, Bouzari A, Mall J, Yu J, et al. A randomised comparison between ultrasound and nerve stimulation for infraclavicular catheter placement. *Anaesthesia.* févr 2016;71(2):198-204.
197. Sites B. Ultrasound-guided popliteal block demonstrates an atypical motor response to nerve stimulation in 2 patients with diabetes mellitus. *Reg Anesth Pain Med.* oct 2003;28(5):479-82.
198. Minville V, Zetlaoui P, Fessenmeyer C, Benhamou D. Ultrasound guidance for difficult lateral popliteal catheter insertion in a patient with peripheral vascular disease. *Reg Anesth Pain Med.* août 2004;29(4):368-70.
199. Gleeton D, Levesque S, Trépanier CA, Gariépy J-L, Brassard J, Dion N. Symptomatic Axillary Hematoma After Ultrasound-Guided Infraclavicular Block in a Patient with Undiagnosed Upper Extremity Mycotic Aneurysms: *Anesth Analg.* août 2010;111(4):1069-71.

200. Alfred V, Srinivasan G, Zachariah M. Comparison of ultrasound with peripheral nerve stimulator guided technique for supraclavicular block in upper limb surgeries: A randomized controlled trial. *Anesth Essays Res.* 2018;12(1):50.
201. Mariano ER, Loland VJ, Sandhu NS, Bellars RH, Bishop ML, Afra R, et al. Ultrasound Guidance Versus Electrical Stimulation for Femoral Perineural Catheter Insertion. *J Ultrasound Med.* nov 2009;28(11):1453-60.
202. Mariano ER, Loland VJ, Bellars RH, Sandhu NS, Bishop ML, Abrams RA, et al. Ultrasound Guidance Versus Electrical Stimulation for Infraclavicular Brachial Plexus Perineural Catheter Insertion. *J Ultrasound Med.* sept 2009;28(9):1211-8.
203. Gandhi K, Lindenmuth DM, Hadzic A, Xu D, Patel VS, Maliakal TJ, et al. The effect of stimulating versus conventional perineural catheters on postoperative analgesia following ultrasound-guided femoral nerve localization. *J Clin Anesth.* déc 2011;23(8):626-31.
204. Liu SS. Evidence Basis for Ultrasound-Guided Block Characteristics Onset, Quality, and Duration: *Reg Anesth Pain Med.* 2016;41(2):205-20.
205. Williams SR, Chouinard P, Arcand G, Harris P, Ruel M, Boudreault D, et al. Ultrasound Guidance Speeds Execution and Improves the Quality of Supraclavicular Block. *Anesth Analg.* nov 2003;97(5):1518.
206. Macaire P, Singelyn F, Narchi P, Paqueron X. Ultrasound- or Nerve Stimulation-Guided Wrist Blocks for Carpal Tunnel Release: A Randomized Prospective Comparative Study. 1 juin 2008;33(4):363-8.
207. Liu SS, Zayas VM, Gordon MA, Beathe JC, Maalouf DB, Paroli L, et al. A Prospective, Randomized, Controlled Trial Comparing Ultrasound Versus Nerve Stimulator Guidance for Interscalene Block for Ambulatory Shoulder Surgery for Postoperative Neurological Symptoms: *Anesth Analg.* juill 2009;109(1):265-71.
208. Sinha SK, Abrams JH, Arumugam S, D'Alessio J, Freitas DG, Barnett JT, et al. Femoral Nerve Block With Selective Tibial Nerve Block Provides Effective Analgesia Without Foot Drop After Total Knee Arthroplasty: A Prospective, Randomized, Observer-Blinded Study. *Anesth Analg.* juill 2012;115(1):202-6.
209. Hara K, Sakura S, Yokokawa N. The role of electrical stimulation in ultrasound-guided subgluteal sciatic nerve block: a retrospective study on how response pattern and minimal evoked current affect the resultant blockade. *J Anesth.* août 2014;28(4):524-31.
210. Singelyn FJ, Gouverneur J-MA. Extended "Three-in-One" Block After Total Knee Arthroplasty: Continuous Versus Patient-Controlled Techniques. *ANESTH ANALG.* 2000;91(176-80):5.
211. Singelyn FJ, Vanderelst PE, Gouverneur J-MA. Extended Femoral Nerve Sheath Block After Total Hip Arthroplasty: Continuous Versus Patient-Controlled Techniques. *ANESTH ANALG.* 2001;92(455-9):5.

212. Svediene S, Andrijauskas A, Ivaskevicius J, Saikus A. The efficacy comparison of on-demand boluses with and without basal infusion of 0.1 % bupivacaine via perineural femoral catheter after arthroscopic ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* mars 2013;21(3):641-5.
213. Heid F, Müller N, Piepho T, Bäres M, Giesa M, Drees P, et al. Postoperative Analgesic Efficacy of Peripheral Levobupivacaine and Ropivacaine: A Prospective, Randomized Double-Blind Trial in Patients After Total Knee Arthroplasty: *Anesth Analg.* mai 2008;106(5):1559-61.
214. Casati A, Vinciguerra F, Cappelleri G, Aldegheri G, Grispigni C, Putzu M, et al. Levobupivacaine 0.2% or 0.125% for Continuous Sciatic Nerve Block: A Prospective, Randomized, Double-Blind Comparison with 0.2% Ropivacaine: *Anesth Analg.* sept 2004;99(3):919-23.
215. Cereda CMS, Tofoli GR, Maturana LG, Pierucci A, Nunes LAS, Franz-Montan M, et al. Local Neurotoxicity and Myotoxicity Evaluation of Cyclodextrin Complexes of Bupivacaine and Ropivacaine: *Anesth Analg.* nov 2012;115(5):1234-41.
216. Gautier P, Vandepitte C, Ramquet C, DeCoopman M, Xu D, Hadzic A. The Minimum Effective Anesthetic Volume of 0.75% Ropivacaine in Ultrasound-Guided Interscalene Brachial Plexus Block: *Anesth Analg.* oct 2011;113(4):951-5.
217. Casati A, Baciarello M, Cianni SD, Danelli G, De Marco G, Leone S, et al. Effects of ultrasound guidance on the minimum effective anaesthetic volume required to block the femoral nerve. *Br J Anaesth.* juin 2007;98(6):823-7.
218. Fredrickson MJ, Ball CM, Dalglish AJ. A Prospective Randomized Comparison of Ultrasound Guidance Versus Neurostimulation for Interscalene Catheter Placement: *Reg Anesth Pain Med.* nov 2009;34(6):590-4.
219. Capdevila X, Macaire P, Aknin P, Dadure C, Bernard N, Lopez S. Patient-Controlled Perineural Analgesia After Ambulatory Orthopedic Surgery: A Comparison of Electronic Versus Elastomeric Pumps. *Anesth Analg.* févr 2003;96(2):414.
220. Ackermann M, Maier S, Ing H, Bonnabry P. Evaluation of the design and reliability of three elastomeric and one mechanical infusers. *J Oncol Pharm Pract.* 1 juin 2007;13(2):77-84.
221. Ilfeld BM, Morey TE, Enneking FK. The Delivery Rate Accuracy of Portable Infusion Pumps Used for Continuous Regional Analgesia: *Anesth Analg.* nov 2002;95(5):1331-6.
222. Remerand F, Vuitton AS, Palud M, Buchet S, Pourrat X, Baud A, et al. Elastomeric Pump Reliability in Postoperative Regional Anesthesia: A Survey of 430 Consecutive Devices: *Anesth Analg.* déc 2008;107(6):2079-84.
223. Ilfeld BM, Morey TE, Enneking KF. Portable Infusion Pumps Used for Continuous Regional Analgesia: Delivery Rate Accuracy and Consistency. 1 sept 2003;28(5):424-32.

224. Mariano ER, Loland VJ, Sandhu NS, Bishop ML, Meunier MJ, Afra R, et al. A Trainee-Based Randomized Comparison of Stimulating Interscalene Perineural Catheters With a New Technique Using Ultrasound Guidance Alone. *J Ultrasound Med.* mars 2010;29(3):329-36.
225. Larsen K, Sørensen OG, Hansen TB, Thomsen PB, Søballe K. Accelerated perioperative care and rehabilitation intervention for hip and knee replacement is effective: A randomized clinical trial involving 87 patients with 3 months of follow-up. *Acta Orthop.* janv 2008;79(2):149-59.
226. Kadic L, Boonstra MC, Malefijt MCDW, Lako SJ, Egmond JV, Driessen JJ. Continuous femoral nerve block after total knee arthroplasty? *Acta Anaesthesiol Scand.* 1 août 2009;53(7):914-20.
227. Biboulet P, Morau D, Aubas P, Bringuier-Branchereau S, Capdevila X. Postoperative analgesia after total-hip arthroplasty: comparison of intravenous patient-controlled analgesia with morphine and single injection of femoral nerve or psoas compartment block. a prospective, randomized, double-blind study. *Reg Anesth Pain Med.* 1 mars 2004;29(2):102-9.
228. De Ruyter ML, Brueilly KE, Harrison BA, Greengrass RA, Putzke JD, Brodersen MP. A Pilot Study on Continuous Femoral Perineural Catheter for Analgesia After Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* déc 2006;21(8):1111-7.
229. Ilfeld BM, Wright TW, Enneking KF, Morey TE. Joint Range of Motion After Total Shoulder Arthroplasty With and Without a Continuous Interscalene Nerve Block: A Retrospective, Case-Control Study. *J Arthroplasty.* 1 sept 2005;30(5):429-33.
230. Zaric D, Boysen K, Christiansen C, Christiansen J, Stephensen S, Christensen B. A Comparison of Epidural Analgesia With Combined Continuous Femoral-Sciatic Nerve Blocks After Total Knee Replacement: *Anesth Analg.* avr 2006;102(4):1240-6.
231. Morin AM, Eberhart LHJ, Behnke HKE, Wagner S, Koch T, Wolf U, et al. Does Femoral Nerve Catheter Placement with Stimulating Catheters Improve Effective Placement? A Randomized, Controlled, and Observer-Blinded Trial: *Anesth Analg.* mai 2005;100(5):1503-10.
232. Fredrickson MJ, Price DJ. Analgesic effectiveness of ropivacaine 0.2% vs 0.4% via an ultrasound-guided C5-6 root/superior trunk perineural ambulatory catheter. *Br J Anaesth.* sept 2009;103(3):434-9.
233. Kwofie MK, Shastri UD, Gadsden JC, Sinha SK, Abrams JH, Xu D, et al. The Effects of Ultrasound-Guided Adductor Canal Block Versus Femoral Nerve Block on Quadriceps Strength and Fall Risk: A Blinded, Randomized Trial of Volunteers. *Reg Anesth Pain Med.* 2013;38(4):321-5.
234. Affas F, Nygård E-B, Stiller C-O, Wretenberg P, Olofsson C. Pain control after total knee arthroplasty: a randomized trial comparing local infiltration anesthesia and continuous femoral block. *Acta Orthop.* août 2011;82(4):441-7.

235. 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.* déc 2010;111(6):1552-4.
236. Johnson RL, Kopp SL, Hebl JR, Erwin PJ, Mantilla CB. Falls and major orthopaedic surgery with peripheral nerve blockade: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* avr 2013;110(4):518-28.
237. Memtsoudis SG, Rasul R, Stundner O. Inpatient Falls after Total Knee Arthroplasty. *Perioper Med.* 2014;120(3):13.
238. Johnson RL, Duncan CM, Ahn KS, Schroeder DR, Horlocker TT, Kopp SL. Fall-Prevention Strategies and Patient Characteristics That Impact Fall Rates After Total Knee Arthroplasty: *Anesth Analg.* nov 2014;119(5):1113-8.
239. Jochum D. Quelle analgésie pour la reprise rapide de la marche ? *Anesth Réanimation.* oct 2015;1(5):441-50.
240. Beebe MJ, Allen R, Anderson MB, Swenson JD, Peters CL. Continuous Femoral Nerve Block Using 0.125% Bupivacaine Does Not Prevent Early Ambulation After Total Knee Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* mai 2014;472(5):1394-9.
241. Stevens JE, Mizner RL, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and volitional activation before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis. *J Orthop Res.* 2003;21(5):775-9.
242. Wiesmann T, Piechowiak K, Duderstadt S, Haupt D, Schmitt J, Eschbach D, et al. Continuous adductor canal block versus continuous femoral nerve block after total knee arthroplasty for mobilisation capability and pain treatment: a randomised and blinded clinical trial. *Arch Orthop Trauma Surg.* mars 2016;136(3):397-406.
243. Lovich-Sapola J, Smith CE, Brandt CP. Postoperative Pain Control. *Surg Clin North Am.* avr 2015;95(2):301-18.
244. Mariano ER, Cheng GS, Choy LP, Loland VJ, Bellars RH, Sandhu NS, et al. Electrical Stimulation Versus Ultrasound Guidance for Popliteal-Sciatic Perineural Catheter Insertion: A Randomized Controlled Trial. *Reg Anesth Pain Med.* sept 2009;34(5):480-5.
245. Ironfield CM, Barrington MJ, Kluger R, Sites B. Are Patients Satisfied After Peripheral Nerve Blockade? Results From an International Registry of Regional Anesthesia: *Reg Anesth Pain Med.* 2014;39(1):48-55.
246. Ilfeld BM, Wright TW, Enneking FK, Mace JA, Shuster JJ, Spadoni EH, et al. Total Shoulder Arthroplasty as an Outpatient Procedure Using Ambulatory Perineural Local Anesthetic Infusion: A Pilot Feasibility Study: *Anesth Analg.* nov 2005;101(5):1319-22.
247. Al-Zahrani T, Doais KS, Aljassir F, Alshaygy I, Albishi W, Terkawi AS. Randomized Clinical Trial of Continuous Femoral Nerve Block Combined with Sciatic Nerve Block

- Versus Epidural Analgesia for Unilateral Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. janv 2015;30(1):149-54.
248. 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*. sept 2012;98(5):499-505.
249. 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;(2):55.